GOVP1200728916

미래철도기술개발사업 제3차년도 최종보고서

R&D/04-교통핵심-C01

전동차 전과정평가 시스템 개발

2007. 8. 13.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원
협동연구기관 / (주)에코시안
위탁연구기관 / 아주대학교
(주)더코

건 설 교 통 부
한국건설교통기술평가원

Construction & Transportation R&D Report

제 출 문

건설교통부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

본 보고서를 "전동차 전과정평가 시스템 개발"의 최종보고서로 제출합니다.

2007. 8. 13.

주관연구기관 : 한국철도기술연구원
원장 채 남 희
협동연구기관 : 에코시안
대표이사 은 종 환
위탁연구기관 : 아주대학교
학장 서 문 호
위탁연구기관 : 더 코
대표이사 이 형 태

■ 총 괄 연 구 책 임 자	/ 책임연구원	김용기	과제총괄 (한국철도기술연구원)
■ 주관연구기관 참여연구원	/ 책임연구원	정우성	환경정책
	/ 선임연구원	박덕신	환경정책
	/ 선임연구원	이덕희	폐전동차 재활용
	/ 선임연구원	조영민	폐전동차 재활용
	/ 선임연구원	이철규	환경정책
	/ 선임연구원	이재영	LCI DB 및 통합시스템 구축
	/ 선임연구원	권순박	LCI DB
	/ 책임연구원	장세기	LCI DB
	/ 책임연구원	구등회	LCA S/W
	/ 선임연구원	윤희택	LCA S/W
	/ 책임연구원	김길동	LCA S/W
	/ 연 구 원	박성환	LCI DB
■ 협동연구기관 참여연구원	/ 수석연구원	은종환	협동 책임 (에코시안)
	/ 선임연구원	양인목	S/W 설계
	/ 선임연구원	허진호	S/W 설계
	/ 선임연구원	황태연	S/W 설계
	/ 선임연구원	지은실	S/W 설계
	/ 선임연구원	서민석	S/W 설계
	/ 선임연구원	김성우	S/W 설계
	/ 선임연구원	이광희	S/W 설계
	/ 선임연구원	김대근	환경정책
	/ 선임연구원	이가영	환경정책
	/ 선임연구원	강정묵	환경정책
■ 위탁연구기관 참여연구원	/ 교 수	이건모	위탁 책임 (아주대학교)
	/ 박사 과정	정인태	친환경제품설계
	/ 박사 과정	김진용	LCI DB
	/ 석사 과정	최요한	친환경제품설계
	/ 석사 과정	임형순	친환경제품설계
	/ 석사 과정	박정건	에코효율성
	/ 석사 과정	백춘열	에코효율성
	/ 석사 과정	천윤영	LCI DB
	/ 수석연구원	이형태	위탁 책임 (더코)
	/ 선임연구원	이준영	공정개발
	/ 연 구 원	박종민	기계설계
	/ 연 구 원	이형진	배합
	/ 연 구 원	성상규	난연

요 약 문

Ⅰ. 제 목

전동차 전과정평가 시스템 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 교토의정서의 발효('05)로 국가별 온실가스 감축이 시행되고, 2단계('13) 추가 감축대상국 협상이 본격화되면서 온실가스 배출량 기준으로 세계 10위권인 우리나라는 배출규제에 따른 물류활동의 위축, 교통 환경비용의 증가 등 사회·경제비용 주가 발생 및 국가경쟁력 악화가 우려되고 있다.

특히 교통 분야에서의 환경개선을 위하여 주요 대중교통수단인 철도의 지속적이고 환경친화적인 체계의 구축이 필요하다. 국제철도의 핵심역할을 하고 있는 EU의 UIC(International Union of Railway)에서는 철도차량 친환경설계를 위한 code 345를 유럽 철도차량 입찰시 환경기준으로 제안하고 사용을 권고하고 있다. 또한 EU의 철도차량 제작업체에서도 차량에 대한 전과정평가를 통해 친환경설계 기법을 적용하고 주요 환경성 지표를 개발하여 정량적인 환경성 정보를 자가 환경성적표지(self-EPD, self-Environment Product Declaration) 제도를 이용하여 자발적으로 제공하고 있을 뿐만 아니라 운영기관에서도 차량구매 시 환경성적 및 환경성 평가보고서 제출을 의무화하고 있다.

우리나라는 '74년 지하철이 개통된 후 지금까지 차량의 개발 단계에서부터 사전 환경부하를 고려한 설계를 통해 사후처리에서 소비되는 환경비용을 저감하는 체계를 효과적으로 도입하지 못하고 있는 실정이다. 또한 신규 철도차량의 개발 및 제작 시에 대한 전과정 환경성 평가 결과의 반영도 전무한 실정이다. 전동차의 경우 일반 제품에 비해 사용 내구연한이 매우 길며, 구축해야 할 데이터베이스가 방대하고, 현재 전과정평가의 중요성에 대한 관련분야 종사자의 인식이 부족하기 때문에 데이터 확보에 많은 어려움을 겪고 있다.

따라서 부족한 데이터베이스를 구축하면서 환경성 평가에 필요한 시스템의 개발은 환경친화적 전동차 도입 및 운행을 위해 필수불가결하다. 또한 국외 환경정책 및 철도시장의 지속적인 변화를 고려한 정책을 개발하여 적용함으로써 국내 전동

차 및 철도 분야에서의 환경부하 및 환경성에 대한 개선 노력이 더욱더 탄력을 받을 수 있다.

본 과제에서는 전동차의 원료물질에서부터 제작, 운행, 폐기의 전과정에 걸친 환경부하를 정량적으로 평가할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 전동차의 주요 부품에 대한 환경성 LCI(Life Cycle Inventory) DB를 구축하였으며, 전과정 평가와 에코효율성 평가를 통합적으로 수행할 수 있는 S/W를 제작하였다. 그리고 폐전동차의 주요 부품 중 FRP 내장재에 대한 재활용 공정을 개발하였고, 효과적인 환경개선을 위한 정책(안)을 제시하였다. 본 연구성과를 기반으로 철도차량에 대한 전과정적인 환경성 평가 체계가 확립됨으로써 경량전철, 틸팅열차, 고속철도 등의 새로운 철도차량의 개발과 도입 시 환경부하 산출 및 의사결정도구로 활용할 수 있다. 또한 철도뿐만 아니라 도로, 해운, 항공의 운송수단에 대한 환경성 평가 네트워크를 구성하여 환경친화적인 교통체계 구축 및 운송수단의 환경부하 배출 저감에 기여할 수 있다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구는 2004년 8월부터 2007년 8월까지 3년에 걸쳐 수행되었으며, 연차별 세부 연구내용은 다음과 같다.

■ 1차년도 (2004)

- 전동차 전과정 평가기법 개발 및 LCI DB 구축 (I)
- 전동차 환경영향 진단
- 전동차 전과정평가 S/W 기본설계
- 전동차 폐기물 재활용 실태 조사 분석
- 전동차 환경개선 방안 기초 연구

■ 2차년도 (2005)

- 전동차 주요 부품 환경성평가 LCI DB 구축 (II)
- 전동차 에코효율성 방법론 개발
- 전동차 전과정평가 S/W prototype 개발

- 전동차 에코효율성 평가 S/W 기본설계
- 폐전동차 처리 및 재활용 방안 연구

■ 3차년도 (2006)
- 전동차 환경성평가 LCI DB 구축 (III)
- 전동차 에코효율성 지수 DB 구축 및 에코디자인 절차서 개발
- 전동차 전과정 및 에코효율성 평가 S/W 통합시스템 개발 및 평가
- 전동차 주요 부품 재활용공정 개발
- 전동차 환경개선을 위한 정책연구

Ⅳ. 연구개발결과

연차별로 전동차 주요 부품에 대한 환경성 LCI DB를 구축하였으며, 전동차의 전과정에 대한 환경부하를 산출하여 환경성을 진단하였다. 또한 환경성뿐만 아니라 경제적 가치를 반영할 수 있는 에코효율성 지표를 전동차 특성을 고려하여 개발하였으며, 향후 설계단계에서부터 환경성을 고려할 수 있는 친환경설계 가이드라인을 제시하였다. 그리고 전동차의 전과정평가와 에코효율성 평가를 통합적으로 수행할 수 있는 S/W를 제작하였으며, 폐전동차의 효과적인 처리를 위한 국내외 현황을 파악하고 주요 부품인 FRP 재질에 대한 재활용 공정을 개발하였다. 마지막으로 본 연구 결과를 바탕으로 전동차의 운영현황을 분석하고 환경개선 및 지속가능발전 철도산업을 유도하기 위한 정책(안)을 제시하였다.

■ 전동차 주요 부품 환경성 LCI DB 구축
- 전동차 전과정평가 방법론 개발
- 전동차 주요 부품 LCI DB 구축 대상 선정 및 현장 조사
- 전동차 주요 부품(모듈 및 하부 부품)별/재질별 LCI DB 27개 구축 완료

■ 전동차 환경성 평가 및 진단
- STS 구체 전동차 환경성 평가 및 진단
- AI 구체 전동차 환경성 평가 및 진단

■ 전동차 에코효율성 지표 및 친환경설계 가이드라인

- 전동차 에코효율성 방법론 개발
- 전동차 에코효율성 지표 2개 선정
- 전동차 친환경설계 가이드라인 제시

■ 전동차 전과정 및 에코효율성 평가 통합 S/W 개발

- 전동차 전과정평가 S/W 상세 설계 및 프로토타입 제작
- 전동차 에코효율성 평가 S/W 상세 설계
- 전동차 전과정 및 에코효율성 평가 통합 S/W(RACE) 제작
- RACE 홍보 및 매뉴얼 제작

■ 폐전동차 처리 및 재활용 공정 개발

- 국내외 폐철도차량 처리현황 조사 및 분석
- 폐 FRP 재활용 공정(FAXCON) 개발

■ 전동차 환경개선 정책(안) 제시

- 국내외 관련 환경규제 조사 및 분석
- 국내 전동차 제작 및 운영 현황 분석
- 친환경 전동차 제작 및 운영을 위한 정책(안) 제시

V. 연구개발결과의 활용계획

■ 지속가능개발(Sustainable Development)을 위한 정부 부처(건교부-산자부-환경부)간 인프라 구축 및 국가 LCI DB로의 활용

- 전동차의 소재별/부품별 기구축 DB를 이용하여 전동차의 설계나 제작 시 환경성 평가를 위한 데이터베이스를 웹을 통하여 습득할 수 있는 시스템 구축
- 국가 청정생산체제 구축을 위한 정부 부처(산자부-환경부-건교부) 간 협력체계 강화

■ 전동차 환경성평가 통합 S/W 보급

- 전동차 전과정평가 프로그램 개발 및 환경성 정보 네트워크 구축을 통해 환경성평가 통합 S/W를 사용대상자(정책입안자, 제작사의 계획, 설계자 및 구매자, 운영처, 연구자 등)에 보급
- 제작업체, 운영기관 등에서 전동차의 전과정에 걸친 친환경 체계 구축 방안을 적용함으로써 환경비용(50억 원+α) 절감 및 철도의 친환경성에 대한 대국민 홍보자료 근거로 활용
- 설계단계에서부터 각 부품에 대한 재활용/재이용/폐기 등을 고려함으로써 폐기 차량으로부터 유발되는 환경부하를 절감하고 자원순환 효과 기대
- 기존 전동차의 개선 및 신규 전동차 설계 제작시 친환경적 철도차량 개발에의 적용

■ 환경친화적 철도산업 유도를 위한 국가정책 개발 및 지원

- 철도분야의 환경성 평가 지표를 개발하여 환경성 정보 인증제 도입방안 및 환경경영시스템 구축 가이드로 활용
- 환경성과지표 리스트를 이용한 가이드라인으로부터 철도산업에서의 환경성 관련한 정책(안) 개발

■ 폐철도차량의 효과적인 처리 및 재활용율 제고

- 폐철도차량으로부터 발생하는 FRP 내장재의 재활용을 통해 연간 300톤 이상의 자원순환 및 30억 원 이상의 폐기물 처리비용 절감 효과 기대
- 향후 폐철도차량 처리시스템 구축을 위한 자원순환 기반 틀 확보

■ 국제 환경정책 대응

- 교토의정서 발효에 따른 철도분야의 전과정에 걸친 이산화탄소 배출량을 산출함으로써 인벤토리 구축 및 정책 방안 수립
- WEEE, RoHS, EuP 등 국제 무역시장에서의 장벽으로 부각되고 있는 각종 환경규제에 대한 철도분야의 가이드라인 제공

SUMMARY

I. Title

Development of Life Cycle Assessment (LCA) for EMU

II. Objective and Necessity of Research

Since the Kyoto Protocol became effective in 2005, several developed countries have initiated various projects to reduce the emission of greenhouse gases (GHGs). Korea might be joined in the secondary party for the reduction of GHG emissions in 2013, for which needs to establish a few strategies. Transportations are a main source to emit a large amount of environment impacts. Therefore, railroad with relatively low environment impact will have a primary role in the sustainable and environmental-friendly transportation system. Thus, the improvement of railroad environment is required. In the EU, UIC code 345 was suggested as an environment standard for the ecodesign of a rolling stock. In addition, the manufacturing companies of rolling stock applied the ecodesign methodology and spreaded the results among the public using their self-environment product declaration (self-EPD). Also, the submission of environment information was been in the tender invitation of rolling stocks obligatory .

In Korea, since the subway was opened in 1974, it has been insufficient to decrease total environment cost at the end-of-pipe step by the ecodesign of electric motor unit (EMU). Until now, the life cycle assessment (LCA) of EMU has not been studied; and, its environment database of EMU is also very deficient. Thus, it is essential to develop the environment assessment system and the related database for the operation of environmental-friendly EMU. Also, considering the international environment regulations and the continuous changes in the railroad market, the application of policies can improve the environment of railroad.

Based on the LCA system of EMU derived from the performance of this project, when a new rolling stock is developed, its environment impacts can be calculated, which can be applied as a decision-making tool. Also, it can contribute to establish the environmental-friendly transportation system and to reduce the environment impact of transports using total environment assessment network including railroad, road, marine and air transportation.

III. Research Scope

This project has been performed for 3 years, from 2004 to 2007. Yearly detailed research contents are as follows;

■ 1st year (2004)

- Development of LCA method and establishment of LCI DB for EMU (I)
- Environment evaluation of EMU
- Basic design of LCA S/W for EMU
- Investigation of recycling status for disused EMU
- Fundamental study of environment improvement method for EMU

■ 2nd year (2005)

- Establishment of LCI DB for EMU (Ⅱ)
- Development of eco-efficiency assessment method
- Development of LCA S/W prototype for EMU
- Basic design of eco-efficiency assessment S/W for EMU
- Study of disposal and recycling method for disused EMU

■ 3rd year (2006)

- Establishment of LCI DB for EMU (Ⅲ)
- Establishment of eco-efficiency DB and development of ecodesign guideline for EMU

- Development of the integrated S/W RACE including LCA and eco-efficiency assessment for EMU
- Development of recycling technology for the FRP material released from the disused EMU
- Study of policies to improve the environment performance of EMU

IV. Results

A lot of LCI DBs were established for the main parts of EMU and the environment impacts of EMU were evaluated. Also, eco-efficiency index with the property of EMU was developed and eco-design guideline was suggested considering environmental characteristics from the design step of EMU. The integrated S/W (RACE) which could perform both LCA and eco-efficiency assessment simultaneously was designed for EMU. In order to treat the disused EMU efficiently, various researches were investigated and the recycling technology for the FRP material was developed. Finally, the policies were suggested to improve the environment of railroad based on these results.

■ Establishment of LCI DB for EMU
- Development of LCA method for EMU
- Target selection and field investigation for the establishment of LCI DB
- Establishment of 27 LCI DBs with the parts and materials of EMU

■ Evaluation of EMU's environment performance
- Environment evaluation for EMU with the car-body of STS
- Environment evaluation for EMU with the car-body of aluminum

■ Eco-efficiency index and ecodesign guideline for EMU
- Development of eco-efficiency assessment method for EMU
- Selection of two eco-efficiency indexes for EMU

• Suggestion of ecodesign guideline for EMU

■ Integrating S/W (RACE) of LCA and eco-efficiency assessment for EMU

• Detailed design and prototype development of LCA S/W for EMU

• Detailed design of eco-efficiency assessment S/W for EMU

• Development of the integrated S/W (RACE) of LCA and eco-efficiency assessment for EMU

• Promotion of RACE and the development of manual

■ Development of the disposal and recycling technology for disused EMU

• Investigation and analysis of the disposal status for disused EMU

• Development of recycling technology (FAXCON) for disused FRP

■ Suggestion of the policies to improve the environment performance of EMU

• Investigation and analysis of environment regulations

• Analysis of manufacture and operation status for domestic EMU

• Suggestion of the policies for environmental-friendly EMU

V. Plan for application

■ Infra establishment of sustainable governmental ministries and the application of national LCI DB

• Establishment of web-based system to apply LCI DBs which can evaluate the environment of EMU from design step

• Enhancement of cooperation among governmental ministries (MOCIE-ME-MOCT) to establish of clean production system

■ Diffusion of the integrated S/W for the environment assessment of EMU

• Diffusion of the integrated S/W to various users (policy planners, manufacturing company's designers, buyers, operating companies, researchers, etc.) from the environment information network of EMU

- Application of the publicized data for the environmental-friendly railroad and the reduction of environment cost using LCA system at the manufacturing and operating company
- Resource recycling and the reduction of environment impact released from disused EMU considering the recycling/reuse/disposal of EMU from a design step

■ Development of national policy for environmental-friendly railroad industry
- Application as a guide to establish environment management system from the development of environment assessment indicator in railroad
- Development of efficient policy related to the environment of railroad industry through the guideline using the list of environment performance index

■ Enhancement of disposal and recycling efficiency for disused rolling stock
- Reduction of waste treatment cost(more than 30 billion dollars) and the effect of resource recycling by the use of FRP recycling process
- Establishment of the efficient disposal system for disused rolling stock

■ Counterplot of international environment regulations
- Development of inventory and policy from the calculation of GHG emissions for the life cycle of railroad
- Provision of guidelines for railroad to cope with various environment regulations such as WEEE, ROHS, EuP, etc.

목 차

요약문 ····· i
SUMMARY ····· vi
목차 ····· xi
CONTENTS ····· xiv
그림 목차 ····· xvii
표 목차 ····· xxiii

제 1 장 연구개발과제의 개요 ····· 1
제1절 연구개발의 필요성 ····· 1
제2절 연구개발의 목표 및 범위 ····· 4

제 2 장 국내외 기술개발 현황 ····· 7
제1절 철도분야 전과정 및 에코효율성 평가 도입 사례 ····· 7
1. 전과정평가의 개요 ····· 7
2. 에코효율성 평가의 개념 ····· 8
3. RAVEL에서 PROSPER ····· 10
4. 철도차량 제작업체의 EPD 도입 ····· 20
5. UIC code 345 ····· 24

제2절 전과정 및 에코효율성 평가 S/W ····· 31
1. 국내외 전과정평가 S/W ····· 31
2. 에코효율성 평가 S/W ····· 43

제3절 폐철도차량 처리 및 재활용 사례 ····· 49
1. 국외 폐철도차량 처리 방법 ····· 49
2. 국내 폐철도차량 처리 방법 ····· 53

제4절 폐 FRP 재활용 처리기술 ····· 56
1. 국외 폐 FRP 재활용 기술 ····· 57
2. 국내 폐 FRP 재활용 기술 ····· 59
3. 폐 FRP 재활용과 관련된 특허 기술 ····· 60

제5절 국내외 관련 환경정책 변화 ····· 62
1. 기후변화협약 및 교토의정서 ····· 62

2. 통합제품정책 ····· 71
3. 친환경 설계 지침 ····· 80

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과 ····· 87
제1절 전동차 주요 부품 환경성 DB 구축 ····· 87
1. LCI DB 구축 방법론 ····· 87
2. 국가 LCI DB 품질 검증 지침 ····· 95
3. 전과정 목록(LCI) DB 구축 대상제품 설정 ····· 99
4. 전동차 주요부품 LCI DB 구축의 예 ····· 101

제2절 전동차 환경성 평가 및 진단 ····· 113
1. STS 구체 전동차(T-car) 전과정평가 ····· 113
2. Al 구체 전동차(T-car) 전과정평가 ····· 124
3. 비교 전과정평가: STS 구체 전동차 vs Al 구체 전동차 ····· 136

제3절 전동차 에코효율성 지표 및 친환경설계 가이드라인 ····· 139
1. 전동차 에코효율성 지표 개발 ····· 139
2. 전동차 친환경 설계 가이드라인 ····· 156
3. 친환경 철도차량 설계 체크리스트 ····· 177

제4절 전동차 전과정 및 에코효율성 통합 평가 S/W ····· 191
1. 전동차 전과정 영향평가 방법론의 도출 ····· 191
2. 전동차 전과정평가 소프트웨어 기본 설계 ····· 192
3. 전동차 전과정평가 소프트웨어 개발 ····· 209
4. 전동차 에코효율성 평가 소프트웨어 기본 설계 ····· 233
5. 전동차 환경성 및 에코효율성 평가 소프트웨어 통합 ····· 239

제5절 폐 FRP 재활용 공정 ····· 254
1. 원료의 기본특성 ····· 254
2. 성형방법 ····· 258
3. 시험방법 ····· 263
4. 연구 결과 및 고찰 ····· 267
5. FAXCON 제조 공정의 도입에 따른 환경성 평가 ····· 270

제6절 전동차 환경개선 정책(안) ····· 275
1. 국내외 교통환경 정책 동향 ····· 275
2. 국내 전동차 관련 일반현황 분석 ····· 279

3. 친환경 전동차를 위한 교통 정책 제안 ····· 291

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도 ····· 315
제1절 연구개발 목표 및 달성도 ····· 315
제2절 관련분야 기여도 ····· 318

제 5 장 연구개발결과의 활용계획 ····· 320

참고문헌 ····· 322

부록 I. LCI DB (27개)
부록 II. RACE manual

CONTENTS

Chapter 1. Introduction ····· 1
Part 1. Necessity of R&D ····· 1
Part 2. Objective and Work Scope ····· 4

Chapter 2. R&D Trends ····· 7
Part 1. Application of LCA and eco-efficiency in railroad ····· 7
1. Concept of LCA ····· 7
2. Concept of eco-efficiency assessment ····· 8
3. From RAVEL to PROSPER ····· 10
4. Application of EPD at manufacturing companies of rolling stocks ····· 20
5. UIC code 345 ····· 24

Part 2. LCA and eco-efficiency assessment S/W ····· 31
1. International and domestic LCA S/W ····· 31
2. Eco-efficiency S/W ····· 43

Part 3. Disposal and Recycling of disused rolling stocks ····· 49
1. International trends ····· 49
2. Domestic trends ····· 53

Part 4. Recycling technology of disused FRP ····· 56
1. International trends ····· 57
2. Domestic trends ····· 59
3. Patents ····· 60

Part 5. International and domestic environmental policies ····· 62
1. Climatic Change Convention and Kyoto Protocol ····· 62
2. Integrated Product Policy ····· 71
3. Energy using Products ····· 80

Chapter 3. Results and Discussion ····· 87
Part 1. Establishment of LCI DB for the main parts of EMU ····· 87
1. Guideline of LCI DB establishment ····· 87
2. Guideline of national LCI DB quality assessment ····· 95
3. Target of LCI DB ····· 99
4. Examples of EMU's LCI DB ····· 101

Part 2. Environment assessment of EMU ····· 113
1. LCA of EMU with the car-body of STS ····· 113
2. LCA of EMU with the car-body of aluminum ····· 124
3. Comparison of LCA results ····· 136

Part 3. Eco-efficiency index and ecodesign guideline for EMU ····· 139
1. Eco-efficiency index for EMU ····· 139
2. Ecodesign guideline for EMU ····· 156
3. Design checklist for environmental-friendly EMU ····· 177

Part 4. Integrated S/W of LCA and eco-efficiency assessment for EMU ····· 191
1. LCA method for EMU ····· 191
2. Basic design of LCA S/W for EMU ····· 192
3. Development of LCA S/W for EMU ····· 209
4. Basic design of eco-efficiency assessment S/W for EMU ····· 233
5. Integrated S/W of LCA and eco-efficiency assessment for EMU ····· 239

Part 5. Recycling process of disused FRP ····· 254
1. Characteristics of resources ····· 254
2. Molding method ····· 258
3. Test method ····· 263
4. Experimental results ····· 267
5. LCA with the introduction of FAXCON process ····· 270

Part 6. Environmental improvement policy for EMU ····· 275
1. International and domestic transportation policy ····· 275

2. Analysis of general status for domestic EMU ····· 279
3. Suggestion of transportation policy for environmental-friendly EMU ····· 291

Chapter 4. Achievement and Contribution to the related fields ····· 315
Part 1. Objective and achievement ····· 315
Part 2. Contribution to the related fields ····· 318

Chapter 5. Plan for application ····· 320

References ····· 322

Appendix I - LCI DB
Appendix II - RACE Manual

그림 목차

<그림 1-1> 환경패러다임의 변화 ····· 1
<그림 1-2> 우리나라 부문별 온실가스 배출량 전망 ····· 2
<그림 2-1> ISO 규격 ····· 7
<그림 2-2> LCA 수행단계, ISO 14040 ····· 8
<그림 2-3> UIC의 철도차량 프로젝트 진행 과정 ····· 11
<그림 2-4> RAVEL 프로젝트의 에코효율성 기본개념 ····· 12
<그림 2-5> 구체화된 에코효율성 개념 ····· 12
<그림 2-6> 내부비용 및 외부비용 개념 ····· 13
<그림 2-7> 작업그룹의 구조 ····· 15
<그림 2-8> 친환경적 철도차량 조달 과정 ····· 19
<그림 2-9> Bombardier의 전과정사고 ····· 20
<그림 2-10> Bombardier의 DfE 가이드라인 ····· 20
<그림 2-11> Bombardier의 EPD 보고서 예 ····· 21
<그림 2-12> Bombardier의 EPD 절차 ····· 21
<그림 2-13> Metro Oslo의 EPD ····· 22
<그림 2-14> Metro Oslo의 전과정 단계별 비율 ····· 22
<그림 2-15> 지구온난화 잠재력 ····· 23
<그림 2-16> UIC code 345 ····· 24
<그림 2-17> 철도차량의 주요 환경영역 ····· 25
<그림 2-18> 신규차량 및 개조 시 입찰과정에서 환경적 측면 평가에 대한 전략 ····· 27
<그림 2-19> PASS의 그래픽 인터페이스 ····· 31
<그림 2-20> PASS의 윈도우 구조 ····· 31
<그림 2-21> 물질명 관리 시스템 ····· 33
<그림 2-22> PASS 공정도 작성 ····· 33
<그림 2-23> 변수 값 편집 ····· 34
<그림 2-24> ISO 14048 양식 입력 ····· 34
<그림 2-25> PASS의 그래픽 인터페이스 ····· 35
<그림 2-26> TOTAL의 윈도우 구조 ····· 35
<그림 2-27> LCALight의 LCA 결과 화면 ····· 38
<그림 2-28> TEAM의 그래픽 인터페이스 ····· 39

<그림 2-29> GaBi의 그래픽 인터페이스 ····· 40
<그림 2-30> SimaPRO의 그래픽 인터페이스 ····· 41
<그림 2-31> LCAiT의 그래픽 인터페이스 ····· 42
<그림 2-32> PTLaser 메인화면 ····· 47
<그림 2-33> 승객환경 개선의 예 ····· 51
<그림 2-34> 외관개선의 예 ····· 51
<그림 2-35> 수용력 증가의 예 ····· 52
<그림 2-36> 승하차 속도 증가의 예 ····· 52
<그림 2-37> 안전성과 신뢰성 개선의 예 ····· 53
<그림 2-38> 폐전동차를 바다에 투하하는 장면 ····· 54
<그림 2-39> 철도차량 인공어초의 효과 ····· 54
<그림 2-40> 폐전동차 해체 모습 ····· 55
<그림 2-41> 폐플라스틱의 재활용 및 처리 ····· 56
<그림 2-42> 기후변화협약대책위원회의 조직도 ····· 69
<그림 2-43> IPP와 관련 정책간의 상관관계 ····· 75
<그림 2-44> IPP와 EuP의 관계 ····· 76
<그림 2-45> EuP 지침의 구성 ····· 81
<그림 2-46> EuP 지침 이행체계 ····· 83
<그림 2-47> 제품군별 기초 연구과제 내용 ····· 84
<그림 2-48> EU법 규제와 국제규격과의 관계 ····· 84
<그림 3-1> 데이터베이스 종류에 따른 시스템 경계 개념도 ····· 91
<그림 3-2> 원료물질 데이터베이스 구축의 경우 시스템 경계 모식도 ····· 92
<그림 3-3> LCA결과에 영향을 주는 요인 ····· 96
<그림 3-4> 전동차 주요 부품 LCI DB 구축 현황 ····· 100
<그림 3-5> 포켓식 슬라이딩 도어 시스템 경계 ····· 103
<그림 3-6> FAXCON의 시스템 경계 ····· 108
<그림 3-7> STS 구체 전동차(T-car) 시스템 경계 ····· 114
<그림 3-8> STS 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 ····· 119
<그림 3-9> STS 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 ····· 122
<그림 3-10> Al 구체 전동차(T-car) 시스템 경계 ····· 126
<그림 3-11> Al 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 ····· 130
<그림 3-12> Al 구체 전동차(T-car)(운행포함)의 영향범주별 기여도 ····· 134
<그림 3-13> STS 구체와 Al 구체의 환경성 비교: 시나리오 1 ····· 137

<그림 3-14> STS 구체와 AI 구체의 환경성 비교: 시나리오 2 ····· 138
<그림 3-15> 가치 창출 레벨 ····· 143
<그림 3-16> 전동차 A(STS 구체) 공정도 ····· 151
<그림 3-17> 전동차 B(AI 구체) 공정도 ····· 151
<그림 3-18> 에코디자인 요소의 PDCA 사이클 접목 ····· 157
<그림 3-19> 친환경 철도차량 설계 PDCA 사이클 ····· 159
<그림 3-20> 설계 및 개발 프로세스에 환경측면 통합 모델 1 ····· 167
<그림 3-21> 기존 범용 전과정평가 소프트웨어와 전동차 전과정평가 소프트웨어의 차별성 ···· 191
<그림 3-22> 기존 범용 전과정평가 소프트웨어와 전동차 전과정평가 소프트웨어의 데이터베이스 구축 범위 비교 ····· 192
<그림 3-23> 전동차 전과정평가 소프트웨어의 설계 모형 ····· 196
<그림 3-24> LCA 기본정보 입력기능 기능차트 ····· 197
<그림 3-25> LCA 결과조회 기능 기능차트 ····· 197
<그림 3-26> 전동차 전과정평가 소프트웨어의 DB 구조 ····· 199
<그림 3-27> 비교 및 주요 이슈 도출 기능 예시 ····· 200
<그림 3-28> 전동차 전과정평가 수행 소프트웨어 평가 알고리즘 ····· 200
<그림 3-29> 전동차 전과정 소프트웨어 개발 아키텍쳐 ····· 201
<그림 3-30> 일반적인 기업 시스템 통합 구축 개념도 ····· 203
<그림 3-31> 일반적인 ASP 개념도 ····· 205
<그림 3-32> RACE의 초기화면 ····· 220
<그림 3-33> 도구모음 메뉴 ····· 221
<그림 3-34> RACE의 메인화면 ····· 223
<그림 3-35> 진행 상태 창 ····· 223
<그림 3-36> 신규물질 등록 팝업 창 ····· 224
<그림 3-37> 공정추가 목록 화면 ····· 225
<그림 3-38> ISO 14048 정보 편집 ····· 226
<그림 3-39> 제조단계 공정편집창 ····· 226
<그림 3-40> 사용단계 편집 창 ····· 227
<그림 3-41> 폐기시나리오 편집창 ····· 228
<그림 3-42> 물질명 편집 창 ····· 228
<그림 3-43> 영향평가 팩터 편집 화면 ····· 229
<그림 3-44> 영향평가 팩터의 물질명 편집 ····· 230
<그림 3-45> 전과정평가 결과보고서 보기 화면 ····· 230

<그림 3-46> 주요 환경영향 이슈 분석 화면 ····· 231
<그림 3-47> 데이터베이스 관리자의 데이터베이스 목록 예시 화면 ····· 232
<그림 3-48> 데이터베이스 관리자의 영향평가결과 예시 화면 ····· 232
<그림 3-49> 전동차 에코효율성 평가 알고리즘 ····· 236
<그림 3-50> 전동차 에코효율성 평가 모듈 기본 설계 모형 ····· 236
<그림 3-51> 전동차 에코효율성 평가 소프트웨어의 DB 구조 ····· 237
<그림 3-52> 비교 및 주요 이슈 도출 기능 예시 ····· 238
<그림 3-53> 데이터베이스 포맷 - 프로세스 정보 ····· 240
<그림 3-54> 데이터베이스 포맷 - 모델링 및 타당성 확인 ····· 241
<그림 3-55> 데이터베이스 포맷 - 관리정보 ····· 242
<그림 3-56> 데이터베이스 포맷 - 투입물 및 산출물(1) ····· 242
<그림 3-57> 데이터베이스 포맷 - 투입물 및 산출물(2) ····· 242
<그림 3-58> 전동차 주요부품 데이터베이스 ····· 243
<그림 3-59> 온실가스 분석 결과 ····· 244
<그림 3-60> 에코효율성 평가 체계 구축 절차 ····· 244
<그림 3-61> 환경성 및 에코효율성 평가시스템 통합 구축 ····· 245
<그림 3-62> 에코효율성 평가 모듈 메뉴 구성 ····· 246
<그림 3-63> 에코효율성 평가 결과 도시 예 ····· 248
<그림 3-64> 소비자대상 에코효율성 평가 모듈 ····· 249
<그림 3-65> 평가결과의 저장과 불러오기 ····· 251
<그림 3-66> 소비자대상 에코효율성 평가보고서 출력 ····· 252
<그림 3-67> 내부관계자 대상 에코효율성 평가 모듈 ····· 253
<그림 3-68> Recycled Polyethylene & Polypropylene ····· 254
<그림 3-69> DSC Curve of Recycled Polyethylene & Polypropylene ····· 254
<그림 3-70> 폐 FRP ····· 255
<그림 3-71> Fly-ash ····· 256
<그림 3-72> 할로겐 난연제 ····· 257
<그림 3-73> 무기계 난연제 ····· 257
<그림 3-74> Fiber Glass ····· 258
<그림 3-75> 폐 FRP ····· 258
<그림 3-76> 폐 FRP 1차 분쇄 ····· 259
<그림 3-77> 폐 FRP 2차 분쇄 ····· 259
<그림 3-78> 폐 FRP Screening ····· 260

<그림 3-79> 파이로트압출용 배합 ····· 260
<그림 3-80> 파이로트 시험 압출기 ····· 261
<그림 3-81> 파이로트 압출 ····· 261
<그림 3-82> 대형 사출 장치용 배합기 ····· 261
<그림 3-83> 1000톤 성형기의 용융 및 사출 ····· 262
<그림 3-84> 냉각 및 탈형 ····· 263
<그림 3-85> Universal Testing Machine ····· 264
<그림 3-86> Impact strength tester ····· 265
<그림 3-87> Flammability Tester ····· 265
<그림 3-88> 폐 FRP의 함량에 따른 표면 특성 ····· 267
<그림 3-89> C 복합성형체의 미 성형품 ····· 268
<그림 3-90> FAXCON 제조 공정을 도입한 FRP 내장판넬의 전과정 공정도 ····· 273
<그림 3-91> FAXCON 공정의 도입에 따른 공정별 결과값 분석 ····· 274
<그림 3-92> 독일의 신 교통정책 컨셉트 ····· 277
<그림 3-93> 지속가능한 교통정책 연구의 비전과 전략 ····· 278
<그림 3-94> GDP 대비 교통시설 투자비율 ····· 280
<그림 3-95> 교통분야별 투자비율 ····· 280
<그림 3-96> 교통수단별 대기오염 강도(질소산화물 비교) ····· 281
<그림 3-97> 전동차 대기오염물질 연도별 증가율 ····· 281
<그림 3-98> 교통수단별 온실가스 배출 전망 ····· 282
<그림 3-99> 교통수단별 CO_2 배출 원단위 ····· 283
<그림 3-100> 교통수단별 에너지 소비 원단위 비교 ····· 283
<그림 3-101> 교통수단별 에너지 소비 연평균 증가율 ····· 284
<그림 3-102> 교통수단별 교통사고 건수 원단위 비교 ····· 285
<그림 3-103> 국내 전동차의 환경적 이슈 물질 ····· 285
<그림 3-104> R22 냉매 및 PVC 관련 국제 규제 ····· 286
<그림 3-105> 국민소득과 전동차 가격 비교 ····· 287
<그림 3-106> 전동차의 환경적 요구사항 대응 프로세스 ····· 288
<그림 3-107> 환경성과의 Trade-off ····· 290
<그림 3-108> 제안정책 통합 구조 ····· 293
<그림 3-109> UN 기후변화협약 관련 회의 및 협약 경과 ····· 294
<그림 3-110> 수송 분야 국가 온실가스 배출량 관리시스템 구축 절차 ····· 295
<그림 3-111> 온실가스 배출량 산정 절차 ····· 296

<그림 3-112> 전과정단계별 주요 영향인자 관리방안 마련 ····· 298
<그림 3-113> 국가 교통산업 환경성 평가체계 구축 절차 ····· 230
<그림 3-114> 국가 교통산업 환경성 통합 평가시스템(案) ····· 303
<그림 3-115> 교통수단의 친환경성에 대한 對 소비자 정보 전달 ····· 305
<그림 3-116> 환경라벨링 제도 ····· 307
<그림 3-117> 전동차 구매 시 운영/제작사의 환경성 정보 소통 구조 ····· 308
<그림 3-118> 전과정 비용 분석을 통한 교통수단 과세수준의 합리화 ····· 309
<그림 3-119> 교통분야 통합시스템과 소비자 구매 지원정책의 연계 방안 ····· 310
<그림 3-120> 제안 정책의 단계별 추진 절차 ····· 313
<그림 3-121> 제안 정책 추진 로드맵 ····· 314
<그림 4-1> 전동차 전과정 및 에코효율성 통합평가 시스템 ····· 315
<그림 5-1> DB 구축 활용 ····· 320
<그림 5-2> 연구결과 활용방안 전체 모식도 ····· 321

표 목차

<표 1-1> 연차별 연구목표 및 주요 연구내용 ····· 6
<표 2-1> RAVEL의 EPI 목록 ····· 14
<표 2-2> UIC Leaflet에서 고려한 환경관련 사양 ····· 16
<표 2-3> PASS의 구성 및 내용 ····· 32
<표 2-4> TOTAL의 구성 ····· 36
<표 2-5> PASS와 TOTAL의 비교 분석 ····· 36
<표 2-6> TEAM의 구성 및 내용 ····· 39
<표 2-7> GaBi의 구성 및 내용 ····· 40
<표 2-8> SimaPRO의 구성 및 내용 ····· 41
<표 2-9> LCAiT의 구성 및 내용 ····· 42
<표 2-10> 시트의 구성 ····· 45
<표 2-11> 철도에 사용된 재활용 제품의 예 ····· 49
<표 2-12> 전동차 폐차 계획 ····· 53
<표 2-13> 폐전동차 처리방법의 장단점 ····· 55
<표 2-14> 폐 FRP의 처리 및 재활용 기술 ····· 57
<표 2-15> 교토메커니즘 ····· 63
<표 2-16> 교토의정서와 아시아·태평양 파트너쉽의 비교 ····· 70
<표 2-17> IPP의 주요 기법과 실행방안 ····· 74
<표 2-18> EU의 제품중심 환경규제 ····· 77
<표 2-19> EuP 지침 요구사항 ····· 83
<표 3-1> PP제품 유형별 국가 LCI DB 명칭과 전과정 범위 ····· 88
<표 3-2> 데이터베이스별 기능, 기능단위 및 기준흐름 예시 ····· 90
<표 3-3> 데이터베이스별 표현단위 기준 ····· 91
<표 3-4> 포켓 슬라이딩식 출입문의 기능, 기능단위 및 기준흐름 ····· 102
<표 3-5> 포켓 슬라이딩식 출입문의 주요 목록항목 ····· 106
<표 3-6> FAXCON의 기능, 기능단위 및 기준흐름 ····· 108
<표 3-7> FAXCON 주요 목록항목의 LCI 결과 ····· 112
<표 3-8> STS 구체 전동차(T-car)의 기능, 기능단위 및 기준흐름 ····· 114
<표 3-9> STS 구체 전동차(T-car) 의사결정기준 ····· 115
<표 3-10> STS 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 분석 ····· 119

<표 3-11> 오존층 파괴(OD)에 기여하는 공정 ····· 120
<표 3-12> 해양독성(MAET)에 기여하는 공정 ····· 120
<표 3-13> 수계독성(FAET)에 기여하는 공정 ····· 121
<표 3-14> STS구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 분석 ····· 122
<표 3-15> 지구온난화(GW)에 기여하는 공정 ····· 123
<표 3-16> 무생물 자원고갈(ARD)에 기여하는 공정 ····· 123
<표 3-17> Al 구체 전동차(T-car)의 기능, 기능단위 및 기준흐름 ····· 125
<표 3-18> Al 구체 전동차(T-car) 의사결정기준 (단위:kg) ····· 126
<표 3-19> Al 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 분석 ····· 130
<표 3-20> 오존층 파괴(OD)에 기여하는 공정 ····· 131
<표 3-21> 해양독성(MAET)에 기여하는 공정 ····· 131
<표 3-22> 지구 온난화(GW)에 기여하는 공정 ····· 132
<표 3-23> Al 구체 전동차(T-car)(운행포함)의 영향범주별 기여도 분석 ····· 133
<표 3-24> 지구온난화(GW)에 기여하는 공정 ····· 134
<표 3-25> 무생물 자원고갈(ARD)에 기여하는 공정 ····· 135
<표 3-26> STS 구체와 Al 구체의 환경성 비교: 시나리오 1 ····· 137
<표 3-27> STS 구체와 Al 구체의 환경성 비교: 시나리오 2 ····· 138
<표 3-28> 대상 청중에 따른 에코효율성의 종류와 형태 ····· 141
<표 3-29> 영업거리 및 연간수송인원 데이터 ····· 144
<표 3-30> 전과정평가 가상 데이터 ····· 144
<표 3-31> 대상 노선 운수수입 및 보유 대수 데이터 ····· 146
<표 3-32> 대상 전동차 전과정평가 가상 데이터 ····· 147
<표 3-33> 전동차 운영 효율 ····· 150
<표 3-34> 전과정평가 목적 및 범위설정 ····· 150
<표 3-35> 전과정 영향평가 결과 ····· 151
<표 3-36> 에코효율성 Type III 계산값 ····· 152
<표 3-37> 운수 사업 수익 ····· 154
<표 3-38> GWP 도출 ····· 154
<표 3-39> 에코효율성 Type IV 계산값 ····· 155
<표 3-40> 철도차량에 대한 LCT Matrix ····· 161
<표 3-41> 설계 및 개발 프로세스에 환경측면 통합 모델 2 ····· 168
<표 3-42> 전동차 전과정평가 소프트웨어 개발 시 고려사항 ····· 195
<표 3-43> 소프트웨어 구현 방식의 비교 ····· 208

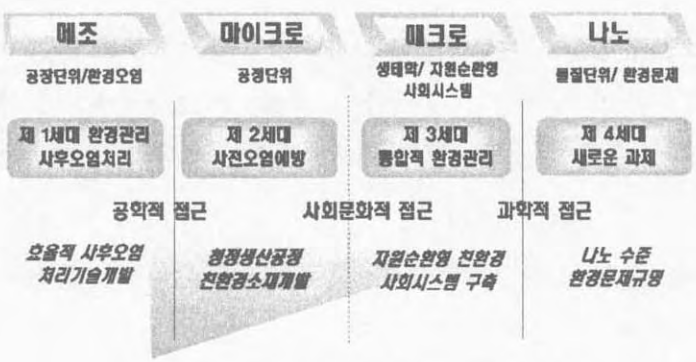
<표 3-44> Fly ash의 화학적 조성 ····· 256
<표 3-45> 시료별 배합비 ····· 263
<표 3-46> 시험편의 높이와 표준변형 ····· 266
<표 3-47> 시료별 강도시험 결과치 ····· 268
<표 3-48> 완제품 파괴시험 결과치 ····· 268
<표 3-49> 난연 시험 및 가스유해성 시험 결과 ····· 269
<표 3-50> 내약품성 침지 시험과 하중변형온도 시험 결과 ····· 269
<표 3-51> 표준 규격대비 성능 비교표 ····· 270
<표 3-52> 중점추진과제 총괄 ····· 279
<표 3-53> 국내 교통 수송분담율 ····· 280
<표 3-54> 교통수단별 사고발생건수 ····· 284
<표 4-1> 폐 FRP 재활용 공정의 경제적 효과 ····· 315

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 필요성

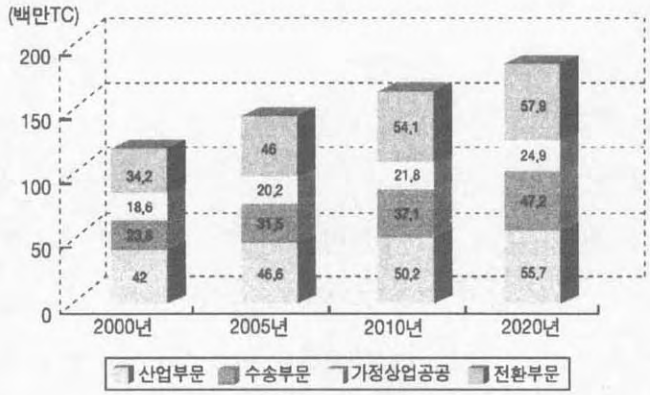
1992년 브라질의 리우데자네이루에서 개최된 유엔환경개발회의 주제인 '환경적으로 건전하고 지속가능한 개발 (Environmental Sound and Sustainable Development, ESSD)'은 최근 사회 전반에 걸친 주요 의제이다. 기존의 환경파괴적인 경제 발전은 진정한 의미에서의 발전으로 받아들여지지 않고 있으며, 친환경성은 과학기술 개발의 필수 불가결한 요소로 자리 잡았다. 특히 기후변화협약을 포함하여 각종 국제환경규제의 실질적인 발효는 무역시장에서 주요 장벽으로 여겨지고 있으며, 선진국에서는 자국의 이익과 맞물려 이와 관련한 기술 개발에 적극적인 R&D 투자가 이루어지고 있다.

현재 환경기술은 후처리 위주의 1세대 기술(end-of-pipe)에서 벗어나 오염 물질의 배출을 억제하고 사전 예방하는 2세대 기술(pollution prevention)을 거쳐 통합적인 환경관리의 3세대 기술과 나노수준의 환경문제로 접근하는 4세대 기술로 전환되고 있다. 따라서 제품(혹은 공정)의 개발단계에서부터 설계, 사용, 폐기까지의 전 과정(life cycle)을 고려하여 환경부하(environment impact)를 사전에 평가하고 환경개선 방안을 도출하여 적용함으로써 사후에 발생하는 환경비용을 절감할 수 있는 방법들이 활발하게 사용되고 있다. 대표적인 방법으로는 전과정평가(LCA, Life Cycle Assessment)가 있으며, 특히 전기·전자제품 및 자동차 분야에서 적극 활용되고 있다.



<그림 1-1> 환경패러다임의 변화

운송수단은 환경부하 배출의 주범으로써 온실가스의 경우에는 전체 약 30 %의 비중을 차지하고 있으며, 지속적인 증가 추세를 나타내고 있다. 이러한 운송수단의 환경부하를 줄이기 위해 최근에는 연료전지, 천연가스, 바이오디젤 등의 대체에너지를 활용한 新교통수단 개발이 활발하게 이루어지고 있다.



<그림 1-2> 우리나라 부문별 온실가스 배출량 전망(2004, 산업자원부)

대중교통수단으로써 중요한 전동차는 타 운송수단에 비해 환경친화적인 것으로 알려져 있다. 그러나 사용되는 부품의 개수가 많고 내구연한이 25년으로 길기 때문에 자원 및 에너지 소비에 대한 개선이 필요하다. 또한 도입단계에서 차량의 폐기에 대한 구체적인 고려가 없었기 때문에 현재 다량으로 발생하는 폐전동차 처리에 대한 효과적인 대안이 부족한 실정이다. 그리고 지속적인 철도노선의 복선화 및 신선로 사업을 통해 전동차의 운행이 증가하고 있는 추세에서 타 운송수단과의 경쟁적 우위를 유지하기 위해서는 환경적 우수성은 필수 요건이 되었다.

따라서 자동차와 마찬가지로 전동차의 설계 단계에서부터 전과정평가를 도입하여 환경부하를 평가하고 환경개선 방안을 도출할 수 있는 시스템 개발이 요구된다. 철도선진국인 유럽에서는 철도차량의 입찰과정에서 환경관련 요구조건을 강화함으로써 제작업체가 개발단계에서부터 전과정평가를 적용하여 에코디자인(ecodesign) 전략을 실질적으로 반영하고 있다. 또한 일본에서는 신규 노선이나 차량 도입 시 전과정평가를 수행하여 환경부하(특히, CO_2) 발생량을 비교하고 있으며, 철도차량의 재활용 제품 사용 비율을 80-90 % 수준까지 향상시키고 있다.

국내에서는 산업자원부와 환경부에서 전과정평가에 필요한 주요 산업 및 물질에

대한 환경성 정보(LCI, Life Cycle Inventory) DB를 지속적으로 확보하고 있다. 그러나 전동차 전과정평가에 대한 연구가 전무한 상태에서 필요한 LCI DB는 매우 부족하다. 이러한 데이터베이스를 구축하면서 환경성 평가에 필요한 시스템의 개발은 환경친화적 전동차 도입 및 운행을 위해 필수불가결하다. 또한 국외 환경정책 및 철도시장의 지속적인 변화를 고려한 정책을 개발하여 적용함으로써 국내 전동차 및 철도 분야에서 환경성에 대한 개선 노력이 더욱더 탄력을 받을 수 있다.

본 과제의 전동차 환경성 평가 시스템을 기반으로 철도차량에 대한 전과정적인 환경성 평가 체계가 확립됨으로써 경량전철, 틸팅열차, 고속철도 등의 새로운 철도차량의 개발과 도입 시 환경부하 산출 및 의사결정도구로 활용할 수 있다. 향후 철도뿐만 아니라 도로, 해운, 항공의 운송수단에 대한 환경성 평가 네트워크를 구성하여 환경친화적인 교통체계 구축 및 운송수단의 환경부하 배출 저감에 기여할 수 있다.

제2절 연구개발의 목표 및 범위

본 연구개발의 최종목표는 전동차의 원료물질에서부터 제작, 운행, 폐기의 전과정에 걸친 환경부하를 정량적으로 평가할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다. 이를 위해 전동차의 주요 부품에 대한 환경성 LCI DB를 구축하였으며, 전동차에 대한 전과정평가 및 에코효율성(eco-efficiency) 평가를 통합적으로 수행할 수 있는 S/W(RACE, Rail Assessment for Clean Environment)를 개발하였다. 또한 폐전동차의 효과적 처리 및 재활용 방안을 검토하여 FRP(Fiber glass Reinforced Plastic) 내장재에 대한 재활용 공정을 개발하였으며, 본 연구결과를 기반으로 환경친화적인 전동차의 도입 및 운행을 위한 정책(안)을 제시하였다.

본 연구는 2004년 8월부터 2007년 8월까지 3년에 걸쳐 수행되었으며, 연차별 세부 연구내용은 다음과 같다.

1차년도에서는 전동차 차체 및 대차에 대한 환경성 LCI DB를 구축하고, 구체재질에 따른 전동차의 환경영향을 간략화된 전과정평가 방법론을 이용하여 개괄적으로 진단하였다. 또한 전동차에 특화된 전과정평가 S/W를 기본 설계하였으며, 폐전동차의 재활용 실태 및 전동차 환경개선 방안에 대한 기초연구를 수행하였다.

2차년도에서는 기존 LCI DB의 업데이트 및 전동차 내장재 주요 부품에 대한 환경성 LCI DB를 신규로 구축하였다. 그리고 전동차의 환경성에 대한 평가뿐만 아니라 경제성 개념을 반영할 수 있는 에코효율성 지표를 개발하였으며, 전동차 전과정평가 S/W의 프로토타입을 제작하였다. 또한 폐전동차 처리에 대한 국내외 기술동향을 살펴보고, 전과정평가에 기반을 둔 국내외 관련 정책들을 분석하였다.

3차년도에서는 전동차 내장재 주요 부품에 대한 추가적인 환경성 LCI DB를 구축하였으며, 전과정평가 및 에코효율성 평가를 통합한 S/W RACE를 제작하였다. 그리고 향후 전동차의 개발단계에서부터 환경성을 고려할 수 있도록 친환경설계 가이드라인을 제시하였으며, 폐전동차의 효과적인 자원 재순환을 위해 FRP 내장재를 이용한 재활용 제품 생산 공정(FAXCON, Frp Ash miX CONcrete)을 개발하였다. 또한 국내 전동차 및 철도의 운영환경을 분석하여 환경부하 배출량을 줄이면서 타 운송수단과의 환경적 우위를 지속적으로 유지할 수 있는 친환경 철도 정책을 제안하였다.

<표 1-1> 연차별 연구목표 및 주요 연구내용

연 차	연구목표	주요 연구내용
1차년도	▪ 전동차 전과정 평가기법 개발 및 LCI DB 구축 (I)	▪ 전동차 주요 부품 및 소재 조사 ▪ 전동차 차체(철제, STS제), 대차 및 부품 전과정 목록(LCI) DB 구축 ▪ 전동차 폐기 시나리오 연구
	▪ 전동차 환경영향 진단	▪ 전동차 부품/소재별 환경영향진단 ▪ 환경성 평가목록 DB 구축 ▪ 전동차 전과정평가 및 에코디자인 기법 조사 ▪ 전동차에 적합한 전과정평가 방안 제시
	▪ 전동차 전과정평가 S/W 기본설계	▪ 전동차 전과정평가를 위한 시스템 경계 설정 ▪ 환경영향 설정 및 평가방법론 개발 ▪ 데이터 항목 및 산정방법 규명 ▪ 전과정평가 시스템 아키텍처 구성 ▪ 전과정평가 S/W 기초 설계
	▪ 전동차 폐기물 재활용 실태 조사 분석	▪ 폐전동차 재활용 실태 분석 ▪ 폐자동차 재활용 동향 분석
	▪ 전동차 환경개선 방안 기초 연구	▪ 환경개선 기술동향 분석 ▪ 전과정평가 적용 방안 연구
2차년도	▪ 전동차 주요 부품 환경성 평가 목록 DB 구축 (II)	▪ 전동차 Al 차체 DB 구축 ▪ 전동차 FRP, Phenol, Al 내장재 DB 구축 ▪ 전동차 구체, 대차 세부부품 LCI DB 업데이트
	▪ 에코효율성 방법론 개발	▪ 에코효율성 국내외 현황 조사 ▪ 전동차 적용사례 조사 및 분석 ▪ 국내 전동차에 적합한 에코효율성 방법론 개발
	▪ 전동차 전과정평가 S/W prototype 개발	▪ 전동차 전과정평가 S/W 시스템 모델 구축 ▪ 전동차 전과정평가 S/W 화면설계 ▪ 전동차 전과정평가 S/W prototype 개발 ▪ 전동차 전과정평가 S/W 상세설계
	▪ 전동차 에코효율성 S/W 기본설계	▪ 에코효율성 평가 S/W 기능설계 ▪ 에코효율성 평가 S/W DB 구조설계
	▪ 폐전동차 처리 및 재활용 방안 연구	▪ 폐전동차 재활용 국외 사례 분석 ▪ 폐전동차 재활용 국외 현장 방문조사 ▪ 주요 부품 재활용방안 수립
	▪ 전동차 전과정평가 결과에 기반을 둔 환경정책 기초연구	▪ 전동차 환경개선을 위한 국외 환경정책 조사 및 분석 ▪ 국내 관련 환경정책 조사 및 분석 ▪ 국내 환경에 적합한 환경정책 제언
3차년도	▪ 전동차 환경성평가 DB 구축 (III)	▪ 전동차 내장재 주요부품 LCI DB 구축 ▪ 전동차 차량별 환경영향진단
	▪ 전동차 에코효율성 지수 DB 구축 및 에코디자인 절차서 개발	▪ 전동차 에코효율성 가치지수 DB화 ▪ 에코디자인 국내외 방법론 조사 ▪ 전동차 에코효율성 및 환경성 통합 방안 개발 ▪ 전동차 에코디자인 절차서 개발

	▪ 전동차 전과정 및 에코효율성 평가 S/W 통합시스템 개발 및 평가	▪ 전과정평가 모듈 보완 ▪ 에코효율성 평가 모듈 개발 ▪ 전과정 및 에코효율성 평가 모듈 통합 설계 ▪ 통합소프트웨어 유효성 검증 및 보완 ▪ 사용자 매뉴얼 작성 및 배포
	▪ 전동차 주요 부품 재활용 공정 개발	▪ 전동차 내장재 재활용공정 국내외 사례 조사 및 대상 선정 ▪ 전동차 내장재 재활용공정 개발
	▪ 전동차 환경개선을 위한 정책연구	▪ 국내외 전동차 운영현황 분석 ▪ 친환경 전동차 운영시스템 구축을 위한 정책개발

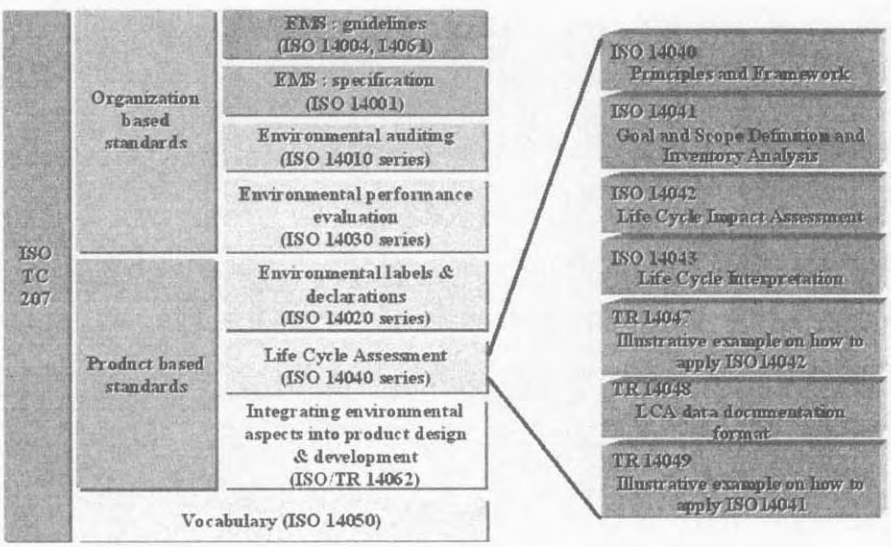
제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 철도분야 전과정 및 에코효율성 평가 도입 사례

1. 전과정평가의 개요

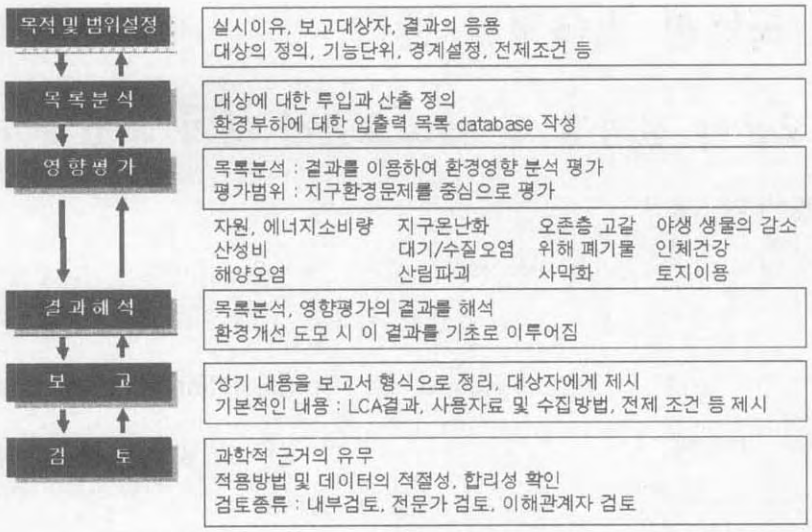
전과정평가(LCA, Life Cycle Assessment)는 제품의 전과정 동안에 제품(서비스 포함)로부터 야기되는 환경부하를 계산하고 환경에 미치는 영향을 평가하는 도구이다. 여기서 환경부하란, 자원소모(Resources Consumption) 및 환경오염물 배출(Environmental Emissions), 수질 오염물, 대기 오염물, 폐기물을 지칭한다.

전과정평가 수행 중 꼭 수행해야 할 사항과 선택적으로 수행하는 사항들에 대해서 여러 사용자들 사이의 호환성 및 일관성을 위해서 국제표준이 제정되었다. ISO 14044(2006, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines)는 ISO 14041(1998), ISO 14042(2000) 및 ISO 14043(2000)으로 각각 나누어져 있던 국제표준을 하나로 통합한 것이다.



<그림 2-1> ISO 규격

ISO 14040에 의하면 전과정평가는 목표 및 범위정의(Goal and Scope Definition), 전과정 목록분석(LCIA, Life Cycle Inventory Analysis), 전과정 영향평가(Life Cycle Impact Assessment) 및 전과정 결과해석(Life Cycle Interpretation)으로 구성된다.



<그림 2-2> LCA 수행단계, ISO 14040 (1997)

2. 에코효율성 평가의 개념

1991년 World Business Council for Sustainable Development (WBCSD: 지속가능한 발전을 위한 세계기업협의회)는 지속가능한 발전에 대한 기업의 목표를 한 단어로 표현할 수 있는 개념을 찾았으며, 많은 논쟁과 오랜 숙의를 통해 에코효율성(Eco-efficiency) 개념을 만들어냈다. 에코효율성은 Ecology와 Economic에서의 Eco-와 효율을 나타내는 efficiency의 합성어로서 1992년 브라질 리우데자네이루에서 개최된 지구정상회의에서 공식적으로 채택된 용어이다.

WBCSD는 에코효율성을 전과정에 걸쳐 생태계에 미치는 영향과 자원 사용을 지구의 최소한의 자정능력(carrying capacity)내에서 인류의 욕구를 충족시키고, 삶의 질을 향상시키는 제품과 서비스를 경쟁력 있는 가격을 통해 제공함으로써 달성할 수 있는 상태로 정의하고 있다. 즉, 에코효율성이란 환경영향은 줄이면서 더욱 많은 가치를 창조하는 것과 관련이 있다. 그리고 달성 정도를 나타내기 위해 제안하는 에코효율성 지수는 다음과 같다.

$$Eco-efficiency = \frac{\text{Product or } Service\ value}{Environmental\ influence}$$

에코효율성의 필요성은 기업 측면과 정부 측면으로 나누어서 설명할 수 있다.

먼저 사회는 기업들에게 경제적 발전 및 사회적 진보의 촉진, 그리고 환경성과 개선을 통해 환경영향 저감에 일조하기를 기대하고 있다. 기업은 지속적으로 부가가치를 창출해야만 한다. 왜냐하면 창출된 부가가치로 인한 지속적인 경제 발전은 삶의 질을 향상시키는데 필수적이기 때문이다. 이와 동시에 정부와 소비자들은 기업들에게 환경에 대한 책임을 더욱 요구하고 있다. 이러한 사회적 요구를 달성하기 위해서는 달성 정도를 지속적으로 관리하도록 하는 지수가 필요하며, 경제 및 환경적인 지속가능성을 측정하고 그 목표를 설정하는 수단으로 에코효율성이 유용한 수단으로 이용될 수 있다.

다음으로, 에코효율성은 시민들의 복지와 부존자원 사용과의 상관관계에 다른 시각을 제공한다. 즉 에코효율성은 더 적은 에너지, 더 적은 물질을 이용하여 더 나은 제품 및 서비스를 생산하여 제공함으로써 시민들의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 방법을 찾아내도록 국가적인 차원에서 가이드 할 수 있는 도구를 제공한다.

WBCSD에서 제안하는 '에코효율성 적용 단계'는 다음과 같다.

- understand eco-efficiency concept and core indicators
- select relevant supplement indicator
- collect data
- calculation eco-efficiency ratio
- communicate performance, set new target

첫 번째 단계에서는 에코효율성의 개념과 핵심 지표들(core indicators)을 이해하는 단계이다. 에코효율성에 대한 전반적 이해와 적용대상 제품에 대한 이해를 바탕으로 핵심적인 지표들을 밝혀낸다. 다음 단계는 관련성이 있는 지표들을 선택하는 단계이다. 전 단계에서 밝혀낸 핵심 지표에 추가로 관련성이 있는 지표들을 보충하는 단계이다. 세 번째 단계는 선택된 지표에 대한 데이터를 수집하는 단계이다. 네 번째 단계는 에코효율성을 계산하는 단계이다. 수집된 데이터를 알맞게 가공한 후 에코효율성을 계산한다. 마지막 단계에서는 에코효율성에 의한 성과정보를 전달하고, 새로운 에코효율성을 설정한다. 에코효율성의 대상청중에게 그 정보를 전달하고 피드백을 받아 개선 사항을 찾고, 새로운 에코효율성 목표를 설정한다.

본 연구에서도 에코효율성 방법론 개발의 전체적 절차뿐만 아니라, 지표 선택,

지표 계산, 정보 교환 등의 세부적 도구들을 개발하는데 있어, WBCSD에서 제시하는 '에코효율성 적용단계'에 따라 이행하였다. WBCSD에서는 에코효율성이 모든 것을 다 포함하고 있는 만병통치약(panacea)이 아님을 지적하고 있다. 에코효율성의 한계점을 크게 분류하면 다음과 같다.

• 사회적 요소의 결여

에코효율성을 이용해 나타내고자 하는 것은 결국 지속가능성의 달성 정도이다. 지속가능성은 세 가지 요소를 포함하고 있다. 이들 세 가지 요소는 경제적 요소(economics), 생태학적 요소(ecology), 그리고 사회적 요소(social progress)이다. 에코효율성이 지속가능성을 온전히 표현하기 위해서는 에코효율성 개념 속에 이들 세 가지 요소를 모두 포함해야 한다. 하지만 WBCSD에서 제시하고 있는 에코효율성은 사회적 요소를 포함하지 못하고 있다.

• 에코효율성은 명확한 프레임워크 또는 단일 전략이 아님

WBCSD에서 에코효율성에 관해 제안하고 있는 것은 단지 기본적인 개념일 뿐이다. 그러므로 기업에서 개별 제품에 에코효율성을 적용하기 위해서는, 기업의 특성, 제품의 가치 및 환경성과 같은 특성을 반영하는 개별화되고 차별화된 에코효율성 지수를 개발할 필요가 있다.

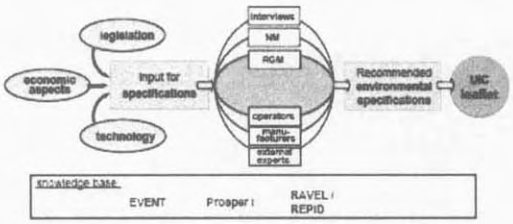
• 인증된 표준이 아님

WBCSD에서 제안하는 에코효율성은 표준과 같이 명확한 절차가 정해져 있어 이를 달성하면 인증을 주는 것이 아니다. 에코효율성에 대한 기본적인 개념과 전체적인 단계만 정해져 있고 구체적인 지표와 방법론은 에코효율성을 도입하는 조직이 그 조직에 맞게 개발해야 한다.

3. RAVEL에서 PROSPER

유럽 철도에서는 UIC(International Union of Railways)를 중심으로 철도차량의 환경성 개선을 위해 RAVEL(RAil VEhicLe eco-efficient design, 1998~2001), REPID (Rail sector framework and tools for standardizing and improving usability

of Environmental Performance Indicators and Data formats, 2002~2003), PROSPER (Procedures for Rolling Stock Procurement with Environmental Requirements, 2003~2005) 등의 프로젝트를 단계별로 추진하였다.



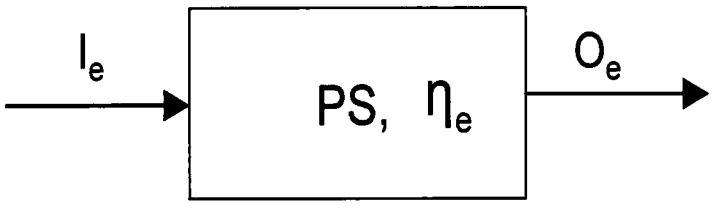
<그림 2-3> UIC의 철도차량 프로젝트 진행 과정

가. RAVEL

RAVEL 프로젝트의 개요를 다음과 같이 정리하였다.

- 명칭: RAVEL(생태효율적인 철도차량 설계) 프로젝트
- 기간: 1998년 11월부터 2001년 10월까지 3년 동안 수행
- 연구비: 330만 유로 (EU가 산업 및 물질 프로그램을 통해 50 %의 재정지원)
- 참여주체
  - 철도차량 제작사: Bombardier Transportation
  - 차량 시스템 보조 공급사: Woodville Polymer Engineering
  - 철도운송사업자: SJ, DSB
  - 환경을 고려한 설계 컨설팅 회사: GEP
  - 연구개발 회사: ABB Corporate Research
  - 대학교: Chalmers University of Technology, Sweden and KU Leuven, Belgium

RAVEL 프로젝트에서는 분모, 분자의 해당 지표를 각각 개발하면서 먼저 에코효율성을 새롭게 정의하였다. RAVEL 프로젝트에서 정의한 에코효율성의 기본 개념을 <그림 2-4>에 나타내었다.



<그림 2-4> RAVEL 프로젝트의 에코효율성 기본개념

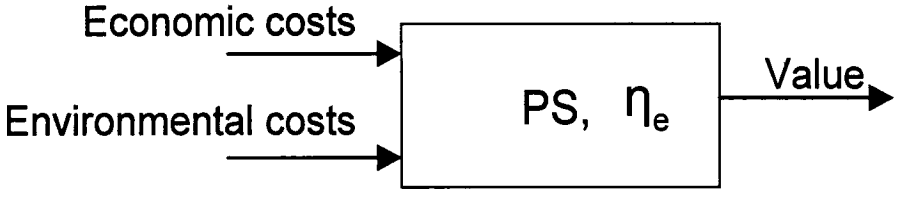
여기서, $\eta_e = \frac{O_e}{I_e}$ (시스템의 Eco-efficiency),

PS = 제조 시스템 ,

Ie = 투입,

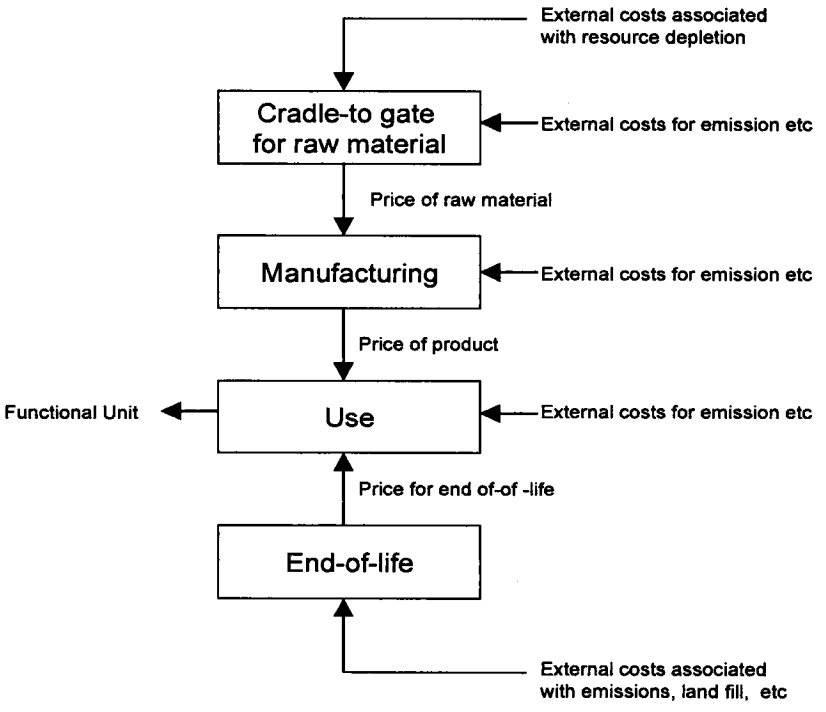
Oe = 산출

RAVEL 프로젝트에서는 위의 기본 개념을 바탕으로 투입과 산출을 구체화 시켜 나간다. 제품의 제조시스템으로 들어가는 투입을 제품의 기능단위(**functional unit**)로 만들기 위해 실제적으로 소비되는 경제적 비용과 환경적 비용으로 생각하고, 산출을 실질적인 제품의 가치로 개념을 구체화한다.



<그림 2-5> 구체화된 에코효율성 개념

다음으로, 제품의 기능 단위를 만들기 위해 사용되는 비용을 내부비용(**Internal cost**)과 외부비용(**External cost**)으로 더욱 구체화 하여 생각한다. 여기서 내부비용이란, 제품의 전과정 중 각각의 단계에서 사용자에 의해 지불되는 비용을 말한다. 즉 제조단계에서 제조자가 지불하는 원자재 비용, 사용 단계에서 고객이 지불하는 제품 가격, 폐기단계에서 사용자가 지불하는 처리 비용 등이 내부비용에 해당한다. 그리고 외부비용은 이러한 비용과 상관없이 각각의 단계에서 발생하는 환경 유해 물질 등을 처리하기 위해 소요되는 비용을 말한다.



<그림 2-6> 내부비용 및 외부비용 개념

내부비용과 외부비용을 화폐단위로 나타내고 두 값을 더해서 기능단위를 만들기 위한 투입 비용을 산출하고, 기능단위의 가치를 화폐단위로 나타내어 산출 가치를 구한다. 전자를 분모에 후자를 분자에 두어 에코효율성을 표현한다. RAVEL 프로젝트에서 전동차의 에코효율성을 산출하기 위해 도출한 식은 다음과 같다.

$$Eco-efficiency = \frac{Monetary\ value\ of\ functional\ unit}{Monetary\ value\ of\ external\ cost + Monetary\ value\ of\ internal\ cost}$$

RAVEL 프로젝트에서 외부비용 즉 환경영향을 정량화하기 위해서 EPI (Environmental Performance Index)를 사용했다.

<표 2-1> RAVEL의 EPI 목록

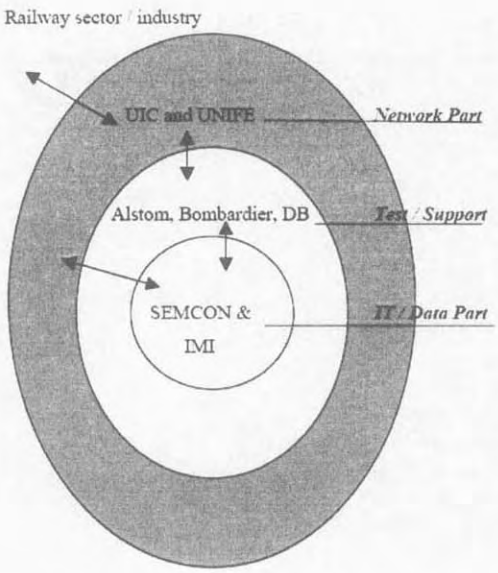
Production	Operation	End-of-life
Materials	**Energy**	**Overall**
Degree of inventoried material	Total energy consumption	Existence of disposal/recycling manuals
System mass	Secondary energy use	**Disassembly**
Amount of restricted material	**Air pollution during use**	Component complexity
Amount of prohibited material	Combustion emission	Disassembly time
Cradle-to-gate material Index	**Maintenance**	Recycling
Fraction of renewable material	Spare parts of consumable	Possible material recycling rate
Fraction of recycled material	Tuning of wheels	Marking of selected material and component group
Fraction of reused components		**Deposit**
Manufacturing and assembly		Possible hazardous waste rate
Supplied with EMS		Possible landfill rate

나. REPID

REPID 프로젝트는 유럽위원회에서 100 % 출자하여 2002년 8월에 시작되었다. 본 프로젝트는 2년 동안 컨설팅 회사와 스웨덴의 2개 대학이 철도 및 철도산업을 지원하는 형태로 진행되었다. REPID 프로젝트는 RAVEL 프로젝트가 성공적으로 종료됨에 따라 그 후속으로 실시된 프로젝트였다. REPID 프로젝트의 목적은 RAVEL 프로젝트에 자금을 제공한 유럽의 철도회사들이 RAVEL 프로젝트를 통해 얻은 성과를 이용할 수 있도록 하는 것이다. 또한 RAVEL 프로젝트 결과를 기초로 하여 철도산업에서 EPI와 데이터포맷 표준화를 위해 법률적으로 프레임워크를 구성하고, EPI와 데이터포맷의 사용성을 개선하기 위한 도구를 개발하는 것이다.

REPID 프로젝트는 WP(Work Package)라 불리는 4개의 조직구조로 나뉘어져 있다. WP1은 프로젝트 조정, WP2는 네트워크 구축, WP3은 기술적인 보수 문제,

WP4는 소프트웨어 솔루션 개발에 관한 내용을 담당하고 있다. REPID 프로젝트를 통하여 일반적으로 통용될 수 있는 환경사양을 구축하기 위한 방법론이 마련되었다. 또한, 환경성과지표를 폭넓게 포함한 기초적인 방법론을 토대로 하여 에코디자인 기법을 접목하기 위한 방법론과 철도회사 및 외부 이해관계자의 환경의사소통을 위한 웹 기반 솔루션을 개발하였다. 철도 분야에서의 지속적 환경 개선을 도모하기 위하여 환경성에 관하여 의사소통 할 수 있는 공통의 언어 및 실행도구를 만드는 것이 핵심적인 내용이라 할 수 있다.



<그림 2-7> 작업그룹의 구조

다. PROSPER

PROSPER II는 2003년 9월에 UIC가 의뢰한 것으로, UIC Leaflet '새로운 차량을 위한 환경사양 (Environmental Specification for New Rolling Stocks)'을 개발하기 위한 것으로 2005년 7월에 완료되었다. 본 프로젝트는 철도 운영자와 제조자의 긴밀한 공조로 진행되었으며, 전체 열차 산업에 공개된 피드백 과정을 사용하였다.

유형적 성과 측면에서 PROSPER 프로젝트의 주요결과는 다음과 같다.

• UIC Leaflet

PROSPER의 주요 성과는 UIC Leaflet '새로운 차량을 위한 환경사양

(Environmental Specification for New Rolling Stocks)'이다. 본 리플릿은 환경적 측면을 조달 과정에 통합시키기 위해 관련된 모든 면을 다룬다. 그것은 열차의 조달에 있어서 입찰에 참여하도록 하고, 그들의 환경성과에 관해 입찰견적서를 평가하기 위해 디자인되었다. 이는 열차와 관련이 높은 에너지 효율성, 소음, 디젤 엔진의 배출가스, 그리고 재료/재활용/폐기물의 4가지 분야에서 승객뿐만 아니라 화물 수송을 위한 새로운 열차차량 조달 시 도움을 준다. 리플릿은 환경 조건들과 관련된 해결책이 아니라 관련성과를 사용한 기능적인 접근법을 채택하였다.

<표 2-2> UIC Leaflet에서 고려한 환경관련 사양

	디자인에 주로 의존하는 성능		운행에 주로 의존하는 성능	
	주요 영역	세부사항	주요 영역	세부사항
법적 의무 세부 사항	소음	• 통과 소음 • 정차 소음 • 출발 소음	해당사항 없음	해당사항 없음
	디젤 배기가스 배출물	• 디젤 배가가스 배출물		
	물질	• 법적 제한 물질		
	기타	• 전자기장		
자발적 세부 사항	에너지	• 세부 질량	에너지	• 견인 에너지 소비 • 차량 에너지 소비 • 에너지 회수/재생 • 주차 시 에너지 관리 • 에너지 측량 장치
	물질	• 비 선호 규제 물질 • 위험 폐기물 • 재활용률 • 재생 물질		
	기타	• 제동 마찰 물질로부터 배출물 • 유출/누출	디젤 배기가스 배출물	• 특정 하중 상태에서 디젤 배기가스 배출물 • 장기 정차 시 디젤 배기가스 배출물

• 법적 측면에서의 문서

리플릿을 첨부한 배경 서류인 '친환경적 조달의 법적 측면'은 친환경적 조달과 관련된 법체제의 보다 상세한 정보를 얻도록 개발되었다.

• 우수한 실행

주요 지역에서 우수한 실행 사례들이 '환경성과가 높은 열차의 우수한 실행 사례집'이라는 문서에 실렸다.

• 최종보고서

본 보고서의 목적은 리플릿 자체의 일부분이나 그것의 배경 문서가 아니라 추가 사항들을 상세하게 기록하기 위함이다. 이것은 프로젝트의 과정과 결과에 대한 설명을 포함한다. 핵심 부분은 추가적 활동의 권고사항이다. 최종보고서는 프로젝트 파트너와 그 외에 관련된 이해관계자들을 위한 배경 문서를 의미하며, 이는 전과정의 연속을 위한 중요한 내부 노하우를 포함한다.

• 네트워크 미팅

두 개의 네트워크 미팅은 EU가 투자한 REPID 프로젝트와 함께 PROSPER의 두 번째 단계에서 열렸다. 게다가 PROSPER는 친환경적 조달을 증진시키기 위한 보다 많은 노력의 토대 개발에 기여했다.

• 방법론적 기구

열차 조달에 사용되는 환경 조건들의 일관된 세트가 개발되었다. 측정절차, 환경지표, 그리고 목표량을 합의하는데 있어서 보다 많은 요구가 확인된다.

• 개발 과정의 청사진

리플릿이 개발된 과정은 그것 자체만으로도 결과가 되는데, 이는 그것이 이 분야에서 유사한 과정에 청사진으로서 사용될 수 있기 때문이다. 이러한 과정의 항목들과 어떻게 각각의 이해관계자들이 연관되었는지가 보고서에 설명되어 있다 그래서 얻어진 경험들이 친환경적 조달을 위한 더 많은 노력에 이용될 수 있다. 하나의 주목할 만한 양상은 자발적인 동의를 지지하며 참여행위자들이 실행할 수 있게 보장된 합의지향적인 접근법이라는 것이다.

또한 PROSPER II 보고서에 추가 활동을 위한 제안들이 상세히 서술되어 있다. UIC와 UNIFE가 협력해서 다뤄야 할 가장 중요한 이슈는 다음과 같다.

• 열차 친환경적 조달을 위한 이사회 설치

친환경적 조달 분야에서 이전 활동들이 성공을 거두려면 PROSPER 및 REPID와 같은 프로젝트로 시작된 과정을 장기적인 안목으로 보장할 수 있는 제도화된 구조를 채택하는 특정 책임이 중요하다. 이와 같은 이사회의 특수 업무는 무엇보다도 안건 설정과 추가 활동 조정이다. 게다가 친환경적 조달 네트워크의 정비와 확장을 다룬다.

• 리플릿을 실제에 적용하기

UIC 리플릿은 항목별로 따르는 것을 의미하는 것이 아니라, 대신 가이드북처럼 디자인되었다. 따라서 철도 운영자들은 리플릿을 각각의 조달 절차에 맞출 필요가 있다. UIC는 정보와 훈련 활동으로 UIC 리플릿이 실제에 적용되도록 지원한다.

• UIC 리플릿의 개정

리플릿의 개정 과정이 시작되어야 한다. 하나의 중요한 출입물은 실제에서 얻은 경험일 것이다. 본 리플릿은 실천자들의 요구에 맞도록 더 잘 개정되어야 한다. 다른 중요한 이슈는 환경 조건의 개선이며, 이는 표준과 측정 절차에 관한 합의된 정의와 목표량 설정을 포함한다.

• 우수 실천 사례를 수집하기

우수 실천 사례는 새로운 열차 조달 시 조작자에게 정보의 중요한 원천이 된다. 게다가 가이드라인은 UIC와 UNIFE의 공동 노력으로 개발되어야만 하고, 우수한 환경성과를 갖는 운송수단에 관한 UIC 리플릿 데이터베이스로부터 나왔다. 실제 사용을 위해 데이터베이스는 경제적 정보 또한 포함해야만 하는데, 이는 대체물의 비용을 평가하도록 하기 위해서이다.

• 에너지 소비량 측정을 위한 동일한 기준들

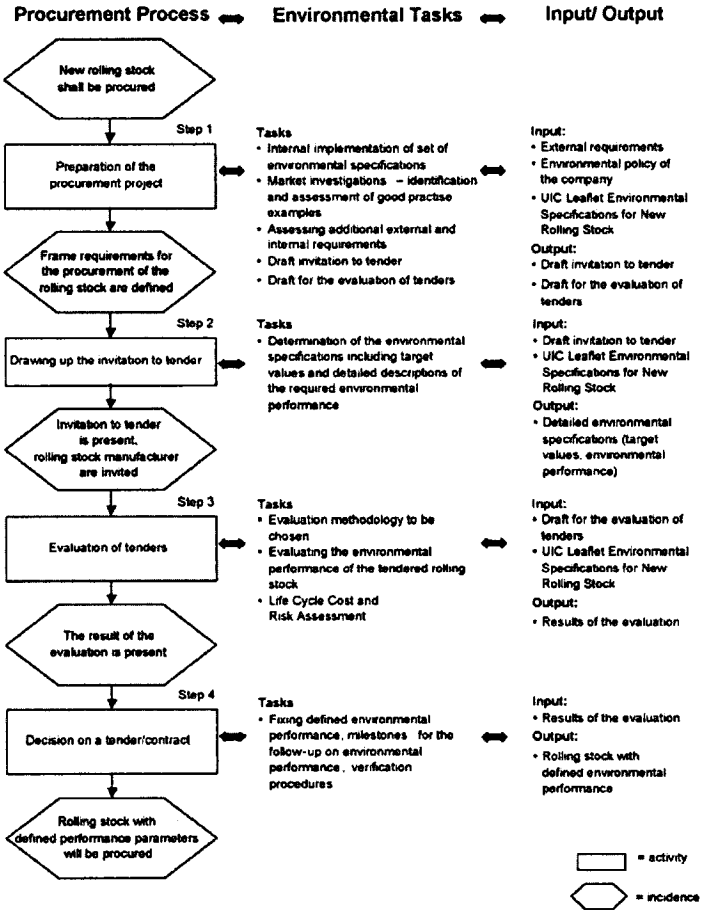
열차의 에너지 효율을 높이는 것은 환경에 강한 영향을 주며, 비용 절감에 있어 잠재력이 가장 큰 것으로 친환경적 조달의 척도가 된다. 이 분야에서 많은 접근법들에 필요한 필수 조건은 열차 운송수단에 관해 동일한 에너지 소비 데이터의 이용가능 여부이다. 그래서 합의된 에너지 소비량 측정 절차의 개발이 최우선이다.

• 바람직하지 않고, 통제되는 물질들의 합의된 리스트

운영자들은 자신의 열차가 어떤 재료로 구성되었는지에 관해 상세한 정보를 얻는 것과 법적 제한을 초과해서 어떤 특정 물질의 사용되었는지에 큰 관심을 갖는다. 목적은 운영자에게 환경적이고 업무적인 위험을 줄여주는 것이다. 이러한 노력을 위해 열차 분야 전반에 걸쳐 가장 비용 효율적인 자발적 기준이 필요하다.

• 친환경적 조달에서 실제 적용을 위한 전과정 비용 접근법을 강화하기

신규 철도차량의 환경성과를 효율적으로 높이기 위해 중요한 요소는 환경 이슈를 어떻게 그리고 언제 운영자가 다루느냐 하는 것이다. 조달 과정에서 전과정 비용(LCC) 접근법의 주류화가 더 나은 환경성과를 위해 가장 비용 효율적인 해답으로 확인될 것이다.



<그림 2-8> 친환경적 철도차량 조달 과정

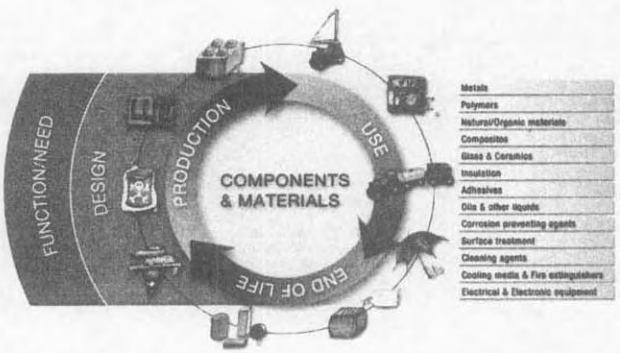
4. 철도차량 제작업체의 EPD 도입

가. Bombardier의 철도차량 친환경설계



<그림 2-9> Bombardier의 전과정사고

Bombardier는 1942년부터 철도산업에 진출한 회사로써 공정 및 제품들의 환경성능을 지속적으로 개선하고, 디자인 단계에서부터 총괄적인 전과정 관점을 적용하고 있다. 일례로 친환경설계(Design for Environment, DfE)를 1992년 스톡홀름 지하철 프로젝트 추진부터 도입하여 적용하였다. 주요 내용으로는 차량의 설계에 있어서 금지(납, PVC, 비소 등)되거나 제한된 물질(니켈, 코발트, 카드뮴 등)을 사용하지 않고, 폐차 처리 시 재활용 방안을 제공하였다.



<그림 2-10> Bombardier의 DfE 가이드라인

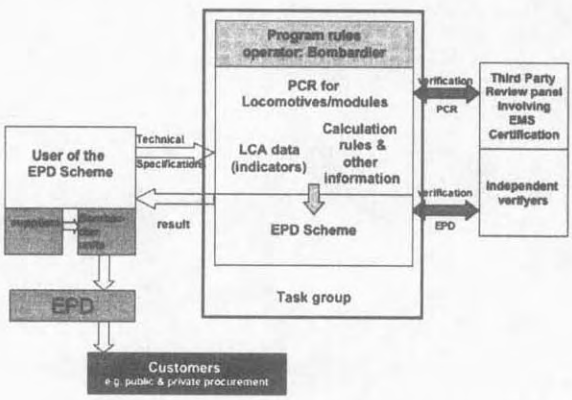
또한 Bombardier에서는 기관차를 위주로 친환경제품선언 (EPD, Environmental Product Declaration) 정보를 제공하고 있다. 이는 Bombardier의 친환경 설계 센터(CoC for DfE, Center of Competence for Design for Environment)의 지원과 MIREC의 자문을 받아 기관차 부문 내 기술 및 환경 부서에 의해 개발되어 왔으

며, ISO 14021의 지침을 따르고, EMAS (2002년 11월 EU 규제 761/2001)에 따라 인정된 Kassel 사이트의 환경선언으로부터 참조되는 데이터 풀을 사용하였다.



<그림 2-11> Bombardier의 EPD 보고서 예

Bombardier의 철도차량 EPD 보고서에는 회사소개, 제품정보, 본사 및 하청업체의 EMS(Environmental Management System), 사용단계에서의 물질 배출량, 외부소음, 전과정평가 결과에 따른 환경정보, 환경성능지표(EPIs, Environmental Performance Indicators) 등을 포함한다. 이러한 물질정보와 전과정목록 데이터베이스는 철도차량의 모듈단위로 관리함으로써 프로젝트 수행 시 지속적으로 활용하고 있다. 철도차량의 전과정평가는 각 모듈에 대한 물질목록, 조립단계에서의 사용 에너지, 단위시스템간의 이동, 사용단계에서의 에너지 소비량, 서비스별 물질사용량 등의 데이터를 수집하여 수행한다.



<그림 2-12> Bombardier의 EPD 절차

Bombardier는 결국 전과정평가를 이용한 친환경 설계기법과 EPD를 도입함으로써 시장에서의 경제력을 강화하였으며, 제품에 대한 이해도를 향상시킬 수 있었다. 그리고 무엇보다 환경에 대한 위험을 줄임으로써 비용적인 측면에서 절약 효과를 얻었다. 또한 유럽지역에서 친환경설계 관련 공동프로젝트(RAVEL, REPID 등)를 수행함으로써 회사 주주와의 관계를 보다 강화시킬 수 있었다.

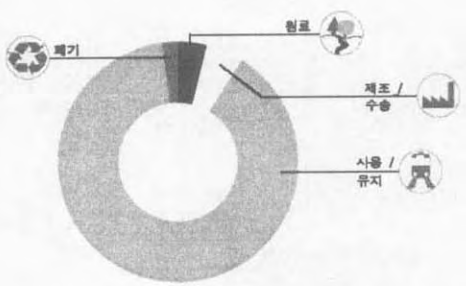
나. Siemens의 Metro Oslo 친환경제품선언

Siemens는 철도산업에서 에너지 효율 및 안전성 향상뿐만 아니라 지속적인 환경성능을 향상시키기 위하여 자발적으로 전과정평가를 이용하여 Oslo 지하철에 대한 자체적인 EPD를 수행하였다.



<그림 2-13> Metro Oslo의 EPD

전과정 중 원료단계의 데이터는 천연자원의 추출, 공장으로의 운반, 원료물질의 제조를 포함하는 전과정평가를 근거로 하였다. 차량은 모듈화된 부품들을 이용한 경량 구조로 디자인되었으며, 모든 원료는 환경영향을 최소화하고 재활용성을 증대하는 것을 고려하여 선택되었다.



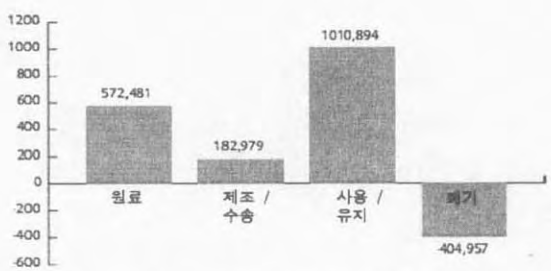
<그림 2-14> Metro Oslo의 전과정 단계별 비율

제조단계는 Vienna에 위치한 공장에서 지하철의 조립 및 제작 공정들에 필요한 에너지와 원료들 및 공급자들을 모두 포함하였으며, 공급 제품들의 포장재, 내부 제품 수송 및 최종 물질의 재활용 혹은 폐기도 고려되었다. 제조지역에서의 투입물과 배출물에 대한 모든 정보는 Siemens Corporate Responsibility Report에 수록되어 있다. Oslo에서는 30년 동안 지하철 시스템을 운영하는데 소비되는 전력은 연간 120,000 km의 주행을 기본으로 한다. 에너지 소비의 46 %까지 회수되는 회생 제동을 사용함으로써 높은 에너지 효율로 운영된다.

지하철 차량의 각 부품은 긴 수명을 가지며 손쉽게 보수 및 교체될 수 있다. 폐기 단계는 지하철 차량 재료들의 재활용, 소각 및 매립을 포함하였다. 재활용 공장까지의 수송과 재활용 공정들을 위한 에너지가 고려되었으며, 재활용 작업에 대한 세부 정보는 Oslo 지하철 폐기 개념에 있다.

Siemens에서는 이러한 전과정적인 사고를 기반으로 지하철 차량의 환경성능을 나타낼 수 있는 주요 인자를 선정하여 평가하였다. 먼저 전과정에 걸친 물질 소비량을 제공하였다. 또한 총 중량 100 톤인 차량의 물질 조성을 세부적으로 표시하였다. 화재예방을 위해 가장 엄격한 국제기준을 적용하여 차량을 설계했으며, 폐기단계에서의 재활용률을 나타내었다. 지하철 차량의 전체 94.7 %가 재활용되고 있으며, 이 중에 84.7 %가 물질의 재활용이었다.

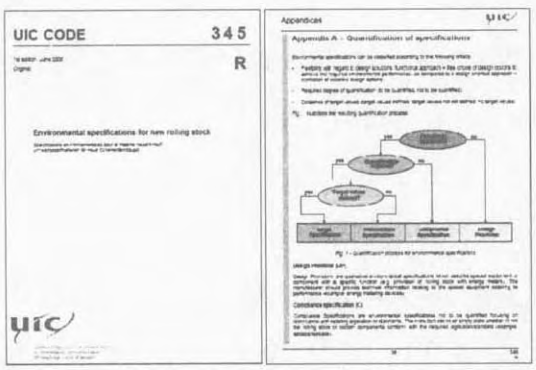
에너지 소비량은 사용단계에서 0.09 kWh/km_ton이며, 제조, 운송, 재활용 단계에서도 그 수치를 표시하였다. 그리고 지구온난화에 대한 잠재력을 평가하기 위하여 ISO 14040에 따라 CO_2 기준으로 나타내었다. 이용 및 유지보수 단계에서의 지구온난화 잠재력은 2 g CO_2-equivalent/km_ton 이었으며, 전과정에 걸쳐 2.6 g CO_2-equivalent/km_ton이었다. 상당히 낮은 수치의 지구온난화 잠재력을 나타낸 것은 Oslo 지하철의 에너지 이용 효율 및 재생에너지 사용률이 높았기 때문이다.



<그림 2-15> 지구온난화 잠재력 (CO_2-equivalent ton)

5. UIC code 345 (Environmental specifications for new rolling stocks)

UIC(International Union of Railway) code 345는 구매과정 내 환경적 요소를 통합하는 것에 관련된 모든 사항을 언급한다. 이것은 입찰 공고의 성립 및 철도차량의 환경성능을 고려한 입찰 평가, 모두에 대해 철도차량의 구매를 증가시키기 위해 작성되었다. 본 문서는 UIC에서 수행된 PROSPER 과제로부터 파생되었으며, PROSPER 과제를 통해 개발된 '친환경 구매의 법률적 측면 (Legal Aspects of Eco-Procurement)'에서 법적인 부분에 대한 부가적인 정보를 얻을 수 있다.



<그림 2-16> UIC code 345

UIC code 345는 유럽 철도 영역 및 장기적이고 범지구적 차원 내에서 환경적인 구매 체계의 조화에 기여하기 위한 것으로 구매과정을 보다 효과적으로 이루면서 올바른 환경성능을 가진 신규 철도차량을 보다 비용 효율적으로 구매할 수 있도록 유도한다. 본 문서는 가이드북으로 제작된 것이므로 강제적인 요구사항은 아니다. 그러나 UIC code 345의 내용은 기존의 구매절차와 각각의 운영자들의 경제적 요구 및 환경적 우선사항에 맞게 조정될 수 있기 때문에 권장용으로 사용할 수 있다.

UIC code 345는 복합 단위 (multiple units), 기관차 (locomotives), 화차 (wagons) 및 객차(coaches)들의 화물수송용 뿐만 아니라 승객용 신규 철도차량의 구매에 도움을 주기 위한 것이다. 본 문서는 구매 과정에 모든 환경적 요소들을 통합하는 것과 관련된 전 영역을 언급하고 있으며, 문제해결 관련이 아닌 성능 관련 환경적 세부사항을 나타낸다. 일반적으로, 전과정 시각은 환경영향을 평가할 때 선호된다. 이런 측면에서 UIC code 345에 주어진 추천사항들은 전체적인 전과정 중 가장 주요한 이슈들에 초점을 맞추어 환경성능을 개선하는 것이 목적이다.

많은 경우, 사람들의 관심은 철도 차량의 긴 수명에서 사용 단계로 옮겨가고 있는 반면에 운영자들은 구매 과정에서 사용 시 성능의 개선에 가장 관심을 가지고 있다. 본 문서는 신규 철도 차량의 구매에는 포함되어 있으나 환경적 측면은 직접적으로 고려하지 않는 철도 사업 사용자들을 위한 것이다. 특히 기술 및 구매 전문가가 주요 사용 그룹이지만, 환경 전문가들 또한 본 문서에서 중요한 정보를 얻을 수 있다. UIC code 345는 다음 측면에서 사용자들에게 유용할 것이다.

철도 차량에 대한 환경 요소들의 우선순위 결정
- 일관적 태도로 입찰 명세서 내에 환경적 세부사항들의 통합
- 환경적 요구사항들에 부합한 입찰 평가

비록 본 문서가 주로 운영자를 위한 것이지만, 공급 망 내의 기술자 및 구매 관계자들(시스템 통합자, 시스템 제조자, 하위 공급자 등)에게도 또한 유용할 것이다.



<그림 2-17> 철도차량의 주요 환경영역

지금 시점에서 철도에 대해 가장 밀접한 환경영역은 소음, 디젤 배기가스 배출물과 에너지 효율, 물질/재활용/폐기물이다. 소음과 디젤 배기가스 배출물 영역에 대해 증가하는 대중의 압력은 부분적으로 이미 행사하고 있거나 (환경 소음 관리 (Environmental Noise Directive), 고속 소음에 대한 TSI (TSI for High-speed noise), 비도로 이동 장치 관리 (Non-Road Mobile Machinery Directive)) 혹은 가까운 미래에 행사할 (기존 철도에 대한 TSI 소음 (TSI Noise for conventional rail)) 보다 강한 법률을 만들 것이므로 이 영역들은 철도와 매우 밀접하다. 입법가들은 이 두 가지 환경영역에서 보다 세부적인 단계나 더 강한 배출 규제값들을 예고하고 있다.

에너지 효율 면에서 철도 수송은 여타의 수송 수단에 비해 매우 명확한 장점들을 가진다. 그러나 경쟁하는 수송 수단들은 에너지 소비를 줄이는데 많은 노력을 기울이고 있다. 이런 측면에서, 다음과 같은 이유로 에너지 효율은 철도에서 매우 우선적이다.

- 다른 수송 수단들과의 비교에서 철도의 경쟁력 유지/강화
- 철도 운영의 전과정 비용 감소
- 교토의정서 같은 기후변화협약에 대한 국제적인 동의에 부합

물질/재활용/폐기물은 강화된 국제법에 관한 문제이다. 이것 또한 고객의 요구에 의해 지난 10년간 철도분야에서 급속히 우선순위가 높아졌다. 통합제품정책 (IPP, Integrated Product Policy)의 개념이 점점 더 EU 내에서 중요해지면서 자원 소비와 물질 주기내의 물질들의 재통합 능력은 상위 의제가 되었다. 철도뿐만 아니라 산업분야에서 물질/재활용/폐기물 영역은 친환경물질 및 기술의 선택, 폐기물 사용을 피하기 위한 차량 내 사용제한물질들에 대한 지식 개선, 제조 및 유지 과정 중 직업적 건강 영향, 그리고 차량의 재활용성 개선 및 그에 따른 자원소비량 절감에 대한 요구를 나타낸다.

비록 철도 제품에 일반적으로 적용 가능한 것은 아니지만, EU directives WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment)와 RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substance in electrical and electronic equipment)는 현장을 구성하고 규제의 관점에서 전략을 세워야 한다.

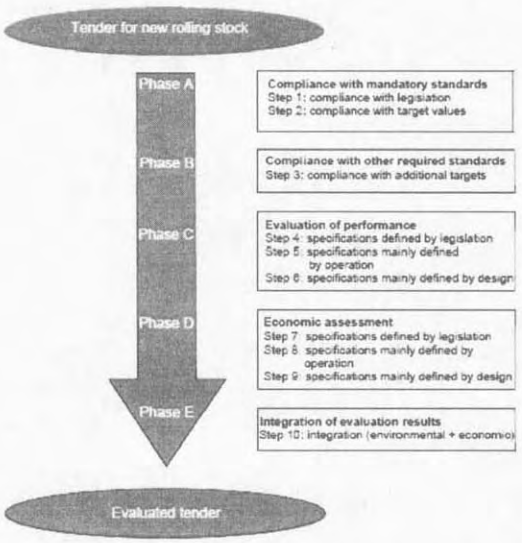
철도차량의 환경적인 성능과 경제적인 성능 사이의 복잡한 유기관계는 철도에서 매우 중요하다. 환경성능을 증진하기 위한 특정한 측정들의 경제적 효과는 사용된 기술 (기술적 잠재력, 혁신도, 성숙도, 유용성, 시장 규모)뿐 아니라 관련 핵심영역 (법률, 규제, 정책, 기준 등)의 구조조건에 주로 의존하며 높은 비용절감부터 높은 비용강화까지 넓은 범위를 포함하고 있다.

다른 수송 수단에 비해 경쟁력 있는 철도의 장점들을 유지하기 위해, 비규제 영역에서의 환경성 증진은 고도의 비용 효율적 방식으로 이루어져야 한다. 최선의 해결책을 알아내기 위해, 적용할 수 있는 기술적 사양들의 환경적, 경제적 효과들에 대한 상세한 평가가 이루어져야 한다. 개선된 환경성능의 영향에 대한 정성적 평가

는 많은 경우 투자비용의 증가를 보여준다. 경제성 효과들의 철저한 분석은 초기 투자비용에만 집중해서는 안 되고, LCC(Life Cycle Cost) 관점에 기반을 두고 법적, 정치적, 기술적 구조 조건들을 고려해야 한다.

따라서 개선된 에너지 효율은 LCC 측면에서 명확한 이윤을 가질 것으로 생각된다. 에너지 효율 또한 철도에 대한 두드러진 환경 요소이기 때문에 관련된 세부사항들과 함께 매우 높은 우선순위가 주어진다. 최소한 현재 법률 하에서 그리고 현재 사용 가능한 기술들 하에서, 법적 의무 수준보다 낮은 소음과 배기가스 배출 수준을 얻는 것은 LCC의 증가를 이끌어낸다.

현재 권유 수준에 부합하는 전자기장의 제한은 운영비용에 중요한 영향은 주지 않지만 투자비용에 작은 증가를 가져올 것으로 생각된다. 물질/재활용/폐기물 영역에서 철도차량의 폐기비용은 평가가 꽤 어렵다. 또한 각각의 법률뿐 아니라 분해와 재활용 설비에 대한 기술적인 기준들은 내구연한까지의 측정이 매우 어렵다. 그러나 석면 혹은 PCB 폐기 등의 고비용은 철저한 LCC 분석이 필요하다. 경제적 평가와 함께 환경이슈들에 대한 비용측면의 고려는 입찰평가에서 중요한 기초를 제공한다. LCC를 도입하여 신규차량이나 개조 시 입찰과정에서 환경적 측면을 고려하는 전략은 다음과 같이 정리할 수 있다.



<그림 2-18> 신규차량 및 개조 시 입찰과정에서 환경적 측면 평가에 대한 전략

Phase A: 법적 기준 준수 (의무적인 환경성능)

투입물: 준수 문서, 환경적 세부사항들 (의무적), 목적값들

Step 1: 해당 법률에의 준수 (일반적 필수조건)

Step 2: 법률로부터 파생된 목적값들에의 준수 (특정 필수 조건)

결과물: 준수 사항/비준수 사항

Phase B: 법에 의해 통제하지 않는 다른 필수 환경 기준들 준수

투입물: 부가적인 목적들

Step 3: 지역 정부, 인프라 운영자 또는 다른 제3의 기관들에 의해 정해진 목표값들 준수

결과물: 준수 사항/비준수 사항

Phase C: 법률/부가적 필요사항이나 법률 기준에 다뤄지지 않거나 법적 기준을 초과하는 환경성능의 평가 (자발적 환경성능)

투입물: 환경적 세부사항들과 그들의 우선순위, 부가적인 내적, 외적 필요사항들, 현재의 바람직한 적용에 대한 지식의 기초

Step 4: 법적 기준을 초과하는 목적 세부사항들에 대한 환경성능

Step 5: 성능이 주로 운전에 의해 정의되는 세부사항들에 대한 환경성능
유효한 운영 도식들과 기존 인프라는 평가에 고려되어야 한다.

Step 6: 성능이 주로 디자인에 의해 미리 결정되는 세부사항들에 대한 환경성능

결과물: 전체적인 환경성능, 바람직한 적용을 고려한 성능, 이미 정의된 미래 기준과 곧 있을 기준들/토의 중인 기준들

Phase D: 개선된 환경 성능의 경제적 평가

투입물: 환경적 세부사항들과 그들의 우선순위, 부가적인 내적, 외적 필요사항들, 현재의 바람직한 적용에 대한 지식의 기초

Step 7: 법적으로 요구되는 것보다 나은 환경성능의 원가/이익 분석

Step 8: 운행-의존 세부사양들에 의해 정의된 환경성능의 원가/이익 분석
경제성 평가의 본 단계의 주요 사항은 에너지 효율 세부사양이 될 것이다. 유효한 운행 도식들과 기존 인프라가 평가 중 고려되어야

한다.

Step 9: 디자인-의존 세부사양에 의해 정의되는 환경성능에 대한 원가와 이윤의 평가

결과물: 개선된 환경 성능에 대해 평가된 **LCC** 효과 (핵심 영역당 그리고 환경 세부사항 당)

Phase E: 평가 결과들의 통합

투입물: 부가적인 목적에의 준수, 환경성능 평가 결과, 각각의 경제성 평가 결과, 우선순위의 랭킹

Step 10: 평가 결과 통합

결과물: 평가 결과 통합

환경적 요소를 고려한 입찰 평가의 전체적인 결과는 환경성능 평가의 결과와 그에 따른 경제적 평가의 통합에 의해 얻어진다. 환경성능이 정성적 세부사항뿐만 아니라 정량적 세부사항들에 의해 결정된다는 사실 때문에 통합과정은 일직선적이고 완전히 정량화된 것은 아니다. 대신, 최우선 세부사항들의 환경적, 경제적 평가 결과는, 예를 들어 전략적 목적에 의해 함께 묶어져야 하고, 그 다음 적절하게 이 목적들 각각의 중요성을 반영하기 위해 가중화되어야 한다.

건전한 전략적 경영은 항상 투자 관점뿐만 아니라 환경적 위험과 기회를 고려해야만 한다. 이는 특히 철도차량의 긴 사용주기에 대해 차량의 구매과정에서 장기적 위기/기회 관점을 요구한다. 변화하는 구성 조건들 (예를 들어, 운전조건, 경쟁 수송 수단들과의 관계, 법률, 고객 요구)은 위험할 수도 있지만, 또한 철도운영자들에게 기회를 만들 수도 있다. 사회의 전반적인 흐름에서, 환경적 성능에 대한 요구는 증가하고 있다.

일반적으로 장기적 평가에 의한 불확실성에도 불구하고, 현명한 사업 관점으로부터 그런 장기적 평가를 고려하고 미래의 위험을 줄이기 위해 모든 노력을 하는 것은 필수적이다. 그런 평가들에서 환경적인 요소를 고려하는 것이 투자비용 (예를 들어 차량의 수명 주기 중 높은 보수비용을 막는 것)보다 클 수도 있고 다른 수송 수단들에 비해 장점을 강화할 수 있다.

법적인 체계에서의 변화는 철도에서 심각한 사업상 위험을 가져올 수 있다. 철

도 차량의 수명 주기 동안 재조정 (신식화 및 업그레이드)은 일반적으로 비용이 많이 드는데 특히 각각의 기술적 해결책이 차량의 디자인에 통합되지 않을 때 그렇다. EU 및 국가 법률은 주로 기존의 차량보다 신규 차량을 대상으로 하고 있으며, 결과적으로 대부분의 경우에 운전에 대한 규제가 없다.

그러나 몇몇 매우 일반적인 법률 (환경 공기 질에 대한 EU directive와 같은)은 낮은 환경성능을 가진 철도차량의 운영 능력을 제한할 수 있는 국가적 혹은 지역적 수준의 제제를 가할 지도 모른다. 더불어, 지역 기관들은 서비스 계약에 대한 입찰에서 특정한 환경성능을 요구할 수도 있다. 따라서 신규 철도 차량에 대한 높은 환경성능은 더욱 광범위한 요구사항들을 이행할 수 있는 운영자의 차량의 비율을 증가시킨다.

혁신적인 방법으로 철도차량의 환경성능을 최적화하는 것은 철도 전 분야를 위한 기회를 만들어 낼 수 있다. 다른 수송 수단 (도로와 항공)의 관점에서, 향후 성공적인 수송 수단이 되기 위해 필요한 정치권 및 대중으로부터의 강한 지지를 얻도록 철도 수송의 환경적 장점을 유지하고 확대시키는 것은 중요한 일이다. 만약 철도분야가 단지 법적인 필요성에 따르는 전략만을 차용한다면 철도의 명성은 손상되고 인터모달뿐만 아니라 인터모달에서의 기회 상실을 초래할 수 있다. 철도 분야에 대해 더욱 개발되는 환경기준에 의해 위험은 최소화 될 수 있고 사업 기회는 최소화된 LCC들과 함께 향상된 환경성능을 통해 증가될 수 있다.

제2절 전과정 및 에코효율성 평가 S/W

1. 국내외 전과정평가 S/W

가. 국내 전과정평가 S/W

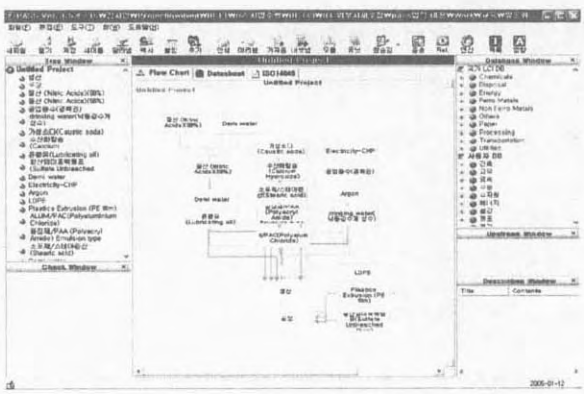
(1) PASS

PASS(Product Assessment for Sustainable Solutions)는 2003년 한국인정원(KAB)이 산업자원부, 한국생산기술연구원 국가청정생산지원센터의 지원으로 개발한 전과정평가 소프트웨어이다. 2003년 최초 1.5.0 버전 출시 이후 꾸준한 개선을 통하여 현재 3.1.3 버전까지 업그레이드되어 있으며, 정부 지원으로 개발된 소프트웨어이기 때문에 원하는 사람은 누구나 다운로드 받아 활용할 수 있다.



<그림 2-19> PASS의 그래픽 인터페이스

PASS는 총 6개의 창으로 화면에 구성되어 있으며, 각각의 기능은 <표 2-3>과 같다.



<그림 2-20> PASS의 윈도우 구조

<표 2-3> PASS의 구성 및 내용

구성 창	내 용
Tree window	• 전체 공정을 한눈에 이해할 수 있도록 모듈과 유닛의 계층 구조 정보를 나타내는 창
Check window	• 연산되지 않은 모듈을 나타내는 창
Database window	• 프로그램 내에 저장되어 있는 기존의 LCI DB를 보여주는 창 • 국가 LCI DB와 사용자 DB로 구성되어 있음
Upstream window	• Database에서 upstream으로 추가 메뉴를 누르면 upstream window에 데이터베이스 항목이 추가되어 프로젝트 내에서 사용된 upstream명 정보를 보여줌
Description window	• 선택된 activity의 ISO 14048을 기준으로 하여 기입된 요약 정보를 나타냄
Main window	• Flow chart, data sheet, ISO 14048정보의 3가지 항목으로 구성 • Flow chart는 모듈 또는 유닛들 간의 연결구조, 즉 프로젝트의 공정 흐름도를 나타냄 • Data sheet는 선택한 activity의 투입 산출물 정보를 보여 줌 • ISO 14048은 ISO 14048의 data format을 기준으로 activity의 상세한 정보를 나타냄.

메인 윈도우의 FLOW CHART 탭 상에 구성한 유닛에서는 기본 단위 Activity에 대한 데이터를 입력한다. 해당 Activity에서 이뤄진 투입산출물 각각의 값을 DATA SHEET 상에 입력하고 ISO14048 탭에는 Activity의 요약 정보를 기입한다. DATA SHEET 상에 입력한 투입산출물은 해당 Activity 내에서 물질수지 확인이 가능하며 이는 데이터 입력 오류를 자동 체크할 수 있도록 한다.

연산이 완료된 데이터는 업스트림, 운송 포함 여부를 고려하여 분석대상 공정을 취사선택한 뒤 목록분석을 수행할 수 있다. 목록분석의 결과는 '엑셀저장' 기능을 이용하여 '*.xls' 파일로 저장이 가능하다. 영향평가 수행도 목록분석 작업과 마찬가지로 업스트림, 운송 포함 여부 및 분석대상 공정의 취사선택 등의 초기 분석 조건에 대한 설정이 가능하다. 영향평가결과는 영향평가의 종류별로 산출할 수 있다. 즉, 특성화, 가중치, 정규화, 통합가중치 등 팩터 값만 있으면 다양한 영향평가결과의 산출이 가능하다.

결과값은 엑셀파일로 저장이 가능하며, 챠트 기능을 이용하여 그래프로도 출력이 가능하다. 각 영향범주별 평가방법별 팩터를 관리할 수 있다. 팩터파일은 엑셀

형식으로 변환하여 외부로 쉽게 EXPORT, 내부로 IMPORT 할 수 있다. 범주별 팩터 편집은 외부의 엑셀파일에서만 가능하다.

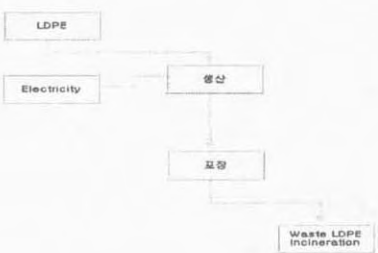
PASS의 주요 특징은 다음과 같다.

· 물질명 관리 시스템 : 동일한 물질을 여러 가지 다른 이름으로 지칭함으로써 발생하는 목록분석결과 해석의 복잡함과 영향평가 수행 시 특성화인자와의 명칭 불일치로 인한 누락 방지



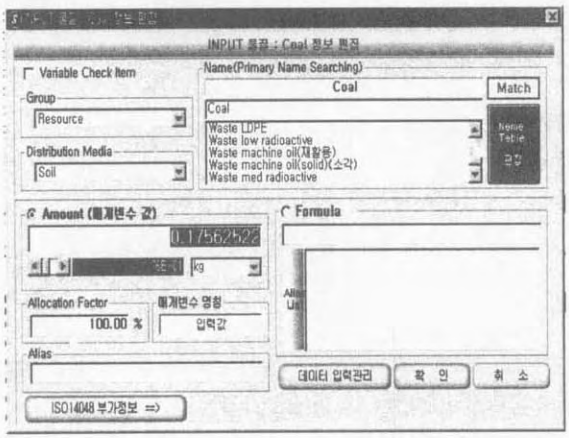
<그림 2-21> 물질명 관리 시스템

· 유연하고 명확한 공정도 구성 : 사용자가 화면에 유닛과 모듈로 Activity 구조를 직접 구성하고 Activity 간의 연결 관계를 설정해줌으로써 Gate to Gate의 경우 실제 공정 및 기타 조업 배치를 충실하게 반영하여 직관적으로 파악이 가능한 Activity flow diagram 작성이 가능



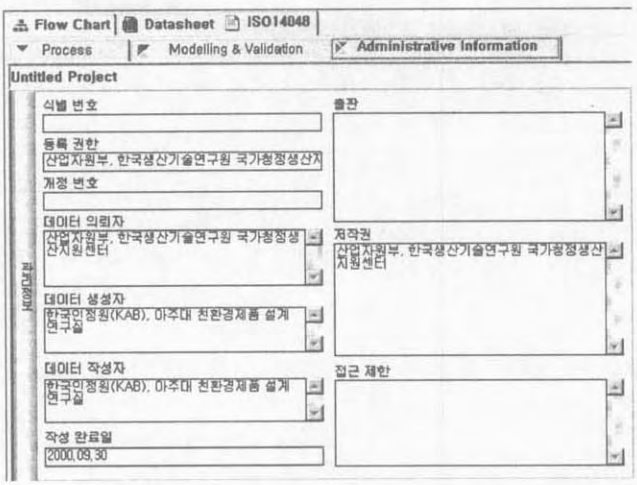
<그림 2-22> PASS 공정도 작성

· 변수 변화에 따른 변동 반영 : 평가 결과에 영향을 줄 것으로 예상되는 특정 데이터 항목들의 값을 변화시켜 이에 따라 변동된 결과를 산출



<그림 2-23> 변수 값 편집

· ISO 14048 호환 : ISO 14048에서 다루고 있는 항목들을 내부 데이터화하여 입력 관리



<그림 2-24> ISO 14048 양식 입력

· Closed Loop Recycle 공정 연산 : 거의 모든 전과정평가 소프트웨어가 지원하지 못하는 Closed Loop Recycle 공정의 연산이 가능하고, 이 과정에서 사용자의 작업 실수 또는 잘못된 데이터로 인해 물질수지가 맞지 않는 경우에는 오류를 자동으로 표시

(2) TOTAL

TOTAL은 환경부, 환경마크협회의 지원으로 네오에코시스템에서 개발한 윈도우용 환경성적표지 전용 전과정평가 프로그램이다. 기존의 전과정평가 프로그램과 비교했을 때, 부가적인 기능은 생략하고 환경성적표지제도에 필수적인 기능만 탑재한 환경성적표지 인증용 전과정평가 소프트웨어이다.

PASS와 기능, 구조적인 측면에서 매우 유사하나, 환경성적표지인증용으로 개발되었기 때문에 인증취득을 위해 필수적으로 수행되어야 하는 기능으로만 구성되어 있으며, 그래픽 비쥬얼리티 및 내비게이션 등을 개선하여 제품의 인증 취득을 원하는 사용자의 접근성을 용이하게 하고자 하였다. 이와 같이 명확한 활용처를 염두하고 만든 소프트웨어이므로 Activity 별로 세부적인 분석을 요하는 전과정평가의 경우에는 적합지 않다.



<그림 2-25> PASS의 그래픽 인터페이스

TOTAL은 총 5개의 창으로 구성되며 각각의 기능은 <표 2-4>와 같다. PASS와 달리 데이터베이스 창은 화면에 별도로 구성되어 있지 않다.



<그림 2-26> TOTAL의 윈도우 구조

<표 2-4> TOTAL의 구성

구성 창	내 용
공정목록	• 전체 공정을 한눈에 이해할 수 있도록 모듈과 유닛의 계층 구조 정보를 나타내는 창
사용 국가D/B 목록	• 현재 공정도 Window에서 작업 중인 국가 데이터베이스에 대한 정보를 표시
공정도 Window	• 전체 공정의 구조를 생성 • 개별 단위공정 및 수송에 대한 추가, 삭제, 편집 작업
ISO14048 정보 Window	• 각 단위공정에 대한 ISO14048정보를 표시
프로그램 상태 표시창	• 현재 프로그램의 작업 상태를 간략히 표시

데이터 입력의 기본 구조 및 기능은 PASS와 유사하다. 다만 데이터 범주, 매체 종류는 환경성적표지인증 제도 기준에 의거하여 구성되었으므로 ISO14048 기준과 같이 상세하게 구분되지 않았다. 연산이 완료된 공정은 분석대상 공정을 취사선택하여 목록분석을 수행할 수 있다. 영향평가방법 종류별로 평가가 가능하나 환경부 환경성적표지인증을 위한 영향평가방법을 이용하면 제품 전과정 단계별 영향평가 결과가 산출되고 공정별 결과는 산출되지 않는다.

(3) PASS와 TOTAL의 특징 비교

<표 2-5> PASS와 TOTAL의 비교 분석

구분	PASS	TOTAL
공정도 작성	• 유닛, 모듈을 이용하여 실제 생산 공정에 근접한 Activity flow diagram 재현 가능	• 개별유닛으로만 공정을 구성할 수 있으므로 복잡한 공정인 경우 실제 공정을 파악하기 어려움 • 수송데이터가 공정연결 지점에 표시되므로 공정도가 난삽해짐
데이터 입력	• Data sheet에서 개별 물질 복사 가능 • 다른 유닛간의 데이터 복사, 붙여넣기 등의 편집 불가능 • 프로젝트 구조에 손상 없이 외	• 데이터 입력 및 편집 창에서 개별 물질 복사 불가능 • 다른 유닛간의 데이터 복사, 붙여넣기 등의 편집 불가능 • Data sheet 내에서 개별물질 복사

	부 프로젝트 데이터 추가 가능	불가능 (오류발생) • 기본단위공정만 복사 가능 (수송 및 복수공정 복사 불가능) • 프로세스에 추가한 DB는 별도 편집이 불가능하므로 데이터 입력 시 연결대상 항목 이름을 DB 항목의 이름과 일치하여야 함. • 공정을 연결할 경우 연결대상 항목의 이름이 동일해야하며 다를 경우 강제연결기능 없음. • 외부 프로젝트 추가기능 없음
목록분석	• 분석대상 범주종류 : 물질/공정 • 목록분석 계산 시간이 많이 소요됨	• 분석대상 범주 종류: 환경성적표지/공정/물질/데이터범주/수송공정
영향평가	• 모든 영향평가방법에 대해 범주별 공정별 영향평가분석 가능	• 환경성적표지인증용 평가방법에 의한 결과는 공정별 분석이 불가능하며 제품 단계별 분석만 가능

나. 국외 전과정평가 S/W

(1) LCALight

LCALight는 웹기반 전과정평가 툴로서 원래 ABB 사원들이 사용할 수 있도록 사내 인트라넷용으로 개발되었다. 자체 간결, 명확한 기능적 특성으로 인하여 전과정평가 독학자나 초기사용자들의 접근 툴로 용이하다. 그러나 2개 이상의 제품 및 단위공정 등 다수의 모듈로 구성된 평가 대상에 대한 복잡한 분석이 요구될 경우엔 보다 세분화된 전과정평가 툴이 적합하다. LCALight의 주요 특징은 다음과 같다.

· WEB-BASED LCA S/W : 웹 기반에서 구동되는 전과정평가 소프트웨어로 불특정 다수 사용자의 접근 및 사용이 용이

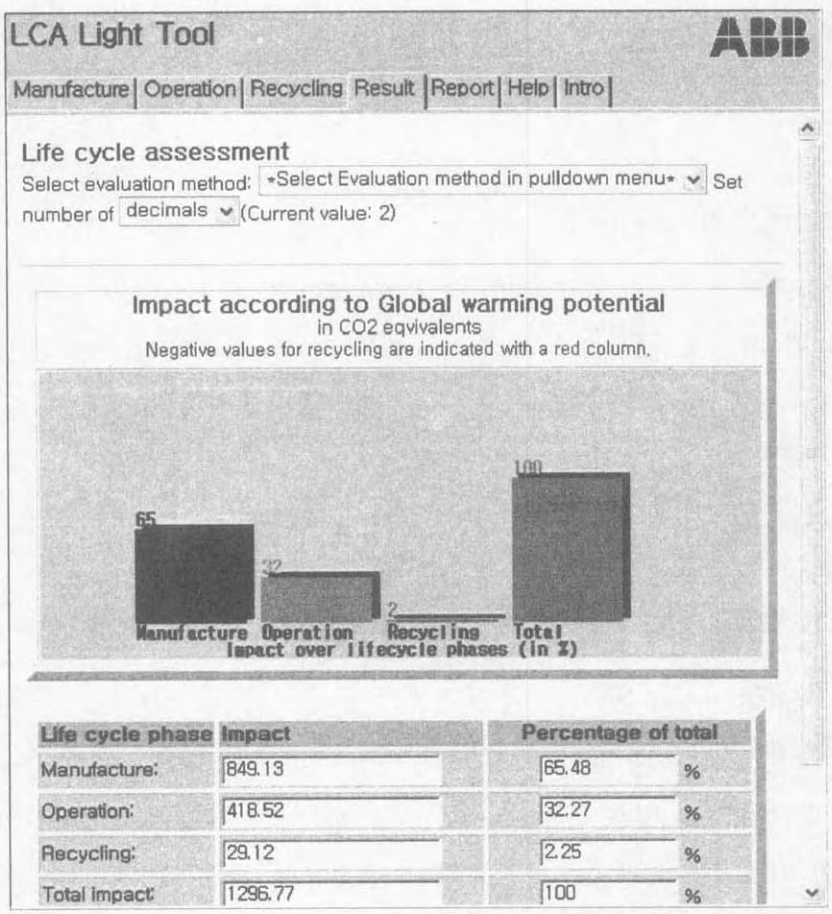
· 간이 전과정평가 S/W : 대상 제품 1개에 대한 개별 전과정평가만 수행 가능하므로 실제 대상 공정 전체에 대한 단위 공정별 전과정평가 비교평가는 불가능하다. 입력 원료의 경우에도 원료 각각의 제조공정은 고려하지 않고 구성 주요재질에 대한 DB 연결만으로 영향평가를 수행하며, LCI는 별도로 REPORT 하지 않는다.

· 제품 단계 단위의 전과정평가 수행 : 데이터 입력 단위가 제품 제조, 사용, 재

활용 등 제품 단계로서 전과정평가 수행을 위해선 사전에 단계별 투입산출물의 취합이 이뤄져야 한다.

· 제품 전과정 중 사용 및 재활용 단계 포함 : 소프트웨어를 통해 수행하는 일반적인 전과정평가 시스템 경계는 대개 C to G 혹은 G to G에 국한되어 있는 데 반해 LCALight는 사용 및 재활용 단계를 포함하고 있다.

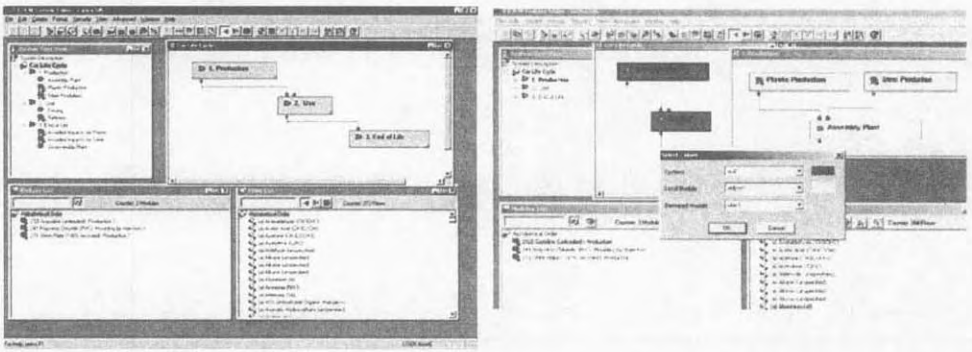
데이터 입력 탭은 총 3 부문으로 제조, 사용, 재활용의 제품 단계별로 구성되어 있다. 원료의 경우 원료를 구성하는 조성별 총 투입 중량을 입력하여야 한다. 전력의 경우 사용자별 국가전력을 선택할 수 있다. 영향범주별 영향평가 결과 및 제품 단계별 영향 기여도를 분석할 수 있다.



<그림 2-27> LCALight의 LCA 결과 화면

(2) TEAM

TEAM(Tool for Environmental Analysis and Management)은 Pricewaterhouse Co.의 Ecobilan Group에서 개발한 소프트웨어로 DEAM이라는 LCI DB를 내장하고 있으며, 2007년 현재 TEAM 4.0까지 개발되어 있다.



<그림 2-28> TEAM의 그래픽 인터페이스

<표 2-6> TEAM의 구성 및 내용

구성 창	내 용
System tree window	• Main system 내의 system과 모듈의 구성을 한눈에 볼 수 있도록 한 창
Graphical view window	• 선택한 system 및 모듈의 구성을 flow 형태로 보여줌
Modules list window	• Main system에서 사용하거나 사용할 database module로 구성 • 추가, 편집, 삭제 가능
Flows list window	• System 또는 module내로 투입, 배출되는 물질을 flows list 에서 선택하여 삽입할 수 있음 • Modules list와 같이 추가, 편집, 삭제 가능

(3) GaBi

GaBi는 IKP(Institute for Polymer testing and Polymer science, University of Stuttgart)와 PE Europe GmbH Leinfelden-Echterdingen사가 공동으로 개발하였으며, LCC, LCWT 등의 기능이 추가되어 다양한 환경관리 프로그램(4.0)으로 확장되었다. 범용 LCI DB 이외에도 IKP/PE가 개발한 650여개의 LCI DB 내장하였다.



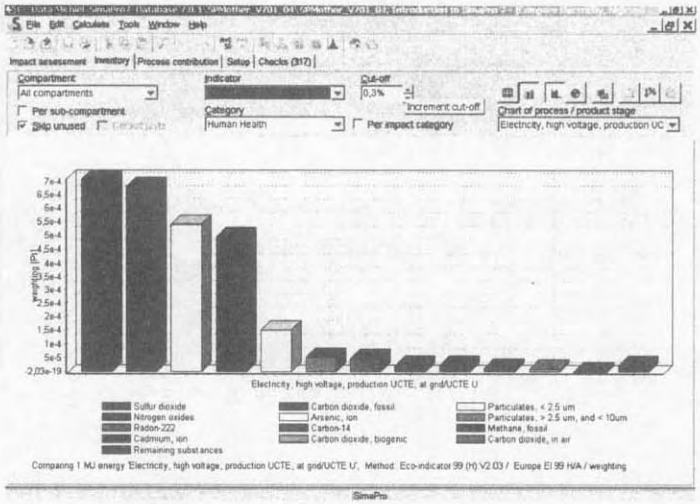
<그림 2-29> GaBi의 그래픽 인터페이스

<표 2-7> GaBi의 구성 및 내용

구성 창	내 용
Object hierarchy window	• 프로그램에 연결되어 있는 모든 프로젝트를 보여주는 창으로 첫 화면의 좌측에 위치하며 여러 개의 프로젝트가 하위에 폴더링(foldering)되어 있음. 원하는 프로젝트를 수행하려면 해당 프로젝트를 활성화하여 다음의 각 항목을 순서대로 수행하면 됨.
Project window	• 각각의 프로젝트에는 LCA 수행을 위한 세트로서 기본 흐름(flow), 상위물질(부품) 데이터베이스를 포함한 공정들(process), LCI 연산(plan), 영향평가결과(balance), 영향평가인자(indicator), 단위(unit) 등을 포함하고 있음.
Flow window	• 가장 기본적인 물질흐름을 나타내는 것으로 GaBi에 내장된 물질과 신규 등록 물질로 구분되며, 등록 시 물질명, CAS No., 단위 등이 포함됨.
Process window	• Flow에서 명명된 것에 따라 단위 공정별 투입물과 산출물 데이터를 입력하고 기준 흐름을 ×자로 고정하여 전체 물질 수지를 조정함. 단위공정의 범위에 따라 개수가 다양해지며 상위 물질(부품)의 경우 현장 데이터가 아닌 내장된 데이터베이스를 활용하여 하나의 프로세스로 취급할 수 있음.
Plan window	• 각각의 단위공정(process)을 연결하고 이들 간의 물질 흐름에 따라 데이터를 정량화하는 단계로 각각의 프로세스를 drag& drop 방식으로 윈도우 창에서 끌어와 연결시켜 LCI 결과를 도출함.
Balance window	• Plan에서 구축된 LCI 결과를 내장된 영향평가 인자를 활용하여 LCIA 결과를 산출하는 단계로 영향범주별로, 단계별로 분석이 가능하고 이를 그래프로 나타낼 수 있음.

(4) SimaPRO

SimaPRO는 네덜란드 PRé Consulting사에서 개발한 소프트웨어로, 2007년 현재 SimaPRO 7.1 버전까지 개발되어 있다.



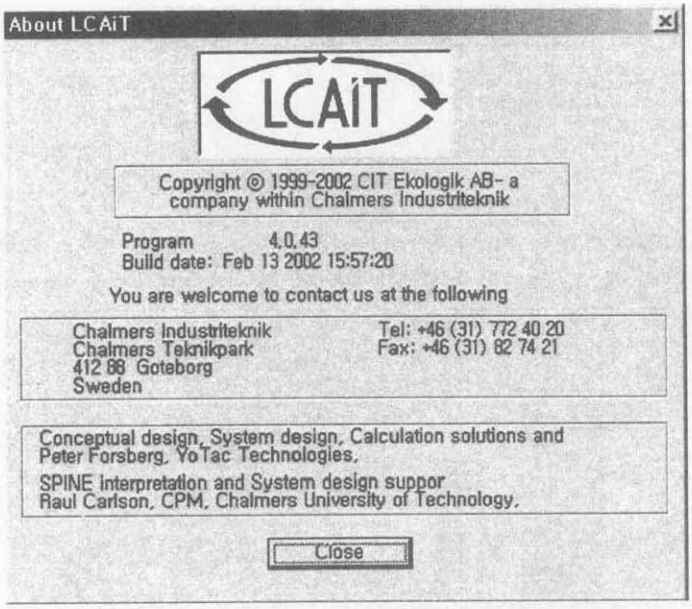
<그림 2-30> SimaPRO의 그래픽 인터페이스

<표 2-8> SimaPRO의 구성 및 내용

구성 창	내 용
Explorer window	• Explorer 창 왼쪽에 ISO 규격에 따른 LCA 단계별 수행항목이 배열되어 있으며, 해당 항목별로 내용 기입 및 연구 수행 • Explorer 창에서 기존에 내장된 LCI DB 목록을 볼 수 있으며, 신규 LCI DB를 작성하려면 Process window를 열어야 함
Process window	• 새로운 LCI DB 입력 시 Explore 오른쪽 상단의 new 버튼을 클릭하면 생성 • 기존 LCI DB 입력 사항을 보기 위해서 원하는 DB 선택 후 오른쪽 상단의 view 버튼 이용

(5) LCAiT

스웨덴 CIT에서 개발한 소프트웨어로, 2007년 현재 LCAiT 4.1.7까지 개발되어 있다. 기존에 LCAiT 3.0의 경우, Inventory Analysis 단계까지만 수행 가능하였으나, LCAiT 4.0부터는 전과정평가 전 단계의 수행이 가능하도록 개발되었다.



<그림 2-31> LCAiT의 그래픽 인터페이스

<표 2-9> LCAiT의 구성 및 내용

구성 창	내 용
Workspace window	• 수행하려는 LCA project와 system을 생성, 정의함 • Documentation 모듈(각 Activity에 대한 일반 정보들을 포함함)도 본 창에 생성됨. • Tree구조
Flowchart window	• 수행하는 LCA System의 Process tree를 구성하는 창
Nomenclature window	• Database에서 사용하는 용어의 정의
QBE (Query by Example) window	• Database의 Process내에서의 모듈 검색 • 서로 다른 Database간의 Activity 복사 • 여러 Database를 동시에 open가능
Output window	• LCA System을 계산하는 과정에서의 상황과 Error 등에 대한 정보 제공
Properties window	• 모든 작업 아이콘에 대한 정보를 볼 수 있는 창
Converter window	• LCAiT 3.0 형태의 DB를 4.0으로 바꾸는 창
Workbook mode window	• 작업(Flowchart, LCI, LCIA 등) 결과물을 보여주는 창

2. 에코효율성 평가 S/W

현재 에코효율성을 평가하기 위한 전용 소프트웨어로 일반에 공개된 내용은 없으나, 환경성 평가 소프트웨어(전과정평가, 에코디자인, 환경성과평가 수행 등의 소프트웨어), 환경비용평가 소프트웨어 등이 개별적으로 공개되어 운영되고 있다. 본 보고서에는 국내에서 환경성 평가 도구로 2002년 개발된 에코디자인 수행 소프트웨어와 국외에서 개발된 경제성 평가 소프트웨어를 분석하였다.

가. 환경부의 에코디자인 도구

국내에서 환경부의 지원으로 에코프론티어에서 2002년 개발한 소프트웨어다. 에코디자인 분석·평가 툴은 크게 정성적인 툴과 정량적인 툴로 구분되어 제공된다. 제품의 환경성을 진단하고 개선방향을 인지할 수 있는 체크리스트 형태의 '에코리스트' 모듈은 정성적인 평가체계를 따르고 있으며, '간단 전과정평가'나 '분해·재활용성' 평가 모듈은 정량적인 평가체계를 갖고 있다. 이들 평가모듈은 기업 상황 및 목적에 따라 제품설계 과정에서 반복적으로 이용될 수 있다.

에코리스트(Ecolist)는 에코디자인의 대표적인 정성적인 툴로서 전략별 체크리스트 유형의 질문과 각 질문별 평가체계로 구성되어 있다. 에코리스트는 에코디자인에서 일반적으로 고려될 수 있는 6대 전략, 즉 유해물질 사용 감소, 에너지 효율성 향상, 물질사용 최소화, 사용수명 최적화, 재활용성 향상, 환경배출물 저감을 고려하고 있으며, 전과정단계를 모두 포괄하는 질문으로 구성되어 있다. 또한 산업레벨로 개발되어 있는 내용을 특정제품에 대해 구체화하는 작업을 하게 되면 보다 정확한 평가결과를 기대할 수 있게 된다.

에코리스트는 크게 진단용과 평가용으로 구분될 수 있는데, 진단용은 'Yes' 또는 'No'로 평가하는 체계를 가지며, 용어 그대로 기준제품(Reference Product)의 환경성을 진단하는 데에 그 목적을 갖는다. 이 결과를 토대로 설계자는 제품 개발 방향을 정하고 구체적인 설계 대안을 도출할 수 있는 것이다. 이에 반해 평가용은 다양한 설계 대안에 대해 어떤 대안이 6대 전략별로 높고 낮을 수 있는지 변별력 있게 평가할 수 있게 한다. 질문은 진단용과 동일하나 평가체계가 '5점 척도'로 구성되어 있다. 평가용의 '5점 척도'는 5점은 Frontier(혁신형), 4점은 Leader(선진형), 3점은 Challenger(도전형), 2점은 Follower(추종형), 1점은 Laggard(후진형)의 수준 하에서 일관성을 고려하여 개발되었다. 사용자가 6대 전략별 평가하고자 하는 제품 또는

설계 대안에 대해 체크하면, 스파이더 웹 다이어그램 형식의 결과가 도출될 수 있으며 3개 설계 대안까지 비교평가가 가능하다.

간단 전과정평가란 제품을 구성하는 소재의 간략화된 전과정평가 정보(LCI, LCIA)를 이용하여 제품 또는 부품의 환경영향을 쉽게 파악할 수 있도록 한 것이다. 사용자가 평가하고자 하는 제품의 소재 종류, 투입량, 사용수명, 수송거리, 폐기방법 등의 제품의 전과정에 대한 정보를 입력하고, 이 정보들과 이미 내장되어 있는 전기, 수송, 수자원, 기초 소재들의 전과정평가 정보가 연결되어 환경영향을 계산해 주는 기능을 제공한다. 이때 환경영향은 자원고갈, 지구온난화, 산성화, 부영양화, 광화학적 산화물 형성, 오존층 파괴, 인체 독성, 생태계 독성 8가지 범주에 대해 비교평가가 가능하도록 되어 있으며, CO, CO_2, NOx, SOx, COD, Nitrate, Phosphate 등 주요 인자에 대해서도 분석할 수 있다.

또한 제품의 분해 시간과 분해 인건비, 부품의 재활용 및 재사용 이익과 폐기비용 등을 바탕으로 재활용 비용과 부품의 분리 용이성, 물질의 재활용성 등을 평가하고 최종적으로 재활용 평점을 도출함으로서 제품설계자가 폐기단계의 환경성과 경제성을 사전에 파악할 수 있도록 지원해 준다. 크게 분해시간, 재활용 비용, 재활용성 평점 3가지 세부모듈로 구분하여 분석평가가 가능하다. 분해시간은 제품의 수동 조작으로 분해할 때 소요되는 시간을 평가하는 것으로서 부품간 체결방법에 의한 표준 분해시간과 부품분해를 위한 접근용이성(접근하는 방향의 용이함 정도) 및 부품 취급용이성(크기와 중량 등)에 의한 부과시간으로 구분하여 평가한다.

재활용비용은 앞서 계산한 분해시간을 이용하여 분해인건비를 산출하고 재사용/재활용 이익을 뺀 후 폐기비용을 더해줌으로서 산출될 수 있다. 재활용성 평점은 재활용센터에서 재활용을 위해 분해가 용이하도록 설계되어 있는가와 얼마나 재활용성이 좋은 물질을 사용하도록 설계되어 있는가를 평가하는 것이다.

국내 산업계가 가장 필요로 하는 에코디자인 정보는 유해물질 규제현황으로 조사되었다. 본 연구에서는 크게 유럽, 미국, 일본, 한국 4개 지역에 유해물질로 규정되어 있거나 금지하는 물질목록을 총망라하여 약 3,000여개 물질에 대해 데이터베이스화 하였으며, 이를 검색기능과 함께 소프트웨어로 구현하였다. 사용자는 지역을 선정하고, 각 지역별 규제 내용, 규제 정도, 산업 등을 선택하게 되면, 원하는 규제대상 물질목록을 볼 수 있다. 또한 40개 제품군 72개 기업에 대한 에코디자인 사례를 최근 3년 이내의 정보를 기반으로 데이터베이스화함으로서 국내 제품설계

자가 해외 선진기업의 에코디자인 경향을 알 수 있도록 지원하고 있다.

나. P2/FINANCE

P2/FINANCE는 미국환경보호청(U.S. EPA)의 재정지원을 받아 Tellus Institute에서 개발되었다. 현재 version 3.0까지 발표되었으며 마이크로소프트 윈도우 환경에서 구동될 수 있는 엑셀용 프로그램이다. P2/FINANCE는 총 4개의 데이터 입력 시트와 4개의 결과물 산출 시트로 구성되어 있으며, 각 시트마다 활성단추를 가지고 있다. 각각의 기능은 <표 2-10>과 같으며, Calc 버튼을 눌러야만 입력된 내용이 프로그램에 반영된다.

<표 2-10> 시트의 구성

데이터 입력 시트	결과물 산출 시트
Project Title	Scenario Summary Report
Default Parameters	Tax Deduction Schedule
Initial Investment Costs	Incremental Cash Flow Analysis
Annual Operating Costs	Incremental Profitability Analysis

P2/FINANCE는 기본적으로 다음과 같은 4단계의 과정을 거쳐 분석 작업이 이루어진다. 첫 번째 단계는 분석하고자 하는 공정을 규정하는 것으로 P2/FINANCE에서는 기본 시나리오(base)와 그에 대한 대안 시나리오를 2개까지 동시에 비교/분석할 수 있도록 구성되어 있다. 두 번째 단계는 기본공정과 대안공정의 비용자료를 조사하는 것으로, TCA를 위한 비용자료는 기존의 회계시스템으로는 얻기 어려운 내용이 많으므로 분석을 위한 새로운 자료 조사가 필요하다. P2/FINANCE에서는 초기투자 비용과 연간운영비용을 구분하여 입력하도록 구성되어 있어 비용자료의 조사도 이들을 구분하여 이루어져야 한다.

세 번째 단계는 조사된 비용데이터를 입력하는 것으로 초기투자비용과 연간운영비용을 정해진 포맷에 따라 입력하고 분석에 필요한 각종 파라미터를 입력해야 한다. 네 번째 단계는 비용분석 단계로 P2/FINANCE에서는 순현재가치(Net Present Value ; NPV), 내부수익률(Internal Rate of Return ; IRR), 회수기간(Discounted

Payback) 등의 지표를 자동으로 계산해 주며 이러한 지표들을 토대로 투자에 대한 적합성을 평가하게 되는 것이다.

P2/FINANCE는 비용항목을 크게 두 가지로 구분하고 있는데 초기투자 비용과 연간운영 비용이 그것이다. 이들 두 비용항목은 각각 10여 가지의 세부 비용범주로 구분하여 입력하게끔 되어 있다. P2/FINANCE는 범용프로그램인 마이크로소프트사의 엑셀을 사용하여 설계된 프로그램으로 기존의 엑셀 사용자에게는 사용에 큰 불편함이 없는 장점이 있다. 또한 웹을 통해 무료로 배포되고 있는 점과 프로그램의 역사가 비교적 오래되어 사용 예가 많고 지속적인 업그레이드가 이루어지고 있는 점이 장점이라고 할 수 있다.

실제로 미국 환경보호청의 환경비용평가 프로그램에 P2/FINANCE가 사용되어 그 효용성이 충분히 검증되어 있다. 그러나 엑셀프로그램의 한계인 복잡한 화면과 데이터 테이블 형태의 단순한 분석결과물 제공 기능은 사용자에게 적지 않은 부담으로 다가온다. 또한 미국에서 연구 개발된 프로그램이므로 소득세율을 연방정부, 주정부, 지방정부의 3단계로 계산하여야 하는 점과 같이 국내 사정과는 차이가 있기도 하다.

다. PTLaser

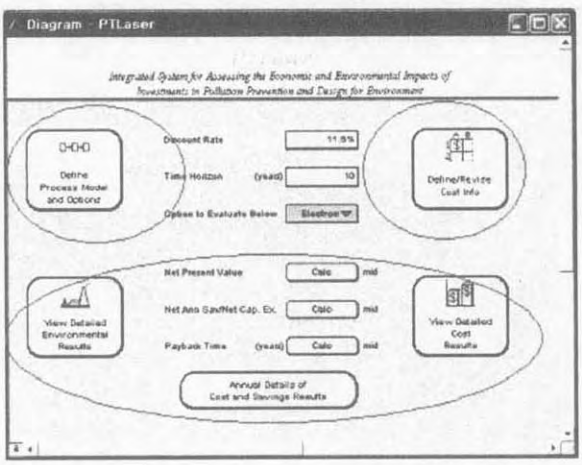
PTLaser는 미국의 LCA, DFE, P2 등 산업과 환경에 대한 프로그램을 개발/판매하고 있는 SYLVATICA사에서 개발한 프로그램이다. PTLaser는 사전오염예방(P2)을 염두에 두고 경제적인 측면과 공학적인 측면을 모두 고려하여 개발된 프로그램으로서 전과정 비용분석(LCCA, Life Cycle Cost Assessment)과 총비용평가(TCA, Total Cost Assessment)가 가능한 통합적이고 유연한 공정모델을 작성할 수 있으며, 프로그램 내에 고도의 그래픽 모델링 환경을 제공하고 있다.

PTLaser는 크게 세 단계의 과정을 통해 분석이 이루어진다.

첫 번째 단계는 모듈생성단계로, 전과정평가의 공정도 작성과 유사한 개념으로 분석하고자 하는 공정의 범위와 흐름을 작성하는 것이다. 두 번째 단계는 비용을 결정하는 단계로, 첫 번째 단계에서 작성된 공정흐름에 맞추어 각 공정별 투입물질

의 가격, 폐기물 처리비용, 저장비용 등 모든 비용을 입력하는 것이다. 세 번째 단계는 분석결과물을 나타내주는 과정으로, 작성된 공정흐름과 입력된 비용데이터를 토대로 프로그램이 계산해 낸 환경적, 경제적, 물리적 분석 결과를 그래프와 표로 나타내주는 단계이다. 이러한 결과물은 프로그램 사용자로 하여금 투자에 대한 결정을 보다 합리적인 방향으로 할 수 있게 도와준다.

PTLaser는 독립적인 프로그램이 아니라 Analytica라는 모델 분석 프로그램에 사용할 수 있는 일종의 TCA 분석용 모델이라고 할 수 있다. SYLVATICA사는 PTLaser에 'barrels.ana' 라는 이름의 파일을 제공하고 있는데 이 파일이 TCA를 수행하는 Analytica의 모델이 되는 것이다. 파일의 확장자명에서 알 수 있듯이 이 파일은 Analytica를 통해서만 사용할 수 있다.



<그림 2-32> PTLaser 메인화면

PTLaser는 별도의 프로그램으로서 입력 인터페이스가 윈도우 환경과 유사한 GUI이고, 분석결과를 다양한 표와 차트 형태로 제공하는 등 사용자의 편의성을 많이 고려하여 개발되었으며, 프로그램 내에 내장되어 있는 모듈들을 이용하여 보다 간편하게 데이터 입력이 가능하도록 설계되어 있다. PTLaser는 환경비용 평가는 물론 전과정평가도 가능한 프로그램이다. 또한 분석과정을 그래픽 화면으로 구성하게 되어있어 사용자는 물론 제3자가 분석과정 및 그 결과를 쉽게 이해할 수 있는 장점이 있다. PTLaser의 가장 우수한 부분은 분석결과를 다양한 형태의 표와 그래

프로 나타낼 수 있다는 점이다. 프로그램은 공정별/물질별 분석은 물론 계산값의 통계적 특성별로 결과를 표시해 주는 기능이 있으며, 대안별 비교가 가능하도록 일반화 연산을 수행하도록 구성되어 있다.

PTLaser를 사용한 분석에 있어서 가장 중요한 부분은 분석하고자 하는 대상 시스템의 경계를 설정하고 설정된 경계에 부합하는 공정도를 작성하는 것과 그에 따른 적절한 데이터를 수집하는 것에 있다고 판단된다. 이러한 과정은 전과정평가의 과정과 매우 흡사하다. PTLaser 자체가 전과정평가를 고려하고 만들어졌기 때문이기도 하지만 환경비용평가만을 목적으로 하는 사용자라면 이러한 부분에서 전과정평가에 대한 이해의 부족으로 인해 시스템 경계를 설정하고 그에 따른 공정데이터를 구분하여 수집하는데 적잖은 어려움을 느낄 것으로 판단된다.

제3절 폐철도차량 처리 및 재활용 사례

1. 국외 폐철도차량 처리 방법

가. 일본

일본은 철도산업의 선두에 있는 국가로 1987년 일본국유철도가 7개의 JR그룹으로 분리되어 민영화되었다. 일본에서는 차량의 자산 가치를 부여하기 위해 법정내용연수에 5~10 %의 잔존가치를 부여하여 폐기한다. JR 동일본을 예로 들면 1987년 발족 이래 신간선을 포함하여 전동차가 전 차량의 77 %를 점하고 있으며 이 중 운행년수가 20년이 넘는 노후차량에 대해 용도에 따라 다른 처리 방침을 적용하였다. 특급전차는 승객 요구에 부응할 수 있도록 신규 제작을 하였으며, 통근 및 근거리 차량은 내구연한의 연장이 가능한 차량으로 최대한 이용하였다. 또한 철도산업에 친환경 물질(eco-materials)의 개념을 도입하여 <표 2-11>에서와 같이 타 분야에서 발생한 폐기물로부터 재활용한 물질을 철도에 사용하거나 철도에서 발생되는 폐기물을 재활용하려는 시도를 지속적으로 하고 있다.

<표 2-11> 철도에 사용된 재활용 제품의 예

소재	제품	원료	주기능	비고
고무	Ballast Material	자동차 타이어	방진/Ballast 세립화 방지	실용화
	Slab Material	자동차 타이어	방진	실용화
	건널목판	전선 피복재	경량, 장수화	실용화
수지	말뚝/거리표시판 덮개 등	전선 피복재	내부식/경량	실용화
산업 폐기물	궤도상 흡음재/인조암석	유리/사기조각	흡음	실용화
	인조암석	유리/사기조각	암석 대체	개발중
	흡음재	유리/사기조각	흡음	개발중

나. 유럽

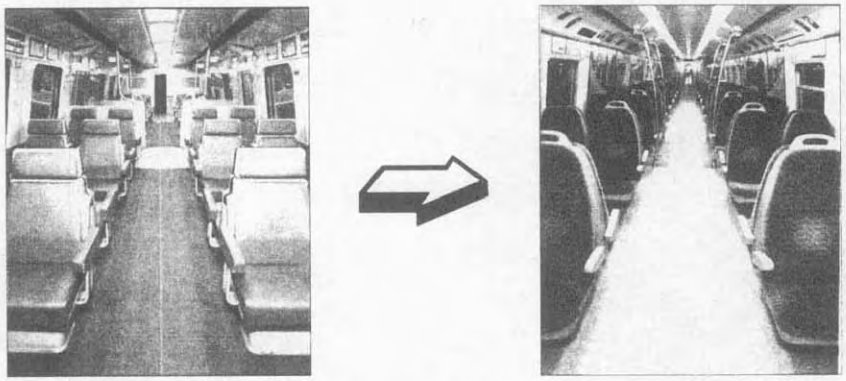
핀란드의 경우, VR 철도(Finnish State Railway)의 폐차기준은 표준 사용연수(전동차 25년)이지만, 차량의 상태 등에 따라 연장하여 사용하고 있다. 전동차에 대한 정기검사는 운행거리에 준하여 시행하고 있으며, 차량의 폐기는 부품교체의 부족과

증가하는 보수비 등에 따라 판단한다. 따라서 VR 철도에서는 전동차를 적어도 15년 동안 더 사용할 수 있기 때문에 차량수명은 약 40년 이상이 되며, 일반적인 보수유지 작업은 정비창에서 시행한다. VR은 전동차의 폐차를 특정기준에 따르는 것이 아니라 검토방법에 따라 탄력적으로 적용하고 있다.

영국에서는 여러 개의 철도회사에서 BR(British Railways)를 운용하고 있는데 특히 EPS(European Passenger Services)의 폐차기준을 살펴보면, 전동차의 내용연수는 30년이며, 이 기준은 우리나라와 비교하여 5년이 더 길다. 반면에 벨기에는 BNR(Belgian National Railway)을 운행하고 있으며, 전동차에 대한 내용연수는 영국 EPS의 기준과 동일하다. 유럽에서는 주기적인 검사를 통해 정해진 내용연수보다 전동차를 더 길게 사용하고 있으며, 이는 전동차의 내구연한이 지나면 무조건 폐차를 할 수 밖에 없는 국내의 여건과 크게 비교되는 부분이다.

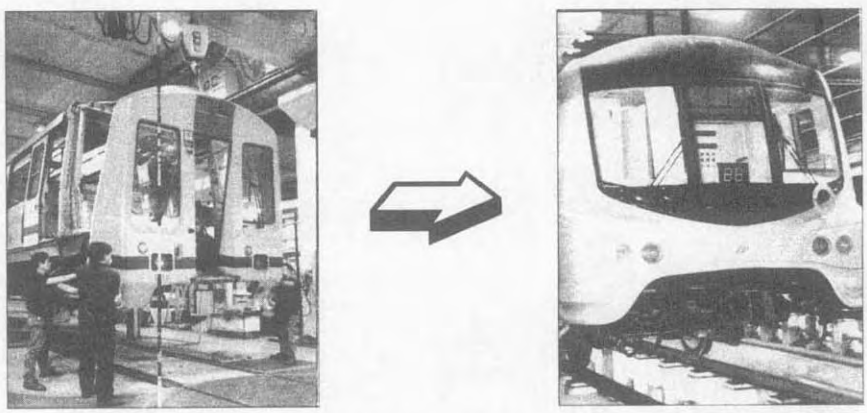
최근에 대표적인 철도차량 제작업체인 ALSTOM Train Service는 홍콩의 Kowloon-Canton Railway Corporation (KCRC)로 부터 1979년부터 1985까지 GEC ALSTHOM Metro-Cammell에 의해 공급되었던 철도차량에 대한 개보수 계약을 체결하였다. 그 결과 새로운 열차의 약 30 % 비용만으로도 KCRC의 향후 15년간의 요구사항을 만족시킬 수 있었다. 폐철도차량의 개보수를 통해 비용절감뿐만 아니라 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

먼저, KCRC의 철도차량들은 10~15년 동안 사용되었기 때문에 많은 손상이 발견되었다. 따라서 승객들에게 새롭고 세련되면서 편안함을 줄 수 있는 인테리어의 개보수가 필요하였다. 인테리어와 좌석의 설계 시 지역 승객들의 요구를 반영하기 위해 실물크기의 모형을 과제 수행 초기에 제작하여 고객들이 직접 평가할 수 있도록 하였다. 또한 효율적인 공기순환을 위해 선형환기장치(linear ventilation fan)를 설치하였으며, 중국어민과 영어민 승객 모두에게 편리하도록 2개 국어를 표시할 수 있는 LED 승객안내판을 적용하였다.



<그림 2-33> 승객환경 개선의 예

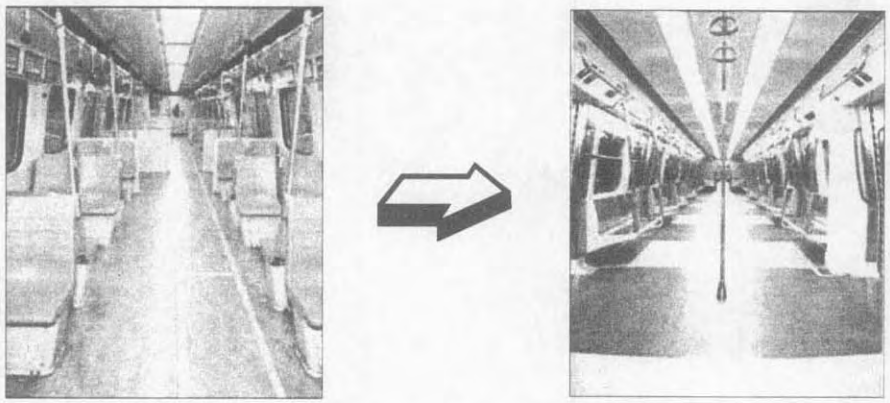
두 번째, 인테리어의 발전에 따라 1970년대의 디자인을 대체하기 위해 새로운 디자인의 전두부를 창조하였다. 이는 매우 독특한 새로운 외관과 함께 열차의 시각적 효과를 변화시켰고, 서비스 질에 대한 승객들의 인식을 개선시켰다. 휠체어를 위한 공간과 시각장애인을 위한 가시도 높은 시설물들을 제공하였다. 보다 개방적이고 눈을 끄는 외형뿐만 아니라 캔틸레버식 좌석(cantilevered seat), 청소하기 용이한 인테리어 형태로 승객의 만족도를 유지하였다.



<그림 2-34> 외관개선의 예

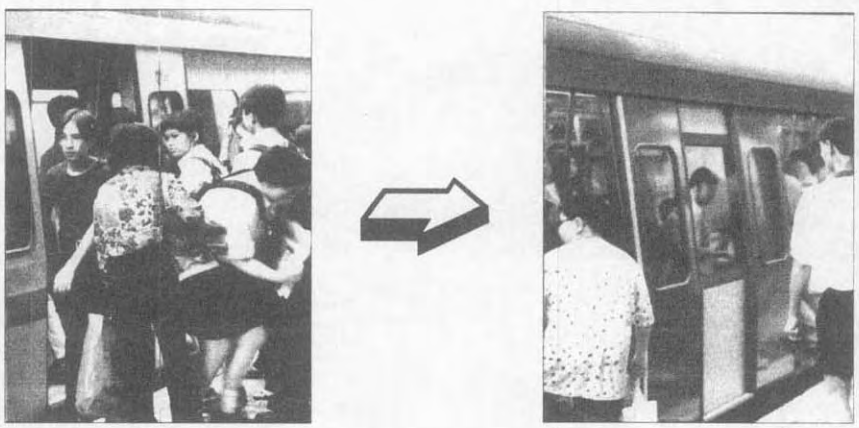
세 번째, 공간의 확대는 운전자와 승객 모두에게 이익을 준다. 수용력 증가를 위한 디자인의 요점은 존재하는 차축 부하와 제동 능력 이내에서 최적의 승객 편의를 갖춘 최대의 용적을 제공하는 것이다. 불필요한 중간 운전 캡을 해제하고 그것들을 표준 말단 구조를 가진 것들로 대체하는 것은 승객들을 위한 더 많은 공간을 창출하게 한다. 일등칸 차들의 출입문 개수를 줄이는 것은 승객 흐름에 방해를 없

앤다. 이러한 설계는 사용가능한 공간의 최대 사용을 보장하고 서서 가고 싶은 사람들에게 더 많은 공간을 제공한다. 전체적으로 개보수 프로그램을 통해 각각의 열차 공간을 10 % 이상 증가시킬 수 있다.



<그림 2-35> 수용력 증가의 예

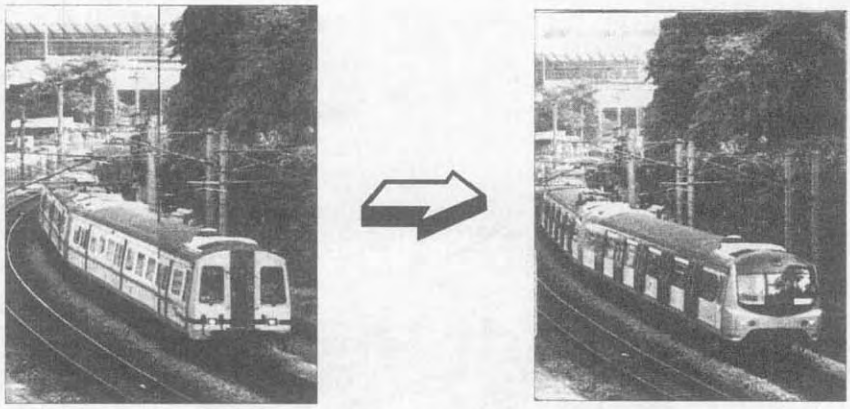
네 번째, 빠른 승하차는 운전자에게는 높은 생산성을, 승객에게는 짧아지는 여행시간을 의미한다. 개보수된 차량은 두개의 추가 출입문이 각 양끝에서 차량의 만족스런 대칭을 유지하면서 훨씬 큰 접근성을 만들어 낸다. 또한 모든 신규 출입구에 전기조작장치를 설치함으로써 신뢰성의 증진과 유지비 감소를 가능케 하였다.



<그림 2-36> 승하차 속도 증가의 예

마지막으로 전 세계 철도에서 효과성이 입증된 최고의 최신 소재들과 장비들에 의해 열차의 신뢰성은 본질적으로 증가한다. 전체적인 신뢰성을 증가시키는 기술적

변화들로는 새로운 커플러(coupler), 배터리, 개보수된 냉방장치 그리고 주요 변환 장치들의 업그레이드 등이 있다. 수많은 안전성 개선 시설 중에는 방화시설과 승객들이 위급상황에 선로에 안전하게 내려 갈 수 있도록 하는 계단의 설계 등이 있다.



<그림 2-37> 안전성과 신뢰성 개선의 예

2. 국내 폐철도차량 처리 방법

국내의 전동차는 1974년 서울시에 지하철 1호선이 개통된 이래 수송 능력이 증대하면서 대중교통의 중추적인 역할을 수행하고 있다. 일반적으로 전동차의 내구연한은 25년으로 알려져 있으며, 1999년 이래 국내에서도 폐전동차가 상당량 발생하고 있다.

<표 2-12> 전동차 폐차 계획 (단위: 량, 한국철도공사)

년도	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	합계
수량	32	38	13	53	47	33	2	72	36	0	50	16	54	22	468

국내의 폐전동차 처리 방법은 크게 원형매각과 해체매각으로 나눌 수 있다.

원형매각은 폐전동차에서 재사용 가능한 부품만 선별한 후 차량을 원형 그대로 매각하여 매수자가 용도변경을 통해 재활용하거나 해체하여 재활용품과 폐기물로 구분하여 처리하는 방법이다. 일반적으로 원형 그대로를 사용하는 경우 구조물의 특성을 살려 사회복지시설의 건축물로 활용하거나 예술 공간으로 이용하고 있다. 객차의 경우에는 일부 식품업계에서 용도를 변경하여 카페나 간이식당으로 이용하

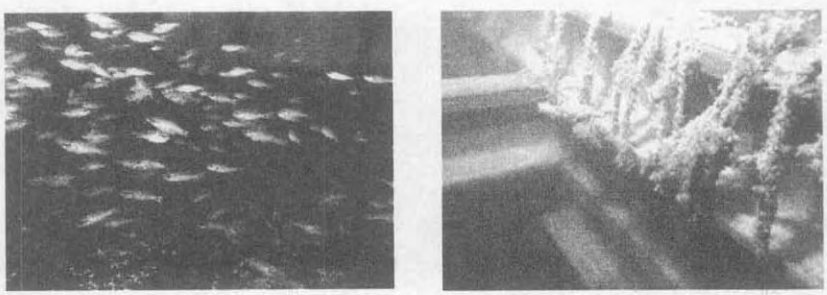
고 있으며, 이는 홍보를 통해 관광 상품과 연계하여 부가가치를 높일 수 있다.

또한 미국의 경우 대서양에 인접한 일부 주들에서 운영하고 있는 '인공어초프로그램' 정책에 일환으로 폐전동차를 해양생물의 보금자리로 원형 그대로 활용한 예도 있다. 물론 부식 가능한 내외장재와 해수를 오염시킬 수 있는 부품 및 유리, 출입문 등을 먼저 제거하였으며, 분리된 부품은 상태에 따라 다른 전동차 수리에 이용하거나 나머지는 매각하였다.



<그림 2-38> 폐전동차를 바다에 투하하는 장면(USA)

최근 국내에서도 철도차량의 넓은 표면적을 어초의 구조와 표면으로 활용함으로써 부착 기지를 충분히 제공되도록 하였으며, 넓은 투영면적을 확보하여 용승류 및 와류가 발생토록 하였고, 친환경소재를 보강함으로써 생물학적 반응이 단기간에 촉진될 수 있도록 철도차량을 친환경 인공어초로 개발하고 있다.



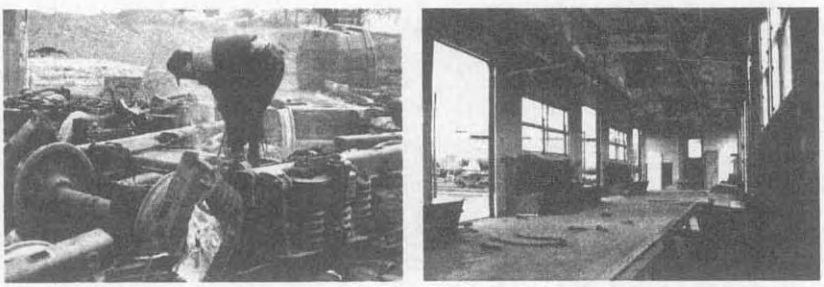
<그림 2-39> 철도차량 인공어초의 효과

원형매각은 다양한 용도로 활용할 수 있는 점에서 큰 장점을 가지고 있으나, 해체를 하지 않기 때문에 이동성에 제약이 있다. 또한 매입자가 없을 경우 처리시간

이 지연되며, 폐기물 발생의 가능성을 가지고 있다.

해체매각 시 전동차의 해체는 크게 차량 내외 조립 부품의 철거작업, 차체구조물의 해체작업, 재사용 부품별 분류작업으로 구분할 수 있다. 먼저 설비 부품의 철거 작업 전에 폐기물관리법에서 지정폐기물로 분류되어 있는 폐유에 대한 제거 작업이 선행되어야 한다. 차외 부품 중에는 집전장치, 에어컨, 제어장치, 공기압축기, 제동부품 등이 철거해야 한다. 차내 부품으로는 실내등, 도어, 창, 판넬, 의자, 선반 등을 분리하며, 대차 부품 중에는 주행 장치, 주전동기, 대차프레임 등을 해체한다.

차체 구조물의 해체는 주로 차량기지 내에서 이루어지며, 수작업에 의해 분류된 탄소강, 스테인레스강, 알루미늄 합금, 유리, 고무, FRP 등은 가공처리업체에서 처리가 가능한 형상으로 분류하여 처리한다. 재활용이 되지 않는 유류 관련 부품 재질에 대해서는 산업폐기물의 기준에 따라 적절하게 처리한다.



<그림 2-40> 폐전동차 해체 모습

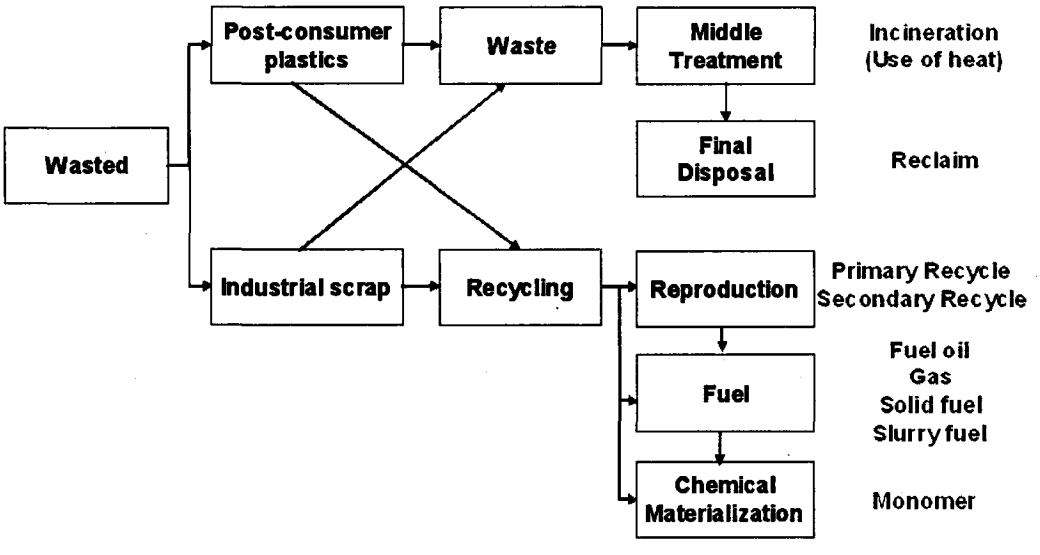
해체매각은 재사용부품의 활용성을 향상시킬 수 있고 장기적인 관점에서 장점을 가지고 있다. 그러나 폐기물에 대한 처리 문제를 간과할 수 없으며, 해체업체의 능력에 따라 전체 처리 효율을 의존하게 된다.

<표 2-13> 폐전동차 처리방법의 장단점

구분	원형매각	해체매각
장점	• 자원재활용이 경제적 • 재활용품/폐기물 분리에 높은 효율성 • 신속한 처리가 가능	• 장기적으로 유리 • 부품선별이 용이 • 재사용부품의 높은 활용성 • 폐기물처리가 용이
단점	• 처리업체 능력의 불확실성 • 응찰자 없을 경우 처리기간 지연 • 폐기물처리문제 발생가능	• 해체 소요 예산 확보 • 조직재편성 및 장비 구비 • 장비 및 유휴 인력 발생

제4절 폐 FRP 재활용 처리기술

폐 FRP의 재활용 방법은 크게 재료 재활용(Material Recycling), 화학적 재활용(Chemical Recycling) 및 열적 재활용(Thermal Recycling)으로 분류할 수 있다. 일반적으로 FRP는 경화 후 원래 상태로 환원되지 않는 열경화성 수지로 독립적 재사용에는 한계가 있다. 따라서 재료 재활용은 주로 열가소성 수지를 바인더로 하여 충전 재료로 재활용하거나 콘크리트나 모르타르의 골재 등으로 사용하는 단순 재활용과 일부 오염 또는 여러 폐플라스틱이 혼합되거나 기능과 물성의 향상을 위해 무기물을 첨가하여 활용하는 복합 재활용으로 나눌 수 있다.



<그림 2-41> 폐플라스틱의 재활용 및 처리

단순 재활용은 FRP 제조공정에서 나온 부산물이나 원래 용도를 다한 폐기 제품을 주로 이용한다. 그러나 제조업체의 영세성과 유리섬유로 인한 분쇄·분말 기술의 지속적 활용이 어려워 실제 재활용에 많은 어려움이 있다. 복합 재활용은 흙, 오일, 금속 등의 이물질 분리 및 제거에 별도의 시설과 설비가 추가로 요구되어 단순 재활용에 비해 비용이 많이 들고 공정이 복잡하여 그 용도가 제한될 수 있는 단점이 있으나, 비교적 재활용의 적용 가능성이 큰 방법이다.

화학적 재활용은 폐 FRP의 고분자량의 쇄상 및 판상분자를 화학분해나 열분해에 의해 모노머나 저분자량으로 해중합 또는 분해하고 정제하여 화학연료나 원료

로 재이용하는 것을 말한다. 화학적 재활용에 있어서 에너지 소비는 재료 재활용보다 크며, 이점이 실용화를 지연시키는 요인이기도 하나 최근 이 분야의 기술적 진보로 특정분야에서 상업용 플랜트가 개발되었다.

열적 재활용은 폐 FRP를 소각 또는 건류 소각하여 그 열로 전력, 스팀, 온수 등을 회수하는 것을 말하며, 고형연료나 슬러리연료 등으로 만들어 연료로 이용하는 것도 궁극적으로 열을 이용하기 위한 것이므로 열적 재활용에 포함된다. 현재 소각로의 손상이나 유해가스 발생 등의 기술적인 문제는 많이 해결되었으나, 이산화탄소의 대량발생은 피할 수 없으므로 기술적·경제적인 이유로 재료 재활용과 화학적 재활용이 불가능한 경우에 이용하는 것이 바람직하다.

<표 2-14> 폐 FRP의 처리 및 재활용 기술

구 분	주요특징 및 발전방향
재료 재활용	• 재활용 적용성이 가장 광범위하고 다량 사용 가능 • 분쇄, 분말의 전처리 공정과 성형설비의 대형화 소요 • 반영구적인 재사용이 가능한 기능성 재질 개발 필요
화학적 재활용	• 열분해로 분해 정제하여 화학연료나 원료로 재이용 가능 • 에너지 소비가 비교적 많고 경제성이 낮아 실용화 곤란 • 생성유의 수율 및 품질의 향상으로 실용화 촉진
열적 재활용	• 에너지의 회수가 매우 쉽고 이물질 혼합재료에 적합 • 연소시의 유해물질로 인한 환경오염 가중 • 완전 분해 및 유해가스 및 CO_2 발생 저감기술 개발 필요

1. 국외 폐 FRP 재활용 기술

가. 재료 재활용

미국에서는 플라스틱공업협회(SPI) 산하 SMCAA가 타용도의 FRP보다 자동차의 FRP 재료를 중심으로 재활용 사업을 수행한다. 분쇄공장인 Phenix Fiber Glass사에서 회수된 유리섬유는 주로 BMC에 이용되고, 분체는 경량필러로서 SMC 등의 성형에 재활용 되고 있다. 또한 캐나다 Phoenix Fiberglass사의 분쇄에 의한 재활용 사업을 지원하고 있으며, 이는 압축공정을 포함하여 유리, 수지, 분체 등을 구별할 수 있는 것이 특징이다. Ford사의 에코노라인 밴의 엔진 커버를 분쇄에 의한 필

러로 사용하고 있다. 최근 Biotech사에서는 폐플라스틱에 폐 FRP를 보강하고 여기에 TXKD 수수 섬유질을 혼합하여 강화 플라스틱을 제조하는 기술을 개발하여 생산 중에 있다.

일본에서도 폐 FRP 분체를 SMC 등에 필러로 사용하고 있으나, 재활용량에 한계가 있어 보다 광범위하고 대량으로 사용할 수 있는 건설자재로 대량 재활용을 유도하고 있다. 유럽에서는 프랑스 Valcor사가 자동차용 FRP 부재에 대해서 전사적 리사이클을 표방하고 자체 설비의 개발로 자체 재활용하는 심도 있는 재활용 사업을 진행하고 있다. 독일의 Ercom사는 FRP 재활용 사업인 EUREKA 계획에 재활용 프로젝트가 지정되어 있고, 독일정부는 정책적 접근으로 자동차 산업을 대상으로 구성 재료의 25 % 이상을 재활용품으로 사용할 것을 법률로 정해 유럽 내에서도 모범적인 재활용 모델이 되고 있다. 프랑스의 VALCOR, 이탈리아의 ARTEC 등이 FRP 재활용 관련 조직이 결성되어 많은 연구가 활성화되고 있다.

나. 화학적 재활용

유화기술은 주로 일본에서 연구가 활발히 진행 중이며, 그 결과 여러 업체들이 제품을 내놓고 있다. 일본의 (주)후지리사이클은 주로 PE, PP, PS 등의 수지를 2단 분해방식으로서 1단계에서 380℃로 탄소수 20까지 열분해 시킨 후 제2단계에서 200~300℃로 합성 Zeolite인 ZSM-5를 촉매로 반응을 진행시키는 공법으로 폐플라스틱 1 kg에서 약 1ℓ의 Oil을 회수한다. (주)마쓰다는 (주)후지리사이클의 원리를 이용하여 폐 FRP의 복합플라스틱에서 Oil을 회수하는 기술을 가지고 있다.

또한 일본의 운수성 산하 선박기술연구소와 해양레저 안전진흥협회가 공동 개발하여 히타치 선박에서 제조한 FRP 처리장치는 2 대의 대형트레일러에 열분해용 건류로와 로타리 킬론을 탑재하여 폐 FRP 선박을 절단하지 않고 그대로 회수 및 열분해하여 유리섬유와 무기 충전재를 킬론로에서 용융 후 냉각하여 고화시키는 시스템을 운용하고 있다.

다. 열적 재활용

일본의 (주)INX사에서는 공장에서 발생하는 욕조 등의 FRP 폐기물을 처리하기 위해 3 톤/월의 처리 능력을 가진 소각로를 설치하여 직접 연소시켜 증기보일러의

열원으로 사용하고, 유리섬유와 무기충진재로 이루어진 잔류물은 수지와 섞어 욕조의 다리부에 재사용하고 있다. 배기가스 및 매연은 전용처리 설비로 처리되기 때문에 대기오염은 적지만 처리설비비가 고가인 단점이 있다.

2. 국내 폐 FRP 재활용 기술

가. 재료 재활용

폐 FRP 미분말을 세골재 대용으로 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 강도 특성에 관한 연구에서는 폐 FRP 미분말을 이용하게 되면 일반적인 폴리머-시멘트 모르타르보다는 강도는 떨어지지만, 이를 보완하여 방수재, 바닥재, 보수재, 내구성재료, 특수용기재료 등의 고기능성 재료로서 응용이 가능하다는 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 제조과정의 품질의 균일성의 확보와 대량 생산의 공정상 문제로 실용화에는 미치지 못하고 있는 실정이다.

또한 폐 FRP를 이용한 경량골재의 소결특성의 연구에서는 일반적인 경량골재의 사용보다 폐 FRP의 분말을 섞어 가압성형한 후 이를 고온으로 가열하여 조직을 단단히 고결시킴으로 각종 강도를 향상시켜 다양한 건설재로 활용할 수 있음을 나타내고 있다. 그러나 이 역시 원료의 균일화된 분산 문제와 생산성의 결여 문제로 실용화되지 못하고 있다. 결과적으로 국내의 폐 FRP 재활용 분야는 현재까지 주로 재료 재활용 분야에서 일부 검토되어 분쇄를 통한 콘크리트나 아스팔트 강화재로 사용하려는 연구가 있었으나, 실용화 및 상용화에는 미치지 못하고 있다.

나. 화학적 재활용

열분해법은 산소가 없는 상태에서 FRP 폐기물을 QLRYJR 저온에서(300-600℃)에서 가스, 오일, 탄화물이 부착된 고형물(유리섬유+무기 충전재)로 분별하는 방법이다. 얻어진 가스는 연소를 계속시키기 위해 재이용되며 주로 중질유로 구성된 오일은 분리하여 연료나 다른 화학품의 원료로 이용하고 있으나, 비용과 효율성면에서 어려움이 있다. 선박용 폐 FRP를 질소 등의 불활성가스에서 열분해 하면 프탈산이 350℃ 정도에서 유출되기 시작하여 400-500℃에서 분해가 완료되며 프탈산으로 구성된 고체성분이 전체 FRP의 11 %, 오일분이 26 %, 유리섬유를 성분으로 한 잔사물이 46 % 정도 얻어지며, 이중 오일분을 증류하면 30 % 정도의 스티렌을 얻

을 수 있다.

다. 열적 재활용

성신양회(주)의 폐 FRP의 재활용에 의한 시멘트 소성원료화의 연구에서는 FRP 폐자재를 1 mm 이하로 절단 미분쇄하여 시멘트 공장에서 로터리 킬른에 직접 투입하여 수지성분은 연료로 이용하고 유리섬유나 무기충전재 성분(Si, Ca, Al등)은 시멘트의 원료로서 이용하는 방법이다. 이 방법은 소각 잔류물을 로에서 꺼낼 필요가 없어 FRP 폐기물의 전체를 빠짐없이 재이용할 수 있다는 점에서 매우 유효한 재활용 방법이다. 그러나 일정 품질의 폐 FRP를 안정적으로 공급할 수 있어야하고 절단, 분쇄, 분말화, 운반 등의 비용문제가 선결되어야 한다.

3. 폐 FRP 재활용과 관련된 특허 기술

본 연구와 관련된 특허에 관한 내용은 크게 복합재의 제조방법과 이를 응용한 제품의 제조방법이다. 폐 FRP의 재생방법(국내특허 10-0485524)에서는 폐선박의 폐 FRP를 세척 건조하는 전처리를 거쳐 1-5 ㎝의 일정 크기로 절단파쇄 하여 수직 충격을 통한 적층 공간 사이로 분해 용해제인 프로필렌글리콜 등을 침투시킨다. 반응 촉매제로 분해된 액상생성물을 무수말레인산과 무수프탈산을 혼합하여 형성된 혼합반응물을 하이드로퀴논과 스티렌 투입공정을 거쳐 폴리에스테르 수지를 형성하도록 만든다. 분쇄 또는 분말공정의 미세 유리섬유의 분진에 의한 인체 영향을 방지할 수 있고, 분해율을 높여 경제성을 높이고 양질의 재생원료를 얻을 수 있는 재활용 방법이다.

폐 FRP 선박 용융 안정화 방법(국내특허 10-0560366)은 폐선박의 처리 과정에서 발생하는 분진 및 유해가스의 제거 작업이 수시로 이루어지는 한편, FRP의 연소 및 유리섬유의 용융에 필요한 1500℃ 이상의 고온 에너지를 폐 FRP의 가연성분의 연소열로 직접 공급받고, 용융상태의 유리섬유는 재활용을 위하여 별도 추출이 가능하여 FRP 선박의 처리비용 절감과 환경적이고 안정적으로 처리가 가능한 재활용 방법이다.

폐 FRP를 이용한 투수성 건자재 제조방법(국내특허 10-0466285)은 폐 FRP 분쇄 칩을 골재로 이용하고 일부 충진재와 동질의 신재(UP)수지를 결합제로 이용하

여 진동 가압 방식의 성형으로 건자재를 제조하는 투수성 폴리머 콘크리트의 재활용 방법이다.

이 밖에 폐 FRP 분말과 메트릭스 수지간의 화학적 결합이 가능한 실란계 커플링제의 양을 변화시켜 제품을 제조하는 폐 FRP 복합재 제조방법(국내특허 10-0225129)과 폐 FRP 파쇄품을 80℃의 질산 수용액에 의해 생성된 겔상의 분해 생성물을 급랭 후 건조시켜 고형물로 형성하여 재활용하는 방법(국내특허 10-0386771) 등이 있다. 그러나 공정의 복잡성과 설비 장치의 고가 및 생산 효율의 저하에 따른 제조비용이 비싼 문제로 상용화에 어려움이 많다.

제5절 국내외 관련 환경정책 변화

1. 기후변화협약 및 교토의정서

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 기후변화에 관련된 과학적·기술적 사실에 대한 평가를 제공하고 국제적 대책을 마련하기 위해 1998년 유엔환경계획(UNEP)과 세계기상기구(WMO)에 의해 공동으로 설립되었다. IPCC는 2007년 발간된 4차 보고서에 해빙 면적이 감소하고 영구 동토(永久凍土) 융해의 지속적 진행 등 지구가 온난화하고 있다는 과학적 견해를 피력하였다. 최근 50년간 기온 상승 경향은 과거 100년간의 약 2배에 가깝게 증가했으며, 그 원인은 인류의 산업 활동으로 인한 온실가스 배출량 증가이다. 그리고 금세기말 지구 전체의 평균 기온 상승은 환경보전과 경제 발전을 동시에 추구하는 사회에서는 약 1.8℃(1.1℃~2.9℃)인 반면, 화석에너지원을 중시하는 사회에서는 약 4.0℃(2.4℃~6.4℃)라고 예측되고 있다.

IPCC 조사 이후 기후변화에 대한 위험성을 느끼고 범지구적 공동 노력으로 온실가스 농도를 안정화시켜야 한다는 필요성이 제기되었다. 기후변화협약(UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change)에서는 1992년 6월 브라질의 리우환경회의에서 인류활동에 의해 발생되는 위험하고 인위적인 영향이 기후 시스템에 미치지 않도록 대기 중 온실가스의 농도를 안정화시키는 것을 궁극적 목적으로 채택하였다. 동 회의 시 참가국 178개국 중 우리나라를 포함한 154개국이 서명하였으며, 이후 1994년 3월 21일에 공식적으로 발효되었다.

기후변화협약은 최고의사결정기구로서 산하에 당사국총회(COP)를 두고 있으며 협약의 이행과 논의는 당사국 합의를 통해 결정된다. 1997년 제3차 당사국총회에서 교토의정서(Kyoto Protocol)를 채택함으로써 선진국들에 대한 법적 구속력 있는 온실가스 감축의무가 부여되기에 이르렀고 부속서 I 국가(38개국)는 1차 공약기간(2008년~2012년) 만료 전까지 90년 대비 평균 5.2 %의 감축의무를 지게 되었다. 우리나라는 비부속서 국가(Non-Annex I)로 온실가스 감축의무는 지지 않고 국가보고서 제출 등의 협약 상 일반적 의무만 수행하고 있다.

교토의정서의 정식명칭은 「Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change」이다. 교토의정서는 지구 온난화의 규제 및 방지를 위한 국제 협약인 '기후변화협약(Convention on Climate Change)'에 근거하여

1997년 12월 11일에 일본 교토시에서 열린 지구 온난화 방지 교토 회의(제3차 당사국총회 - 제3회 기후 변동 범위 조약 체결국 회의, COP3)에서 의결되었다. 교토의정서는 2001년 미국과 호주가 비준을 거부한 상태에서 2004년 러시아가 비준함으로써 2005년 2월 16일에 발효되어 국제법적 구속력을 얻었다.

지구온난화를 방지하기 위한 온실가스 감축 등의 행동지침들을 규정하고 있으며, 그 대상물질은 CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6 총 6종류이다. 온실가스 감축을 위한 공약기간은 1차 2008년~2012년, 2차 2013년~2017년, 3차 2018년~2022년으로 총 3차에 걸쳐 감축키로 합의하였다.

교토의정서 발효에 따라 2005년부터 감축목표 이행의 실질적인 최고 의사결정기구인 교토의정서 당사국총회(COP/MOP)가 개최되어 국제 배출권거래 시장의 공식 개장(2008년)에 대비 선진국들의 조기 크레딧 확보를 위한 청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism), 공동이행제도(JI, Joint Implementation) 사업의 활성화가 예상된다.

<표 2-15> 교토메커니즘

구 분	거래방식	단위	참여자
제 17 조 배출권 거래제	국가간 배출권의 거래 (배출권 자체의 거래)	할당된 배출량(권)의 일부분	의정서 상 부속서 B국가로 협약 부속서 I 국가
제 6 조 공동이행	프로젝트에서 나온 배출감축단위(Emission Reduction Credit)를 이전하거나 취득하는 거래	배출감축단위 (ERC)	위의 국가 및 당사국 합의에 의한 적법한 기관(Legal entries) - 기업, 협회 등
제 12 조 청정개발 체제	非부속서 I 국가(개발도상국)의 프로젝트에서 나온 공인 배출 감축(Certified Emissions Reductions) 취득	공인배출 감축량 (CER)	부속서 I 국가는 구매자로 非부속서 I 국가는 판매자로 참여하며 민간이나 공공기관이 참여

온실가스 감축의무를 가진 당사국은 온실가스 감축 시 신축성 있는 감축방안 실행을 보장하기 위하여 상기와 같은 3가지의 교토메커니즘을 도입하였다. 이는 온실가스 감축 시 각국의 국내 수단에만 의존할 경우, 동원할 수 있는 수단에는 한계가

있으므로 실천단계에서 보다 유연한 방식을 적용할 수 있도록 변형한 것이라 볼 수 있다.

공동이행제도(Joint Implementation)는 교토의정서 제6조에 규정된 것으로 선진국인 A국이 선진국인 B국에 투자하여 발생된 온실가스 감축분의 일정분을 A국의 배출 저감실적으로 인정하는 제도를 말한다. 청정개발체제(Clean Development Mechanism)는 교토의정서 제12조에 규정된 것으로 선진국인 A국이 개발도상국인 B국에 투자하여 발생된 온실가스 배출 감축분을 자국의 감축 실적에 반영할 수 있도록 하는 제도를 말한다. 배출권거래제(Emission Trading)는 교토의정서 제17조에 규정된 것으로 온실가스 감축의무가 있는 국가에 배출 쿼터를 부여한 후, 동 국가간 배출 쿼터의 거래를 허용하는 제도를 말한다.

교토의정서가 비준됨으로써 선진 38개국은 1990년도 대비 평균 5.2 %의 온실가스 감축 의무를 지고 있으며, 그 의무공약기간은 2008년부터 2012년이다. 2007년까지 제2차 의무공약기간(2013년~2017년) 동안의 의무부담 방식, 대상 국가, 감축 규모에 관한 협상이 진행될 예정이며, 우리나라는 세계 10위(2003년 기준) 온실가스 배출국이자 OECD 회원국임을 감안할 때 포스트-교토체제(Post-Kyoto/Post-2012)에서는 온실가스 감축 대상국으로 지정될 가능성이 매우 높은 상황이다.

가. 기후변화협약에 따른 국외 환경정책

(1) EU의 기후변화협약 대응 환경정책

EU는 2002년 당시 교토의정서 체결 당시 보다 온실가스 배출량이 18.7% 증가하고 있는 상황에서 Bubble제를 실시하여 역내 할당량의 공동감축을 추진하고 있다. 각국에 설정된 감축 목표 8 %를 15개국의 사정에 따라 분담하여 공동으로 감축한다는 것으로 EU는 2005년 1월 1일부터 온실가스 배출량 거래제도(ETS, The Emission Trading Scheme)를 1만 5천개 이상의 발전소와 공장들을 상대로 실시하였으며 각 사업체는 배출할 수 있는 CO_2의 허가량을 부여받았다. 우선 대상 기업은 에너지 사용량이 200 MWh 이상인 업체들로 의무적으로 참여해야 한다. 소각장, 발전소, 정유공장, coke ovens, 제철소, 시멘트/유리/석회/벽돌/세라믹/펄프/제지 생산 공장 등이 이에 해당된다. 차량에서의 배출량이 급격히 증가하고 있지만, 교통과 항공은 제외되어 있다. 이에 따라 EU의 배출가스 총량 감소목표에 미달된 업

체는 톤당 40유로의 벌금을 내며, 목표를 초과달성한 기업으로부터 톤당 7.65 유로에 배출권을 구입해야 한다.

EU의 기후변화와 에너지의 종합 정책은 2007년 1월에 발표하고 2월에 개최된 EU의 에너지이사회 및 환경이사회에서 심의를 거쳐 3월에 개최된 유럽이사회(가맹 27개국의 수뇌회의, 의장은 독일)에서 승인되었다. EU 선진국은 온실가스 배출량을 1990년 대비 2020년까지 30 % 저감하는 것을 제창하였으며, 포스트 2012년(교토의정서의 제1 약속기간 후)의 국제합의가 성립되기 전, EU는 2020년까지 적어도 1990년도 대비 20 %의 온실가스 배출량을 독자적으로 감축할 것을 확약했다.

EU의 에너지정책(행동계획 2007~2009) 기본방침에 따르면 공급의 안전보장 증대, 유럽경제의 경쟁력과 적정가격에 의한 에너지 안정공급 보장, 환경면에서 지속가능성 촉진과 기후변화 대응 추진의 3개 방침을 설정하고, 2020년까지 에너지소비의 20 % 저감을 목표로 하며 재생가능에너지의 비율을 20 %로 하는 의무적인 목표를 결정하였다. 그리고 운송용 가솔린과 디젤 사용 중 바이오연료의 비율을 최저 10 %로 하며, 신규 화석연료발전소에는 환경적으로 안전한 탄소회수·CCS(CO_2회수·저장기술: Carbon Capture and Storage) 시스템의 설비를 촉진할 것을 결정하였다.

EU에서는 운송부문의 온실가스 배출량 증가에 대하여 폐기물, 제조 및 에너지부문에서의 배출 저감으로 대부분을 상쇄하고 있는 상황이다. 이에 운송부문에서 배출량을 저감하기 위하여 EU 배출권 거래제도 (EU ETS) 적용 대상에 항공기를 포함할 것을 제안했다. 또한 승용차에 과세를 부과할 때 CO_2 배출량과 관련지어 과세 결정 및 자동차의 CO_2 배출량 감축을 위한 시책을 제안했으나 결론엔 이르지 못한 상황이다.

(2) 미국의 기후변화협약 대응 환경정책

미국은 지난 2001년 3월 교토의정서를 탈퇴한 후 온실가스 배출량을 오는 2012년까지 2002년 대비 18 % 감축한다는 독자 계획을 발표했다. 미 연방 정부에 따르면 이 계획은 발전소의 배출가스 감축, 기업체의 자발적 감축유도, 고연비 자동차 생산 등을 주요 내용으로 하고 있으며, 이에 따라 미 환경보호청(EPA)은 기업의 자발적 감축목표 설정을 지원하는 '기후 Leader's Program'을 추진, GM, 록히드마틴 등 11개 기업이 파트너로 참여하고 있다. 지난해 10월 개최된 '기후 리더스 파

트너회의'에서는 58개 파트너기업 중 27개 기업이 연간 총 750만 톤의 온실가스 감축목표를 제출하기도 했으며, 주정부 차원에서는 캘리포니아가 승용차, 경트럭 등의 CO_2 등 배기가스를 1단계(2009~2012년)에서 22 %, 2단계(2012~2016년)에서는 30 %를 감축하는 배기가스 감축법률을 지난해 9월 도입했다.

연방정부와는 별도로 미국 북동부 7주의 주지사가 미국 최초로 의무적인 온실효과가스 배출 감축 지역 협정 「지역 온난화가스 방지 행동 (RGGI, Regional Greenhouse Gas Initiative)」의 각서에 서명하였다. 그리고 세계 12번째로 GHG 배출량이 많은 캘리포니아 주는 2006년 9월 27일 아놀드 슈왈츠제네거 지사가 하원법안 32호 「캘리포니아 주 지구온난화 대책법(California Global Warming Solutions Act, AB32)」에 서명함으로서 법안이 성립되었다. 이 법안은 2020년까지 온실가스 배출량을 1990년과 동등의 수준까지 감축하는 것을 요구하고 있다.

2007년 1월 18일 아놀드 지사는 행정명령 「S-01-07」을 발령하여 캘리포니아 주 대기자원국(CARB, California Air Resources Board)에 AB32에 입각하여 저탄소 연료기준(LCFS, Low Carbon Fuel Standard)을 검토하도록 요구했다. LCFS는 어떤 활동에 의해 온실효과가스의 배출량을 측정할 때, 생산부터 소비에 이르는 연료의 전과정에서 배출된 온실가스를 고려하도록 요구하고 있다. 뉴멕시코, 올리곤, 워싱톤 및 애리조나 각 주는 캘리포니아 주의 Initiative 참가를 표명하고, 온실가스 배출량 감축을 위한 지역 목표 설정 및 AB32에 근거한 배출량 거래제도에 참가할 예정이다.

(3) 일본의 기후변화협약 대응 환경정책

일본은 교토의정서의 실행 방안 마련을 위해 지구온난화 예방에 관한 구체적이며 실효성 있는 대책을 종합적으로 추진하고자 1997년 12월 19일에 각료의회 결정에 따라 「지구온난화대책 추진 본부」를 내각에 설치했다. 2005년 2월 15일 교토의정서가 발효됨으로써 지구온난화대책 추진에 관한 법률의 개정법이 시행되고 지구온난화대책을 종합적이며 계획적으로 추진하고 있다.

일본은 교토의정서에 따라 1990년 대비 6 % 감축 이행을 위해 100 종류가 넘는 개별적 대책을 종합한 「신 지구온난화대책 추진 대강(신대강)」을 마련하였다. 지구온난화 대책추진법 개정안에 규정하는 교토의정서 목표 달성계획은 신대강을 기초로 해서 책정되고 있다.

일본의 온실가스 총배출량은 2005년도 기준 연비 7.8 % 증가했으며 2005년부터 2010년에 걸친 목표를 달성하기 위해서는 2005년도 비 산업부문 4.5 %, 업무 그 외 부문 30.6 %, 가정부문 21.4%, 운수부문 2.7 %, 에너지 전화부문 12.1 % 등의 배출량 저감이 필요한 실정이다. 이런 실정을 감안하여 업무부문·가정 부문에서의 주택·건축물의 에너지 절약 성능 향상과 에너지관리 촉진, 에너지절약 기기의 보급·촉진을 위한 시책을 강화하고, 연비성능이 뛰어난 자동차의 개발·보급을 위한 시책, 교통 물류 대책 등 운수부문의 배출량 감축 대책을 강화하고 있다. 또한 중소기업 등의 배출저감 대책, 신에너지(바이오매스 열 이용·태양광발전 등)의 도입 가속화를 위한 시책 등을 실시하고 있다.

운수부문의 2002년도 CO_2 배출량은 261백만 t-CO_2로 2001년도보다는 약 520만 t-CO_2 감소(-1.9 %)했지만, 총배출량의 21 %를 차지하는 운수부문에서는 2010년도에 약 250백만 t-CO_2로 감축(1990년도 대비 17 %로 억제)해야 한다. 운수부문으로부터의 배출량은 교토의정서 규정의 1990년도와 비교했을 경우 30.4 % 증가했으며, 지구온난화 대책추진대강의 2010년 목표치를 약 4 % 정도 초과하고 있다. 목표달성을 위한 도로관련 시책으로는 자동차 교통 수요의 조정(자전거 이용 환경 정비 등), ITS 추진, 도로 공사 등이 있다.

운수부문 중에서도 철도와 관련한 대책을 보면, 내항·철도화물 운송의 추진으로 약 50만 kl, 약 150만 t-CO_2 감축 목표를 세우고 환경부하 저감형 물류시스템 촉진을 위한 제도 검토, 간선물류의 효율화를 지원하기 위한 법적 조치를 포함한 제도 검토, 도시 내 물류의 효율화에 공헌하는 교통수요관리(TDM) 실증실험 추진, 2002년도부터 간선의 환경부하저감을 위한 실증실험 등을 추진하고 있다. 운송력 증강 등 철도의 편리성 향상을 통하여 약 10만 kl, 약 30만 t-CO_2 감축을 목표로 철도화물 운송력을 강화하고, 공공교통기관의 이용촉진을 통하여 약 200만 kl, 약 520만 t-CO_2 감축을 목표로 설정, 도시부에서의 철도 신선 및 중량궤도시스템 정비 등을 추진하고 있는 실정이다. 또한, 철도의 에너지소비 효율 향상을 위해서 약 10만 kl, 약 40만 t-CO_2 감축목표 설정 및 신규 철도차량 도입을 촉진하고 있다.

나. 기후변화협약에 따른 국내 환경정책

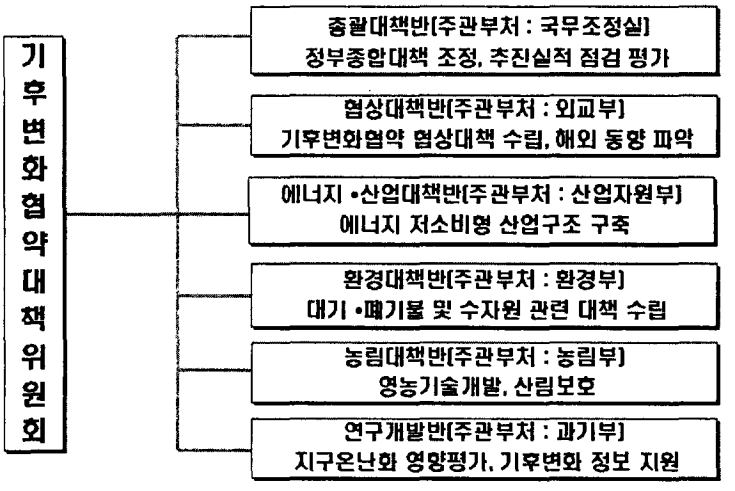
우리나라는 연료연소로 인한 이산화탄소 배출량이 세계 10위(2003년 기준), 에너

지 소비량이 세계 10위 수준(IEA, 03년 기준)으로서 1990년부터 2003년간 온실가스 증가율은 연평균 5.0 % 수준이다. 부문별로는 에너지와 제조공정 부문이 전체 배출량의 94.7 %를 차지하고 있으며, 에너지부문은 에너지 이용 합리화 등으로 1990년대 후반 이후는 소비의 안정화를 보이고 있으나, 발전·수송부문의 배출량이 지속적으로 증가하는 추세이다. 그러나 농축산·폐기물 부문은 온실가스 배출량이 1990년부터 2003년 동안 각각 0.9 %, 3.7 % 감소 추세이다. 온실가스별로는 이산화탄소와 메탄이 전체 배출량의 93.1 %를 차지하고 있으며 이산화탄소 배출량의 비중은 1990년 83.2 %에서 2003년 87.7 %로 증가했으며, 메탄은 1990년 이후 연평균 3.9 %의 감소세를 보여 전체 비중도 1990년 13.9 %에서 2003년 4.4 %로 크게 축소되었다.

우리나라는 1993년 12월 기후변화협약 가입에 가입하고 2002년 10월 교토의정서 비준에 비준했다. 교토의정서 상에 개도국 지위 확보로 1차 공약기간 중 온실가스 감축 의무는 없다. 그러나 우리나라는 2013년 의무대상국 지정을 대세로 간주하고 정부와 대기업을 중심으로 투자 및 기술도입을 추진하는 등 대응하고 있다.

온난화 방지를 위한 정부 종합 대책으로는 기후변화협약관계 장관회의 등 범정부대책기구를 구성하고, 기후변화협약 제1차 종합대책(1999년~2001년)을 수립하고 추진하였다. 부문별 감축대책, 온실가스 감축기반 강화, 기술개발, 교토메커니즘 활용 등 36개 과제로 구성되어 있다. 국무총리훈령(제422호)에 근거하여 관계부처 장관 등으로 구성된 기후변화협약대책 위원회를 구성하고 기후변화협약 제2차 종합대책(2002년~2004년)을 수립하고 추진하였다.

과제는 협상능력 강화, 온실가스 감축기술 개발, 온실가스 감축대책 강화, 교토메커니즘 및 통계기반 구축, 국민 참여와 협력유도 등 5대 부문 84개로 구성되었다. 기후변화협약대책 위원회는 기후변화협약대책의 기본방향 및 전략기획·기본계획 수립·시행·점검 및 평가를 실시하고 기후변화협약대책 국가간 온실가스 감축 및 기술협력 등 국제협력, 온실가스 통계 및 연구 개발 등 온실가스 감축 기본 인프라 구축, 기후변화협약 대책과 관련된 교육·홍보에 관한 사항 등의 심의·조정을 추진하고 있다.



<그림 2-42> 기후변화협약대책위원회의 조직도

국회 「기후변화협약대책 특별위원회」(2001년 3월)는 에너지 다소비 8개 업종(발전, 정유, 철강, 석유화학, 시멘트, 제지, 자동차, 반도체)에 대한 업종별 대책단(2004년 11월) 등 관련 조직을 구성하여 활동하고 있다. 2004년 10월부터 4개월여에 걸쳐 외교통상부, 산업자원부, 환경부 등 총 19개 부처와 에너지관리공단, 환경관리공단 등 유관기관이 참여하여 3개 분야 90개 과제를 내용으로 하는 제3차 종합대책(2005년~2007년)을 수립하고 추진하고 있다. 2005년 2월 3일 정부는 2007년까지 21조원을 투자하여 기후변화 대응과제 90개를 선정 추진한다고 발표했으며, 기업부문에서는 주로 에너지 관련 기업 및 에너지 다소비 업종을 중심으로 대응하고 있다. 2005년부터 시작될 제2차 공약기간(2013년-2017년)에 대한 의무부담 협상에의 적극적 대응을 위하여 다음과 같은 대책을 수립, 추진하고 있다.

- 중장기 에너지 수급전망과 의무부담 시나리오 분석을 통해 국민경제에 미치는 영향을 최소화하는 의무부담방안 마련
- 경제 주체별 미시적 온실가스 배출감축 잠재량을 도출하기 위한 에너지 기기 및 기술에 대한 인벤토리 구축
- 협상력 제고를 위하여 기후변화협약 관련 국제기구에 전문가 진출을 적극적으로 추진하고 우리나라의 상황이 유사한 국가와 협력체계 구축
- 에너지진단, 자발적 협약, ESCO 등 에너지 절약 및 에너지 이용합리화 시책
- 대체에너지, 천연가스 등 저탄소형 에너지 공급확대

- 의무부담 전 산업계의 온실가스 감축노력(early action)을 체계적으로 등록, 검증하기 위한 온실가스등록시스템 구축
- 청정개발체제, 배출권거래제 등 교토메카니즘 시범사업을 통한 산업계 대응 능력제고
- 에너지시민연대 등 시민단체와의 협조를 통하여 온실가스 배출감축 노력을 범국민적 운동으로 승화

우리나라의 기후변화 대응을 위한 국제적인 활동으로 2005년 7월 28일에 미국, 중국, 인도, 호주, 일본과 함께 비용-효과적 청정기술 및 관련사례의 개발·보급·확산을 통한 기후변화 대응을 목적으로 한 「아시아·태평양지역 파트너쉽」이 있다. 파트너쉽의 구체적 성과 도출을 위해 재생에너지, 발전·송전, 청정 화석연료, 철강, 시멘트, 건물·가전기기, 알루미늄, 석탄채광 8개 분야의 T/F를 운영 중이다. 우리나라는 아시아·태평양 에너지기술 협력센터(Asia-Pacific Energy Technology Cooperation Center) 설립을 주도했으며 재생에너지, 건물·가전기기 T/F 의장국을 수임했다.

<표 2-16> 교토의정서와 아시아태평양 파트너쉽의 비교

구분	교토의정서	아시아 태평양 파트너십
목표	• 지구온난화 방지를 위해 선진국의 온실가스 배출량을 의무적으로 감축	• 청정기술 개발, 보급, 확산을 통한 자발적 온실가스 배출 감축 이행
현황	• EU 주도로 1997년 채택 이후 140여 개국이 참여 • 2005년 2월 발효	• 미국 주도로 한,일,중,인,호 등이 참여하여 2005년 7월 결성되었으며, 2006년 1월 첫 각료회의 개최
내용	• 38개 온실가스 의무 부담국 (Annex I 국가) • 2008~2012년 90년 대비 평균 5.2 % 온실가스 배출 감축 • 2007년까지 2013년 이후 의무부담 방식 등에 대한 협상을 진행	• 경제성장을 저해하지 않으면서 지구온난화에 효과적으로 대응하기 위한 수단은 기술개발이라는 점을 전제 • 8개 T/F 활동을 통한 청정기술 개발 및 확산을 추진하여 실질적 성과 도출

우리나라의 경우 포스트 교토체제에서 이산화탄소 배출 감량을 위한 최선의 대안은 철도부문의 활용성을 극대화하는 것이다. 철도를 통한 이산화탄소 배출 감량 대책을 보면,

• 디젤연료 전동차량으로 인한 대량 이산화탄소 배출을 억제하기 위해서는 디젤차량의 내구연한이 경과한 차량을 폐차처리하고, 전기차량으로 교체하는 방법을 들 수 있다.

• 철도차량의 경량화를 통해 에너지효율을 향상시키는 것이다. 차량 경량화에는 재질의 교환뿐만 아니라 차량의 전과정 단계에서, 특히 설계단계에서부터 친환경설계를 바탕으로 환경부하를 저감할 수 있도록 차량 개발에 역점을 두어야 한다.

• 물류수송의 증대를 통해 이산화탄소 배출을 줄일 수 있다. 즉 철도의 수요 증가로 철도 이용이 활성화됨으로써 수송량이 증가하여 이산화탄소 배출 원단위를 저감시킬 수 있다. 이는 총 이산화탄소 배출량 저감뿐만 아니라 물류수송량 증가에 따른 기존의 배출 원단위에서의 우위를 더욱 확고히 할 수 있다. 물류수송의 확대를 위해서는 철도이용의 편의성을 증대시켜야한다.

• 철도 부문에서도 대체에너지원을 활용함으로써 이산화탄소를 저감할 수 있을 것이다.

2. 통합제품정책(IPP)

제품의 환경성에 대한 시장의 추세를 보면 공정중심의 규제에서 제품규제로 바뀌고 있으며, 사후처리에서 전과정 규제로 강화되고 있다. 이런 배경에서 현재 대두되고 있는 제품관련 정책으로 통합제품정책(IPP, Integrated Product Policy)을 들 수 있다. 통합제품정책은 2001년 7월 2일, 유럽위원회의 정책문서인 Green Paper on Integrated Product Policy에서 처음으로 등장했다. 이것은 동 위원회가 1997년부터 4년간 여러 이해관계자와 논의를 거쳐 정리한 것이다. 이는 제조공정을 개선하고 환경오염 부하를 저감하자는 종래의 접근방법에서 유통제품의 환경부하를 경감하는 접근방법으로 전환하려는 획기적인 정책으로 평가되고 있다.

통합제품정책은 원재료채취, 생산, 유통, 사용, 폐기물 관리에 이르기까지 제품의 전과정에서의 환경영향을 감소시키려는 시도 중의 하나이다. 이는 제품의 전과정의 각 단계에서 환경영향을 통합하는 것이 필수이며, 더불어 이해관계자의 결정에 반

영되어야 한다는 점을 지적하고 있다. 통합제품정책은 제품의 전과정에 있어서 환경영향에 좌우되고 개선의 가능성, 즉 제품의 환경설계, 정보에 근거한 소비자의 선택, 제품 가격에 오염자 부담원칙을 부가하는 것에 중점을 두고 있다. 통합제품정책은 제품의 전과정에서의 환경개선을 목표로 한 기법과 툴의 발전을 촉진할 수 있다.

통합제품정책은 다음 5 항목으로 표현할 수 있다.

• 전과정적 사고(LCT, Life Cycle Thinking)

제품의 전과정을 고려한다. 즉 종래에는 제품의 사용 시의 에너지 규제라든지 별도의 법률이 제조공장의 에너지절약을 추진하는 경우는 있었지만 전과정 전체를 통해 에너지를 최소화하려는 행정적 시도는 없었다. 그렇기 때문에 특정 단계(예를 들면 사용단계)의 환경부하를 저감한다 하더라도 다른 단계(예를 들면 제조 시 또는 폐기 시)에 환경부하가 증가하는 경우도 있었다. 제품의 전과정에서 환경부하를 저감하려면 제품을 공급하기까지의 공급망 전체로 대응해야만 한다. 그러나 기업은 이러한 공급망의 일부에만 관여하고 있을 뿐이라서 한 회사의 독단적 노력만으로는 어려운 점이 많다. 이는 EuP 및 REACH와 연결되는 과제이기도 하다.

• 제품정책(Product Policy)

종래의 환경행정은 공해방지, 즉 제조 현장의 규제부터 시작했다. 그러나 제조 현장 보다는 제품의 환경영향이 커지고 있는 상황에서, 통합제품정책은 제품 환경이 정책의 주체가 되어야 한다는 것을 시사하고 있다.

• 시장경제와 조화(Working with the Market)

통합제품정책은「환경에 좋은 제품은 팔릴 것이다」라는 의식으로는 환경문제를 해결할 수 없다는 것을 표명하고 있다. 소비자는 보다 싼 물건을 원할 것이고, 제조자는 환경보전비용을 절감하고 싶어 한다. 이런 실정을 제대로 파악하여 환경적합 제품을 보급하는 것이 중요하며 환경오염의 사회적 비용을 제조자의 내부비용으로 전환하는 정책, 환경세, 녹색구매 또는 인센티브 등 여러 가지 시장메커니즘을 장려하고 있다.

• 공급망의 정보 공개

제품의 전과정을 통해 환경정보 공개가 시장메커니즘과 소비자 판단을 적정하게 하는 원점이 될 것이라는 가치로 이는 RoHS/WEEE/REACH의 정보 공개 요구, EuP의 전과정을 통한 입출물과 배출물 정보 요구로 이어지게 된다. 자동차업계 예를 들자면, 통합제품정책에서는 공급망에 따른 up-stream에서부터 down-stream에 이르기까지의 환경정보를 전달하는 구조를 하루 빨리 구축하는 것이 중요하다고 설명하고 있다.

• 친환경설계와 표준화

제품 특성의 대부분이 설계 시에 결정되기 때문에 친환경설계 기법은 매우 중요하다. 설계에는 규격이 필요한데, 종래에는 기능면 및 안전면에서의 규격이 주류를 이루었지만 최근에는 환경 적합성에 대해서도 규격이 필요하다는 견해를 보이고 있다.

IPP을 구성하는 주요 실행 계획들은 다음과 같다.

• 가격메커니즘

철저하게 제품의 전과정에서 발생하는 환경적 외부성을 내부화시켜 가격에 반영하도록 하고 있으며 중장기적으로 제품의 환경영향을 제품가격에 반영하도록 유도하고 있다.

• 그린제품 및 그린마케팅

가격 메커니즘의 활용과 병행해서 정부 및 공공기관과 소비자가 친환경적 제품을 인식하고 친환경적인 제품을 구입하도록 에코라벨링(Eco-labelling) 제도의 확대 및 강화에 주력한다.

• 청정생산에 대한 기업 리더쉽

중소기업의 전과정평가 사용을 촉진하고 공급망에서의 녹색구매(Green Purchasing)를 실천할 수 있도록 지원하고 친환경적 제품디자인을 위한 가이드라인을 통해 EU 기준과 법률 등을 만족할 수 있는 제품 디자인의 중요한 체크 리스트

로서 활용한다.

다음은 IPP의 주요 접근방법과 실행 방안에 대해서 나타낸 표이다.

<표 2-17> IPP의 주요 기법과 실행방안 (국가청정생산지원센터, 2005. 2)

접근방법	실 행 방 안
경제 유인책	• 시장에서의 친환경적 제품 구매를 위한 가격체제 조사 • 차별과세 도입(친환경상품에 대한 VAT율을 낮추는 방안 등)
생산자책임	• 지역 법규까지 확대
에코라벨링	• 다양한 제품으로 확대 • 자금(마케팅, 수수료 등)의 확대 지원
환경선언	• 환경선언에 대한 모니터링 • ISO TYPE Ⅲ와 연계한 환경선언 지원프레임 구축
공공구매	• 녹색공공구매 핸드북 발간 • 녹색공공구매에 대한 정보교류 시스템 구축 • EU위원회의 공공구매의 녹색구매 강화
제품정보	• 제품의 전과정 영향에 대한 정보 교류 확대 • 중소기업을 위한 전과정 영향평가 도구의 이전 확산 • 생산기업에서의 환경관련 제품정보 공개에 대한 지원
에코디자인	• 에코디자인 가이드라인의 확산
표준화	• 환경을 고려한 설계/디자인에 대한 표준화 개발 • 모든 유럽의 표준에 「환경친화성」이 포함되도록 이해관계자의 협력방안 도출
새로운 접근지침	• 녹색제품 설계/디자인에 대한 새로운 접근지침(New Approach)의 지원 가능성 조사
이해관계자 그룹 설립	• 이해관계자 그룹 설립(product panel)에 대한 프레임웍 개발 • 2개의 시범사업 추진
기타	• EMAS(eco-management and audit system)와의 연계 • 녹색제품에 대한 LIFE(the Financial Instrument for the Environment) 프로그램 추진 강화 • 환경보고서 발간과 관련한 조사

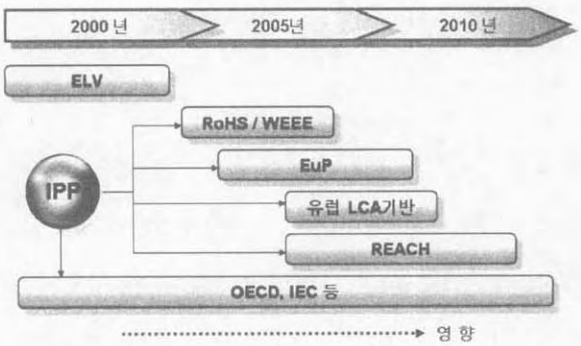
통합제품정책은 기업이 전과정적 관점의 도입으로 제품을 생산함에 있어 가장 효과적인 방법 중의 하나가 친환경설계라는 점을 지적하고, 친환경설계 가이드라인

작성 작업을 촉진하고 있다. 설계프로세스에 환경을 통합하기 위해서 일반적 전략을 수립할 때에는 제품의 복잡성과 다양성 및 설계분야에서 급속하게 발전하고 있는 지식과 노하우를 고려할 필요가 있다.

즉, 제품설계 전략에서는

① 제품을 통해 제공되는 서비스의 최적화
② 자원 보존
③ 폐기물 저감
④ 오염물질 저감
⑤ 유해성과 리스크 저감

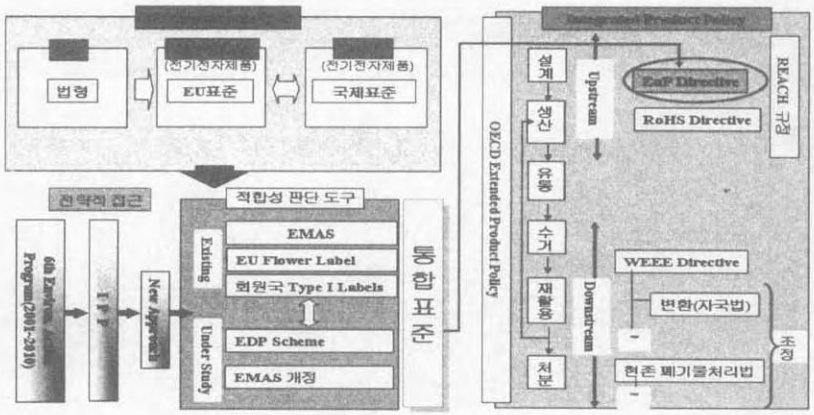
등의 사항이 고려되지 않으면 안 된다.



<그림 2-43> IPP와 관련 정책간의 상관관계 (Nikkei Business, 2007. 6.)

<그림 2-43>와 같이 다른 법률 및 행정에도 영향을 끼치고 있다. 5개의 특징을 고려할 때 제품정책으로서의 영향은 RoHS/WEEE, EuP, REACH에 반영되어 있으며, 특히 EuP에 대해서는 관련성이 높다. 통합제품정책에 관한 새로운 동향으로서 「European Platform On Life Cycle Assessment」(유럽의 LCA 통합기반)가 시작되고 있다. 이 프로젝트는 Life Cycle Inventory(정량적 환경측면 정보)의 데이터베이스를 구축하여 EU 전체에서 공통으로 활용하는 것을 목표로 하고 있다. 이는 후술할 EuP와는 별계로 진행되고는 있지만 실제로 EuP의 중요한 툴인 동시에 보다 광범위한 제품분야를 대상으로 하고 있다.

통합제품정책의 기본적 개념은 OECD에서도 주요한 관심사항으로 떠오르고 있으며 2000년 화학약품 합동부회로부터 논의되어 왔다. 그리고 IPP에서 중요시 되고 있는 표준화 방안에 대해서도 전기전자분야의 국제적인 표준단체인 IEC(국제전기표준회의)에 2005년 11월 TC111(환경규격화위원회)이 발족하여 활동을 시작하고 있다.



<그림 2-44> IPP와 EuP의 관계(EU법 및 표준체계)

EU 위원회는 통합제품정책의 원활한 추진을 위하여 실적보고(Reporting)관련 Working Group과 제품정보(Product Information needs)관련 Working Group을 두고 있다. 실적보고관련 Working Group은 2007년 EU위원회에서 EU의회에 제출할 통합경제정책에 대한 실적보고서 작성을 지원하고 자료 수집, 발표 자료, 보고서에 사용될 정보에 대한 검증을 실시하는 역할을 수행한다. 제품정보관련 Working Group은 제품의 전과정에 대한 구체적인 정보의 필요성을 조사하고 조사에 필요한 도구에 대한 검증, 친환경성이 매우 높은 제품들에 대한 조사를 실시한다.

친환경적 제품에 대한 조사 연구를 추진하여 위하여 EU위원회의 지원 하에 IPTS(Institute for Prospective Technological Studies)에서는 2004년 1월부터 조사작업을 실시하고 있으며, 조사 결과에 의해 상위에 속한 제품들에 대하여 사회·경제적 영향(socio-economic impact)을 포함한 환경영향을 최소화할 수 있는 방법에 대한 연구를 실시하고 있다.

가. 국외 통합제품정책 관련 제품중심 환경규제 및 정책 동향

EU에서는 통합제품정책과 관련된 제품중심의 환경규제를 속속 시행하고 있으며, 그 주요한 접근 개념은 재활용율 촉진, 에너지 효율 향상, 오염배출 규제 등의 화학물질 관리 등을 위주로 구성되어 있다. 특히 교통수단에 있어서는 자동차에 대해 우선적으로 구체적 법규와 정책들이 마련되고 있는 바, 국내에서도 자동차 관련 규제에 대응함과 동시에 이러한 개념적 기반을 유지하면서 철도 분야에까지 확장하는 방안의 마련이 필요하다는 점을 시사하고 있다.

<표 2-18> EU의 제품중심 환경규제

분 류	환 경 규 제
재활용촉진	• 폐전기전자제품처리지침(WEEE) • 전기전자제품의 유해물질제한지침(RoHS) • 폐자동차처리지침(ELV) • 포장 및 포장폐기물 지침(PPW) • 배터리 처리 지침
에너지효율	• 에너지사용제품 에코디자인 지침(EuP) • 가전제품 에너지효율 등급 표시 지침 • 냉장고 최저 에너지효율 기준 지침 • 자동차 연비효율 라벨링 지침
화확물질관리 오염배출규제	• 자동차 배기가스 규제 지침 • 자동차 연료품질 규제 지침 • 선박연료의 황 함량 규제 지침 • 신화학물질 관리정책안(REACH) • 위험물질 분류 포장 표시 지침 • 유해화학물질 유통 및 사용제한 지침 • 아조염료 규제 지침, 석면사용 규제 지침 • PAH 사용규제 지침 • 6가크롬 함유 시멘트 규제 • 도료의 VOCs 방출 규제 지침 • 오존층 파괴 물질 규제 • 불소화가스 사용제한 규정
기 타	• 전자기파적합성(EMC)지침 • 자동차 및 자동차용 전장품의 전자기파적합성지침 • 통합제품환경정책(IPP) • 수입품 목재 포장재 검역규제 지침 • CE마킹 지침

나. 국내 통합제품정책 관련 제품중심 환경규제 및 정책 동향

우리나라의 경우 통합제품정책과 관련한 환경정책으로서 EPR(생산자책임 재활

용제도), DfE(친환경설계), PRTRs(화학물질배출량 조사제도), 전과정평가 등을 꼽을 수 있으며, 2003년부터 EPR 제도를 18개 품목에 적용하고 있다. 또한, 친환경설계 관련 및 전과정평가 소프트웨어 개발 및 보급을 추진하고 있다.

시행중인 관련 제도 및 법안으로는 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 유해화학물질관리법

유해화학물질관리법은 인체와 환경에 유해한 화학물질을 안전하게 관리하기 위해 마련된 법안으로, 화학물질을 제조 및 수입하는 자가 그 화학물질을 사용하기 전에 유해성 심사를 받도록 하는 법률이다. 규제 시행일은 2006년 1월 1일이며, 화학물질을 제조·수입하기 전에 유해성심사를 시행하도록 하여, 유해화학물질을 안전하게 관리하는 것이 목적으로 다음과 같은 세부 내용으로 구성되어 있다.

- 대상 물질
  - 신규화학물질
  - 연간 10톤 이상 제조되거나 수입되는 관찰물질
  - 연간 100톤 이상 제조되거나 수입되는 화학물질
  - 경제협력개발기구(OECD) 등 국제기구에서 유해성을 평가하는 화학물질
  - 로테르담협약 등의 국제협약에 따라 제조·수입 또는 사용이 금지되거나 제한되는 화학물질
- 대상자(피규제자)
  - 화학물질을 제조하거나 수입하고자 하는 자(이하 제조자등)
- 규제내용
  - 제조자 등은 화학물질을 제조(수입)하기 전 유해성심사를 받아야 함
  - 제조자 등이 유해성심사를 신청할 때는 그 물질의 물리·화학적 성질에 관한 자료, 독성에 관한 시험성적서 등을 국립환경과학원장에게 제출해야 함 (유해화학물질관리법 시행규칙 제5조)
- 유해성심사 면제(2007. 1. 1 시행)
  - 연간 100 kg 이하로 제조 수입되는 신규 화학물질
  - 제품개발, 공정개선 목적으로 연구자에 한하여 사용하는 신규 화학물질

- 제품에 함유되어 사용과정에서 유출되지 않는 신규 화학물질
- 전량 수출하기 위해 연간 10톤 이하로 제조•수입되는 신규 화학물질
- 기계 등에 내장되어 수입되는 신규 화학물질

• 벌칙
- 유해성심사를 받지 않고 신규 화학물질을 제조•수입한 자는 5년 이하의 징역, 5천만 원 이하의 벌금 부과(유해화학물질관리법 제57조)
- 유해성심사 면제확인을 받지 않았거나 거짓으로 면제확인을 받고 신규화학물질을 제조•수입한 자는 1년 이하의 징역, 1천만 원 이하의 벌금 부과(유해화학물질관리법 제59조)
- 유해성심사를 위한 자료제출명령을 위반한 자는 300만 원 이하 벌금 부과(유해화학물질관리법 제61조)

• 관련 법규
- 유해화학물질관리법
- 유해화학물질관리법 시행령
- 유해화학물질관리법 시행규칙
- 화학물질의 유해성심사 등에 관한 규정 (국립환경연구원고시 제1999-39호)

• 기타 사항
- 연간 1톤 이하로 제조(수입)되거나 1991년 2월 2일 이전 상업용으로 유통된 것 또는 유해성이 확인된 화학물질과 구조가 유사한 화학물질 등은 자료제출 제외
- 제조자 등이 유해성 심사 및 유해성 심사 면제확인을 받지 않고 제조, 수입할 경우 그 판매 또는 사용을 중지 함

(2) 생산자책임 재활용 제도

생산자책임 재활용 제도(EPR, Extended Producer Responsibility)는 생산자들로 하여금 제품의 설계, 제조, 유통·소비 및 폐기 전과정에 걸쳐 환경 친화적인 경제활동을 유도함으로서 폐기물의 감량(Reduction), 재이용(Reuse), 재활용(Recycling)을 촉진하여 「자원순환형 경제·사회 체계」를 도모하려는 제도이다. 우리나라는 폐기물의 재활용촉진을 위해 1992년부터 생산자 재활용제도의 일종인 폐기물 예치금 제도를 도입, 시행해 왔는데 기존의 예치금 제도의 문제점을 개선하고, 체계를 발

전시킨 생산자책임 재활용제도를 2002년 2월 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률을 개정하여 도입하였으며, 2003년 1월부터 제도를 시행 중에 있다.

(3) 친환경설계 기법의 보급 확산

환경친화설계(DfE, Design for Environment)란 넓은 범위에서 제품과 공정의 전 과정에 걸쳐 환경, 안전, 보건의 목적을 위한 측면에서 설계를 수행하는 시스템적 고려라고 정의하고 있다. 친환경설계를 실현하기 위한 원칙은 다음의 3요소로 구성되어 있다.

- 설계 기준
  - 친환경 제품을 개발하기 위하여 문제점, 방향성, 기회, 결정사항 등을 명확하게 할 것
  - 구체적으로는 제품의 에너지 소비 효율 향상, 자원절약 및 장시간 사용, 재활용·폐기 고려, 이들을 고려한 가공법·조립법의 선택 등 환경친화 설계를 추진함에 있어 준수해야 할 사항을 정함
- 그린 조달 기준
  - 설계기준에 따라서 자원조달에서의 재료·부품의 선택 지침, 외부 공급자(재료·부품 메이커 등)로의 요구 사항을 결정
- 제품 분석 기준
  - 친환경설계 기준에 부합되게 설계된 제품의 환경부하를 평가하는 기준이며 설계 초기부터 목표수치를 정하여 놓고 설계하는 것을 목적으로 함

에코디자인 소프트웨어는 국내 산업계에 친환경설계 기법을 보급·확산하기 위하여 환경부에서 2002년 10월에 개발하였으며 현재 친환경상품진흥원에서 공개하여 산업계의 폭넓은 활용을 독려하고 있다.

3. 친환경 설계 지침 (EuP)

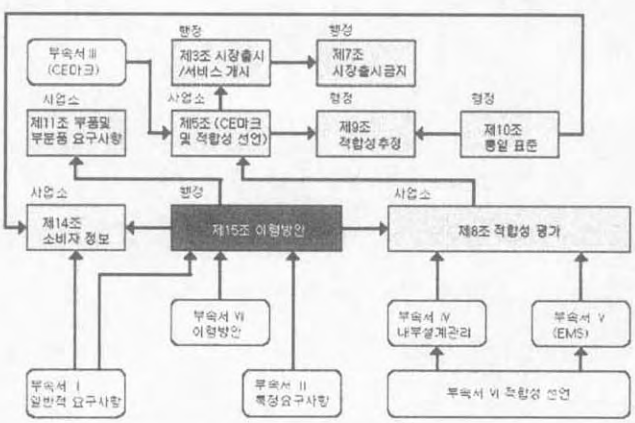
EuP(Energy using Product)에 대한 친환경설계 지침(EU Directive 2005/32/EC)은 2003년 8월에 유럽위원회로부터 법안이 제출되어 2005년 8월 11일자로 공식 발

효되었다. EuP지침은 전기전자제품 등 에너지를 사용하는 제품의 에코디자인을 의무화하고 있다. EuP 지침은 제품디자인에 관한 EEE(Electrical and Electronic Equipment, EU집행위 환경국)지침과 에너지 효율제고에 대한 EER(Energy Efficiency Requirement, EU 집행위 산업국)지침이 통합되어 EU위원회의 검토를 거쳐 마련된 것이다.

EuP는 전형적인 제품 환경규제인 동시에 전과정적 사고에 근거하고 있다. IPP의 영향을 가장 많이 받은 법률이라 할 수 있으며, EuP 지침은 친환경설계를 법적으로 의무화하는 세계 최초의 법률로 에코디자인 지침이라고도 한다. EuP 지침은 WEEE 지침이나 RoHS 지침이 특정 환경측면(예를 들면 재활용성이나 유해물질 등)에 한정되었던 반면 제품의 다양한 환경측면에 대해 전과정에서 환경성과(environmental performance)를 개선하도록 하는 보다 적극적 접근을 취하고 있다.

지침에서 말하는 EuP란 EU 내에서 20만대 이상 판매하고 1,000 kV 이하를 사용하는 운송제품을 제외한 전제품으로 다음과 같은 것들이 해당된다.

- 제품의 작동을 위해 에너지원(전기, 화석연료, 재생연료)을 사용하는 제품
- 상기 에너지를 만들거나 변환 또는 측정하는 제품(예: 보일러, 열펌프 등)
- 시장에서 거래되고 에너지 사용 제품에 합체되는 부품으로 단독으로 환경성 평가가 가능한 것(예: 외장 HDD 드라이버 등)이 해당되며, 결국 전기전자제품이 주요 대상이 되고 있음



<그림 2-45> EuP 지침의 구성 (Nikkei Business, 2007. 6)

EuP 지침은 에너지 사용제품의 에코디자인 요구사항을 규정하기 위해 요구되는 「기본체계를 규정하고 있는 법규(Framework Directive)」이다. 따라서 EuP 지침

자체에는 기업이 구체적으로 무엇을 준비해야 하는지에 대해선 불명확하다. EuP 지침은 EU 집행위 및 회원국에게 앞으로 회원국의 국내법으로 제조기업(수입업자 포함)에게 에코디자인을 강제할 수 있는 법률적 근거를 제공한다. EuP 지침은 단독으로 존재하는 것이 아니라 이에 따라 정비될 대상제품군별 이행방안과 부합화 규격(Harmonized standard: 국내의 공업규격과 같은 형태로 이해)으로 구성된 에코디자인 제도를 형성하게 된다. 여기서 이행방안과 부합화 규격은 다음을 말한다.

• 이행방안(Implementing Measure)

EuP 지침 시행을 위한 에코디자인의 정성적/정량적 요구사항을 의미한다. 각 회원국의 제도에서 동일한 에코디자인 요구사항이 적용될 수 있도록 EU 집행위에서 공동 이행방안을 제정한다. EuP 지침의 핵심내용은 이행방안 책정에 대한 시기, 절차, 구성요소 등을 규정하는 것이다.

• 부합화 규격(Harmonized Standard)

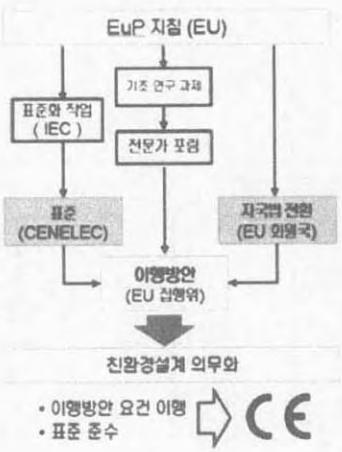
기업에서 에코디자인 이행방안의 특정조항을 만족시키는데 혼란을 야기하지 않도록 지원하는 EU의 표준이다. 부합화 규격은 이행방안 적용과 관련된 측정방법 혹은 검사방법의 표준이 될 수 있으며 환경측면의 규제수치를 규정하지는 않는다. 부합화 규격은 기업이 이행방안의 에코디자인 요구사항을 준수하기 위해 필요한 구체적 절차 및 방법을 다루기 때문에 EuP 지침 대응과 관련해서 국제표준화 활동이 중요하다.

EuP 지침에 따라 제품생산자는 EuP 지침 요구사항을 만족시키고 CE 마킹을 통해 적합성을 선언하도록 되어 있다(부속서 Ⅲ 참조). EU역내의 시장 출시 및 서비스 개시 전, 에너지 사용제품에 CE 마크를 부착하고 적합성 선언을 공표함으로써 제조자(또는 권한대리인)는 해당 에너지 사용제품이 에코디자인 이행방안의 모든 관련 조항을 준수함을 보장하고 선언하게 된다(EuP지침 제5조).

<표 2-19> EuP 지침 요구사항 (황종수, 2007. 3)

요구사항	주요 내용
제품 요구 기준	• 친환경 요건을 만족 - 소비전력 X[W], 재활용률 X[%]
친환경설계 체제 구축	• 친환경설계 활동을 문서화하여 해당 요건의 적합성을 증빙할 수 있는 체제 운영 - 내부 설계시스템 또는 환경경영시스템과 연계·운영
제품 환경정보 공개	• 제품 환경정보를 소비자 등 이해관계자에게 공개 - 친환경적인 제품사용 정보(예 : 절전모드 설정방법) - 소비자 편익정보 등(예 : 절전모드의 전기세 절감효과)

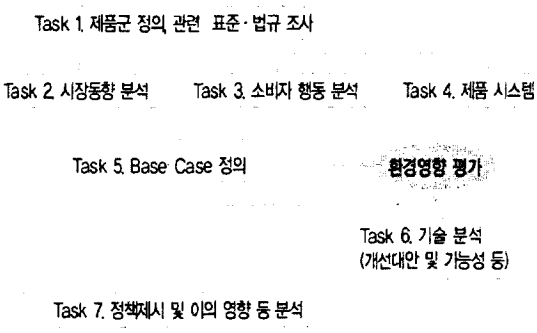
EuP 지침의 실질적 이행은 제품군별로 제정되는 이행수단, 관련표준 및 이의 이행체계를 규정하는 EU 회원국별 자국법에 의해 이루어진다. EU 집행위원회에서 제정되는 이행수단은 친환경설계 항목 및 요구수준 등 실질적인 제조자 이행 요건을 명시하게 되며 관련 표준은 친환경설계 절차, 친환경 설계 항목과 관련된 측정방법 등을 정의한다. 마지막으로 회원국 자국법은 이행수단 준수 여부의 관리감독을 위한 법적 체계를 제공하게 된다.



<그림 2-46> EuP 지침 이행체계 (황종수, 2007. 3)

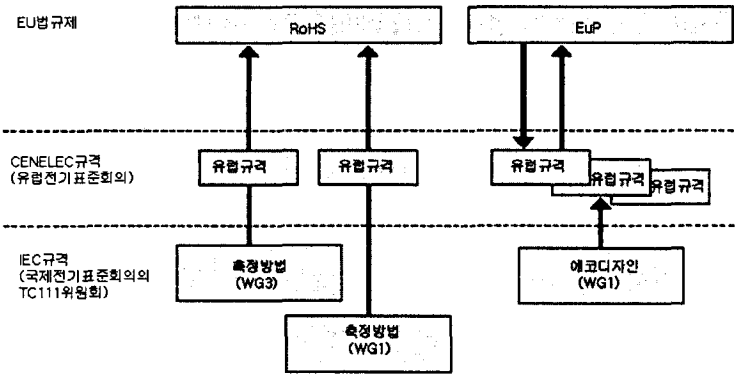
2004년부터 2006년 중반까지 EuP 제품의 환경성을 분석하는 평가방법론과 관련해 3개의 연구과제가 이미 진행되었으며, 이중 MEEuP 과제는 제품군별 연구과제

에서 진행되어야 할 7가지 **Task**의 방법론을 도출하고 전기전자제품에 대한 사례연구를 진행하여 현재 진행 중인 제품군별 과제의 기초 방법론으로 채택되었다.



<그림 2-47> 제품군별 기초 연구과제 내용 (황종수, 2007. 3)

2007년 7월 현재 1차 연구기간 동안 14개 **EuP** 제품군에 대해 기초 연구가 진행되고 있으며, 8개 과제가 2007년 말까지 완료될 예정이다. 2008년부터 의류건조기, 진공청소기, 셋톱 박스, 고체연료 난방시스템, 가정용 전등에 대한 연구가 시작될 것이다. **EuP** 지침의 이행체계 내에서 표준은 이행수단에 명시되는 에코디자인 세부요건 실행에 필요한 측정방법 또는 절차 등을 표준의 형태로 제공하는 역할을 한다. 표준 제정을 위해 드레스덴(**Dresden**) 협정에 의거 국제전기표준회의(**IEC**)에 관련 표준제정을 요청했고, 그 결과 2005년 3월 **IEC** 산하에 **TC**111(전기전자제품 및 시스템에 대한 환경표준)이 창립되었다.



<그림 2-48> EU법 규제와 국제규격과의 관계 (Nikkei Business, 2007. 7)

<그림 2-48>은 EU법 규제와 국제규격과의 관계를 나타낸 것이다. IEC/TC111은 3개의 워킹그룹(WG)으로 운영되고 WG1은 물질선언, WG2는 에코디자인 방법론, WG3은 분석방법에 대한 표준 작성을 목적으로 하고 있다. EuP 지침과 관련이 있는 WG2는 친환경설계 절차에 대한 표준을 작성 중이다.

자국법 제정 작업은 EuP 지침이 EU 각 회원국에서 이행되기 위한 법적 근거를 마련하는 것으로 2007년 8월까지 모든 회원국이 자국 이행법을 제정해야 한다. 기업에 대한 요구사항은 다음과 같다.

① 제품설계 요구사항

EuP 지침에서 정의하는 친환경설계의 목적은 제품설계를 통한 제품 전과정에서의 환경성과 개선이다. EuP 지침은 EU 집행위에서 에코디자인 요구사항을 개발하기 위한 절차를 정의하는 것이 핵심 내용이다. 제품설계와 관련된 요구사항들을 정리하면 다음과 같다.

• 환경성과 개선

제품의 환경측면에 대한 제조자의 경영성과를 지속적으로 향상시키기 위한 프로세스(EuP 지침 제2조 21항, 22항 참조)

• 에코디자인

제품 전과정에서의 환경성과 개선을 목적으로 제품설계에 환경측면 통합(EuP 지침 제2조 23항)

• 에코디자인 요구사항(Ecodesign Requirement)

에너지 사용제품의 환경성과 개선을 위한 제품 혹은 제품설계와 관련된 모든 요구사항. 에너지 사용제품의 환경측면과 관련된 정보 제공을 위한 모든 요구사항(EuP 지침 제2조 24항)

• 에코디자인 일반 요구사항(Generic ecodesign Requirement)

제품환경성 분석표(ecological profile)를 토대로 한 에너지 사용 제품 전체의 에코디자인 요구사항(EuP 지침 제2조 25항)

• 에코디자인 세부 요구사항(Specific Ecodesign Requirement)

정의된 성능 단위로 계산된 에너지 사용제품의 특정 환경측면에 대한 정량적이고 측정 가능한 에코디자인 요구사항(EuP 지침 제2조 26항)

② 경영시스템 요구사항

EuP 지침은 에코디자인 제품설계 요구사항, 즉 기술사양(technical specification) 만족을 증명하기 위한 절차로써 적합성 평가 및 추정을 정의하고 있다. 경영시스템과 관련된 주요 요구사항은 다음과 같다.

• 적합성 평가 및 추정

EU 집행위는 이행방안에서 적합성 평가 절차를 상세히 설명해야 한다. 제조자(또는 권한대리인)는 적합성 평가 절차를 내부설계 관리와 경영시스템(부속서 V 참조) 중에서 선택할 수 있다. 제조자는 마지막을 제조된 에너지사용 제품을 시점으로 적합성 평가 및 선의 관련문서를 10년간 보관하고, 회원국 관할기관의 요청을 접수한 후 10일 이내에 관련 문서를 이용할 수 있도록 해야 한다. (EuP 지침 제8조, 제9조)

③ 정보공개 요구사항

EuP 지침에 따른 정보공개 요구사항은 기업-소비자간(B2C) 정보와 기업-기업(B2B) 정보의 공개로 구분된다.

• 소비자 정보

이행방안에 따라 제조자는 에너지사용 제품의 소비자에게 1)제품의 지속가능한 사용에 있어서 소비자의 역할에 대한 필수 정보, 2)이행방안이 요구할 경우, 제품의 제품 환경성 분석표 및 에코디자인에 의한 편익에 대한 정보를 제공해야 한다(EuP 지침 제14조).

• B2B 정보로서 부품 및 하위 조립품에 대한 요구사항

이행방안에서 에너지사용 제품의 부품 및 하위조립품 공급자에게 부품 및 하위조립품의 물질조정정보 및 에너지, 물질 혹은 자원 소비와 관련된 정보를 완제품 제조자에게 제공하도록 요구할 수 있다(EuP 지침 제11조).

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과

제1절 전동차 주요 부품 환경성 DB 구축

환경성 목록(LCI, Life Cycle Inventory) 구축과 관련한 표준은 ISO 14044(2006, 1998년 ISO 14041의 개정판)에 규정되어 있다. 그러나 표준범주 안에서 LCI를 구축하는 방법론은 다양할 수 있다. 본 과제에서 사용한 방법론은 산업자원부에서 제시한 국가 LCI 구축 지침이다. 지금까지 국내에서 구축한 LCI DB는 환경부와 산업자원부에 의해 주도되었다. 환경부는 2003년 5월에 'LCI 데이터베이스 표준지침서', 산업자원부는 2004년 12월에 '국가 LCI 데이터베이스 구축 방법론 및 관리·보급 확산 방안' 연구보고서를 통해서 LCI 데이터베이스 구축 방법론을 제시하였다.

LCI 데이터베이스 구축방법론은 ISO 14044(2006) 표준에 의거하여 작성 및 제시되었기 때문에 부처간 구축방법론은 외형적으로 차이가 있을 수는 있으나 호환하여 사용가능하다. 본 연구에서는 산업자원부 '국가 LCI Database 구축 방법론 및 관리·보급 확산 방안'에서 제시한 방법을 채택하였다.

1. LCI DB 구축 방법론 : 국가 LCI DB 구축 지침

국가 LCI DB는 전과정평가 기법을 이용하여 산업 전반에 필요한 에너지, 수송 등의 기간산업 부분과 소재 및 부품 산업을 대상으로 생산과 사용 등의 전과정 환경부하를 정량화한 환경성 정보 데이터베이스이다. 데이터베이스의 효과적인 활용을 위해서는 국가 LCI DB의 신뢰성 확보가 매우 중요하다. LCI DB 구축은 일반적으로 국제표준인 ISO 14040 시리즈에 의거해 수행되나, 구체적인 기술적 사항을 모두 표준화하고 있지는 않다. 따라서 국가 차원에서 환경성 정보를 구축하여 제공하는 '국가 LCI DB'의 구축을 위해 체계적이고 일관된 방법론(methodology)과 문서화(documentation) 요건 등의 기술적 사항을 구체적으로 규정할 필요가 있다.

여기서는 국제표준화 규격 등의 참고문헌을 토대로 국가 LCI DB 구축 시 요구되는 필수적인 기술적 사항에 대한 표준 지침을 규정하고, 이에 대한 상세 설명과 사례 제공을 통해 향후 구축되는 국가 LCI DB의 품질을 확보하고 효용성 제고에 기여하고자 한다.

국가 LCI DB 구축 표준 지침에서는 국가 LCI DB를 구축하기 위해 필요한 기준

과 세부 항목을 제시하였다. 국가 LCI DB 구축 시 요구 기준은 ISO 14040 시리즈를 토대로 규정하였고, 각 기준별 세부 항목은 사례를 통해 상세히 설명하였다. 국가 LCI DB 구축의 요구 기준은 다음과 같다.

• 대상 정의

LCI DB 구축 대상의 시스템 범위를 정하기 위해서는 해당 시스템에서 산출되는 제품 또는 서비스의 기능뿐만 아니라 제조공정, 사용방법, 제품특성 등을 함께 고려하여야 한다. 이는 데이터베이스를 공개할 때 함께 배포되어 사용자가 사용 목적에 따라 적절한 데이터베이스를 선택할 수 있도록 지원한다.

• 국가 LCI DB의 명칭

물질명, 제품명, 또는 공정명으로 표현하는 것을 원칙으로 하며, 데이터베이스의 시스템 범위가 명확하게 이해될 수 있도록 제품 시스템의 형태를 고려하여 정의해야 한다.

• 전과정 범위

대상시스템이 포괄하는 범위를 Cradle-to-Grave(CtG), Cradle-to-gate(Ctg), gate-to-gate(gtg), gate-to-Grave(gtG)로 구분하여 제품시스템 전과정에서 해당되는 범위를 명기하고, 구체적으로 포함하고 있는 공정 범위를 시작 공정에서 종결 공정까지 서술한다. 이때, 수송에 대한 포함여부 사항도 기술한다. 제품 시스템의 전 과정에 대한 환경성 평가를 수행하기 위해서는 제품을 구성하는 원료의 취득 단계에서부터 물질(또는 부품) 가공단계, 제품 제조단계, 수송단계, 사용단계, 폐기단계 등 일련의 과정에 대한 환경 데이터베이스를 단계별로 구축하여 이를 제품시스템의 전 과정으로 합산하여 투입물과 산출물을 정량화한다.

<표 3-1> PP제품 유형별 국가 LCI DB 명칭과 전과정 범위

데이터베이스 명칭	전과정 단계	비고
PP Pellet	Cradle-to-gate(Ctg)	신재 생산
재활용된 PP Pellet	Cradle-to-gate(Ctg)	재생재 생산
PP 사출 공정	gate-to-gate(gtg)	중간재 가공

폐PP Pellet 재활용 공정	gate-to-gate(gtg)	폐기 중간처리
폐PP 소각 공정	gate-to-gate(gtg)	폐기 중간처리
폐PP 소각	gate-to-Grave(gtG)	폐기 최종처리 (소각재 매립 포함)
폐PP 매립	gate-to-Grave(gtG)	폐기 최종처리

• 데이터 취득 방법

단위 공정별로 현장데이터를 수집하기 위해 사용한 방법에 대해 기술하고, 국내 또는 외국의 데이터베이스를 활용하였다면 데이터베이스 출처와 데이터 가공 방법을 기술한다.

• 데이터베이스의 적용 가능 범위

데이터베이스를 적용하여 사용할 수 있는 범위를 구체적으로 명기한다.

• 데이터 사용상 주의사항

데이터베이스의 품질요건, 시스템 경계에 따른 데이터의 누락 또는 중복 가능성에 대해 언급한다.

• 데이터 수집 대상 기업 정보

국가 LCI DB 구축에 참여한 기업에 대한 정보(예를 들어, 기업명, 해당 기업의 시장점유율 등)를 명기하여 데이터의 대표성을 파악한다.

• 기능 및 기능단위, 기준흐름

국가 LCI DB의 특성상 기능 및 기능단위의 정의가 크게 의미를 갖는다고 볼 수는 없으나, 보다 상세하고 명확한 정의를 위해 기능 및 기능단위 그리고 데이터의 표현단위를 정의한다. 데이터의 표현 단위는 SI 단위로 표현한다.

<표 3-2> 데이터베이스별 기능, 기능단위 및 기준흐름 예시 (PP기준)

데이터베이스 명칭	기 능	기능단위	기준흐름
PP Pellet	PP Pellet 생산	PP Pellet 1kg 생산	PP Pellet 1kg
재활용된 PP Pellet	폐PP를 이용한 재생 Pellet 생산	폐PP를 이용한 재생 Pellet 1kg 생산	재활용된 PP Pellet 1kg
PP 사출 공정	PP 사출 제품 생산	PP 사출 제품 1kg 생산	PP 사출 제품 1kg
폐PP Pellet 재활용 공정	재생 Pellet 생산을 통한 폐PP 중간처리	재생 Pellet 생산을 통한 폐PP 1kg 중간처리	폐PP 1kg
폐PP 소각 공정	폐PP의 소각	폐PP 1kg의 소각	폐PP 1kg
폐PP 소각	폐PP의 소각 및 잔재물 처리	폐PP 1kg의 소각 및 잔재물 처리	폐PP 1kg
폐PP 매립	폐PP의 매립 및 안정화 처리	폐PP 1kg의 매립 및 안정화 처리	폐PP 1kg

• 기능

대상시스템의 기능을 명시한다. 가장 중요한 사항 중의 하나는 제품 또는 공정의 성능 특성(기능)을 분명히 서술하는 것이다.

• 기능단위

기능단위는 제품 시스템의 산출 기능을 정량적으로 표현할 수 있어야 한다. 기능단위의 목적은 제품 및 서비스에 의해 제공되는 기능을 정량화하고, 투입물과 산출물 데이터를 정규화 혹은 일반화시키는 기준을 제공하는 것이다. 하지만 국가 LCI DB의 대상 시스템의 제품은 단일한 목적을 가지고 사용되는 최종 제품이 아니라, 다양한 제품 시스템에서 여러 가지 용도로 가공하기 위한 원자재, 부자재 및 에너지인 경우가 대부분이다. 따라서 별도로 기능 또는 기능단위의 정의를 내리는 과정은 불필요할 수 있으며, 대상 제품이 사용될 수 있는 활용 분야를 기술하는 것으로 충분하다. 또한, 기능단위의 표시에 있어 공정의 특성에 따라 생산 제품을 기본 단위로 표현할 것인지, 투입물을 기본 단위로 표현할 것인지를 결정해야 한다.

<표 3-3> 데이터베이스별 표현단위 기준 (PP기준)

데이터베이스 명칭	기능단위	표현 단위 기준
PP Pellet	PP Pellet 1kg 생산	제품기준
재활용된 PP Pellet	폐PP를 이용한 재생 Pellet 1kg 생산	제품기준
폐PP Pellet 재활용 공정	재생 Pellet 생산을 통한 폐PP 1kg 중간처리	투입기준
폐PP 소각 공정	폐PP 1kg의 소각	투입기준

• 기준흐름

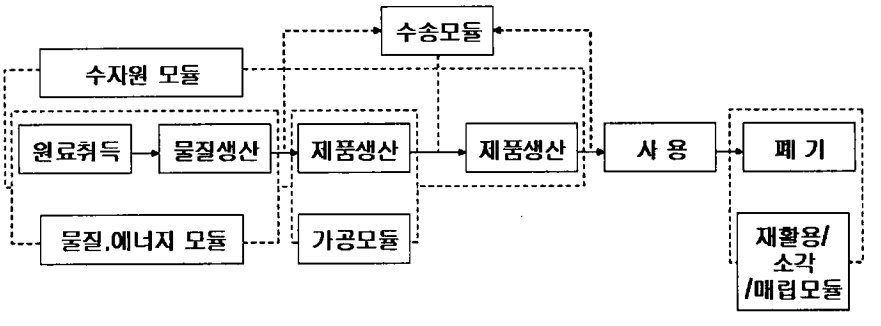
데이터 계산을 위한 기준이 되는 생산량으로 물질 및 소재, 폐기공정 등에 대한 데이터베이스의 경우에 기능단위에서 정의한 생산량과 기준흐름은 동일한 경우가 많다.

• 표시단위

일반적으로 데이터베이스 구축 시에 사용하는 표시단위는 SI 단위를 기본으로 한다.

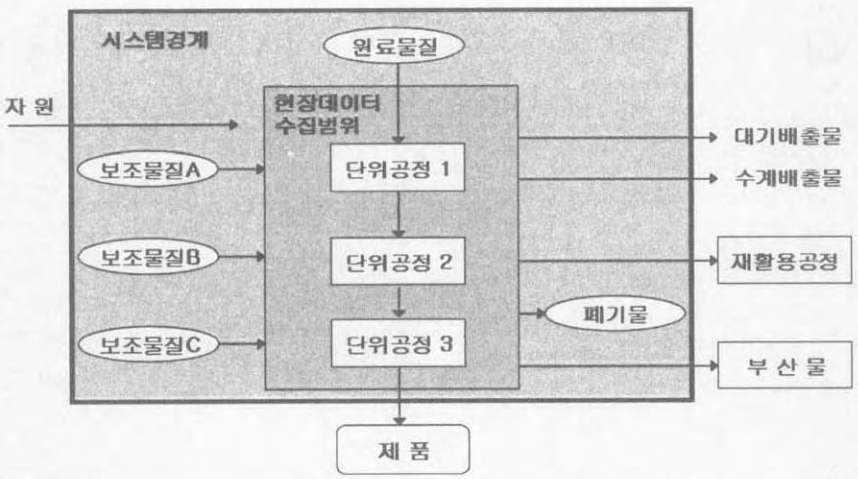
• 시스템 경계

국가 LCI DB의 시스템 경계는 원료물질 채취 및 제조로부터 생산품의 출하 직전까지의 공정을 포함하도록 한다. 생산과 직접적인 관련이 있는 입출력물은 모두 포함한다. 열린 고리 재활용 시스템의 경계는 Cut-off 방법론을 적용하여 정의한다.



<그림 3-1> 데이터베이스 종류에 따른 시스템 경계 개념도

일반적으로 제품 시스템은 원료물질 채취단계, 제품 제조단계, 사용단계, 폐기단계 등 전과정을 모두 포함한다. 그러나 국가 LCI DB의 경우에는 구축 목적에 따라 원료물질 취득, 제조로부터 제품의 출하 직전까지의 공정만을 시스템 경계 내에 포함하도록 한다. 즉, 제품의 사용과 폐기 단계는 시스템 경계에서 제외한다. 시스템 경계는 전과정평가의 목적 및 범위, 제외기준, 가정 등에 의해 결정되며, 포함된 단위공정은 제품을 제조하는 주요 공정에서부터 출발하여 상위공정(자원 및 원료획득, 물질가공, 부품제조 등)과 하위공정(배출물 처리공정 등)을 연결하여 일련의 물질과 에너지 흐름을 상세하게 설명하여야 한다.



<그림 3-2> 원료물질 데이터베이스 구축의 경우 시스템 경계 모식도

• 초기 포함 기준

별도의 제외 기준은 적용하지 않는 것으로 한다. 시스템 경계에 포함된 모든 투입물과 산출물에 관련된 공정을 포함하도록 하며, 수집된 데이터의 완전성을 평가하도록 한다.

• 데이터 범주

투입물(input)의 데이터 범주는 자원(resource), 원료물질(raw material), 에너지(energy), 보조물질(ancillary)로 한다. 산출물(output)의 데이터 범주는 제품(product) 및 부산물(co-product), 배출물(emission), 잔여물(residues)로 한다. 투입물과 산출물을 받는 환경은 대기(air), 수계(water), 토양(ground), 기술계(technosphere)로 구분

한다.

배출물 중 환경오염물질의 데이터 범주는 대기환경보전법, 수질환경보전법, 폐기물관리법 등에서 규제하는 환경오염물질 및 사업장의 자체관리 항목을 포함한다. 잔여물 중 고형폐기물은 매립, 소각, 재활용 폐기물로 구분한다. 대기환경보전법에서 규정한 대기오염물질 이외에 이산화탄소 등을 포함하여야 한다. 수집 대상이 되는 투입물 및 산출물의 종류를 명시한다. 물질명은 국가 LCI DB 구축 표준 물질명 목록(LCI DB 표준화 및 개발)에 따르며, 이에 포함되어 있지 않은 물질명은 IUPA(International Union of Pure and Applied Chemistry)명 혹은 관용명으로 기재한다.

전과정평가에 필요한 데이터는 평가 목표에 따라 다를 수 있으며, 이러한 데이터는 시스템 경계 내의 단위공정과 관련하여 생산 현장에서 수집되거나 간행물로부터 얻거나 계산될 수 있다. 실제로 모든 데이터 범주는 측정, 계산 또는 평가된 데이터가 혼합된 것이다. 수집한 측정, 계산, 추정 데이터는 단위공정의 투입물과 산출물을 정량화하는데 사용된다.

• 데이터 품질요건

공정 데이터는 현장데이터(측정치, 계산치 등) 사용을 원칙으로 한다. 현장데이터는 최근 1년 누적데이터를 사용하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 생산기간이 1년 미만인 신제품의 경우에는 정상 가동되는 생산시점부터 데이터 수집 시점까지 누적 평균데이터를 사용할 수 있다. 제품생산, 데이터 측정 기술 및 방법 등의 기술적 범위는 현장에서 사용되고 있는 기술 수준 및 공법을 적용한다.

투입물의 생산과 관련된 상위공정 데이터는 일반 데이터를 사용할 수 있다. 데이터 품질요건(DQR, Data Quality Requirement)은 데이터품질평가 시에 평가점수 구간 또는 'Pass or Fail'을 결정하는 기준 역할을 하기 때문에 연구의 목적 및 범위 정의에 따라 명확하게 정의되어야 한다. 한편, 데이터 품질지표(DQI, Data Quality Indicator)는 데이터 품질평가 시에 평가대상의 역할을 한다. 일반적으로 데이터 품질평가를 위해서는 시간적 범위와 지리적 범위, 기술적 범위를 DQI로 설정한다.

- 시간적 범위(time-related coverage) : 1년 누적 데이터를 수집하는 것을 원칙

으로 한다. 하지만 공장이 가동되어 정상적인 생산이 이루어진 기간이 1년이 안 되는 경우에는 이를 절상 가동된 시점부터로 정의할 수도 있다. 또한, 데이터수집 연한 내에 폭발 또는 사고와 같은 비정상적인 상황이 발생한 경우에는 그 기간 동안을 제외한 기간 동안의 데이터를 수집하도록 요건을 설정할 수도 있다.

- 지리적 범위(geographical coverage) : 대상 제품 또는 부품, 서비스(이하 대상제품으로 명명함)에 대한 생산 공정을 내부와 외부로 구분하여 설정한다. 대상제품 생산 공정 중 내부는 현장데이터를 수집하는 것을 원칙으로 한다. 대상제품 생산 공정 중 외부는 생산 공정의 해당 지역 또는 국가의 일반 데이터베이스를 사용하는 것을 원칙으로 하지만, 여의치 않는 경우에는 해당 지역과 유사한 지역의 데이터베이스를 사용하고 민감도 분석을 수행하여 데이터의 불확실성(data uncertainty)을 검증하도록 한다.

- 기술적 범위(technical coverage) : 데이터를 수집할 단위공정의 기술적 수준은 최선의 가능한 기술(BAT, Best Available Technology)로 결정한다.

• 데이터 수집 및 계산

데이터 수집 항목은 데이터 범주에서 명시한 항목 및 다음의 내용을 포함하여야 하며, 측정이 어려운 데이터 항목은 타당한 방법으로 산출하고, 산출근거를 명시하여야 한다.

- 데이터 출처 및 수집방법
- 데이터(누락데이터 포함)처리과정
- 가정
- 처리방법 및 결과

• 할당

다중 입출력 시스템에서 할당이 발생하는 경우에는 KS A/ISO 14041(목적 및 범위 정의-전과정 목록분석)에서 규정하고 있는 방법에 기초하여 할당을 수행한다. 열린 고리 재활용 시스템에서 할당이 발생하는 경우에는 Cut-off 방법론을 적용한다.

• 전과정 목록분석 결과 산출

현장데이터 수집범위 내의 공정 데이터를 합산하여 산출한 공정 데이터(Gate-to-Gate)를 관련된 상, 하위 공정 데이터(일반 데이터, LCI DB)를 연결하여 결과를 산출한다. 대상제품별 기능단위에 맞게 환산하여 전과정 목록분석 결과를 산출한다. 목록분석 결과는 투입물과 산출물로 구분하여 다음과 같이 표시한다.

- 투입물 : 천연자원, 용수 및 에너지로 하되 해당되는 상위흐름(upstream)을 추적할 수 없는 경우에는 추적 불가능한 투입물로 표시

- 산출물 : 제품, 부산물 및 환경배출물 (대기배출물, 수계배출물, 폐기물 등)로 하되 하위흐름(downstream)을 추적할 수 없는 경우에는 추적 불가능한 배출물로 구분하여 표시

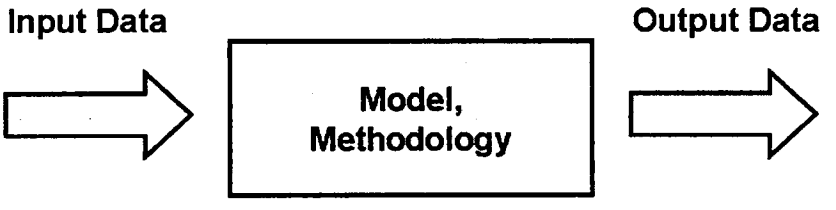
2. 국가 LCI DB 품질 검증 지침

ISO 14040 시리즈 문서가 제정된 전후를 통하여 국내외적으로 수많은 전과정평가 연구가 수행되었다. 전과정평가의 결과는 의사결정도구로써 기업, 소비자 및 정부의 의해 활용되고 있지만, 많은 전문가들은 평가결과의 타당성 및 신뢰성에 대해서는 아직까지 부족하다고 느끼고 있다. 이는 적용된 데이터 및 방법론이 다양할 뿐만 아니라 평가 과정이 투명하게 공개되고 있지 않기 때문이다. 물론 전과정평가 수행 과정에서 발생하는 모든 상황을 문서화하는 것은 불가능한 일이다. 이를 위해서 국제표준화기구에서는 ISO 14048이라는 문서화 형태에 대한 표준을 제시하고 있다. 그러나 그 내용이 너무 많고, 복잡하여 전문가들도 모든 항목을 기술하는데 부담을 느끼고 있다. 또한 ISO 14048 문서와 병행하여 그 안에 기입되는 데이터 및 방법론에 대한 검증은 별도로 필요하다. 따라서 본 보고서는 지금까지 개발된 데이터 품질 평가 방법론들을 검토하여 우리나라의 현황에 가장 적합한 방안을 제시하는데 있다.

가. 데이터 품질 평가 방법론

전과정평가는 연구의 목적과 범위에 맞게 수집하여 계산하는 과정이라고 할 수 있다. 따라서 전과정평가 결과에 영향을 주는 요인은 <그림 3-3>과 같이 두 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 입력 데이터이고, 두 번째는 적용된 방법론이다. 그

리고 각각은 그 데이터를 사용한 타당성과 그 방법을 적용한 타당성, 그리고 그 결과의 신뢰성으로 데이터의 품질을 평가할 수 있다.



Q input data X Q methodology = Q LCA results

<그림 3-3> LCA결과에 영향을 주는 요인

ISO 14040s 문서가 제정되면서 데이터 품질 평가에 대한 연구도 많이 병행되었으며, 대표적인 데이터 품질 평가 방법은 다음과 같다.

• ISO (1997)

ISO 14041 규격은 목적 및 범위 설정, 시스템 모델화, 데이터 수집 및 검증, 목록분석 결과의 신뢰성 평가, 결과의 해석 및 보고에 대한 가이드라인을 제공한다.

• SETAC 1 (1992)

SETAC에서는 ISO 규격이 발행되기 전에 데이터 품질의 중요성을 인식하고 자체적인 데이터 형식과 함께 데이터 품질 지표를 개발하여 발표하였다. 품질 지표는 다음과 같이 정량적인 지표와 정성적인 지표로 구분하여 기술하고 있다.

정량적 데이터 품질 지표 : 정밀성, 완전성, 분포, 동질성, 연관관계, 불확실성
정성적 데이터 품질 지표 : 일관성, 적절성, 비교가능성, 대표성, 편차검증, 재현성, 접근가능성

• SETAC 2 (1997)

SETAC 2방법에서는 먼저 데이터 품질 목표(DQG)를 설정한다. 수집한 데이터는 DQG와 관련되어야 하는데, 데이터 품질 지표(DQI)를 통하여 각 데이터의 특성

을 파악할 수 있다. 이러한 DQI는 전체 결과의 불확실성을 산출하는데 적용되며, 지표로는 신뢰성, 완전성, 시간, 지역, 기술적 상관성이 있다.

• DALCA (1996)

DALCA 방법은 SETAC 2 방법에 근거하고 있지만, 지표의 점수가 SETAC 2 방법보다는 상세하지 않다. 데이터 품질 목표(DQG)와 데이터 품질 지표(DQI)를 구분하여, DQG는 프로젝트와 관련이 있는 반면에 DQI는 데이터의 고유한 기능과 관련이 있다. DQI는 최소한 대표성, 원본 데이터, 완전성을 포함해야 한다.

• Wrisberg(1997)

필립스 전자에 의해 개발된 반정량적인 접근법으로 전체적인 구조는 다음과 같이 4개의 요소로 구분된다.

데이터 품질 목표(DQG) : 연구 목적 및 범위와 관련
데이터 품질 파라미터(DQP) : 데이터에 대한 정보로 구성
데이터 품질 지표(DQI) : 파라미터에 근거한 등급
데이터 품질 평가(DQA) : 평가 절차

데이터 품질 파라미터는 1~5등급 범위를 부여하고 있으며, 각각의 파라미터를 합산하여 지표의 수만큼 나누어 표현한다. 최종 결과는 흐름별, 공정별, 시스템별 일련의 지표로 나타난다.

나. 데이터 품질 평가 방법 및 절차

데이터 품질은 일반적으로 입력 데이터와 적용된 방법론에 기인하지만, 출력 데이터에 대한 검증 또한 중요하다. 최종 출력 데이터를 다른 유사 데이터 또는 외국 데이터와 비교 분석함으로써 취사선택한 방법론의 타당성 및 입력 데이터의 오류를 추적하는데 유용하다. 따라서 본 보고서는 세 가지 측면에 대해 데이터 품질 평가를 수행하기 위한 방법론을 제시하고 있다.

• 단위 공정별 데이터 평가

입력 데이터의 품질은 데이터의 수집 방법, 완전성 및 대표성과 관련된다. 얼마나 신뢰성 있는 데이터를 정밀하게 수집하였는지를 평가하고, 제품시스템 내에 필요한 모든 데이터를 수집하였는가와 수집한 데이터는 대표성이 있는지 여부를 평가하는 것이다. 대표성은 다시 표본데이터의 대표성, 시간·지역·기술적 대표성을 분류할 수 있다.

• 단위공정 합산 데이터 평가

각 단위공정의 데이터의 품질이 높더라도 모든 단위공정 데이터를 합산하여 데이터 수집 범위 내의 물질 흐름 목록을 생성한 후 필요한 상·하위 공정 데이터를 어떻게 얼마나 연결하느냐에 따라 최종 생성되는 데이터베이스의 품질이 달라질 수 있다. 따라서 이 단계에서의 데이터 평가는 적절한 상·하위 공정 데이터베이스를 연결하였는지에 대한 평가를 기술하고 이는 연결 대상 흐름에 적절한 데이터베이스를 연결하였는가를 평가하여 부적절한 데이터베이스가 연결되는 경우를 방지하기 위해서이다. 적절한 데이터베이스의 연결이 완료되고 난 후에는 데이터베이스의 연결이 필요한 공정 흐름에 대비하여 얼마나 많은 데이터베이스가 연결되었는가를 평가하도록 한다. 이는 최종 결과물인 LCI DB의 완성도를 파악하기 위한 지표이다.

• 적용된 방법론 평가

적용한 방법론과 관련된 데이터 품질 지표로는 일관성과 타당성이 있다. 전과정평가 수행 중 취사선택한 방법론이 적절하며, 일관적인지 여부에 대해 평가한다.

• 출력 데이터 평가

출력 데이터에 대한 평가 또한 최종 데이터 품질의 정도를 파악하는 데 중요한 역할을 한다. 복잡한 공정에 대해 전과정평가를 수행 시 데이터 기입이나 계산 과정이 복잡하여 수행자가 오류를 유발시키는 경우가 종종 있다. 이러한 오류는 최종 결과를 유사한 다른 데이터나 외국의 데이터와 비교함으로써 쉽게 발견할 수 있다. 물론 비교 대상 데이터와 시스템경계, 참고 흐름, 할당 등 적용한 방법론이 차이가 있을 수 있지만, 주요 흐름 몇 개를 상호간에 비교함으로써 전체적인 데이터의 품

질을 가늠할 수 있다. 또한, 영향평가를 수행하여 그 결과를 비교해 봄으로써 쉽게 놓칠 수 있는 데이터의 오류를 파악할 수 있다. 이러한 평가는 검토위원회를 통하여 이루어져야 하며, 내부적으로는 다른 사람이 같은 데이터와 방법으로 전과정평가를 재수행(재현성)해보는 것도 좋은 방법이 될 수 있다. 평가 수행 방법은 검토위원회에서 결정하도록 한다.

3. 전과정 목록(LCI) DB 구축 대상제품 설정

가. 철도차량 시스템 경계 설정

(1) 철도차량 시스템 정의

철도차량에 대한 LCI DB 구축을 위해서 철도차량 시스템을 다음과 같이 정의하였고, 대상 제품 또는 부품에 따라 개별 제품시스템을 설정하였다.

• 철도차량 시스템 : 승객 및 화물을 철로 위로 운송하는 차량과 그 부속품 및 보조 장치를 통틀어서 지칭한다. 철도차량 시스템을 구성하는 주요 부품으로 대차, 구체, 내장판넬, 전장품 및 기타 내장재 등이 이에 포함된다. 철도 레일, 침목, 자갈과 같은 철로와 관련된 설비와 역사 등의 건물, 철도차량용 고압선 등은 시스템에서 제외한다.

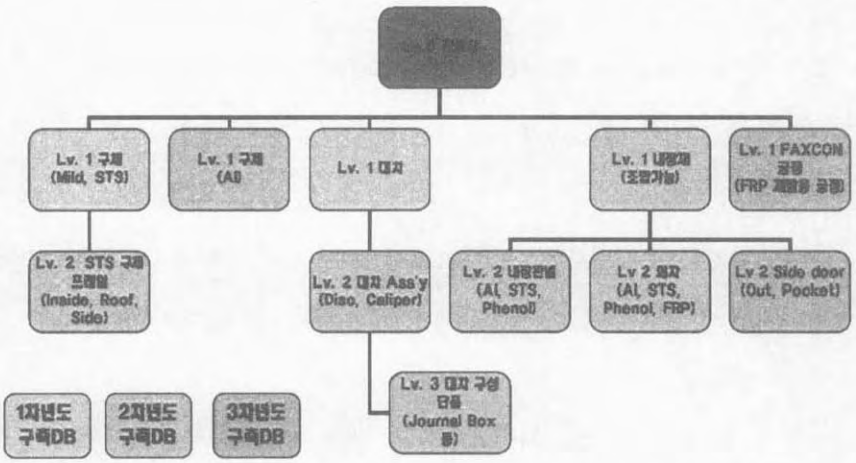
(2) 대상 철도차량 설정

철도차량의 종류는 목적에 따라, 지하철 철도차량, 일반 철도 차량, 고속철도 차량 등으로 구분이 가능하다. 또 기능에 따라, 동차, 화차, 객차로 구분이 가능하고, 재질에 따라, Mild 구체 철도차량, STS 구체 철도차량, Al 구체 철도차량, 복합소재 철도차량 등으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 지하철 전동차 T-car를 대상 철도차량으로 선정하였으며, 각 부품 및 차량구체 재질에 따른 환경영향을 비교하기 위하여 LCI DB를 구축하였다.

(3) 대상 철도차량 부품 설정

<그림 3-4>와 같이 전동차 T-car의 부품에 대한 계층 구조를 설정하여 Top-Bottom의 순서로 LCI DB를 구축하기로 하였다. 본 연구의 목적이 전동차에 대한

전과정평가이므로 상위 레벨의 DB를 우선 구축하고 점차적으로 하위 레벨에 대한 DB를 구축하여 상위 레벨의 DB에 대한 업데이트를 수행하였다. 대상 부품은 중량 보고서 상에서 중량 기준으로 무거운 부품 위주로 선택하였으며, 이를 기준으로 STS 구체 전동차의 경우, 중량비 82.58 %에 해당하는 부품 DB를 구축하였다.



<그림 3-4> 전동차 주요 부품 LCI DB 구축 현황

(4) 시스템 경계

본 연구의 시스템경계는 원료물질을 채취하는 'Cradle'에서부터 제품이 출하되는 'Gate'까지인 'Cradle to gate'로 설정하였다.

• 원료물질 취득:

철도차량 및 그 부품에 사용할 원료물질(철광석, 보크사이트, 원유, 석탄 등)을 취득하는 단계이다.

• 수송단계:

원료가 제품제조 공정에 투입되는 단계이다. 대부분의 원료물질은 해외에서 수입된다. 수송공정은 일부 원료 및 수송 데이터 부재와 일부 데이터베이스 부재로 인해 일관성을 유지하기 위해 수송단계를 제외하였다.

• 제품제조단계:

원료물질이 투입되어서 기본적으로 부품이 제조되고, 부품을 취합하여서 최종 철도차량이 제작되는 단계이다.

• 제외 기준

전과정평가 연구 수행에서는 수집하고 처리해야 할 수많은 투입물과 산출물이 있다. 그러나 현실적으로 모든 물질들을 다룰 수는 없으며, 또한 너무 작은 수치를 가지기 때문에 환경적으로 의미가 없는 물질도 있다. 따라서 이번 연구에서는 이에 대한 제외 기준을 공정 데이터 누적질량 기여도를 99 %로 설정하였다. 단, 대상제품에 대한 DB 가운데 상위공정 DB를 확보하지 못한 경우 데이터 갭(Data-Gap)으로 처리하였고, 차후 상위 공정 DB가 확보되면 업데이트 할 수 있게 하였다.

4. 전동차 주요부품 LCI DB 구축의 예 (3차년도)

가. 전동차 포켓 슬라이딩식 출입문(Pocket sliding door) LCI DB 구축

(1) 대상정의

(가) LCI DB 명칭 및 전과정 범위

LCI DB의 명칭은 '전동차 포켓 슬라이딩식 출입문' 이며, 대상 시스템이 포괄하는 범위는 Cradle-to-gate(Ctg)이다. 구체적으로 포함하고 있는 공정 범위는 원료의 채취 단계, 제품 제조단계이며, 수송단계는 포함하지 않았다.

(나) 데이터베이스의 적용 가능 범위

수송 데이터베이스 및 전동차 주요 부품 데이터베이스를 연결하여 전동차 전체 차량의 상위공정(upstream) LCI DB로 활용할 수 있다. 동일한 기능을 가진 다른 재질 또는 형식의 부품과 환경성 비교가 가능하다.

(다) 데이터 사용상 주의사항

본 데이터베이스에는 제품 생산 후 다음 공정으로 이동할 때의 운송데이터는 포함하지 않았으므로, 수송 LCI DB와 연결하여 사용해야 한다. 또한 시스템 경계 내 부운송은 운송정보의 불확실성으로 고려대상에서 제외하였다.

(라) 데이터의 대표성

현장데이터를 수집한 대상 기업은 철도차량 전동차 포켓 슬라이딩식 출입문의 소재 및 가공 용접 모듈화에 있어서 시장 점유율 100 %를 차지하며, 이를 통해 데이터의 대표성을 확보하였다.

(2) 기능, 기능단위 및 기준흐름

(가) 기능

전동차 객실의 출입문으로 운행 시 승객의 안전을 보장하고, 정차 시 승객이 출입하도록 개폐

(나) 기능단위

포켓 슬라이딩식 출입문 1세트

(다) 기준흐름

포켓 슬라이딩식 출입문 1세트

기준흐름은 계산의 편의성 및 도출된 전과정 목록분석 결과의 이용을 쉽게 하기 위하여 기능단위와 동일하게 정의하였다.

<표 3-4> 포켓 슬라이딩식 출입문의 기능, 기능단위 및 기준흐름

기능	전동차 객실의 출입문으로 운행 시 승객의 안전을 보장하고, 정차 시 승객이 출입하도록 개폐
기능단위	포켓 슬라이딩식 출입문(Pocket sliding door) 1세트
기준흐름	포켓 슬라이딩식 출입문(Pocket sliding door) 1세트

(3) 시스템 경계

(가) 기본 흐름으로서 투입물/배출물

포켓 슬라이딩식 출입문의 전과정 범위 내에서 기본 흐름(elementary flow)인 투입물과 배출물의 정보를 수집하였다. 기본흐름이 아닌 상하위 공정에 대해선 기존에 구축되어 있는 DB 또는 유사 DB를 적용하였다. 기존에 구축되어 있는 DB가 없거나 유사 DB가 없는 흐름에 대해서는 Data Gap으로 처리하고, 포켓 슬라이딩식 출입문 LCI DB에 반영하여 나중에 업데이트가 가능하게 하였다.

(나) 의사결정 기준

최종 제품인 포켓 슬라이딩식 출입문에 대한 중량 정보를 기준으로 원료 취득에서부터 제품 제조까지의 일반적인 공정들 및 이와 관련된 투입물/배출물을 연구 대상으로 하였다. 공정의 청결유지와 같은 제품생산과 직접 관련이 없거나 환경부하가 적을 것으로 판단되는 단위 공정에 대해서는 연구 범위에서 제외하였다.

(다) 전과정의 단계나 공정 혹은 데이터 요구의 생략

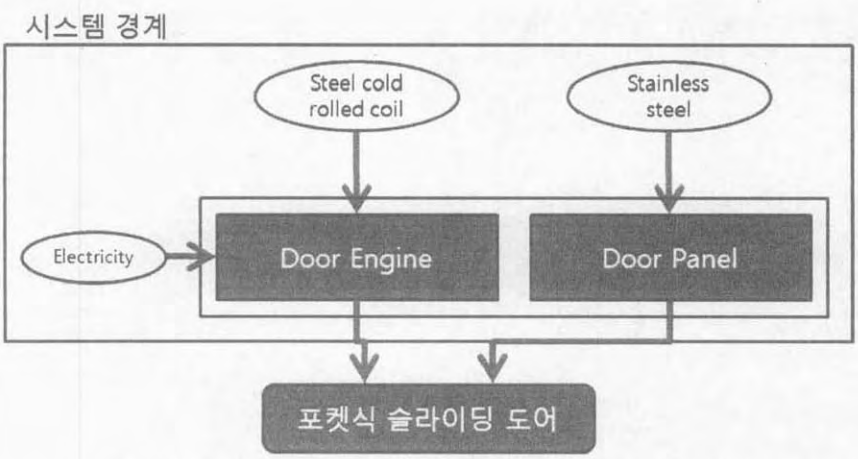
연구 목적에 따라 **Ctg(Cradle to gate)**에 대한 연구를 수행하였다. 단, 내부 운송을 포함한 전 운송단계는 데이터 부재로 인해 제외되었다.

(라) 단위 공정의 초기분석

전동차 포켓 슬라이딩식 출입문의 생산 단위 공정에서 투입물로는 원자재 및 에너지 등이 존재한다. 원자재로 스테인레스 스틸, 냉연 강판 등이 사용되며, 에너지로는 전력이 사용된다. 제품 생산을 위해 절단, 용접, 조립 등의 일련의 과정을 거친다.

(4) 초기 투입물/배출물의 포함 기준

<그림 3-5>와 같이 **ISO 14041**에 제시된 누적 무게, 누적 에너지 및 환경관련성 등의 세 가지 기준을 적용하여 투입물의 초기 포함 기준을 결정하였다.



<그림 3-5> 포켓식 슬라이딩 도어 시스템 경계

(가) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 무게 기준 100 % 까지의 투입물

(나) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 에너지 기준 100 %까지의 투입물

(다) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물 중 유해화학 물질로 정의된 투입물

(5) 데이터 범주

본 연구를 위해 다음과 같은 항목들을 데이터 범주로 하여 데이터를 수집하였다. 수집 데이터는 측정치, 계산치, 추정치로 구분하였다.

(가) 투입물

· 원료물질(raw material): 포켓 슬라이딩식 출입문 엔진, 포켓 슬라이딩식 출입문 패널

· 에너지(energy): 전력(electricity)

(나) 산출물

· 제품(product): 포켓 슬라이딩식 출입문

· 잔여물(residues): 일반 폐기물

(6) 데이터 취득 방법

(가) 포켓 슬라이딩식 출입문 엔진

현장데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 계산치이다. 상위 공정은 재질 특성의 유사성을 검토한 결과, 가장 적합한 냉연코일 LCI DB(환경부, 2003)를 사용하였다.

(나) 포켓 슬라이딩식 출입문 판넬

현장데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 계산치이다. 상위 공정은 재질 특성의 유사성을 검토한 결과, 가장 적합한 스테인레스 냉연코일 LCI DB(환경부, 2003)를 사용하였다.

(다) 전력

에너지 사용은 겔코트 분무 공정에 사용된 전력량을 고려하였다. 이 데이터는 계산치이며, 정보제공자의 편의 및 기업보안 차원에서 연간 총 사용량 형태로 수집되었으며, 이를 기능단위에 맞추어 환산하여 적용하였다. 전력의 환경부하는 국가전력 LCI DB(산업자원부, 1998)를 사용하였다.

(7) 데이터 품질요건

(가) 시간적 범위

생산 단계의 데이터는 2006년 1월 1일부터 2006년 12월 31일까지 1년간의 데이터를 수집하였다. 기타 데이터는 5년 이내의 데이터 사용을 목표로 하였으며, 이에 대한 설명은 데이터 취득방법에 기술하였다.

(나) 지역적 범위

지역적 범위는 원자재의 경우 각 해당 생산 지역이며, 제품 생산의 경우 대한민국으로 하였다.

(다) 기술적 범위

기술적 범위는 현장에서 사용되고 있는 기술수준 및 공법을 적용하였다.

(라) 가정 및 제한사항

데이터 부재로 인해 불확실성이 큰 운송은 본 연구에서 고려하지 않았다. 원료물질의 경우, 제조 공정 및 재질 특성의 유사성을 검토하여 가장 적합한 물질을 선택하였으며, 이와 같은 합리적인 가정을 도출하기 위해 현장 전문가의 의견 수렴 및 각종 문헌 자료를 참고하였다. 이에 대한 설명은 각각 데이터 취득 방법에 기술하였다.

(8) 데이터 수집 및 계산

(가) 데이터 수집 절차

대상제품의 생산 공정에 대한 조사는 제조업체의 현장 방문을 통해 이루어졌다. 여기서 현장 전문가와 함께 제조공정의 설명 및 특징에 대한 토의가 이루어졌다. 데이터 수집은 설문서 발송 및 데이터 검증을 위한 현장방문과 전화통화로 진행되었으며, 포켓 슬라이딩식 출입문 생산 공정을 하나의 블랙박스로 간주하여 조사하였다.

(나) 계산절차

각각의 단위공정별 데이터를 기준흐름인 전동차 1량에 투입되는 포켓 슬라이딩 출입문 1 kg을 기준으로 계산하였다. 이 계산값을 사용하여 전과정평가 소프트웨어인 PASS를 사용하여 전과정 목록분석을 수행하였다. 전동차 포켓 슬라이딩 출입문에 대한 LCI DB 목록은 ISO 14048의 표준양식으로 정리하여 부록에 수록하였으며, 주요 목록항목을 <표 3-5>와 <표 3-6>에 나타내었다.

<표 3-5> 포켓 슬라이딩식 출입문의 주요 목록항목

주요 투입물(자원) 및 배출물(환경배출물)					
물질명	무게	단위	투입	자원	media
Iron ore	1.57E+02	kg	INPUT	Resource	Soil
Hard coal	1.04E+02	kg	INPUT	Resource	Soil
Coal	9.67E+01	kg	INPUT	Resource	Soil
Limestone	3.52E+01	kg	INPUT	Resource	Soil
Crude oil	2.25E+01	kg	INPUT	Resource	Soil
Fine iron ore	1.90E+01	kg	INPUT	Resource	Soil
Natural gas	1.66E+01	kg	INPUT	Resource	Soil
Fine coal	1.22E+01	kg	INPUT	Resource	Soil
Pulverized coal	1.16E+01	kg	INPUT	Resource	Soil
Carbon dioxide(CO2)	8.90E+02	kg	OUTPUT	Emission	Air
Waste water	2.53E+01	kg	OUTPUT	Emission	Water
Vapor	9.83E+00	kg	OUTPUT	Emission	Air
Carbon monoxide(CO)	5.24E+00	kg	OUTPUT	Emission	Air

나. FAXCON(Frp Ash miX COncrete) LCI DB 구축

(1) 대상정의

(가) LCI DB 명칭 및 전과정 범위

LCI DB의 명칭은 'FAXCON' 이며, 구체적으로 폐 FRP를 재활용하여 만든 제품이다. 본 시스템이 포괄하는 범위는 Cradle-to-gate(Ctg)이고, 구체적으로 포함하고 있는 공정 범위는 원료채취단계와 제품제조단계이다.

(나) 데이터 사용상 주의사항

본 데이터베이스에는 제품 생산 후 다음 공정으로 이동할 때의 운송데이터는 포함하지 않으므로, 수송 LCI DB와 연결하여 사용하였다. 또한 시스템 경계 내부 운송은 운송 정보의 불확실성으로 고려대상에서 제외하였다.

(다) 데이터의 대표성

FRP의 현장데이터를 수집한 대상기업은 철도차량 FRP 내장판넬(Interior Panel)의 소재 및 가공 용접 모듈화에 있어서 시장 점유율 100 %를 차지하며, 이를 통해 데이터의 대표성을 확보하였고, FAXCON의 현장데이터를 수집한 대상기업은 폐 FRP를 이용하여 FAXCON 제품을 개발한 기업이며, 이를 통해 데이터의 대표성을 확보하였다.

(2) 기능, 기능단위 및 기준흐름

(가) 기능

내구연한이 경과하여 매립되는 전동차 구체(Car-Body) 내부에 설치한 판넬의 재활용

(나) 기능단위

전동차 1량에 투입되는 FRP 재질의 내장판넬 1 kg으로 만든 FAXCON 1 kg

(다) 기준흐름

전동차 1량에 투입되는 FRP 재질의 내장판넬 1 kg으로 만든 FAXCON 1 kg으로 기준흐름은 계산의 편의성 및 도출된 전과정 목록분석 결과의 이용을 쉽게 하기 위하여 기능단위와 동일하게 정의하였다.

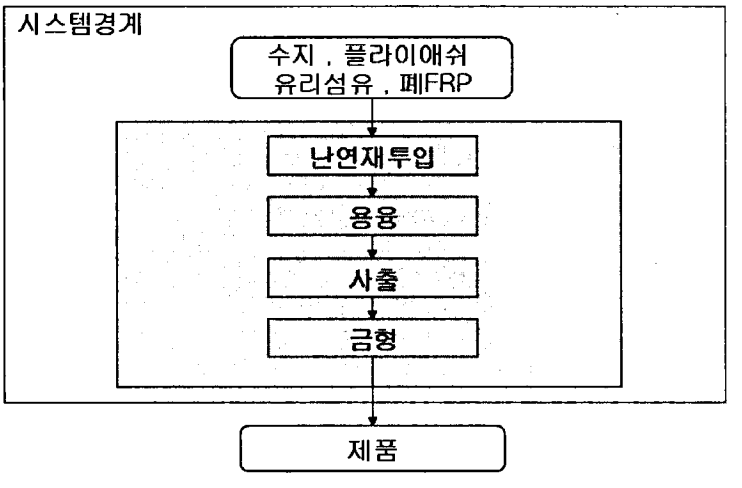
<표 3-6> FAXCON의 기능, 기능단위 및 기준흐름

기능	내구연한이 경과되어 매립되는 전동차 구체(Car-Body) 내부에 설치하는 판넬의 재활용
기능단위	전동차 1량에 투입되는 FRP 재질의 내장판넬(Interior Panel) 1 kg으로 만든 FAXCON 1 kg
기준흐름	전동차 1량에 투입되는 FRP 재질의 내장판넬(Interior Panel) 1 kg으로 만든 FAXCON 1 kg

(3) 시스템 경계

(가) 기본 흐름으로서 투입물/배출물

FAXCON의 전과정 중 원료물질 채취단계에서부터 제품 제조단계까지(Cradle to gate, Ctg)를 시스템 경계로 정의하였다. 정의된 시스템 경계에서 조사되는 투입물 및 배출물은 기본 흐름(elementary flow)을 대상으로 하였다. 난연재 혼합공정에서 사용되는 데카브롬과 삼산화안티몬은 데이터 부재로 인해 고려대상에서 제외하였다. 제품 제조단계에서의 내부 운송을 포함하여, 원료물질 채취부터 제품 제조단계까지의 운송 또한 데이터 부재로 인해 본 연구의 시스템 경계에서 제외하였다. 상기 제한사항을 고려하여 시스템 경계를 설정하였다.



<그림 3-6> FAXCON의 시스템 경계

(나) 의사결정 기준

전동차 제조공정에 투입되는 폐 FRP 내장판넬을 재활용한 FAXCON을 생산하

기 위한 원료 취득에서부터 제품 제조까지의 일반적인 공정들 및 이와 관련된 투입물/배출물을 연구대상으로 하였다. 공정의 청결유지와 같은 제품생산과 직접 관련이 없거나 환경부하가 적을 것으로 판단되는 단위 공정에 대해서는 연구 범위에서 제외하였다.

(다) 단위 공정의 초기분석

FAXCON의 생산 단위 공정에서 투입물로는 원자재 및 에너지 등이 존재한다. 원자재로 폐 FRP, fly ash, 수지, 유리 섬유가 사용되며, 에너지로는 전력이 사용된다. 제품 생산을 위해 난연재, 보강재 투입 및 용융, 사출, 금형 등의 일련의 과정을 거친다.

(4) 초기 투입물/배출물의 포함 기준

ISO 14041에 제시된 누적 무게, 누적 에너지 및 환경관련성 등의 세 가지 기준을 적용하여 투입물의 초기 포함기준을 아래와 같이 결정하였다.

(가) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 무게 기준 90 %까지의 투입물

(나) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 에너지 기준 100 %까지의 투입물

(다) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물 중 유해화학 물질로 정의된 투입물

(5) 데이터 범주

본 연구를 위해 다음과 같은 항목들을 데이터 범주로 하여 데이터를 수집하였다. 수집 데이터는 측정치, 계산치, 추정치로 구분하였다.

(가) 투입물

① 원료물질(raw material): 수지, 유리섬유, 폐 FRP, fly ash

② 에너지(energy): 전력(electricity)

(나) 산출물

① 제품(product): FAXCON(Frp Ash miX CONcrete)

② 잔여물(residues): 일반폐기물

(6) 데이터 취득 방법

(가) 폐 FRP

현장데이터를 수집하였으며, 수집데이터는 계산치이다. 상위 공정은 본 연구에서 2차년도에 기구축한 전동차 FRP 내장판넬 LCI DB를 사용하였다.

(나) 수지

현장데이터를 수집하였으며, 수집데이터는 계산치이다. 상위 공정은 재질 특성의 유사성을 검토한 결과, 가장 적합한 폴리프로필렌(Polypropylene) LCI DB(산업자원부, 1998)를 사용하였다.

(다) 유리섬유

현장데이터를 수집하였으며, 수집데이터는 계산치이다. 상위 공정은 국내 DB의 부재로 인해 연결할 수 없으므로 공정의 유사성을 고려하여, 국외 DB인 SimaPro 5.1(네덜란드, 2004)의 Glass fiber I DB(IDEMAT2001, 2003)를 사용하였다.

(라) Fly ash

현장데이터를 수집하였으며, 수집데이터는 계산치이다. 상위 공정은 국내 DB의 부재로 인해 연결할 수 없으므로 공정의 유사성을 고려하여, 국외 DB인 SimaPro 5.1(네덜란드, 2004)의 fly ash S DB(ETH-ESU 96 System processes, 2003)를 사용하였다.

(라) 전력

현장데이터를 수집하였으며, 수집데이터는 계산치이다. 전력의 환경부하는 국가전력 LCI DB(산업자원부, 1998)를 사용하였다.

(7) 데이터 품질요건

(가) 지역적 범위

지역적 범위는 원자재의 경우 각 해당 생산 지역이며, 제품 생산의 경우 대한민국으로 하였다. 단, DB의 부재로 인해 국가의 일반 데이터베이스를 사용할 수 없는 경우, 생산 공정의 해당 지역이 유럽인 국외 DB를 사용하였다. 이에 대한 설명은 데이터 취득방법에 기술하였다.

(나) 기술적 범위

기술적 범위는 현장에서 사용되고 있는 기술수준 및 공법을 적용하였다.

(다) 가정 및 제한사항

데이터 부재로 인해 불확실성이 큰 운송은 본 연구에서 고려하지 않았다. 난연재 혼합공정에서 사용되는 난연재는 데이터 부재로 인해 고려대상에서 제외하였다. 원료 물질의 경우, 제조 공정 및 재질 특성의 유사성을 검토하여 가장 적합한 물질을 선택하였으며, 이와 같은 합리적인 가정을 도출하기 위해 현장전문가의 의견 수렴 및 각종 문헌 자료를 참고하였다. 이에 대한 설명은 각각 데이터 취득 방법에 기술하였다.

(8) 데이터 수집 및 계산

(가) 데이터 수집 절차

대상제품의 생산 공정에 대한 조사는 제조업체의 현장 방문을 통해 이루어졌다. 여기서 현장 전문가와 함께 제조공정의 설명 및 특징에 대한 토의가 이루어졌다. 데이터 수집은 설문서 발송 및 데이터 검증을 위한 현장방문과 전화통화로 진행되었으며, FAXCON 생산 공정을 하나의 블랙박스로 간주하여 조사하였다.

(나) 계산절차

각각의 단위공정별 데이터를 기준흐름인 전동차 1량에 투입되는 FRP 재질의 내장판넬 1 kg을 재활용하여 만든 FAXCON 1 kg을 기준으로 계산하였다. 이 계산값을 사용하여 전과정평가 소프트웨어인 PASS를 사용하여 전과정 목록분석을 수행하였다. FAXCON에 대한 LCI DB 목록은 ISO 14048의 표준양식으로 정리하여 부

록에 수록하였으며, 주요 목록항목을 <표 3-7>에 나타내었다.

<표 3-7> FAXCON 주요 목록항목의 LCI 결과

주요 투입물(자원) 및 배출물(환경배출물)					
물질명	무게	단위	투입	자원	media
Soft coal	6.09E-01	kg	INPUT	Resource	Soil
Baryte(BaSO4)	4.67E-03	kg	INPUT	Resource	Soil
Ethane	6.86E-11	kg	INPUT	Resource	Soil
Propane(C3H8)	4.69E-08	kg	INPUT	Resource	Soil
Crude oil	6.62E-01	kg	INPUT	Resource	Soil
Lead(Pb)	1.13E-07	kg	INPUT	Resource	Soil
Sand(SiO2)	8.10E-03	kg	INPUT	Resource	Soil
Sodium(Na)	2.90E-09	kg	INPUT	Resource	Soil
Uranium(U)	3.19E-05	kg	INPUT	Resource	Soil
Chlorine(Cl2)	1.59E-05	kg	OUTPUT	Emission	Air
But-1-ene	6.98E-10	kg	OUTPUT	Emission	Air
Dust	1.86E-03	kg	OUTPUT	Emission	Air
Chlorine(Cl2)	1.50E-05	kg	OUTPUT	Emission	Water
Antimony(Sb)	1.24E-10	kg	OUTPUT	Emission	Water

제2절 전동차 환경성 평가 및 진단

본 연구에서 기구축한 전동차 주요부품 환경성 LCI DB를 이용하여, 구체의 재질(STS, Al)에 따른 차량의 환경성 평가를 수행하였다.

1. STS 구체 전동차(T-car) 전과정평가

가. 목적정의 및 시나리오 설정

■ 목적: STS 구체 전동차(T-car)에 대한 환경성 분석 및 주요 환경 이슈 규명

■ 시나리오 1: STS 구체 전동차(T-car)의 원료물질 취득부터 제작단계에 대한 전과정평가

■ 시나리오 2: STS 구체 전동차(T-car)의 원료물질 취득부터 운행단계에 대한 전과정평가(제작단계 포함)

- 운행기간: 25년(내구연한)
- 전력소비량 계산식: $y = 6.744x + 80,931$

  x=전동차 무게(ton)

  y=월간 전력사용량(kWh/월)
- 총 전력 사용량: 24,338.2 MWh

■ DB: 기구축 DB 사용

■ Software: PASS v.3.1.3

나. 기능, 기능단위 및 기준흐름

(1) 기능

전기를 동력으로 하여 레일 위를 이동하며 승객을 수송하는 것

(2) 기능단위

STS 구체 전동차(T-car) 1량

(3) 기준흐름

데이터를 계산하기위한 기준흐름(Reference flow)으로 STS 구체 전동차(T-car) 1량을 설정하였다. STS 구체 전동차(T-car)에 대한 기능, 기능단위, 기준흐름을

<표 3-8>에 나타내었다.

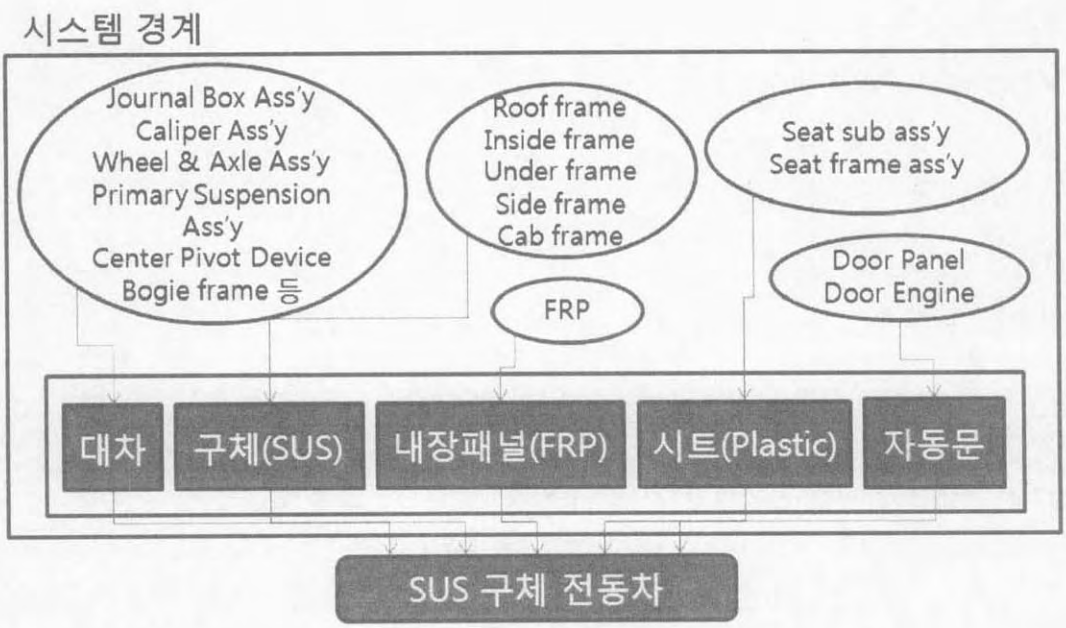
<표 3-8> STS 구체 전동차(T-car)의 기능, 기능단위 및 기준흐름

기능	전기를 동력으로 하여 레일 위를 이동하며 승객을 수송하는 것
기능단위	STS 구체 전동차(T-car) 1량
기준흐름	STS 구체 전동차(T-car) 1량

다. 시스템 경계

(1) 기본 흐름으로서 투입물/배출물

STS 구체 전동차(T-car)의 전과정 중 원료물질 채취단계에서부터 제품 제조단계까지(Cradle-to-gate, Ctg)를 시스템 경계로 정의하였다. 정의된 시스템 경계에서 조사대상 투입물 및 배출물은 기본 흐름(elementary flow)으로 하였다. 제품 제조단계에서의 내부 운송을 포함하여 원료물질 채취부터 제품 제조단계까지의 운송은 데이터 부재 및 불확실성으로 인해 고려사항에서 제외하였다. 상기 제한사항을 고려하여 시스템 경계를 설정하였고 이를 <그림 3-7>에 도시하였다.



<그림 3-7> STS 구체 전동차(T-car) 시스템 경계

(2) 의사결정 기준

전동차 제조공정에 투입되는 STS 구체 전동차(T-car)를 생산하기 위한 원료취득에서부터 제품 제조까지의 일반적인 공정들 및 이와 관련된 투입물/배출물을 연구대상으로 하였다. 공정의 청결유지와 같은 제품생산과 직접 관련이 없거나 환경부하가 적을 것으로 판단되는 단위 공정에 대해서는 연구 범위에서 제외하였다. <표 3-9>에 중량 기준으로 시스템 경계에 포함되는 공정들을 나타내었다. 데이터 갭을 고려하여 의사 결정기준을 누적 중량비 82.58 %로 설정하였다. 환산은 시스템 경계에서 제외되는 부품에 의해 유발되는 환경영향을 시스템 경계 내에 포함되는 부품들로 하여금 부담하게 하기 위함이며, 추후에 DB를 업데이트할 경우 이를 대체하도록 한다.

<표 3-9> STS 구체 전동차(T-car) 의사결정기준(단위:kg)

부품명	실중량	누적 중량	중량비	누적 중량비	환산 중량비	환산누적 중량비	환산 실중량
대차	**11,526**	**11,526**	**39.56%**	**39.56%**	**47.90%**	**47.90%**	**13,957.1**
구체	**8,258**	**19,784**	**28.34%**	**67.90%**	**34.32%**	**82.22%**	**9,999.8**
내장설비	**4,277**	**24,061**	**14.68%**	**82.58%**	**17.78%**	**100.00%**	**5,179.1**
냉난방 장치	1,826	25,887	6.27%	88.85%		합계	29,136.0
파이프	1,330	27,217	4.56%	93.41%	-	-	-
바닥하부 장치	815	28,032	2.80%	96.21%	-	-	-
전장품	672	28,704	2.31%	98.52%	-	-	-
외장설비 및 도장	432	29,136	1.48%	100.00%	-	-	-

(3) 전과정의 단계나 공정 혹은 데이터 요구의 생략

연구 목적에 따라 Ctg(Cradle to gate)에 대한 연구를 수행하였다. 단, 내부 운송을 포함한 전 운송단계와 생산에 따른 전력량은 데이터 부재로 인해 제외하였다.

(4) 단위 공정의 초기분석

STS 구체 전동차의 생산 공정에서 투입물로는 원자재로서 대차, STS 구체, 설비 등이 있다. 제품 생산을 위해 용접, 조립 및 검사 등의 일련의 과정을 거친다.

라. 초기 투입물/배출물의 포함 기준

ISO 14044에 제시된 누적 무게, 누적 에너지 및 환경관련성 등의 세 가지 기준을 적용하여 투입물의 초기 포함기준을 아래와 같이 결정하였다.

(1) 제품생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 무게 기준 99 %까지의 투입물

(2) 제품생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 에너지 기준 99 %까지의 투입물

(3) 제품생산 공정으로 투입되는 모든 투입물 중 유해화학물질로 정의된 투입물

마. 데이터 범주

본 연구를 위해 다음과 같은 항목들을 데이터 범주로 하여 데이터를 수집하였다. 수집 데이터는 측정치, 계산치, 추정치로 구분하였다.

(1) 투입물

· 원료물질(raw material): 대차, STS 구체, 내장판넬, 자동문, 시트

(2) 산출물

· 제품(product): STS 구체 전동차

바. 데이터 취득 방법

(1) 대차

표준전동차 제작도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 대차 차량에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(2) STS 구체

표준 전동차 제작 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. STS 구체에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(3) 내장판넬

표준 전동차 제작 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 내장판넬에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(4) 자동문

표준 전동차 제작 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 자동문 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(5) 시트

표준 전동차 제작 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 시트에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

사. 데이터 품질요건

(1) 시간적 범위

생산 단계의 데이터는 2005년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지 1년간의 데이터를 수집하였다. 기타 데이터는 5년 이내의 데이터 사용을 목표로 하였으며, 이에 대한 설명은 데이터 취득방법에 기술하였다.

(2) 지역적 범위

지역적 범위는 원자재의 경우 각 해당 생산 지역이며, 제품 생산의 경우 대한민국으로 하였다.

(3) 기술적 범위

기술적 범위는 현장에서 사용되고 있는 기술수준 및 공법을 적용하였다.

(4) 가정 및 제한사항

데이터 부재로 인해 불확실성이 큰 운송은 본 연구에서 고려하지 않았다. 조립 단계 전력사용량은 기업비밀로 공개 되지 않았다.

아. 데이터 수집 및 계산

(1) 데이터 수집 절차

대상제품의 생산 공정에 대한 조사는 표준전동차 제작도면, 중량보고서를 통한 조사와 제조업체의 현장 방문을 통해 이루어졌다. 여기서 현장전문가와 함께 제조 공정의 설명 및 특징에 대한 토의가 이루어졌다. 제조업체의 구체적 공정 정보는 기업비밀상 공개되지 않았다. 따라서 STS 구체 전동차(T-car) 생산 공정을 하나의 블랙박스로 간주하여 조사하였다.

(2) 계산절차

각각의 단위공정별 데이터를 기준흐름인 STS 구체 전동차(T-car) 1량에 투입되는 무게를 기준으로 계산하였다. 전과정평가 소프트웨어인 PASS v3.1.3을 사용하여 이에 대한 전과정 목록분석을 수행하였다.

자. 영향범주별 환경영향과 기여도: 시나리오 1

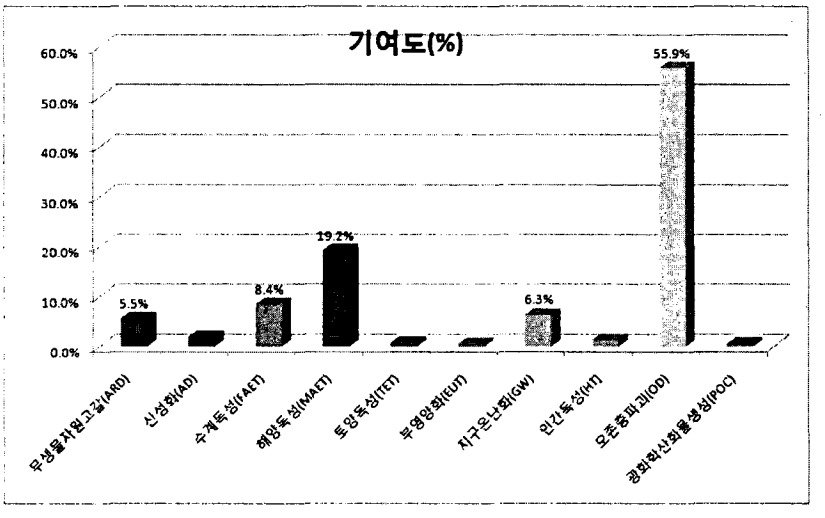
(1) 환경영향평가 결과

도출된 전과정 목록분석 결과를 이용하여 STS 구체 전동차(T-car)에 대하여 전과정 영향평가를 수행하였다. PASS v3.1.3 소프트웨어를 사용하였으며, 한국형 환경영향평가지수 방법론을 사용하였다. 정규화(Normalization) 및 가중치(Weighting) 부여 인자를 적용하여 무차원 단일지수로 잠재적 환경영향값을 산출하였다. 또한 무생물 자원고갈(ARD, Abiotic resource depletion), 지구 온난화(GW, Global warming), 오존층 파괴(OD, Ozone layer depletion), 산성화(AD, Acidification), 부영양화(Eut, Eutrophication), 광화학 산화물 생성(POC, Photochemical oxidant

creation), 수계생태독성(FAET, Freshwater aquatic ecotoxicity), 해양생태독성(MAET, Marine aquatic ecotoxicity), 인간독성(HT, Human toxicity), 토양생태독성(TET, Terrestrial ecotoxicity)으로 총 10개의 영향범주를 고려하였다. <표 3-10>은 정규화 및 가중치 부여 단계를 거쳐 도출된 최종 환경영향값을 나타내며, 각 영향범주별 환경영향 기여도를 <그림 3-8>에 나타내었다.

<표 3-10> STS 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 분석

영향범주	CI	NI	WI	기여도
무생물자원고갈(ARD)	3.72E+02	1.49E-02	6.26E-02	5.5%
산성화(AD)	3.01E+03	3.20E-02	1.15E-03	1.8%
수계독성(FAET)	1.32E+03	3.65E-02	5.26E-03	8.4%
해양독성(MAET)	6.04E+06	7.79E-02	1.20E-02	19.2%
토양독성(TET)	2.32E+01	1.95E-03	4.21E-04	0.7%
부영양화(EUT)	9.76E+01	7.45E-03	2.83E-04	0.5%
지구온난화(GW)	7.58E+04	1.37E-02	3.95E-03	6.3%
인간독성(HT)	1.16E+04	7.76E-03	8.14E-04	1.3%
오존층파괴(OD)	4.86E+00	1.20E-01	3.50E-02	55.9%
광화학산화물생성(POC)	5.62E+01	4.72E-03	3.07E-04	0.5%
계			5.637E-02	100.0%



<그림 3-8> STS 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도

이를 통해, STS 구체 전동차(T-car)의 원료 취득 단계에서 제작단계까지 가장 큰 환경영향을 야기하는 영향범주는 오존층 파괴(OD)임을 알 수 있고, 해양독성(MAET)과 수계독성(FAET)이 각각 주요 환경영향을 야기함을 알 수 있다.

■ 오존층 파괴(OD)

오존층 파괴에 기여하는 공정을 <표 3-11>을 통해 확인할 수 있다. 대차를 제작하는 공정에서 대기로 방출되는 Cl_2의 환경영향이 전체 오존층파괴에 미치는 영향의 99.3 %를 차지하며, 이는 전체 환경영향의 55.5 %를 차지한다.

<표 3-11> 오존층 파괴(OD)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	3.47E-02	99.3%
STS 구체	6.77E-06	0.0%
FRP 내장판넬	1.95E-04	0.6%
Plastic 시트	3.98E-05	0.1%
Pocket sliding door	1.24E-06	0.0%
Total	3.50E-02	**100%**

■ 해양독성(MAET)

해양독성에 영향을 미치는 환경영향은 대기로 배출되는 HF(62.8 %)와 수계로 배출되는 Be(23.5 %)에 기인한다. HF의 46.2 %는 STS 구체 제작공정에서, Be의 99.9 %는 대차 제작 공정에서 각각 발생한다.

<표 3-12> 해양독성(MAET)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	3.85E-03	32.1%
STS구체	4.56E-03	38.0%
FRP 내장패널	3.57E-04	3.0%
Plastic 시트	9.90E-04	8.3%
Pocket sliding door	2.24E-03	18.7%
Total	**1.02E-02**	**100.0%**

■ 수계독성(FAET)

수계독성에 영향을 미치는 환경영향은 주로 수계로 배출되는 PAH(65.4 %) 에 기인한다. PAH의 85 %가 플라스틱 시트 제작공정에서 발생한다.

<표 3-13> 수계독성(FAET)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	1.05E-03	19.9%
STS 구체	6.40E-04	12.2%
FRP 내장패널	4.48E-04	8.5%
Plastic 시트	3.00E-03	57.1%
Pocket sliding door	1.23E-04	2.3%
Total	**5.26E-03**	**100.0%**

(2) 전과정 해석

원료물질 취득 단계에서 전동차 제작 단계까지의 환경영향을 평가한 결과 다음과 같은 주요환경성 이슈가 규명되었다.

- 대차 제작공정에서 배출되는 Cl_2로 인해 발생하는 오존층 파괴(전체 환경영향의 55.5 %)
- 대차 제작공정에서 배출되는 HF와 Be로 인해 발생하는 해양독성(전체 환경영향의 16.6 %)
- 플라스틱 시트 제작공정에서 배출되는 PAH로 인해 발생하는 수계독성(전체 환경영향의 5.49 %)

이를 근거로 다음과 같은 환경성 개선 전략을 세울 수 있다.

- 부품 구매시 환경측면을 고려하여 부품구매(환경성 개선 요구)
- 대체 재질 부품 사용(의자의 경우 플라스틱 의자 외에 Al, STS 및 FRP와 같은 다른 재질과 환경성 및 경제성, 기능성을 고려하여 대체)
- 협력업체에 공정 개선 요구
  - 대차 제작공정에서 발생하는 Cl_2를 저감하도록 공정 개선 요청
  - 대기로 배출되는 Cl_2와 HF에 대해서 제작업체에 대기오염방지 운영 및 시

설 강화 요청

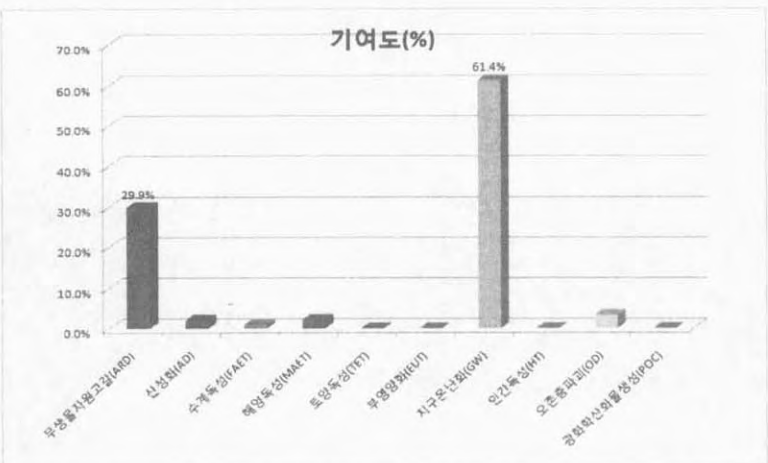
차. 영향범주별 환경영향과 기여도: 시나리오 2

(1) 환경영향평가 결과

<표 3-14>는 시나리오 2에 따라서 정규화 및 가중치 부여 단계를 거쳐 도출된 최종 환경영향값을 나타내며, 각 영향범주별 환경영향 기여도를 <그림 3-9>에 나타내었다.

<표 3-14> STS구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 분석

영향범주	CI	NI	WI	기여도
무생물자원고갈(ARD)	3.32E+04	1.33E+00	3.08E-01	29.9%
산성화(AD)	2.34E+04	5.88E-01	2.12E-02	2.1%
수계독성(FAET)	2.18E+03	6.02E-02	8.68E-03	0.8%
해양독성(MAET)	1.13E+07	1.45E-01	2.24E-02	2.2%
토양독성(TET)	2.34E+01	1.97E-03	4.26E-04	0.0%
부영양화(EUT)	1.06E+02	8.10E-03	3.08E-04	0.0%
지구온난화(GW)	1.21E+07	2.19E+00	6.32E-01	61.4%
인간독성(HT)	1.21E+04	8.11E-03	8.52E-04	0.1%
오존층파괴(OD)	4.87E+00	1.20E-01	3.50E-02	3.4%
광화학산화물생성(POC)	1.42E+02	1.19E-02	7.76E-04	0.1%
계			1.03E+00	100.0%



<그림 3-9> STS 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도

이를 통해, STS 구체 전동차(T-car)의 원료 취득 단계에서 운행단계까지, 가장 큰 환경영향을 야기하는 영향범주는 지구온난화(GW)임을 알 수 있고, 무생물 자원고갈(ARD)이 주요 환경영향을 야기함을 알 수 있다.

■ 지구온난화(GW)

가장 큰 환경영향을 야기하는 공정을 <표 3-15>를 통해 알아볼 수 있다. STS 구체 전동차(T-car)(운행포함) 공정에서 가장 큰 환경영향을 야기하는 Activity는 전력사용임을 알 수 있다. 운행 중 전력 사용으로 인해 전력 생산단계에서 대기 중으로 배출되는 CO_2에 의한 환경영향이 전체 공정에서 지구온난화에 미치는 영향의 98.4 %를 차지하며, 이는 전체 환경영향의 60.4 %를 차지한다.

<표 3-15> 지구온난화(GW)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	1.55E-03	0.2%
STS 구체	8.22E-04	0.1%
FRP 내장패널	1.83E-04	0.0%
Plastic 시트	2.36E-04	0.0%
Pocket sliding door	1.16E-03	0.2%
운행전력	6.28E-01	99.4%
계	6.32E-01	100.0%

■ 무생물 자원고갈(ARD)

무생물 자원고갈에 영향을 미치는 환경영향은 전력생산을 위해 사용되는 석탄(Coal, 59.4 %)과 원유(Crude oil, 39.6 %)에 기인한다. 이는 전체 환경영향의 29.6 %를 차지한다.

<표 3-16> 무생물 자원고갈(ARD)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	1.19E-03	0.4%
STS 구체	1.84E-04	0.1%
FRP 내장패널	1.90E-04	0.1%
Plastic 시트	1.38E-03	0.4%
Pocket sliding door	5.02E-04	0.2%
운행전력	3.05E-01	98.9%
계	3.08E-01	100.0%

(2) 전과정 해석

원료물질 취득 단계에서 전동차 제작 단계까지의 환경영향을 평가한 결과 다음과 같은 주요환경성 이슈가 규명되었다.

- 운행 중 사용하는 전력을 생산하기 위해 배출되는 CO_2로 인해 발생하는 지구온난화(전체 환경영향의 60.4 %)
- 운행 중 사용하는 전력을 생산하기 위해 소비하는 석탄(Coal)과 원유(Crude oil)로 인한 무생물 자원고갈(전체 환경영향의 29.6 %)

이를 근거로 다음과 같은 환경성 개선 전략을 세울 수 있다.

- 전력 소비 저감 운행 방안 수립
- 제작사에 전력 소모 부품에 대한 전력 소비효율 개선 및 최적화 요구
- 전동차 경량화 방안 수립

2. Al 구체 전동차(T-car) 전과정평가

가. 목적정의 및 시나리오 설정

- 목적: Al 구체 전동차(T-car)에 대한 환경성 분석 및 주요 환경성 이슈 규명
- 시나리오 1: Al 구체 전동차(T-car)의 원료물질 취득부터 제작에 대한 전과정평가
- 시나리오 2: Al 구체 전동차(T-car)의 원료물질 취득부터 운행에 대한 전과정평가(제작단계 포함)
  - 운행기간: 25년(법정 수명)
  - 전력소비량 계산식: $y = 6.744x + 80{,}931$

    x=전동차 무게(ton)

    y=월간 전력사용량(kWh/월)
  - 총 전력 사용량: 24,329.8 MWh
- DB: 기구축 DB 사용.
- Software: PASS v.3.1.3

나. 기능, 기능단위 및 기준흐름

(1) 기능

전기를 동력으로 하여 레일 위를 이동하며 승객을 수송하는 것

(2) 기능단위

AI 구체 전동차(T-car) 1량

(3) 기준흐름

데이터를 계산하기위한 기준 흐름(Reference flow)으로 AI 구체 전동차(T-car) 1량을 설정하였다. AI 구체 전동차(T-car)에 대한 기능, 기능단위, 기준흐름을 <표 3-17>에 나타내었다.

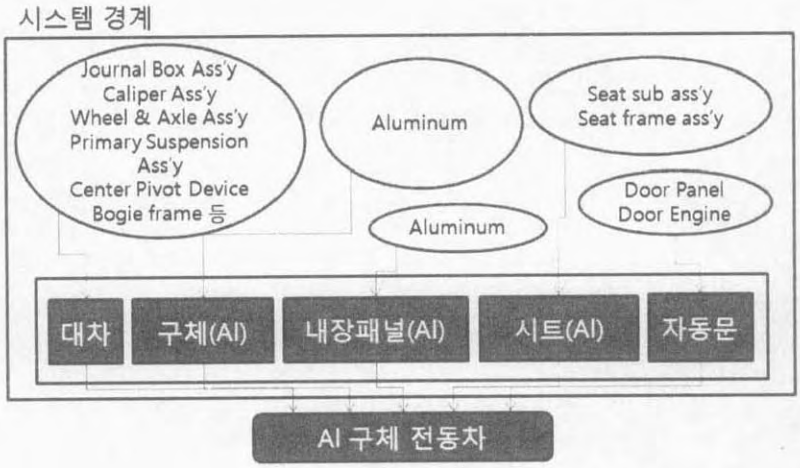
<표 3-17> AI 구체 전동차(T-car)의 기능, 기능단위 및 기준흐름

기능	전기를 동력으로 하여 레일 위를 이동하며 승객을 수송하는 것
기능단위	AI 구체 전동차(T-car) 1량
기준흐름	AI 구체 전동차(T-car) 1량

다. 시스템 경계

(1) 기본 흐름으로서 투입물/배출물

AI 구체 전동차(T-car)의 전과정 중 원료물질 채취단계에서부터 제품 제조단계까지(Cradle-to-gate, Ctg)를 시스템 경계로 정의하였다. 정의된 시스템 경계에서 조사대상 투입물 및 배출물은 기본 흐름(elementary flow)으로 하였다. 제품 제조단계에서의 내부 운송을 포함하여, 원료물질 채취부터 제품 제조단계까지의 운송은 데이터 부재 및 불확실성으로 인해 고려사항에서 제외하였다.



<그림 3-10> Al 구체 전동차(T-car) 시스템 경계

(2) 의사결정 기준

전동차 제조공정에 투입되는 Al 구체 전동차(T-car)를 생산하기 위한 원료취득에서부터 제품 제조까지의 일반적인 공정들 및 이와 관련된 투입물/배출물을 연구대상으로 하였다. 공정의 청결유지와 같은 제품생산과 직접 관련이 없거나 환경부하가 적을 것으로 판단되는 단위 공정에 대해서는 연구 범위에서 제외하였다. <표 3-18>에 중량 기준으로 시스템 경계에 포함되는 공정들을 보였다. 데이터 갭을 고려하여 의사 결정기준을 누적 중량비 89.99 %로 설정하였다.

<표 3-18> Al 구체 전동차(T-car) 의사결정기준 (단위:kg)

부품명	실중량	누적 중량	중량비	누적 중량비	환산 중량비	환산누적 중량비	환산 실중량
대차	**10,539.0**	**10,539.0**	**42.22%**	**42.22%**	**46.92%**	**46.9%**	**11,711.8**
설비	**6,124.2**	**16,663.2**	**24.54%**	**66.76%**	**27.27%**	**74.2%**	**6,805.7**
차체	**5,798.0**	**22,461.2**	**23.23%**	**89.99%**	**25.81%**	**100.%**	**6,443.2**
전장품	1,075.5	23,536.7	4.31%	94.30%		합계	24,960.7
차체전기장치	525.0	24,061.7	2.10%	96.40%			
공기 및 전기 배관	505.0	24,566.7	2.02%	98.42%			
제동장치	334.0	24,900.7	1.34%	99.76%			
옥상 및 상하기기 bracket	60.0	24,960.7	0.24%	100.00%			

환산은 시스템 경계에서 제외되는 부품에 의해 유발되는 환경영향을 시스템 경계 내에 포함되는 부품들로 하여금 부담하게 하기 위함이며, 추후에 LCI DB를 업데이트할 경우 이를 대체하도록 한다.

(3) 전과정의 단계나 공정 혹은 데이터 요구의 생략

연구 목적에 따라 Ctg(Cradle to gate)에 대한 연구를 수행하였다. 단, 내부 운송을 포함한 전 운송단계와 생산에 따른 전력량은 데이터 부재로 인해 제외하였다.

(4) 단위 공정의 초기분석

Al 구체 전동차의 생산 공정에서 투입물로는, 원자재로서 대차, Al 구체, 설비 등이 있다. 제품 생산을 위해 용접, 조립 및 검사 등의 일련의 과정을 거친다.

라. 초기 투입물/배출물의 포함 기준

ISO 14044에 제시된 누적 무게, 누적 에너지 및 환경관련성 등의 세 가지 기준을 적용하여 투입물의 초기 포함기준을 아래와 같이 결정하였다.

(1) 제품생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 무게 기준 99 %까지의 투입물

(2) 제품생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 에너지 기준 99 %까지의 투입물

(3) 제품생산 공정으로 투입되는 모든 투입물 중 유해화학물질로 정의된 투입물

마. 데이터 범주

본 연구를 위해 다음과 같은 항목들을 데이터 범주로 하여 데이터를 수집하였다. 수집 데이터는 측정치, 계산치, 추정치로 구분하였다.

(1) 투입물

■ 원료물질(raw material): 대차, Al 구체, 내장판넬(Al), 자동문, 시트(Al)

(2) 산출물

■ 제품(product): Al 구체 전동차

바. 데이터 취득 방법

(1) 대차

표준 전동차 제작 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 대차 차량에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(2) Al 구체

대전도시철도 1호선 전동차 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. STS 구체에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(3) 내장판넬(Al)

대전도시철도 1호선 전동차 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 내장판넬에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(4) 자동문

표준 전동차 제작 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 자동문 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

(5) 시트(Al)

표준 전동차 제작 도면과 중량보고서를 통하여 데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 설계용 계산치이다. 시트에 대한 LCI DB는 본 과제 수행을 통해 구축하여 사용하였다.

사. 데이터 품질요건

(1) 시간적 범위

생산 단계의 데이터는 2005년 1월 1일부터 2005년 12월 31일까지 1년간의 데이터를 수집하였다. 기타 데이터는 5년 이내의 데이터 사용을 목표로 하였으며, 이에 대한 설명은 데이터 취득방법에 기술하였다.

(2) 지역적 범위

지역적 범위는 원자재의 경우 각 해당 생산 지역이며, 제품 생산의 경우 대한민국으로 하였다.

(3) 기술적 범위

기술적 범위는 현장에서 사용되고 있는 기술수준 및 공법을 적용하였다.

(4) 가정 및 제한사항

데이터 부재로 인해 불확실성이 큰 운송은 본 연구에서 고려하지 않았다. 조립 단계 전력사용량은 기업비밀로 공개 되지 않았다.

아. 데이터 수집 및 계산

(1) 데이터 수집 절차

(가) 공정 분석

대상제품의 생산 공정에 대한 조사는 표준전동차 제작도면, 중량보고서를 통한 조사와 제조업체의 현장 방문을 통해 이루어졌다. 여기서 현장전문가와 함께 제조공정의 설명 및 특징에 대한 토의가 이루어졌다. 제조업체의 구체적 공정 정보는 기업 비밀상 공개 되지 않았다. 따라서 AI 구체 전동차(T-car) 생산 공정을 하나의 블랙박스로 간주하여 조사하였다.

(나) 계산절차

각각의 단위공정별 데이터를 기준흐름인 AI 구체 전동차(T-car) 1량에 투입되는 무게를 기준으로 계산하였다. 전과정평가 소프트웨어인 PASS v3.1.3을 사용하여 이에 대한 전과정 목록분석을 수행하였다.

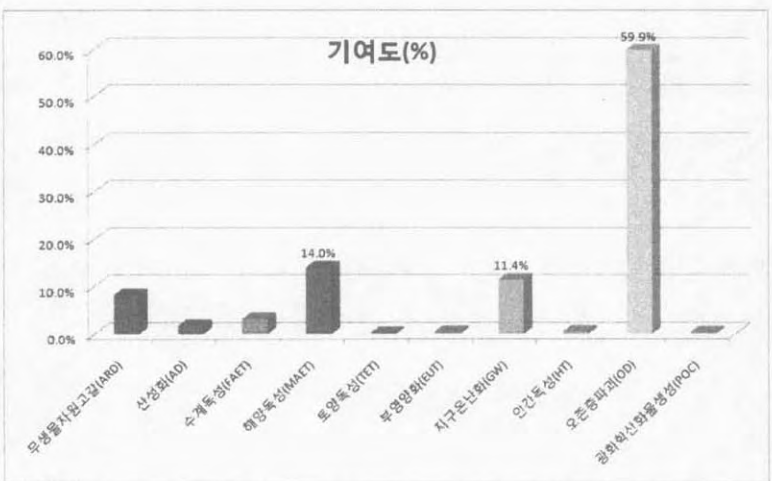
자. 영향범주별 환경영향과 기여도: 시나리오 1

(1) 환경영향평가 결과

도출된 전과정 목록분석 결과를 이용하여, AI 구체 전동차(T-car)에 대하여 전과정 영향평가를 수행하였다. <표 3-19>는 정규화 및 가중치 부여 단계를 거쳐 도출된 최종 환경영향값을 나타내며, 각 영향범주별 환경영향 기여도를 <그림 3-11>에 나타내었다.

<표 3-19> AI 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도 분석

영향범주	CI	NI	WI	기여도
무생물자원고갈(ARD)	4.39E+02	1.76E-02	4.07E-03	8.2%
산성화(AD)	9.56E+02	2.40E-02	8.65E-04	1.7%
수계독성(FAET)	3.96E+02	1.09E-02	1.58E-03	3.2%
해양독성(MAET)	3.51E+06	4.53E-02	6.97E-03	14.0%
토양독성(TET)	6.10E+00	5.12E-04	1.11E-04	0.2%
부영양화(EUT)	8.08E+01	6.17E-03	2.34E-04	0.5%
지구온난화(GW)	1.09E+05	1.98E-02	5.70E-03	11.4%
인간독성(HT)	3.79E+03	2.54E-03	2.67E-04	0.5%
오존층파괴(OD)	4.15E+00	1.02E-01	2.98E-02	59.9%
광화학산화물생성(POC)	3.68E+01	3.09E-03	2.01E-04	0.4%
계			4.98E-02	100.0%



<그림 3-11> AI 구체 전동차(T-car)의 영향범주별 기여도

이를 통해, AI 구체 전동차(T-car)의 원료 취득 단계에서 제작단계까지, 가장 큰

환경영향을 야기하는 영향범주는 오존층 파괴(OD)임을 알 수 있고, 해양독성(MAET)과 지구온난화(GW)가 각각 주요 환경영향을 야기함을 알 수 있다.

■ 오존층 파괴(OD)

오존층 파괴에 기여하는 공정을 <표 3-20>을 통해 확인할 수 있다. 대차를 제작하는 공정에서 대기로 방출되는 Cl_2의 환경영향이 전체 오존층파괴에 미치는 영향의 97.8 %를 차지하며, 이는 전체 환경영향의 58.6 %를 차지한다.

<표 3-20> 오존층 파괴(OD)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	2.92E-02	97.8%
Al 구체	1.26E-04	0.4%
Al seat	5.12E-04	1.7%
Al 내장판넬	2.15E-05	0.1%
Pocket sliding door	1.39E-06	0.0%
Total	2.98E-02	100.0%

■ 해양독성(MAET)

해양독성에 영향을 미치는 환경영향은 대기로 배출되는 HF(58.9 %)와 수계로 배출되는 Be(33.9 %)에 기인한다. HF의 55.4 %는 포켓 슬라이딩식 도어 제작공정에서, Be의 99.9 %는 대차 제작공정에서 발생한다.

<표 3-21> 해양독성(MAET)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
Bogie	3.23E-03	46.3%
Al 구체	7.59E-04	10.9%
Al seat	1.79E-04	2.6%
Al 내장판넬	2.87E-04	4.1%
Pocket sliding door	2.52E-03	36.1%
Total	6.97E-03	100.0%

■ 지구온난화(GW)

지구온난화에 영향을 미치는 주요 공정은 Al 내장판넬 제조공정, 대차 제작공정, 포켓 슬랑이딩식 출입문 제작공정임을 <표 3-22>를 통해 확인할 수 있다. 지구온난화를 유발하는 배출물질은 CO_2가 98 %를 차지하며, CO_2의 42.6 %(전체 환경영향의 4.8 %)는 Al 내장판넬 제작공정에서 발생하며, 23.1 %(전체 환경영향의 2.6 %)는 대차 제작공정에서, 22.9 %(전체 환경영향의 2.6 %)는 자동문 제작공정에서 발생한다. 주요인은 Al 원재료 가공 시 소모되는 전력을 생산할 때 발생하는 CO_2와 각 제작공정에서 사용하는 전력을 생산할 때 발생하는 CO_2이다.

<표 3-22> 지구 온난화(GW)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
Bogie	1.30E-03	22.9%
알루미늄 구체	5.06E-04	8.9%
Al seat	1.50E-04	2.6%
Al 내장판넬	2.44E-03	42.8%
Pocket sliding door	1.30E-03	22.8%
Total	5.70E-03	100.0%

(2) 전과정 해석

원료물질 취득 단계에서 전동차 제작 단계까지의 환경영향을 평가한 결과 다음과 같은 주요환경성 이슈가 규명되었다.

- 대차 제작공정에서 배출되는 Cl_2로 인해 발생하는 오존층 파괴(전체 환경영향의 58.6 %)
- 대차 제작공정에서 배출되는 HF와 Be로 인해 발생하는 해양독성(전체 환경영향의 6.27 %)
- Al 내장판넬 제작공정에서 배출되는 CO_2로 인해 발생하는 지구온난화(전체 환경영향의 4.8 %)

이를 근거로 다음과 같은 환경성 개선 전략을 세울 수 있다.

- 부품 구매시 환경측면을 고려하여 부품구매(환경성 개선 요구).
- 대체 재질 부품 사용(내장패널의 경우 외에 Phenol 및 FRP와 같은 다른 재

질과 환경성 및 경제성, 기능성을 고려하여 대체)

■ 협력업체에 공정 개선 요구

· 대차 제작공정에서 발생하는 Cl_2를 저감하도록 공정 개선을 요청

· 대기로 배출되는 Cl_2, HF 및 CO_2에 대해서 대차 제작업체에 대기오염 방지 운영 및 시설 강화를 요청

· 수계로 배출되는 Be에 대한 분석 및 배출 방지시설 강화 요청

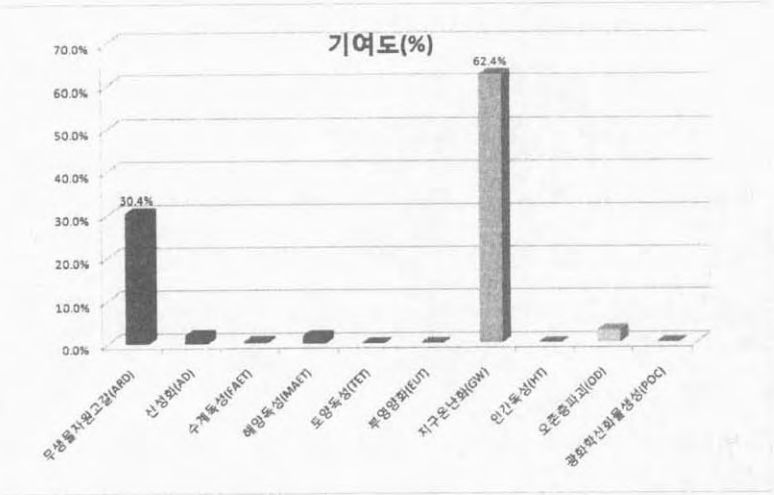
차. 영향범주별 환경영향과 기여도: 시나리오 2

(1) 환경영향평가 결과

<표 3-23>은 시나리오 2에 따라서 정규화 및 가중치 부여 단계를 거쳐 도출된 최종 환경영향값을 나타내며, 각 영향범주별 환경영향 기여도를 <그림 3-12>에 나타내었다.

<표 3-23> Al 구체 전동차(T-car)(운행포함)의 영향범주별 기여도 분석

영향범주	CI	NI	WI	기여도
무생물자원고갈(ARD)	3.33E+04	1.34E+00	3.09E-01	30.4%
산성화(AD)	2.13E+04	5.36E-01	1.93E-02	1.9%
수계독성(FAET)	1.25E+03	3.47E-02	4.99E-03	0.5%
해양독성(MAET)	8.73E+06	1.13E-01	1.73E-02	1.7%
토양독성(TET)	6.34E+00	5.32E-04	1.15E-04	0.0%
부영양화(EUT)	8.92E+01	6.81E-03	2.59E-04	0.0%
지구온난화(GW)	1.22E+07	2.20E+00	6.33E-01	62.4%
인간독성(HT)	4.32E+03	2.90E-03	3.05E-04	0.0%
오존층파괴(OD)	4.15E+00	1.02E-01	2.99E-02	2.9%
광화학산화물생성(POC)	1.23E+02	1.03E-02	6.70E-04	0.1%
계			1.01E+00	100.0%



<그림 3-12> Al 구체 전동차(T-car)(운행포함)의 영향범주별 기여도

이를 통해, Al 구체 전동차(T-car)의 원료 취득 단계에서 운행단계까지 가장 큰 환경영향을 야기하는 영향범주는 지구온난화(GW)임을 알 수 있고, 무생물 자원고갈(ARD)이 주요 환경영향을 야기함을 알 수 있다.

■ 지구온난화(GW)

Al 구체 전동차(T-car)(운행포함) 공정에서 가장 큰 환경영향을 야기하는 Activity는 전력사용임을 알 수 있다. 운행 중 전력사용으로 인해 전력생산단계에서 대기중으로 배출되는 CO_2에 의한 환경영향이 전체 공정에서 지구온난화에 미치는 영향의 99.1 %를 차지하며, 이는 전체 환경영향의 60.9 %를 차지한다.

<표 3-24> 지구온난화(GW)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	1.30E-03	0.2%
Al 구체	5.06E-04	0.1%
Al seat	1.50E-04	0.0%
Al 내장판넬	1.89E-04	0.0%
Pocket sliding door	9.41E-04	0.1%
운행 전력	6.31E-01	99.4%
계	**6.33E-01**	**100.0%**

■무생물 자원고갈(ARD)

무생물 자원고갈에 영향을 미치는 환경영향은 전력생산을 위해 사용되는 석탄(Coal, 59.2 %)과 원유(Crude oil, 39.5 %)에 기인한다. 이는 전체 환경영향의 30.0 %를 차지한다.

<표 3-25> 무생물 자원고갈(ARD)에 기여하는 공정

Activity	WI	기여도
대차	9.99E-04	0.3%
Al 구체	9.31E-04	0.3%
Al seat	2.77E-04	0.1%
Al 내장판넬	1.30E-03	0.4%
Pocket sliding door	5.64E-04	0.2%
운행 전력	3.05E-01	98.7%
계	**3.09E-01**	**100.0%**

(2) 전과정 해석

원료물질 취득 단계에서 전동차 제작 단계까지의 환경영향을 평가한 결과 다음과 같은 주요환경성 이슈가 규명되었다.

■운행 중 사용하는 전력을 생산하기 위해 배출되는 CO_2로 인해 발생하는 지구온난화(전체 환경영향의 60.9 %)

■운행 중 사용하는 전력을 생산하기 위해 소비하는 석탄(Coal)과 원유(Crude oil)로 인한 무생물 자원고갈(전체 환경영향의 30 %)

이를 근거로 다음과 같은 환경성 개선 전략을 세울 수 있다.

■전력 소비 저감 운행 방안 수립

■제작사에 전력 소모 부품에 대한 전력 소비효율 개선 및 최적화 요구

■전동차 경량화 방안 수립

3. 비교 전과정평가: STS 구체 전동차 vs Al 구체 전동차

지금까지 전동차의 부품에 대한 전과정 목록을 구축하고, 완성품인 전동차에 대한 환경영향을 평가하였다. 여기서는 전과정평가를 수행한 전동차들에 대한 비교 전과정평가 분석을 통해서, 차량 모델 선정, 설계 결정, 환경성 정보 전달 등에 사용할 수 있는 근거를 제공할 수 있음을 나타낸다. 앞에서는 환경영향평가지수를 이용하여서 환경영향을 분석하였지만, 비교 평가시에는 특성화 지수(CI)를 이용하여 비교하게 되어 있다. 따라서 비교 전과정평가는 각 환경영향범주별로 특성화 지수를 이용하여 비교하도록 한다.

가. 비교 전과정 시나리오

■ 목적: 부품이 다른 두 전동차(T-car)에 대한 환경성 비교

■ 시나리오 1: 원료물질 취득부터 제작단계에 대한 전과정평가

■ 시나리오 2: 원료물질 취득부터 운행단계에 대한 전과정평가

- 운행기간: 25년(법정 수명)
- 전력소비량 계산식: $y = 6.744x + 80,931$

  x=전동차 무게(ton)

  y=월간 전력사용량(kWh/월)
- 총 전력 사용량: 24,329.8 MWh

■ DB: 기구축한 DB 사용

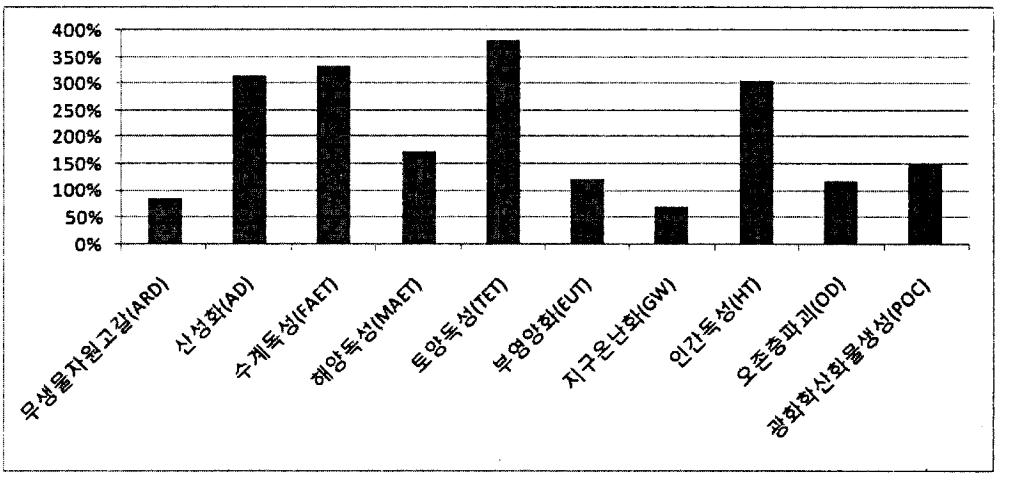
■ Software: PASS v.3.1.3

나. 전과정평가 비교: 시나리오 1

<표 3-26>에서 보듯이 STS 구체 전동차가 무생물자원고갈(ARD), 지구온난화(GW)의 영역을 제외한 전영역의 환경영향이 Al 구체보다 크게 발생했음을 알 수 있다. Al 구체의 경우 원료물질인 알루미늄(Al)의 제조와 알루미늄을 가공(압출)할 때 사용되는 전력소모로 인해 무생물 자원 고갈(ARD), 지구온난화(GW)의 영역에서 환경영향이 크게 발생했다. 따라서 앞으로 전동차 차량을 선정함에 있어서 환경성 측면을 고려할 때, Al 구체 전동차가 보다 더 환경영향에서 유리한 측면이 많다는 사실을 반영해야 한다.

<표 3-26> STS 구체와 AI 구체의 환경성 비교: 시나리오 1

	STS구체(A)	AI구체(B)	단위	A/B
무생물자원고갈(ARD)	3.72E+02	4.39E+02	1/yr	85%
산성화(AD)	3.01E+03	9.56E+02	g SO2 eq	315%
수계독성(FAET)	1.32E+03	3.96E+02	kg 1,4-DCB eq	334%
해양독성(MAET)	6.04E+06	3.51E+06	kg 1,4-DCB eq	172%
토양독성(TET)	2.32E+01	6.10E+00	kg 1,4-DCB eq	381%
부영양화(EUT)	9.76E+01	8.08E+01	g PO4-3 eq	121%
지구온난화(GW)	7.58E+04	1.09E+05	g CO2-eq	69%
인간독성(HT)	1.16E+04	3.79E+03	kg 1,4-DCB eq	305%
오존층파괴(OD)	4.86E+00	4.15E+00	g CFC-11 eq	117%
광화학산화물생성(POC)	5.62E+01	3.68E+01	kg ethylene eq	153%



<그림 3-13> STS 구체와 AI 구체의 환경성 비교: 시나리오 1

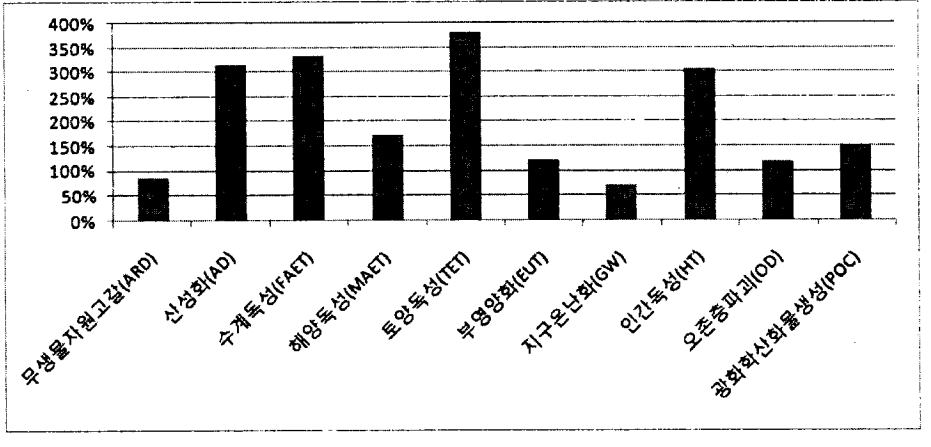
다. 전과정평가 비교: 시나리오 2

시나리오 2는 원료물질 취득부터 운행단계에 대한 환경영향을 비교한다. 이 경우에도, **STS** 구체 전동차가 무생물자원고갈(ARD), 지구온난화(GW)의 영역을 제외한 전영역의 환경영향이 **AI** 구체보다 크게 발생했음을 알 수 있다. 25년이라는 기간 동안 운행단계에서 소모하는 환경영향이 두 차량의 무게 차이에도 불구하고 무시할 만한데 반하여, 제작단계에서 발생한 환경영향의 특성이 운행단계를 고려하여 평가할 때에도 유지되고 있음을 알 수 있다. 특히 무생물자원고갈(ARD), 지구온난

화(GW) 두 영역에서의 큰 차이가 나타나지 않았다. 따라서 앞으로 전동차 차량을 선정함에 있어서 환경성 측면을 고려할 때, AI 구체 전동차가 보다 더 환경영향에서 유리하다는 사실을 반영해야 한다.

<표 3-27> STS 구체와 AI 구체의 환경성 비교: 시나리오 2

	STS 구체	AI 구체	단위	A/B
무생물자원고갈(ARD)	3.32E+04	3.33E+04	1/yr	99.8%
산성화(AD)	2.34E+04	2.13E+04	g SO2 eq	109.7%
수계독성(FAET)	2.18E+03	1.25E+03	kg 1,4-DCB eq	173.8%
해양독성(MAET)	1.13E+07	8.73E+06	kg 1,4-DCB eq	129.0%
토양독성(TET)	2.34E+01	6.34E+00	kg 1,4-DCB eq	370.1%
부영양화(EUT)	1.06E+02	8.92E+01	g PO4-3 eq	118.8%
지구온난화(GW)	1.21E+07	1.22E+07	g CO2-eq	99.8%
인간독성(HT)	1.21E+04	4.32E+03	kg 1,4-DCB eq	279.7%
오존층파괴(OD)	4.87E+00	4.15E+00	g CFC-11 eq	117.3%
광화학산화물생성(POC)	1.42E+02	1.23E+02	kg ethylene eq	115.8%



<그림 3-14> STS 구체와 AI 구체의 환경성 비교: 시나리오 2

제3절 전동차 에코효율성 지표 및 친환경설계 가이드라인

1. 전동차 에코효율성 지표 개발

가. 개요

(1) 전동차 에코효율성 개발의 필요성

전동차의 에코효율성(eco-efficiency)은 전동차의 '환경성과'를 나타내는 정량적 요소를 분모에, 그리고 '경제성과'를 나타내는 정량적 요소를 분자에 써서 전동차의 환경성과 대비 경제성과 비율을 나타내는 지표이다. 특히 환경성과를 정량화할 때, 대상 전동차가 전과정에서 나타내는 환경성을 고려한다. 전동차의 부품을 이루고 있는 원료물질의 취득에서부터 부품 제조, 부품 조립, 부품 및 완제품의 운송, 운행, 그리고 전동차 수명을 다해 폐기 될 때까지의 전과정에서 나타나는 환경개선(environmental improvement)을 정량화하여 '환경성과'로 표현한다. 이러한 데이터를 바탕으로 새로운 모델의 전동차 개발 시, 설계단계에서부터 전동차의 전과정에 걸친 환경성을 고려할 수 있게 된다.

다음으로, 전동차의 에코효율성은 교통수단시장에서 에코효율성 지표를 관리하는 기업에게 시장 선점의 기회를 제공할 수 있다. 실제로 친환경 제품(eco-product)의 시장 점유율은 낮은 편이었다. 이는 소비자들이 제품을 구매할 때 제품 선택 기준으로 제품의 환경적 요소를 높은 우선순위에 두지 않았음을 의미한다. 이런 상황에서 기업은 제품 판매에서 오는 순이익을 높이기 위해 제품의 기능성을 증대시키고, 동시에 제조비용을 절감하기 위해 노력했다. 즉 가능한 한 적은 제품 제조비용으로 최대한의 성능을 발휘하는 제품을 경쟁사보다 앞서 시장에 출시하기 위해 노력해왔다.

하지만 환경문제가 심각하게 대두되고 있는 지금, 정부와 특히 소비자의 인식이 바뀌고 있다. 그들은 기업들에게 환경에 대한 책임을 더욱 요구하고 있다. 각 나라의 정부들은 제품에 관련된 환경 법률을 제정함으로써 기업들에게 강제적으로 환경에 대한 책임을 지도록 하고 있으며, 소비자들은 친환경 제품에 대한 구매 필요성을 절감하고, 그 수요를 늘림으로써 시장에서 환경에 대한 책임을 이행한 기업 제품의 공급을 늘리도록 간접적으로 요구하고 있다. 이러한 상황에서 기업들이 환경요소를 고려한 제품을 한발 앞서 시장에 공급할 때, 더욱 많은 시장 선점의 기회가 생길 수 있다.

전동차의 에코효율성은 환경성 대비 경제성이 향상된 제품(에코효율성이 향상된 제품)을 시장에 제공하도록 하는 가이드 역할을 할 수 있다. 대상 제품의 전과정에서 에코효율성이 개선된 제품을 출시함으로써 환경비용 감소로 인한 이득뿐만 아니라 타 교통수단 보다 시장 점유율을 높일 수 있다. 전동차의 경우 에코효율성이라는 지표를 이용해 향상된 에코효율성을 소비자에게 적극 홍보하고, 지속적인 친환경 설계를 통해 에코효율성 지표를 관리함으로써 타 교통수단과 차별되는 구매요인으로 발전시켜 나갈 수 있다.

WBCSD에서 제안하는 에코효율성의 기본 형태는 분모에는 환경영향을 나타내고 분자에는 제품 자체 또는 그 제품의 서비스 가치를 나타내어, 제품이 미치는 단위 환경영향에 대하여 얼마나 많은 경제적 가치를 나타내는지를 지표화할 수 있다는 것을 보여준다. 그런데 여기서 중요한 점은 각 기업마다 분자와 분모(제품 및 서비스 가치와 환경 영향)의 다양한 해석이 가능하다는 것이다. 따라서 그대로 전동차에 적용될 수 없다. 즉 전동차만을 위한 에코효율성 지표 개발이 필요하다는 것이다.

전동차의 수익 구조는 다른 제품과 비교해 특수성이 있으며, 제공하는 서비스가 다를 뿐만 아니라 그 방식 또한 다르다. 그리고 전동차는 다른 대부분의 제품에 비하여 구성 부품수가 많고, 기술 보안이 요구되는 경우가 많으므로 각 부품의 재질 정보나 제조 공정에 대한 데이터를 얻기 까다롭다. 그리고 에코효율성의 대상 청중도 정책을 결정하는 내부관계자에서부터 전동차를 이용하는 소비자까지 다양할 수 있다. 이런 특수성이 존재하기 때문에 전동차의 에코효율성은 다른 제품과 구별되어야 한다. 따라서 전동차 자체의 특성뿐 아니라 전동차를 둘러싼 모든 상황에 적합한 전동차 전용 에코효율성 지표 개발이 필요하다.

(2) 전동차 에코효율성 대상청중 선정

앞에서 언급했듯이 전동차 에코효율성 지수를 개발하기 위해서는 먼저 에코효율성 지수를 구성하고 있는 분자(제품 또는 서비스 가치), 분모(환경 영향)를 전동차의 상황에 맞게끔 구체화해야 한다. 본 연구에서 에코효율성 지표를 구성할 분자, 분모를 구체화하기 위해 에코효율성의 대상 청중을 선정했다.

WBCSD에서 제안하고 있는 에코효율성 평가 및 보고 절차는 5단계로 이루어져 있다. 그 중 5번째 마지막 단계가 'Communicate Performance, set new target'인데,

이 단계에서는 산출된 에코효율성 정보를 목표 대상들에게 전달하고, 새로운 에코효율성 목표를 설정하는 단계이다. 환경 영향에 대한 제품 및 서비스 가치의 비율로 계산된 에코효율성 지수는 대상 청중에게 전달된다. 에코효율성은 대상 청중에게 제품의 개선된 사항뿐만 아니라 향후 개선방향, 개선점 등의 정보를 전달하게 되고, 피드백을 받아 새로운 에코효율성 목표를 정하도록 한다.

이와 같이 정보의 원래 기능이 대상 청중에게 의미 있는 메시지를 전달하는 것이라고 볼 때, 대상 청중에 따라 정보를 이해하기 쉽고, 의미 있는 형태로 변형해야 한다는 것은 자명하다. 본 연구에서는 대상청중을 소비자 및 내부관계자로 설정하여 전동차 제작업체나 운영업체가 자사의 에코효율성에 대한 홍보 수단으로 활용할 수 있도록 지표를 개발하였다.

나. 전동차 에코효율성

전동차 에코효율성(E/E, Eco-Efficiency)은 전동차의 환경영향 대비 경제적 가치의 성과 정보를 소비자나 내부 상급자에게 전달하는데 목적이 있다. 소비자에게 전동차의 환경성 대비 제공되는 제품 및 서비스의 가치에 대한 정보를 제공함으로써 전동차 이용을 확대하게끔 유도할 수 있다. 그리고 전동차의 친환경적 이미지를 제고시키는 자료로 사용될 수 있다.

<표 3-28> 대상 청중에 따른 에코효율성의 종류와 형태

대상 청중	에코효율성 명	환경영향 정의방식	Formula
소비자 및 내부관계자	홍보용 E/E(1)	LCA Result	$\frac{\text{수송인원}(\text{명}/year)\times\text{운송거리}(km/year)}{LCA\ Result(weighted)}$
		CO_2 emission	$\frac{\text{수송인원}(\text{명}/year)\times\text{운송거리}(km/year)}{Life\ Cycle\ CO_2\ \text{배출량}(kg)}$
	홍보용 E/E(2)	LCA Result	$\frac{\text{총매출액}(\text{천원}/year)}{LCA\ Result(weighted)}$
		CO_2 emission	$\frac{\text{총매출액}(\text{천원}/year)}{Life\ Cycle\ CO_2\ \text{배출량}(kg)}$

또한 내부 관계자에게 일정기간 동안의 환경성과 대비 경제성과 정보를 제공함

으로써 제품의 개선사항 및 새로운 아이디어 도출에 가이드 역할을 할 수 있다. 나아가 향후 정책입안 등의 의사결정에 도움을 줄 수 있다. 정보의 대상청중이 환경이나 경영 전문가가 아닐 경우가 거의 대부분이기 때문에 정보를 이루고 있는 자료들의 형태가 이해하기 쉬워야 하며, 산출된 정보가 무엇을 의미하는지 즉시 이해 가능한 것이어야 한다.

(1) 에코효율성 Type I

에코효율성 Type I이 담고 있는 정보의 전달 목표 대상은 교통수단을 이용하는 소비자 집단이다. 소비자들에게 전동차가 단위 환경영향 당 얼마나 많은 이익 창출이 가능한지에 관한 정보를 지표화해서 보여주는 것이 에코효율성 Type I의 목적이다. 이 목적을 달성하기 위해서는 소비자들과 관련된 가치 요소를 제공해야 하며 그 요소는 물론 측정 가능한 것이어야 한다. 본 연구에서는 전동차의 '인_킬로(수송인원×운송거리)'의 개념을 도입하여 전동차의 '제품 및 서비스 가치'를 정량화하였다. 인_킬로 단위는 운송수단 간의 동일한 비교를 위한 기준에 해당되는 단위로써 전동차 운영 시 축적되고 있는 데이터일 뿐만 아니라, 얼마나 많은 사람들이 전동차를 이용하고 있는지 나타냄으로써 전동차가 창출해 내는 가치를 간접적으로 정량화할 수 있는 수단이 될 수 있다.

(가) 에코효율성 Type I의 형태

본 연구에서 제안하는 에코효율성 Type I은 다음과 같다.

$$\text{에코효율성 } Type\,I = \frac{\text{수송인원}(\text{명}/year) \times \text{운송거리}(Km/year)}{LCA\,Result(weighted)}$$

여기서, 수송인원: 대상 전동차의 1년간 수송 인원

운송거리: 1년 동안 대상 전동차의 영업 거리

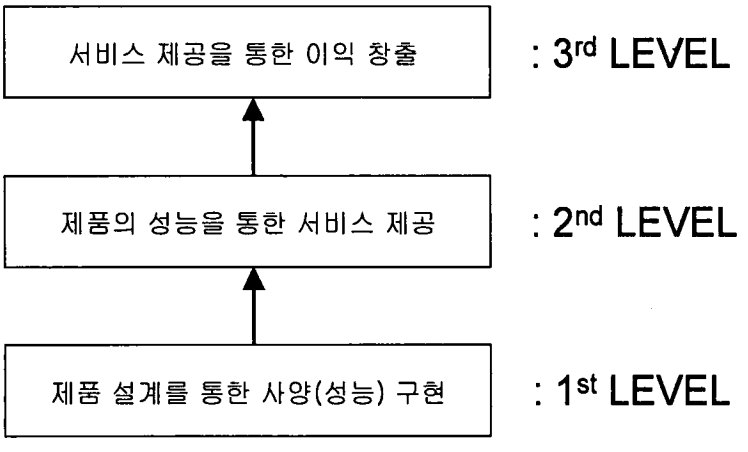
LCA Result(weighted): 대상 전동차의 전과정평가(LCA)에서 가중치가 부여된 값

(나) 용어 설명

■ 수송인원 × 운송거리

제품 및 서비스의 가치를 구체화하기 위해서는 먼저 제품의 성능, 서비스, 가치(이익)의 상호 관계를 파악해야 하며 그와 더불어 어떤 방식으로 제품의 성능이 사용자에게 서비스를 제공하고, 그 서비스가 어떻게 가치를 창출하는지를 살펴보아야 한다. 예를 들어 단순히 전동차의 속도(성능)가 전동차의 경제적 가치를 만들어내는 것이 아니다. 먼저 설계자가 속도 향상에 대한 고객의 요구를 포착하고 이를 전동차의 사양으로 반영해야 한다.

구현된 성능(속도 향상)은 고객들에게 '원하는 시간에 목적지에 도달할 수 있다'라는 서비스를 제공하고, 이는 빠른 시간에 목적지에 도달하고 싶은 고객들의 구매 욕구를 자극하게 되어 판매와 가치의 증가로 이어지게 된다. 이와 같이 제품의 성능, 서비스 및 가치는 <그림 3-15>과 같이 3단계로 연결되어 있다.



<그림 3-15> 가치 창출 레벨

기저부에는 설계자가 고객의 요구를 반영하여 그 요소를 성능으로 구현하는 단계가 있으며, 그 위에는 구현된 성능이 나타내는 서비스를 제공하는 단계, 그것의 상위에는 제공된 서비스를 필요로 하는 고객들의 구매 활동으로 발생하는 이익 창출 단계가 존재한다. 제품 또는 서비스의 가치는 제품의 성능이나 그 성능을 통해 제공하는 서비스를 정량화하여 간접적으로 표현할 수도 있고, 창출된 이익을 직접 정량화하여 표현 할 수도 있다.

■LCA 결과값

전과정평가는 대상 제품의 환경성을 가장 세밀하게 나타낼 수 있는 제품 환경성 평가 도구 중의 하나이다. 전과정평가를 수행하기 위해서는 방대한 양의 데이터 수집 및 데이터베이스 구축이 필요하다. 뿐만 아니라 일련의 복잡한 계산 과정을 거쳐야 하므로 이와 관련된 전문가가 필요하다. 하지만 전과정평과는 목록분석, 분류화, 특성화, 정규화, 그리고 가중치부여 단계를 거치면서 대상제품의 환경영향을 하나의 수치로 표현할 수 있다는 장점이 있다.

(다) 사례 연구

경제적 가치를 나타내는 인_킬로 데이터는(수송인원×운송거리) 2003년과 2004년의 2호선 전동차의 운행 데이터를 이용하였다. 하지만 2003년과 2004년 2호선에 대한 전과정평가가 이루어지지 않았으므로 각각의 전과정평가 결과는 가상의 값을 사용하였다. 향후 연구가 더 진행되어 전동차 전과정 목록이 구축되고 나면 보다 정확한 에코효율성 지표가 산출될 수 있다.

■대상 전동차: 2004년 2호선 전동차

■기능 단위: 전동차 1량

<표 3-29> 영업거리 및 연간수송인원 데이터

	2003년 2호선	2004년 2호선
영업거리(km)	59.2	59.2
연간수송인원(백명)	6,922,873	7,037,957
보유 대수(량)	780	780

<표 3-30> 전과정평가 가상 데이터

	2003년 2호선	2004년 2호선
전동차 1량에 대한 LCA 결과(가상)	150,000	120,000

먼저 전동차 한 량에 대한 인_킬로를 계산하면,

$$2003년\ 인\_킬로 = 59.2 \times \frac{6,922,873}{780} = 525,428$$

$$2004년\ 인\_킬로 = 59.2 \times \frac{7,037,957}{780} = 534,163$$

계산된 수치와 전과정평가 결과값을 이용해 에코효율성을 구하면 다음과 같다.

$$2003년\ 전동차\ 에코효율성 = \frac{2003년 인키로}{2003년 LCA 결과} = \frac{525,428}{150,000} = 3.503$$

$$2004년\ 전동차\ 에코효율성 = \frac{2004년 인키로}{2004년 LCA 결과} = \frac{534,163}{120,000} = 4.451$$

계산된 전동차 에코효율성을 이용해 TOSHIBA의 경우와 같이 Factor를 구하면 다음과 같다.

$$\text{Factor}(2003/2004) = \frac{2004년 전동차에코효율성}{2003년 전동차에코효율성} = \frac{4.451}{3.503} = 1.27$$

Factor 1.27은 2003년 전동차의 에코효율성에 비해 2004년 전동차의 에코효율성이 1.27배 향상되었음을 의미한다.

(2) 에코효율성 Type II

(가) 에코효율성 Type II의 형태

본 연구에서 제안하는 에코효율성 Type II는 다음과 같다.

$$에코효율성\ Type\ II = \frac{총\ 매출액(천원/year)}{LCA\ Result(weighted)}$$

여기서,

총 매출액: 1년 동안 대상 전동차의 운행으로 인해 발생한 매출액의 천원

단위값

LCA Result(weighted): 대상 전동차의 전과정평가에서 가중치 부여값

(나) 용어 설명

■총매출액

연간 총매출액은 제품이 1년 동안 발생시킨 가치를 직접적으로 측정할 수 있는 지표가 될 수 있다. <그림 3-15>의 가치창출 레벨에서 세 번째 단계를 직접 정량화하는 것이라고 볼 수 있다. 홍보용 **E/E(2)**의 주 대상 청중은 기업 전략을 결정하는 내부 관계자들이다. 총 매출액은 그런 의미에서 대상 청중에게 의미 있는 정보를 전달할 수 있다. 즉 해마다 작성된 전동차의 환경영향 대비 총 매출액 수치는 정책입안자에게 전동차의 환경성과 수익성에 대한 종합적인 시각을 제공해 줄 수 있다.

(다) 사례 연구

현재 이용 가능한 총수입 데이터는 2003년과 2004년의 2호선 전동차의 운영 데이터이다. 총 수입 데이터는 이를 이용하기로 한다. 하지만 2003년과 2004년의 2호선에 대한 전과정평가가 이루어지지 않았으므로 각각의 전과정평가 결과는 가상의 값을 사용한다. 향후 연구가 더 진행되어 전동차 전과정목록이 구축되고 나면 에코효율성 사례 연구에 활용하기로 한다.

■대상 전동차: 2003년, 2004년 2호선 전동차

■기능 단위: 전동차 1량

<표 3-31> 대상 노선 운수수입 및 보유 대수 데이터

	2003년	2004년
운수수입(천원)	320,100,995	330,908,541
보유 대수(량)	780	780

<표 3-32> 대상 전동차 전과정평가 가상 데이터

	2003년	2004년
전동차 1량에 대한 LCA 결과	150,000	120,000

먼저 전동차 한 량이 1년간 창출한 가치를 각각 계산하면,

$$2003년\ 전동차\ 가치 = \frac{320,100,995}{780} = 410,386$$

$$2004년\ 전동차\ 가치 = \frac{330,908,541}{780} = 424,242$$

계산된 수치와 LCA 결과값을 이용해 에코효율성을 구하면 다음과 같다.

$$2003년\ 전동차\ 에코효율성 = \frac{410,386}{150,000} = 2.736$$

$$2004년\ 전동차\ 에코효율성 = \frac{424,242}{120,000} = 3.535$$

계산된 전동차 에코효율성을 이용해 TOSHIBA의 경우와 같이 Factor를 구하면 다음과 같다.

$$Factor(2003/2004) = \frac{2004년\ 전동차\ 에코효율성}{2003년\ 전동차\ 에코효율성} = \frac{3.535}{2.736} = 1.29$$

Factor 1.29는 2003년 전동차의 에코효율성에 비해 2004년 전동차의 에코효율성이 1.29배 향상되었음을 의미한다.

(3) 에코효율성 Type III

전동차 에코효율성 Type III에서는 전동차의 가치 중에서 전동차의 운영효율을 전동차의 환경영향 중에서 지구온난화를 파라미터로 선정하였다.

(가) 에코효율성 Type III의 형태

본 연구에서 제안하는 에코효율성 Type III의 형태는 다음과 같다.

$$\text{에코효율성 } Type\ III = \frac{\text{전동차운영효율}}{\text{지구온난화지수}}$$

여기서, 전동차 운영효율: 연간 수송 능력 대비 연간 수송실적

지구온난화 지수(GWP): 대상 전동차의 전과정평가 결과 중 지구온난화 (GW) 영향범주에 대한 특성화 지수값(단위: Kg CO_2-eq)

(나) 용어설명

■ 전동차 운영효율

전동차의 가장 주요한 기능은 인원을 수송하는 데에 있다. 그 외의 다른 기능은 부가적인 기능이라 할 수 있다. 따라서 전동차 가치 파라미터로 인원 수송과 관련된 인자를 고려한다. 수송량은 여러 가지 형태로 측정되고 통계적으로 관리되고 있다. 그러나 그 수송량은 유동인구, 차량 크기, 노선 길이와 같은 변수에 종속되어 있다. 즉, 서로 다른 노선의 전동차간의 비교나 시간에 따른 비교 또는 차량에 따른 비교가 어렵다.

따라서 여기서는 전동차 해당 노선의 전동차 운영효율을 전동차의 가치로 보았다. 전동차는 노선별로 운행횟수, 영업거리, 정원 등이 고정되어 있어서 연간 수송 가능한 능력(인_km)이 정해져 있다. 이를 연간 여객 수송 능력으로 정의하고, 실제로 여객을 수송한 양(인_km)을 통계를 이용하여 구한 후 연간 여객 수송 실적이라고 정의하였다. 따라서 전동차 운영 효율은 연간 여객 수송 실적을 연간 여객 수송 능력으로 정의할 수 있다.

$$\text{전동차운영효율} = \frac{\text{연간여객수송실적}}{\text{연간여객수송능력}}$$

■ 지구온난화 지수

전동차 환경영향은 전동차의 전과정 중 사용(운행)단계에서 발생하는 전력소모로 인한 환경영향이 가장 크다. 전력소모는 화석연료의 연소에 의한 지구온난화에 많은 영향을 미친다. 게다가 지구온난화는 교토의정서의 발효와 더불어 비전문가들이 이해하기에도 쉽다. 따라서 전동차의 환경영향을 지구온난화지수(GWP, Global Warming Potential)를 이용해 나타낸다. 본 연구에서는 그 중에서도 전과정 영향평가(LCIA, Life Cycle Impact Assessment)의 GWP 범주의 특성화 결과값(Characterized index of GWP category, 단위: Kg CO_2-eq)을 사용하였다. 전과정 영향평가의 GWP값을 사용하면 전동차 시스템 경계 내에서 발생하는 지구온난화에 대한 영향을 정량화 할 수 있다.

(다) 사례연구

에코효율성 Type III에서는 전동차 제작과정을 포함하였으며, 현재 제작되지 않고 있는 Mild 구체 전동차는 대상제품에서 제외하였다. 동일 노선에서 운용되는 차량들은 재질에 상관없이 데이터 수집이 구분되지 않으므로 의미가 없다. 다른 노선 같은 차량의 경우 환경영향의 대부분을 차지하는 사용단계의 전력사용량에서 별 차이가 없으므로 굳이 환경영향에 대비하여 비교하는 의미가 없다. 본 연구에서는 다른 노선의 다른 재질 차량으로 선정하였다. 즉 전동차 A(STS 구체 전동차)와 전동차 B(Al 구체 전동차)를 선정하였다. 참고로 본 연구는 동일 노선에서 전동차의 환경성이 개선되었을 경우에 적용이 가능하다. 단 데이터 수집이 전제되어야 한다.

■ 전동차 운영효율

전동차 운영효율을 <표 3-33>과 같이 도출하였다. 수송 가능 최대인원은 전동차 한 편성 당 정원을 사용하였고, 연간운행거리는 연간 편성 회수에 영업거리를 곱하였다. 여객 수송실적은 통계치를 사용하였다.

<표 3-33> 전동차 운영 효율

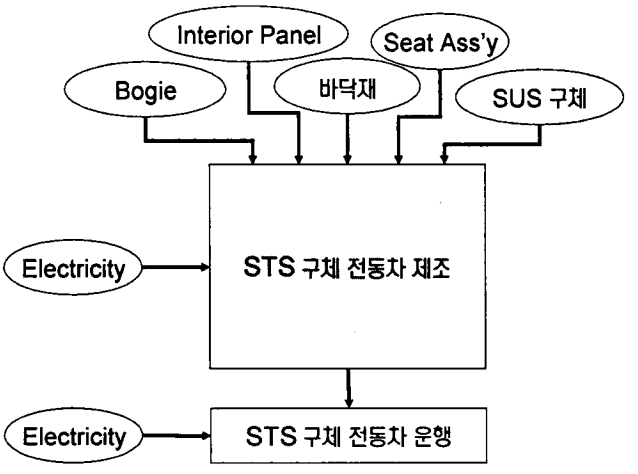
에코효율성 Type III 가치 파라미터	A	B	근거
여객 수송 능력(인_Km/연)	15,379,964,160	394,028,237	수송가능최대인원×연간운행거리
여객 수송 실적(인_Km/연)	1,378,542,880[1)]	28,509,732.2[2)]	1) 통계치, 서울메트로 2) 통계치, 광주지하철공사
전동차 운영 효율	0.0896	0.0724	여객 수송 실적/여객 수송 능력

■ 지구온난화 지수

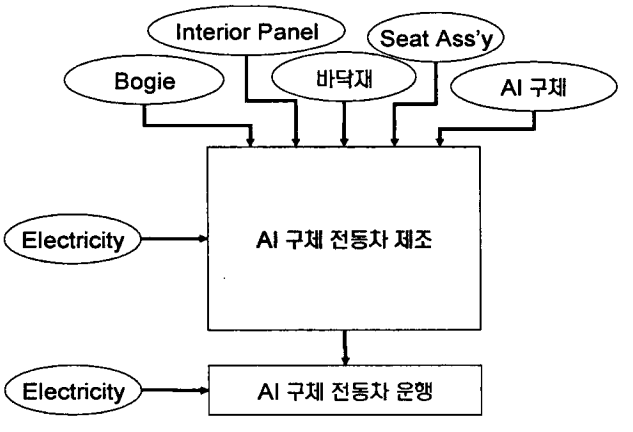
전과정평가의 목적 및 범위설정을 <표 3-34>에 나타내었다. 각 전동차 전과정평가 수행에 대한 공정도는 <그림 3-16>과 <그림 3-17>에 나타내었다. 그리고 <표 3-35>에서 GWP 범주에 관한 전과정영향평가 결과를 나타내었다. 전과정 목록 분석을 수행하게 되면 전과정에서 발생한 환경영향을 정량화하게 된다. 본 연구에서는 그 중에서 지구온난화와 관련된 물질만을 선택한 후, 지구온난화 특성화 지수를 곱하여 특성화 값을 얻었다.

<표 3-34> 전과정평가 목적 및 범위설정

비교대상	A	B
	STS 구체 전동차	알루미늄 구체 전동차
전과정평가		
수행목적	E/E 환경영향 지수(지구온난화 지수) 도출	
전과정 범위	원료물질 취득에서 사용단계까지 (Cradle to Gate)	
기능, 기능단위	승객을 운송하는 전동궤도차량, T-car 1량	
공간적 범위	한국	
시간적 범위	1년(2004.1.1~2004.12.31, 외부데이터는 최근 10년이내) 단, AI 차량 데이터는 개통일(2004.4.28) 이후의 데이타	
기술 수준	최선의 가능한 기술	
2004년 전력사용량(KWh/량)	282,970,532	144,393.9



<그림 3-16> 전동차 A(STS 구체) 공정도



<그림 3-17> 전동차 B(Al 구체) 공정도

<표 3-35> 전과정 영향평가 결과

에코효율성 Type III 가치 파라미터- 전과정 영향평가(GWP)					
A			B		
GWP(ton CO_2-eq)					
물질명	특성화 지수	특성화 값	물질명	특성화 지수	특성화 값
CO_2	1	2.27E+02	CO_2	1	9.44E+01
HCFC-22	1700	2.60E-07	HCFC-22	1700	5.54E-08
CH_4	21	3.18E+00	CH_4	21	1.33E+00
N_2O	310	5.31E-01	N_2O	310	2.44E-01
계		231	계		96.0

■ 에코효율성 Type III 결과

전동차 A와 B의 에코효율성 Type III의 값은 <표 3-36>과 같이 도출되었다. 이 결과값을 서로 비교해보면, 전동차의 운영효율은 1.24로 전동차 A의 운영효율이 높음을 보여준다. 그러나 에코효율성을 비교하여 보면 0.76으로 오히려 B가 에코효율성이 높음을 알 수 있다. 즉 환경성이 반영되지 않은 가치와 환경성이 반영된 가치 판단 결과가 다를 수 있음을 알 수 있고, 향후 환경성 반영이 될 경우 기존의 의사결정 기준이 바뀔 수 있음을 시사한다. 운영처에서는 Type III를 이용하여 전동차 운행 시간대, 편성의 다양화 등을 통한 운영효율 제고와 전동차의 환경성 개선 등을 고려하는 지표로 사용할 수 있다.

<표 3-36> 에코효율성 Type III 계산값

	A	B
에코효율성 Type III (1.0E-4/ton CO_2-eq)	3.88	7.51
A/B		

전동차 운영효율	GWP	에코효율성 Type III
1.24	1.64	0.76

(4) 에코효율성 Type IV

에코효율성 Type IV는 전동차의 경제적 가치와 환경영향과의 관계를 나타내는 에코효율성이다. 파라미터로는 운수사업수익과 지구온난화지수를 선정하였고, 파라미터 도출방법과 단위를 다음과 같다.

(가) 에코효율성 Type IV의 형태

본 연구에서 제안하는 에코효율성 Type IV의 형태는 다음과 같다.

$$\text{에코효율성 } TypeIV = \frac{\text{운수사업수익}}{GWP}$$

여기서, 운수사업수익: 대상 전동차의 운행을 통해 얻은 이익

GWP: 전동차의 지구온난화(GW)에 대한 특성화지수(CI)를 탄소배출권 거래 가격으로 환산한 지수

(나) 용어 설명

■ 운수사업수익

전동차의 경제적 가치는 총 매출액, 당기 순이익, 운수 사업수익, 차량가치 등 여러 가지로 표현할 수 있다. 여기서는 전동차로 인해 발생하는 수입, 즉 연간 운수 사업 수익을 가치 파라미터로 선정하였다. 전동차의 주요 가치는 운송하는 것이고 운송은 고객이 운임을 지불하는 형태로 그 가치를 인정받는다. 그 운임의 연간 총합을 연간 운수사업 수익이라고 정의한다. 단, 운수 사업 수익 내에는 보통권, 정기권, 교통카드, 할인권과 같은 여러 가지 형태의 수익이 있지만, 운수사업 수익 구성에 대해서는 논점에서 벗어나므로 무시한다. 연간 운수사업 수익을 차량 보유 대수로 나눈 값을 가치 파라미터로 사용한다.

■ GWP

전동차의 환경영향 또한 금전적 가치로 환산할 수 있다. 예를 들어, 폐수처리 비용, 공기정화 시설비용, 대기오염 방지 비용, 소음 차단벽 설치비용 등을 들 수 있다. 또 다른 방법으로 지구온난화 가스를 이용할 수 있다. 전동차는 전과정에서 전력 사용 등으로 인해 지구온난화 가스를 배출한다. 이러한 지구온난화 가스 배출을 저감하기 위해 교토의정서가 지난 2005년에 발효되었고, 이와 함께 탄소배출권이 거래되고 있다. 현재 탄소배출권 거래 가격은 2006년 1월 현재 이산화탄소 톤당 22.65 유로로 앞으로 계속 상승할 것으로 예측되고 있다. 전과정평가에서 도출되는 GWP 역시 이산화탄소 무게로 환산되므로 이를 탄소배출권 거래 가격으로 다시 환산하여 사용한다.

(다) 사례연구

■대상 제품 선정

먼저 전동차의 재질은 구체에 따라서 Mild 구체, STS 구체 그리고 Al 구체 전동차로 구분할 수 있다. 그러나 현재 제작되지 않는 Mild 구체는 대상제품에서 제외하였다. 동일 노선에서 운용되는 차량들은 재질에 상관없이 데이터 수집이 구분되지 않으므로 의미가 없다. 다른 노선에서 운영되는 같은 차량의 경우 환경영향의 대부분을 차지하는 사용단계의 전력사용량에서 별 차이가 없으므로 굳이 환경영향에 대비하여 비교하는 의미가 없다. 따라서 본 연구에서는 다른 노선의 다른 재질 차량으로 선정하였다. 즉 전동차 A(STS 구체 전동차)와 전동차 B(Al 구체 전동차)를 선정하였다. 참고로 본 연구는 동일 노선에서 전동차의 환경성이 개선되었을 경우 적용이 가능하다. 단 데이터 수집이 전제되어야 한다.

■에코효율성 Type IV: 가치 파라미터- 운수 사업 수익

운수 사업 수익은 각 운영처 홈페이지에 공시된 경영 성과자료를 이용하였다.

<표 3-37> 운수 사업 수익

에코효율성 Type IV 가치 파라미터	A	B	근거
운수 사업 수익(원/량)	403,511,780	107,562,508	통계치, 홈페이지

■에코효율성 Type IV: 환경영향 파라미터- GWP 도출

전과정평가에서 도출된 GWP를 이용하여 2004년 12월 1일 기준 탄소배출권 거래가격을 이용해 화폐가치로 환산하였다.

<표 3-38> GWP 도출

에코효율성 Type IV 환경영향 파라미터	A	B	근거
GWP(원/량)	2,898,354	1,204,511	계산치

(라) 결과

에코효율성 Type IV에 대해서 <표 3-39>와 같은 결과를 얻었다. 운수 사업수익만 고려한다면 전동차 A의 사업수익이 훨씬 좋다. 그러나 환경성을 고려하면 그 격차는 현격하게 줄어드는 것을 알 수 있다. 에코효율성 Type IV는 절대적인 지표로서 전동차 A의 경우, 간단하게 환경에 100원 만큼의 손해를 끼쳐서 13,920원의 이익을 내었다고 해석할 수 있다. 이를 이용하여 운영처는 이해관계자들에게 전동차의 친환경성을 전달하고, 마케팅에 활용할 수 있으며 전동차의 환경성 개선과 전동차 운수사업 수익의 제고를 Type IV를 통해서 확인할 수 있다.

<표 3-39> 에코효율성 Type IV 계산값

	A	B
에코효율성 Type IV(원/원)	129.2	89.3
A/B		
운수사업 수익	GWP	에코효율성 Type III
3.75	1.63	1.57

2. 전동차 친환경 설계 가이드라인

가. 개요

(1) 대상 사용자

친환경 철도차량 설계 가이드라인 및 체크리스트는 주로 다음과 같은 사람들이 사용하도록 고려되었다.

- 철도차량 설계자
- 시행청 철도차량 설계사양 발주 관계자

(2) 용도

(가) 친환경 철도차량 설계 가이드라인

친환경 철도차량 설계 가이드라인은 철도차량 설계 시, 철도차량의 환경성 측면을 철도차량 설계 및 개발 단계에서 통합시키기 위해 참조하는 지침이다.

(나) 친환경 철도차량 설계 체크리스트

친환경 철도차량 설계 체크리스트는 철도차량 설계 시, 환경 측면에서 고려해야 할 내용을 체크리스트 형식으로 정리한 것이다. 여기서는 주요 환경성 측면별로 정리 되어 있지만, 실용성을 제고하기 위해서는 실제 설계 및 기획 프로세스의 각 단계별로 다시 정리 할 필요가 있다.

(3) 배경

(가) PDCA 사이클에 친환경설계 접목

기업(제작사, 시행청)의 친환경경영에 대한 국제 표준으로 ISO 14001 환경경영 체제가 있다. 이 환경경영 체제는 기업으로 하여금 스스로 기업 활동을 통해 발생하는 환경영향을 지속적으로 저감하기 위해 제정되었다. 환경경영체제는 지속적으로 환경영향을 저감하기 위해서 PDCA(Plan-Do-Check-Act) 사이클을 채택하고 있다. 철도차량의 전과정을 통해 발생하는 환경영향을 저감하기 위해서 기업은 제품 기획 및 설계 단계에 환경경영체제의 PDCA 사이클을 채택할 필요가 있다. PDCA 사이클은 지속적인 기획-실행-검토-보완이 유기적으로 순환하며 지속적인 개선을 보장하는 모델이다. 에코디자인 프로세스의 주요 업무는 다음의 4단계;

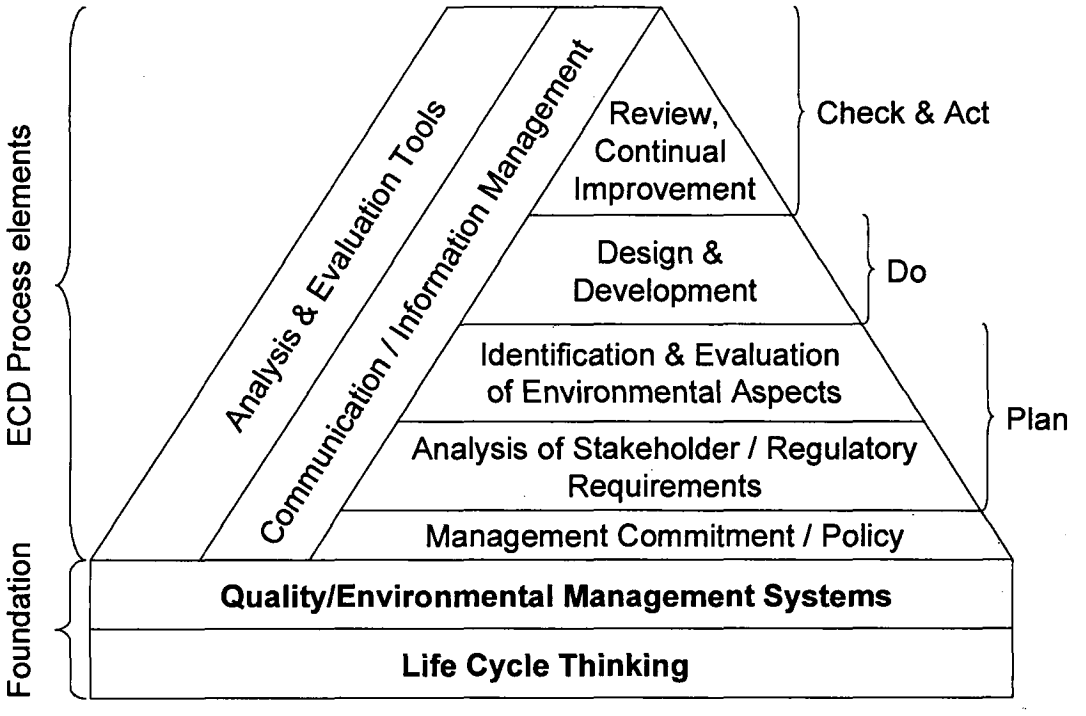
(a) 환경 관련 법 및 이해관계자 요구사항 분석

(b) 환경측면과 이와 관련된 영향 규명 및 평가

(c) 설계 및 개발

(d) 검토 및 지속적 개선

로 이루어져 있다. IEC TC111/WG2에서 개발 중인 전기·전자제품의 에코디자인 표준(IEC 62430)에서는 에코디자인 업무를 PDCA 사이클과 접목하기 위해 다음과 같이 정의하고 있다. <그림 3-18>에서 보는 바와 같이 (a)와 (b)단계는 계획(Plan), (c)단계는 실행(Do), (d)단계는 점검(Check) 및 개선(Act)으로 구성하고, 모든 단계에서 이해관계자와 의사소통이 이루어져야 한다.



<그림 3-18> 에코디자인 요소의 PDCA 사이클 접목(출처:IEC62430CD)

나. 이론적 근거: 친환경 철도차량 설계 가이드라인

(1) 대상 제품: 철도차량 시스템

철도차량 시스템은 승객 및 화물을 철로 위로 운송하는 차량과 그 부속품 및 보조 장치를 통틀어서 지칭한다. 철도차량 시스템을 구성하는 주요 부품으로 대차, 구체, 내장판넬, 전장품 및 기타 내장재 등이 이에 포함된다.

철도 레일, 침목, 자갈과 같은 철로와 관련된 설비와 역사 등의 건물, 철도차량용 고압선 등은 시스템에서 제외한다.

(2) 철도차량 시스템의 이해관계자 요구사항

철도차량 시스템에 환경측면을 통합하기 위해서는 객관적 정량적 정보도 물론 필요하지만, 실제 사용자나 수요자, 경쟁자, 공급자 등을 다각도로 고려한 이해관계자 요구사항을 도출하여야 한다. 다음에는 여러 유형의 이해관계자 요구사항을 제시하고 각각에 대한 사례를 제시하였다. 또한 이를 친환경 철도차량 설계 가이드라인 도출에 반영하였다.

(가) 승객 및 일반인 요구사항

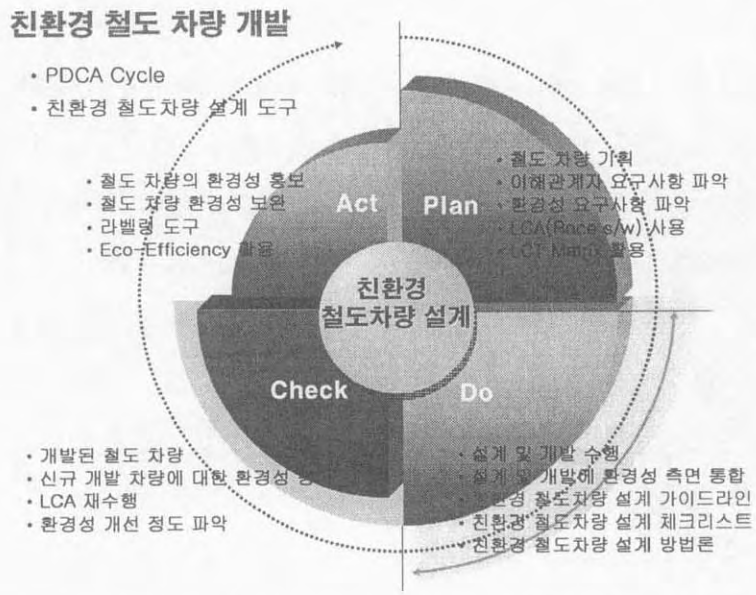
한국철도공사(구, 철도청)는 [고객의 소리]라는 인터넷 기반 창구를 통해서 승객 및 일반인들의 철도차량에 대한 의견을 반영하고 있다. 한국철도공사의 자료협조를 통해서 2004년 7월부터 2005년 4월까지의 한국철도공사 서울지역본부의 [고객의 소리] 접수 내용을 분석한 결과 주요 환경관련 요구사항은 (외부)소음저감이 절대 다수를 차지하였고, 일부 소수 의견으로, 디젤동차에 의한 매연발생(5건), 승차시객실내 소음(1건), 불연성(1건), 냉난방 효율(1건), 금속비산먼지(1건) 등이 있었다.

(나) 철도차량 운영자 요구사항

시행청의 요구사항을 파악하기 위해서는 우선 국내 시행청들의 협조가 필요하나 원활하지 못하여 문헌연구를 통하여 외국 시행청들의 사례를 활용하여 철도차량 운영자 요구사항을 파악하였다. 1992년 스웨덴 스톡홀름의 Stockholm Transport (SL)사는 차량제작사(Bombardier Transportation)에게 신규 차량에 대한 환경성과를 밝혀 줄 것을 요구하였다. SL은 소비자(승객)들에 대한 연구를 통하여 회사가 환경 및 사회적으로 보다 더 책임을 다하는 것을 소비자들이 기대하고 있음을 배웠다. 조사연구를 통해서 소비자들은 두 가지, 즉 저렴한 운임과 환경성과에 대해서 관심을 가지고 있음을 알았다. 이는 SL로 하여금 승객들의 기대를 충족시키기 위해 제작사와 환경성 요구사항에 대해서 토론하게 하는 계기가 되었다.

한편 독일의 시행청 DB(Deutsche Bahn)는 REPID, PROSPER II 등의 과제에 주요 멤버로 참여하여 철도차량의 환경성 측면을 개선하기 위한 활동에 참여하고

있다. 이외에도 DSB(덴마크 철도), SJ AB(스웨덴 철도)는 RAVEL에 적극 참여하는 등 철도차량의 환경성을 개선하기 위한 노력을 다각도로 수행하고 있다.



<그림 3-19> 친환경 철도차량 설계 PDCA 사이클

(다) 환경 규제

철도차량 관련 환경규제는 크게 국제 환경규제와 국내 환경규제를 들 수 있다. 철도와 직접적으로 연관된 환경규제는 아직 존재하지 않는다. 가장 민원이 많은 소음의 경우, 소음 기준이 정해져 있을 뿐이며, 매연(디젤동차의 경우)에 대해서도 특별한 배출기준이 없다. 그러나 최근 국제 환경규제의 추세가 변하고 있으며 환경문제 해결에 대한 패러다임이 바뀜에 따라 타 산업 분야를 중심으로 외국에서부터 환경규제가 새로이 제정되고 있다. 특히 전자 산업과 자동차 산업이 그 첨단에 서 있는데, 이전에는 규제 하지 않던 폐차처리지침(ELV), 폐전기전자제품 재활용(WEEE), 유해물질 배제(RoHS), 환경친화적설계 요구(EuP), 포장재 사용 저감(Package), 화학물질관리(REACH)에 대한 규제들이 생겨나고 있으며 이는 올해 '전기전자제품 및 자동차의 자원순환에 관한 법률'(2007.4.27)의 제정으로 국내에도 유사 법규가 제정되고 있다.

또한 지구온난화에 따른 교토의정서와 몬트리올 의정서에 대응하기 위해서 '오존층 보호를 위한 특정물질의 제조 규제 등에 관한 법률'(2007.4.11 전면개정)이 제

정되었다. 이와 같은 환경규제들은 앞으로 철도차량의 환경성 개선에 있어서 시사하는 바가 크다.

(라) 환경 라벨

환경 라벨에는 Type I(ISO14024), Type II(ISO14021), Type III(ISO14025) 등이 있다. 환경 라벨은 요구사항이라기 보다 환경성 정보를 전달하는 도구로서 필요한 정보들을 요구한다. 특히 철도차량과 관련해서 외국의 제작사들은 EPD Environmental Product Declaration; 제품 환경성선언)을 활용한다. 주요 사례들을 보면, Bombardier는 철도차량에 대한 EPD 프로그램에 대한 프로그램 규정(Program rules: EPD Program Rail Vehicles)을 제정(2006.11.2)하였고, 그 관련 규정으로 기관차 제품군에 대한 EPD(Product Category Rules: Locomotive EPD)을 제정(2006.9.19)하여 활용하고 있다.

위 규정을 제정하기 전에도 Bombardier는 ISO14021을 기반으로 한 EPD와 ISO14025를 기반으로 한 EPD를 각각 수행하였다. EPD Class 185(2005.12.9)는 ISO 14021을 적용한 사례이며, EPD TRAXX P160 DE(2006.9.11)은 ISO 14025를 적용한 사례이다. 이와는 별도로 EPD 문서를 요약한 환경적 사실 문서(Environmental Fact Sheet) Class Re 484(2004.9.16)와 같은 형태로도 환경성 정보를 전달한다. 또한 Siemens도 2006년에 노르웨이 오슬로에 차량을 공급하면서 ISO14021에 기반을 둔 EPD를 수행하였다.

(마) 환경 표준 및 요구사항

UIC CODE 345는 신조 철도 차량의 환경사양에 대한 규약이다. 주요 환경성 규제, EU 공공구매에 환경성측면 통합을 위한 법적 절차, 통합제품정책을 기반으로 구매절차에서 환경측면 고려, 환경사양의 정량화 정도, 환경사양에 대한 세부 설명, 환경측면의 평가에 대한 접근법에 대해서 정리한 것이 주요 내용이다. 특히 철도차량의 환경사양 주요 측면으로 에너지 효율, 소음 배출, 디젤 배기가스, 물질/재활용/폐기물 및 기타 등의 범주로 구체화하여 제시하였다.

(3) 타 산업 분야 환경관련 규제 및 표준

외국에서 전기전자 및 자동차 분야를 필두로 환경관련 규제들이 제정되고 있다.

중요한 규제들을 살펴보면, WEEE는 전기전자제품에 대해서 회수 및 재활용 시스템을 구축하고 재활용률을 일정 이상 달성하도록 하는 규제이다. RoHS는 전기전자제품에 납, 카드뮴, 6가 크롬, 수은과 같은 중금속과 PBB 및 PBDE와 같은 생체축적 물질인 난연제가 포함되지 않도록 하는 규제이다. ELV는 자동차에 대한 규제로서 자동차 제작 시 중금속(납, 카드뮴, 6가 크롬, 수은)이 포함되지 않도록 하며, 폐차 처리 시에 일정 수준 이상의 재활용률을 달성하도록 하는 규제이다. 이 외에도 모든 화학물질에 대해서 일정량 이상이 사용될 경우, 해당물질의 이동을 등록하고, 독성을 평가하는 것을 의무화 하는 REACH, 포장재에 의한 환경영향을 저감시키기 위한 Packaging Directive, 배터리의 안전한 사용 및 처리를 위한 Battery Directive와 같은 규제들이 있다.

또한 제품의 환경성을 개선하기 위한 가이드라인과 표준들 또한 제정되었는데, IEC Guide 109(전기기술제품 표준의 한 측면, 환경측면), 113(물질 선언 질문서, 기본 가이드라인), 114(환경배려설계 가이드, 전기기술제품의 설계 및 개발에 환경성 측면 통합), ECMA-341(정보 및 정보전달 기술과 소비가전 제품에 대한 환경 설계 고려사항), 370(환경성 선언)이 이러한 표준들이다.

다. 철도차량 시스템의 환경적 요구사항

(1) LCT Matrix

<표 3-40> 철도차량에 대한 LCT Matrix

	원료물질 취득	제조	사용			폐기					
			시험운행	운행	유지보수	소각	매립	기타(어초 등)	회수(Recovery)	재활용	재사용
자원소모	○	○			○			☆		☆	☆
에너지소모		○	○	○					☆	○	○
폐기물 배출	○	○			○	○	○	☆		○	
독성 물질 배출	○	○		○		○					
소음			○	○							
진동			○	○							

○=환경영향, ☆=환경이익

(2) LCA 결과

보고서 3장 2절 참조

라. 친환경 철도차량 설계가이드라인

(1) 전략적 고려사항

철도차량에 대한 설계 가이드라인에 대해서 기본적으로 고려해야 할 것들을 전략적 고려사항에 담았다. 주요 내용은 다음과 같다.

(가) 목적 및 잠재적 이익

철도차량 설계와 개발에 환경측면을 통합시키는 목적은 철도차량의 전과정을 통해 부정적 환경영향을 감소시키는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 노력을 통해서 기업경쟁력, 고객 및 기타 이해관계자를 위한 다양한 이득을 얻을 수 있다. 잠재적 이익에는 다음과 같은 것이 있을 수 있다.

- 물질과 에너지 사용 최적화, 프로세스 효율성 증대, 폐기물 처리 저감에 의한 비용 절감
- 혁신과 창의성 촉진
- 철도차량에 관한 지식 증대, 이를 통한 추가 개선 촉진
- 위험 저감, 예: 규정위반에 의한 또는 유해물질로 인해 폐기처리 단계의 비용 증가에 의한 위험 회피

(나) 기업 고려사항

기업(여기서는 제작사 및 시행청)의 기존 정책, 전략 그리고 구조는 대개 사회-경제적 배경(예: 폐기물과 물질에 대한 신 규정)과 이해관계자들(승객, 경쟁자(시행청의 경우 경쟁 교통수단, 제작사의 경우 경쟁제작사), 공급자 등)을 고려한다. 이러한 배경을 고려하는 것은 중요하다. 왜냐하면, 이러한 배경들은 경제 및 환경적으로 기업에 영향을 미칠 수 있고, 철도차량설계 및 개발에 환경측면을 통합하는 가치 있는 가이드를 제공할 수 있기 때문이다.

(다) 철도차량 관련 고려사항

- 조기 통합, 즉, 설계 및 개발 프로세스 초기에 환경측면을 제기
- 철도차량의 전과정, 즉 원료물질 취득부터 폐기까지 분석하여 기능성, 즉 유용성, 사용 수명, 외관 등의 측면에서 철도차량이 의도된 목적에 얼마나 잘 부합하는가 여부
- 다양한 기준, 즉 관련된 모든 환경영향 및 환경측면 고려
- 최적 솔루션을 찾는 프로세스에서 절충관계(trade-offs)를 고려

① 철도차량 관련 환경측면 및 영향에 대한 일반 고려사항

여기서는 철도차량 관련 환경측면 및 영향, 기본적 이슈 그리고 전략적 환경 목표에 대한 포괄적인 개관을 제시한다. 철도차량은 환경영향(예: 대기, 수계 및 토양 오염, 기후 변화)을 야기하는 광범위한 환경측면(예: 배출물 발생, 자원 소비)을 가질 수 있다. 철도차량의 환경영향은 주로 철도차량 전과정의 모든 단계에서 발생되는 물질 및 에너지의 투입물과 산출물에 의해 크게 결정된다. 환경영향은 철도차량을 사용하는 기업(시행청 또는 고객사) 및 개인(승객)의 활동에 의해 크게 영향을 받을 수 있다. 투입물은 일반적으로 두 가지 큰 범주(물질과 에너지)로 분류된다.

- 물질 투입은 다양한 환경측면과 관련이 있다. 예: 자원 사용, 오염물질에 인간 및 생태계 노출, 대기, 수계, 토양으로의 배출, 폐기물 생성 및 축적
- 에너지 투입은 철도차량 전과정 대부분의 단계에서 요구된다. 에너지원으로는 화석 연료, 바이오매스 연료, 폐기물질, 원자력, 수력, 지열, 태양열 및 풍력 에너지 등이 있다. 각 형태의 에너지원은 규명 가능한 환경측면을 가진다. 일반적으로 사용단계에서 에너지 소비는 철도차량의 환경영향을 결정하는 매우 중요한 인자이다. 이는 대부분의 경우 가장 중요한 인자이다.
- 대기 배출물은 대기로의 가스, 증기 그리고 입자상 물질의 배출을 포함한다.
- 수계 배출물은 지표수 또는 지하수로의 물질 배출을 포함한다.
- 폐기물은 철도차량 전과정의 각 단계 동안 발생된다. 폐철도차량은 다른 프로세스의 투입물이 될 수 있다. 또한 처리, 재활용, 에너지원으로 이용, 소각 및 매립될 수 있다.
- 다른 배출물로는 소음, 진동, 전자기장 등이 있을 수 있다.

설계 및 개발을 위해 측정가능하고 비교 가능한 용어로 투입물과 산출물을 설명하는 것이 유용하다.

② 철도차량설계에 환경측면 통합을 위한 일반 고려사항

가능한 한 조기에 철도차량 설계 및 개발 프로세스에 환경측면을 통합하는 것은 철도차량을 변화시키고 개선하는데 유연성을 제공한다. 반대로, 이를 공정의 나중 단계로 연기하는 것은 바람직한 환경적 옵션을 사용하지 못하게 할 수 있다. 왜냐하면 이미 모든 주요 기술적 결정이 내려졌기 때문이다. 전과정적 접근은 철도차량 전과정 동안의 관련 환경측면과 영향을 규명하는데 사용된다. 따라서 설계 접근법을 규명하는데 도움을 준다. 철도차량 전과정의 모든 단계를 고려하는 것은 중요하며, 철도차량이 각 단계에서 어떻게 환경에 영향을 미칠 수 있는지 인식하는 것이 중요하다.

어느 하나의 투입물을 바꾸는 것(예: 사용되는 물질을 대체하는 것), 또는 하나의 산출물에 영향을 주는 것(예: 특정 배출물을 저감 시키는 것 또는 유해폐기물을 줄이는 조항을 만드는 것)은 다른 투입물 또는 다른 산출물에 영향을 줄 수 있다. 따라서 철도차량 전과정의 어느 한 단계에 초점을 맞추는 것이 의도하지 않게 다른 단계의 환경영향에 영향을 주지 않도록, 또는 다른 국지적, 지역적 또는 전지구적 환경 요소에 대한 추가적 영향을 주지 않도록 분명히 하는 것이 중요하다. 광범위한 잠재적 영향과 환경 기준(criteria)을 고려하거나 배제할 때 주의를 기울이는 것은 하나의 환경영향 저감이 또 다른 영향의 증가로 전이되지 않도록 한다.

철도차량 개발 시 부분적 기술 솔루션(Partial technical solution)의 측면에서 생각하는 것 보다는 기능성(철도차량이 유용성, 철도차량수명, 외관 등의 측면에서 의도된 목적에 어떻게 잘 부합하는가)의 측면에서 생각하는 것이 더욱 가치 있다. 따라서 새로운 옵션을 조사할 때, 폭 넓게 접근하거나, 소비자 및 사용자의 요구를 충족시키기 위해 필요한 '기능'을 강조하는 것이 중요하다. 이러한 사고방식을 통해, 전통적 솔루션과 비교했을 때 보다 환경영향이 적은 철도차량의 서비스 솔루션을 도출할 수 있다. 또한, 전통적 설계 기준(예: 성능, 질, 비용)에 추가하여, 다양한 환경기준이 고려되어야 한다. 이는 일반적으로 여러 가지 기준을 동시에 고려함을 통해 서로 다른 잠재적인 환경 영향 범위를 고려하는 것을 의미한다.

기업은 서로 다른 이해관계집단(과학공동체, 정부, 환경단체, 소비자 등)에 따라

환경이슈의 중요성에 대한 인식이 상이할 수 있다는 것을 인식할 필요가 있다. 이러한 인식의 차이는 철도차량 설계 및 개발과 관련이 있을 수 있다. 서로 다른 전과정 단계와 환경측면에 대한 통합된 관점과 실용적 접근은 대부분의 설계결정 단계에서 나타나는 절충관계(trade-offs)에 대한 알맞은 솔루션을 도출하는데 도움을 줄 수 있다. 절충관계에는 3가지 유형이 있다.

- 서로 다른 환경측면 사이에서의 절충관계는 예를 들어, 중량 저감을 위해 철도차량의 중량을 최적화하는 것은 재료의 다양화 등을 유발하여 철도차량의 재활용가능성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 각 선택사항(option)에 따르는 잠재적 환경영향을 비교함으로써 결정권자는 최상의 해법을 찾을 수 있다.
- 환경적, 경제적, 사회적 이익 사이에서의 절충관계는 유형적(예, 비용저감, 폐기물 저감), 무형적(예, 편의성) 그리고 감성적(예, 이미지)일 수 있다. 예를 들어, 철도차량을 좀 더 튼튼하게 만드는 것은 수명을 연장시킬 수 있고, 결국, 장기적인 자원 사용 및 폐기물을 저감시킴으로써 환경에 이득을 가져올 수 있다. 그러나 한편으로는 초기 비용을 증가시킬 수 있다. 이는 경제적 영향뿐만 아니라 사회적 영향을 줄 수도 있다.
- 환경, 기술 및 품질 측면 사이에서의 절충관계는 예를 들어, 특정 물질을 사용하는 것에 대한 설계상의 결정은 비록 환경이익을 창출할 수 있다 하더라도, 철도차량의 신뢰성과 내구성에 부정적인 영향을 줄 수 있다.

경험적으로 최고의 솔루션은 철도차량과 기업특성에 좌우되는 것을 알았다. 철도차량은 복잡하고 다양하며, 지식과 기술은 빠르게 진화한다. 그리고 새로운 경험은 새로운 솔루션을 적용하는 능력을 증진시킨다. 따라서 철도차량설계 및 개발프로세스에 환경측면을 통합시키기 위한 적절한 전략을 찾는 것이 중요하다.

③ 철도차량 설계에 환경측면 통합을 위한 고려사항

위에 제시된 일반 원리를 따를 때에, 철도차량 설계자는 다음을 고려해야 한다,

- 폐기물 재생 및 에너지 보존의 중요성을 강조하는 그리고 잠재적으로 유해한 물질 사용을 제한하는 신규 법률 제정

- 대부분의 철도차량의 전과정에서 사용단계는 환경영향의 주요 원인이다(에너지 소비(간접적)에 의한 환경영향). 에너지 생산은 대기, 수계, 토양오염물질의 주배출원이다.

설계자는 전과정 및 멀티 기준(Multi criteria) 접근법의 한 부분으로서 위와 같은 철도차량의 고유한 특징을 개선의 주안점으로 고려해야 한다. 그럼으로써, 다른 환경측면에 손상을 주는 '개선'(즉, 진정한 의미의 개선이 아닌, 다른 단계로 영향을 전가하는 일회성 개선)을 피할 수 있다.

(2) 철도차량 설계와 개발 프로세스에 환경측면 통합을 위한 모델

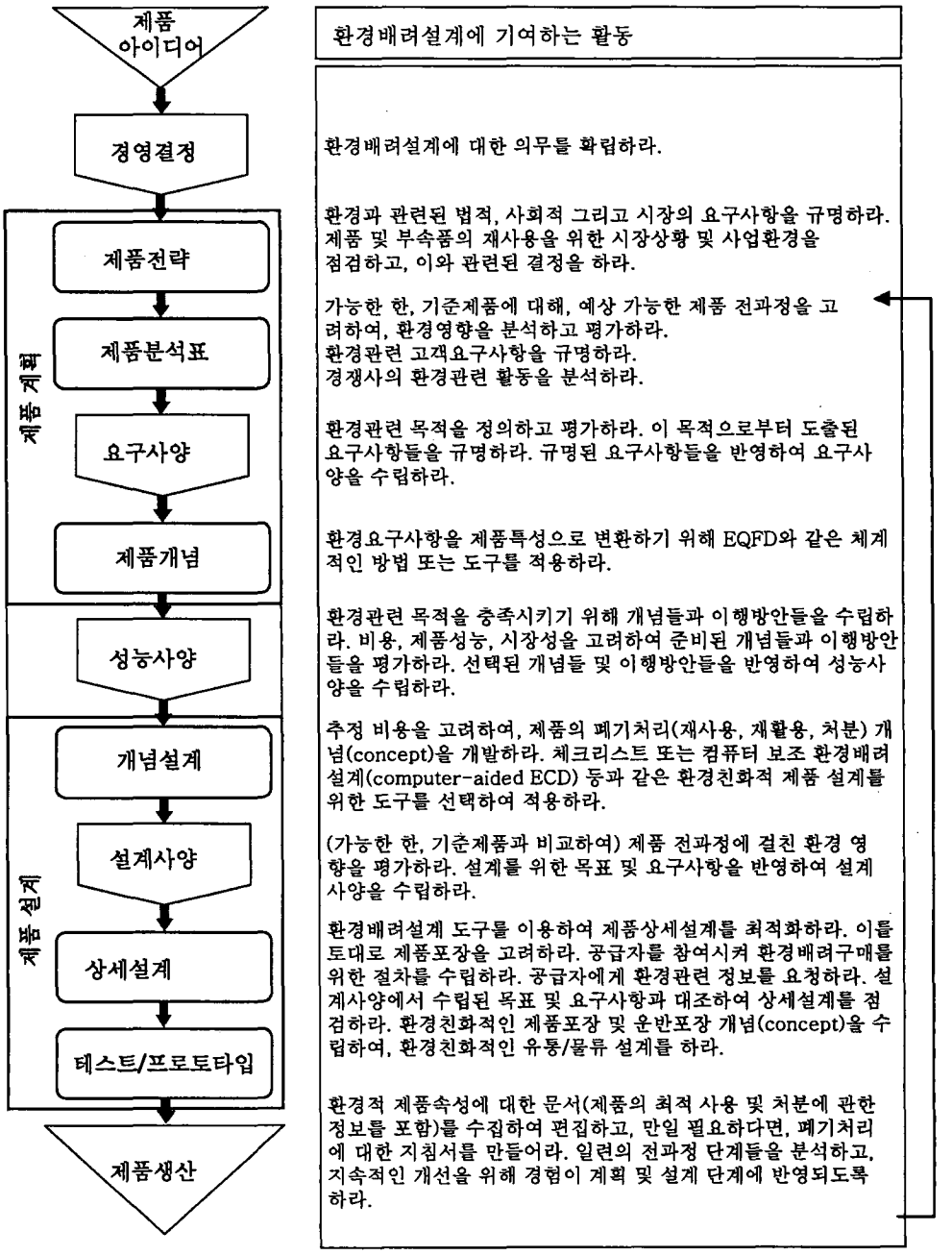
철도차량의 환경 친화성은 철도차량과 관련된 기술적 기능 실현(perform) 능력 및 경제적 생존가능성(viability)과 함께 철도차량설계 및 개발 프로세스를 통해 추구될 수 있다. 철도차량 특성, 제조비용 및 환경영향의 대부분은 철도차량 설계와 개발 프로세스의 초기 단계에서 결정된다. 따라서 초기 단계에서 환경친화성 측면을 고려하는 것은 중요하다. 더 나아가, 철도차량이 사용되는 시스템을 염두에 두고 철도차량의 설계를 고려하는 것이 중요하다.

<그림 3-20>와 <표 3-41>에서 철도차량 산업에서 설계와 개발 프로세스에 환경측면을 통합시키는 방안(schemes)을 예로 보여주고 있다. 이 외에도 철도차량 산업 내에서 여러 가지 접근법이 적용될 수 있다. 만일 다른 모델을 사용한다면, 앞의 두 모델이 먼저 제시되고, 친환경설계 관련 분야의 선행연구이므로 이 모델들과 용어호환성이나 주요 고려사항에 대해서 빠짐없이 반영하여야 할 것이다.

철도차량 전략 및 철도차량 환경성 분석표 개발을 위한 기초단계에 환경배려설계(ECD)의 목적과 주안점을 둔다. 목적 및 주안점은 요구사항 및 사양에서 구체적으로 설정된다. 환경적 목적을 달성하기 위한 개념은 철도차량개념 개발 시 설정되며, 이로써 환경적 철도차량 특성이 구체화된다. 개념 및 특성은 성능사양으로 통합된다. 목표 대비 실제 달성도 비교를 위해 철도차량 설계 프로세스 내의 일정 항목을 규명하여 지정한다.

개념은 철도차량 설계단계를 거치면서 점차로 그 형태가 구체화되고 명확해진다. 체크리스트와 컴퓨터를 이용하는 방법(computer-aided methods)과 같은 환경배려설계 도구는 합리적인 설계결정을 지원하기 위해 채택된다. 환경배려설계의 결과

로서 도출된 철도차량 특징은 설계사양으로 문서화된다. 환경친화적인 철도차량설계 프로세스를 지속적으로 개선하기 위해 제조, 판매, 철도차량 사용, 유지 및 처분 단계와 같은 일련의 과정으로부터 경험이 취합되고 평가되어야 한다.



<그림 3-20> 설계 및 개발 프로세스에 환경측면 통합 모델 1

<그림 3-20>는 철도차량 설계와 개발 프로세스에 환경측면을 통합시키는 것을

보완할 뿐만 아니라 대체할 모델을 보여주며, 프로세스의 전형적인 단계들과 이에 대한 기술을 통해 환경배려설계에 기여하는 활동의 상호관계를 설명한다.

철도차량 설계 및 개발 측면에 환경측면을 통합시키기 위한 보완할 뿐만 아니라 대체할 또 다른 모델을 <표 3-41>에 나타내었다. 이 접근법의 기본 전제는 환경측면을 개선해야 할 기준(또는 기존) 철도차량이 있다는 것이다. 환경측면 통합이 주로 철도차량 계획 및 개념설계 단계에서 이루어지기 때문에 철도차량의 기술적 파라미터 정의부터 철도차량 개념 도출까지 철도차량 개선을 위한 총 12 단계가 기술된다.

<표 3-41> 설계 및 개발 프로세스에 환경측면 통합 모델 2

단계	주요 질문	과업
1	재설계 대상 철도차량은 무엇인가?	기술적 파라미터로 대상 철도차량 설명
2	고객은 누구이며, 고객의 철도차량에 대한 요구사항은 무엇인가?	고객 및 이해관계자의 요구 파악
3	경쟁사의 강점과 약점은 무엇인가?	경쟁사 철도차량 벤치마킹
4	철도차량의 전과정에 걸쳐 자사 철도차량의 주요 환경적 취약점은 무엇인가?	LCT 및 LCA를 통한 환경성 평가 수행
5	고객 요구, 벤치마킹 결과 및 환경성 평가 결과를 어떻게 철도차량 개선 과업에 통합할 것인가?	환경성 파라미터와 재설계사양 개발
6	파악된 재설계사양에 적합한 친환경철도차량설계(Ecodesign) 전략과 가이드라인은 무엇인가?	체크리스트를 통한 재설계 과업 결정
7	대상 철도차량의 관련된 기능은 무엇인가?	대상 철도차량의 기능분석(function analysis) 수행
8	재설계된 철도차량에 가능한 새로운 기능은 무엇인가?	대상 철도차량의 기능 추가 및 변경
9	어떻게 철도차량의 구체적 기능에 대한 아이디어를 도출할 것인가?	창조적 아이디어 도출과정 수행 및 특허 참조
10	어떻게 철도차량 개념들(concept variants)을 도출할 것인가?	재설계할 철도차량의 각 기능에 대한 아이디어 조합
11	어떻게 최선의 철도차량 개념(product concept variant)을 선택할 것인가?	경제적, 기술적, 사회적 및 환경적 기준 하에서 대안 평가
12	다음 단계는 무엇인가?	상세설계, 레이아웃, 테스트, 철도차량 프로토타입 제작, 생산 및 배송

(3) 친환경 철도차량 설계 고려사항

(가) 일반사항

환경배려설계(ECD) 원리에 따라, 철도차량 개발 프로세스는 다음 단계를 포함해야 한다.

주요 환경측면 규명

개선안 또는 선택사항(options) 도출

개선 효과 검증을 위한 최종 평가

(나) 주요 환경측면 규명

철도차량의 설계에 환경측면을 통합하는 친환경 전동차설계(환경배려설계)의 첫 단계로서, 철도차량의 전과정에 걸쳐 철도차량과 관련된 주요 환경측면 또는 주요 환경이슈를 규명하는 것이 요구된다. 주요 이슈에는 원료물질 취득, 제조, 운송, 사용 및 처분, 즉 전과정에 걸쳐 철도차량과 관련한 잠재적 문제를 포함하고 있는 활동, 공정, 물질 등이 있다. 철도차량은 물질, 부품, 운송, 처분 또는 에너지 없이는 존재할 수 없기 때문에 철도차량의 전과정에서 환경이슈 규명은 복잡하지만, 필수적인 프로세스이다. 전과정 영향에 대한 각 공정과 활동의 기여도 분석은 철도차량 시스템의 주요이슈 규명을 위해 사용될 수 있다.

일반적으로, 철도차량의 환경영향 분석 시 다음 측면들을 염두에 두어야 한다.

- 임의로 물질을 배제하지 말아야 한다.
- 철도차량의 모든 환경 특성을 고려해야 한다.
- 철도차량 전과정에 걸쳐 가장 중요한 환경 영향을 규명해야 한다.
- 최종 철도차량에서 나타나지는 않지만, 제조단계에서 사용되는 철도차량 중간 부품 또는 부자재에 의해 발생하는 영향에 대해서도 고려해야 한다.
- 중요한 환경영향을 가지는 것으로 판명될 수 있는 요소가 임의로 중요하지 않게 고려되는 것을 주의해야 한다.
- 철도차량 자체의 환경영향뿐만 아니라 철도차량이 사용될 시스템의 환경영향에 초점을 맞추어야 한다.
- 환경영향은 전과정의 한 단계에서 다른 단계로 또는 하나의 매체에서 다른

매체로 전이되지 말아야 한다.

철도차량의 환경영향 분석을 위해 일반적으로 사용되는 도구는, 도구에 의해 생성되는 정보의 특성에 따라 정량적 및 정성적 도구로 분류된다. 일반적으로, 정량적 정보는 합리적이고 객관적인 방법에 기초하여 수치화된 값을 산출해 낸다. 따라서 정량적 정보의 신뢰성은 상당히 높다. 하지만, 정량적 정보 분석을 위해서는 아주 숙련된 전문가가 필요하고, 때로는 복잡한 프로세스가 요구되기도 한다. 정성적 정보는 분석을 위해 미리 설정한 파라미터에 기초하여 결과를 산출해 낸다. 그리고 이 파라미터들을 정성적으로 평가한다. 따라서 정성적 정보의 신뢰성은 상대적으로 낮지만, 그 분석은 빠르고 간단하게 수행될 수 있다.

설계자들의 실제 요구에 적합한 도구를 제공하기 위해 간략화된 정량적 전과정 방법이 개발되고 있다. 이런 접근법은 모순적인 것으로 해석될 수 있는 두 가지 요소(전과정에 걸친 철도차량 환경영향의 정확한 평가 그리고 평가 비용 및 시간의 최소화)에 기초할 수 있다. 간략화는 두 가지 다른 접근법으로 분류될 수 있다. 하나는 데이터 수집에 투입되는 노력을 줄이는 (정량적) 접근법이고, 다른 하나는 정성적 접근법이다. 유사 데이터의 사용, 특정 전과정단계 생략, 그리고 특정 목록 파라미터의 배제는 정량적 접근법의 예이다. 그 중에서도 특히, 정량적 접근법은 특정 형태의 환경영향 또는 이슈에만 초점을 맞추고 있다. 일반적 데이터베이스는 이런 평가를 위해 사용될 수 있다. 이런 평가는 주요 환경측면을 규명하고 개선된 정도를 정량화하도록 돕는다.

철도차량의 환경성에 대한 평가 및 개선은 철도차량이 아닌 동등한 기능 단위를 비교하여 수행해야 한다. 철도차량의 환경성을 평가할 때는 철도차량설계로 인해 상당한 영향을 받을 수 있는 인자(factors)에 집중하고 우선순위를 두어야 한다. 주요 측면은 현저하게 전 지구적인 환경영향에 기여하거나 기업의 환경정책의 우선순위를 결정하는데 기여하는 측면으로 정의된다. 주요 측면이 규명되면 멀티 기준 분석(Multi criteria analysis)은 철도차량 환경영향의 지속적 저감에 대한 관심을 가지고 개선책들 간의 우선순위를 정할 수 있게 하는 정보를 제공할 것이다.

(다) 개선안 모색

철도차량의 환경영향 저감에 대한 평가 및 노력은 철도차량 개발의 주요 단계마

다 행해져야 한다. 이는 철도차량 사양 충족과 환경관련 고려사항 사이의 절충점을 유지하기 위해서이다. 설계자는 철도차량의 환경영향 저감을 달성하고자 하는 목표를 가지고 설계 대안들(alternative design solutions)을 평가해야 한다. 설계 대안을 선택(choice of a specific design solution)할 때에는 모든 관련법규를 준수함과 동시에, 다양한 환경측면들 간의 그리고 환경측면과 다른 관련 고려사항들 간의 합리적인 균형을 달성할 수 있어야 한다. 다른 관련 고려사항에는 제조비용과 시장성을 포함하여 안전 및 보건, 기술적 요구사항, 기능성, 품질, 성능, 그리고 경제적 측면과 같은 것들이 있다. 다음 단락은 가능한 주요 환경측면을 어떻게 다루는가에 대한 지침을 제공한다.

① 물질 효율 개선

물질 소비 저감은 일반적으로 다음과 같다.

a)철도차량 제조에 사용되는 자원의 양 저감

b)철도차량 작동에 소모되는 자원의 저감

c)철도차량 수명 연장을 통한 자원 사용의 저감

재활용된 물질을 사용하고, 크기(size)를 줄이고, 철도차량 구조를 연구하는 것이 철도차량 제조에 사용되는 원재료를 줄이기 위한 효과적인 방법일 수 있음을 설계자는 인식해야 한다. 이 방법을 통해 기존 철도차량과 동일한 특징 및 기능을 가지면서 가능한 한 최소한의 물질을 사용함과 동시에 최소한의 부피를 가지는 철도차량을 만들 수 있다. 소모품의 사용 저감 역시 촉진되어야 한다. 천연자원에 대한 효율적 사용의 관점에서 철도차량의 수명 연장은 궁극적으로 천연자원 보존에 기여할 것이다. 이는 철도차량 자체뿐만 아니라, 주변장치 및 부속품(supplies)에도 적용되어야한다. 재활용된 종이를 사용한 철도차량 매뉴얼(product documentation)을 예로 들 수 있다.

철도차량, 특히 부품을 설계할 때 부품 포장과 부품 수송 시 부품 보호나 안정성을 위한 포장 또한 고려되어야 한다. 왜냐하면 포장은 내용물과 분리되면 무용지물이 되기 때문이다. 포장재 부피 및 양을 저감하고, 자원을 효과적으로 사용하는 관점에서 평가가 이루어져야 한다. 포장재 부피 및 양을 저감하는 것은 제조단계에서 환경영향을 줄이는데 특히 효과적일 것으로 기대된다. 처분 및 재활용 단계에서 처리되는 포장재의 저감은 부품 수송효율을 증진시키고, 환경 영향을 줄일 것이다.

② 철도차량 내 잠재적 유해물질 배제

철도차량 전과정의 다양한 단계에서 투입되는 물질(개별물질 및 화합물질)은 인간 건강과 환경에 유해할 수 있다. 잠재적 유해물질을 저감 및 제거하는 것은 철도차량 설계에 있어 우선되어야 한다. 특히, 설계자는 철도차량이 판매되는 대상국가에서의 법을 준수하기 위해 철도차량에 특정유해물질을 사용하는 것에 대한 국제적, 국가적, 지역적 금지조항의 존재 유무와 해당 금지조항의 내용을 인식해야 한다. 철도차량은 적용 가능한 모든 법률을 준수해야만 한다.

또한 철도차량 설계자는 철도차량의 사용 또는 재생 단계 시 특별한 취급 또는 처분을 요하는 물질의 사용을 저감하도록 노력해야 한다. 어떤 경우에는, 철도차량의 기본기능 저하 없이는 유해물질의 한계 수준을 만족시킬 수 없다. 이런 경우, 설계자는 유해물질 제거 및 안전 취급을 위해 해당물질을 적절하게 확인할 수 있도록 하거나 쉽게 해당 물질에 접근 가능하도록 해야 한다.

적절하게 재활용되거나 가공될 수 없는 한계 수준 이상의 유해물질을 함유한 부속품 및 물질 그리고 법과 규정에 의해 규제되거나 금지되는 기타 유해물질들이 있다. 만약 이러한 유해물질을 포함하는 부품 및 물질을 수집하고 재활용하는 프로세스가 없다면 그 부품 및 물질을 사용해서는 안 된다. 철도차량 기능을 보장하기 위해 사용해야만 하는 부품 및 물질들은 유해물질의 양이 적거나 조정된 부품 및 물질로 완전한 대체가 이루어져야 한다.

③ 에너지 효율 개선

모든 철도차량은 대부분의 전과정에서 에너지가 투입된다. 모든 에너지원이 각각의 환경 영향을 가지고 있기 때문에, 철도차량이 더 많은 에너지를 요구할수록, 더 많은 에너지가 생산되어야 하고, 더 큰 부정적 환경영향이 확산된다. 에너지원을 다루는 것은 설계자의 의무가 아니지만, 설계엔지니어는 철도차량 전과정의 모든 단계에서 에너지 소비를 저감시키는 것을 철도차량 설계 주안점으로 고려해야 한다. 일반적으로 철도차량의 사용단계에서 소비되는 에너지는 철도차량 전과정에서 발생하는 에너지 소비의 대부분을 차지하는 것으로 받아들여진다. 에너지 사용 효율을 개선함으로써 철도차량의 환경영향을 상당히 줄일 수 있으나, 항상 그렇지만은 않다. 실질적으로 중요한 측면을 규명하도록 전과정에 대한 완전한 평가를 수행해야만 한다.

설계자는 에너지 소비가 주요 환경측면으로 규명되면 관련 철도차량에 대해 실질적인 영향을 미칠 수 있는 경우, 다음 요구사항 및 제안사항을 고려해야 한다.

a) 에너지가 주로 투입되는 단계 규명

가장 중요한 단계(들)를 규명하기 위해 철도차량 전과정의 매 단계에서 요구되는 에너지 투입에 대해 면밀한 평가를 수행한다. 평가할 때는 철도차량의 기능과 일반적 용도를 고려해야 한다.

b) 에너지 절약 기능 고려

어느 한 단계가 다른 단계에 비해 에너지 사용이 많을 때, 설계자는 개선안 모색의 초점을 이 단계에 맞출 수 있다. 설계자는 규명된 주요 단계에서 철도차량 특성에 따라 다음 예와 같은 솔루션들을 고려할 수 있다.

- 주요 단계가 제조 단계일 경우
  - ▸ 철도차량 구조(조립 공정에 영향을 줄 수 있음)
  - ▸ 조립 공정
  - ▸ 기타
- 주요 단계가 사용 단계일 경우
  - ▸ 전원 절약 기능
  - ▸ 다양한 전력 모드(예: 차단모드(**off-mode**), 대기 모드, 저 전압 모드 등)
  - ▸ 자동 에너지 관리

c) 개선점 평가

하나의 단계에서 다른 단계로 환경영향이 전이되는 것을 피하기 위해 설계자가 파악한 에너지 절약 기능으로부터 도출된 개선점을 계속적으로 전과정 영향평가에 피드백(**feedback**)하여 평가하여야 한다.

④ 기능성 최적화

멀티기능, 모듈화, 자동제어 및 최적화를 위한 기회를 고려하여 특정 용도를 위해 고안된 철도차량 및 그 부품들의 기능성과 환경성을 각각 비교한다.

⑤ 철도차량 내구성 증대

철도차량의 수명을 철도차량 기능의 일부로서 정의할 때, 철도차량 내구성을 높이고 서비스를 확장하는 것은 부정적인 환경영향을 줄일 수 있다. 철도차량의 기술

수명과 유효수명 간의 균형을 이루는 것(즉, 철도차량이 쓸모없게 되거나 더 이상 사용자에 의해 필요 없게 될 때까지, 얼마나 오랫동안 철도차량이 유용한 것으로 고려되는가)은 또한 이익이 될 수 있다.

설계자는 현장 교체형 장치(field-replaceable units)의 사용을 장려하고 부품 재사용 또는 업그레이드를 통해 철도차량 개발단계에서 철도차량의 수명 연장을 고려하고 실행할 수 있다는 것을 명심해야 한다. 그러나 폐철도차량으로부터 수집된 부속품 및 부품이 재사용 될 때 이에 따른 문제가 많이 있기 때문에, 재사용 절차는 주의 깊게 수행되어야만 한다. 부품의 재사용을 위해 품질 보증뿐만 아니라 新철도차량 기획, 설계, 제조, 그리고 판매부터 수집, 분해, 가공에 이르기까지 다양한 활동이 필요하다. 더욱이 신뢰성 평가방법 및 철도차량 수명예측과 같은 많은 기술적 문제가 있다.

설계자는 부품 재사용을 증대시키는데 중요한 요소가 철도차량 기획 및 설계단계에서 재사용 가능한 부품 및 부속품을 선택하는 것임을 인지해야 한다. 따라서 설계자는 시간에 따른 부품 및 부속품 공유뿐만 아니라 다양한 철도차량들 간에 부품 및 부속품을 공유하는 것을 고려해야 하며, 설계단계에서 부속품의 공유 수준을 연구하는 것을 고려해야 한다. 게다가, 폐철도차량으로부터 회수한 모든 부품 및 부속품이 재사용에 적합할 것인지 아닌지 결정하는 것이 필요하다. 또한 재사용에 적합한 부품들을 철도차량에 다시 한 번 또는 수리 부품으로 사용하도록 장려하는 것이 중요하다.

⑥ 재사용, 재활용, 재생 촉진

설계자는 재활용을 위한 기본적 접근법이 재활용을 고려하여 설계된 부속품, 물질 및 외형 선택을 필요로 한다는 것을 알아야 한다. 이 때, 설계자는 물질 재활용을 먼저 고려해야 하고 다음으로 에너지 회수(recovery)를 고려해야 하고, 재활용을 방해하는 요소를 평가하는 것이 필요하다. 철도차량의 거의 대부분을 구성하는 금속에 대해, 물질 재활용(이하 '재활용')을 촉진하는 일반적 금속의 선택이 필요하다. 재활용하기 어려운 플라스틱으로부터 에너지를 회수(recovery)하고, 폐기하기 위한 물질 선택은 환경 고려사항에 기초를 두어야 한다. 이런 이유로, 철도차량 기획 및 설계단계에서 대상 철도차량의 특성을 반영한 평가방법이 필요하다. 이 평가방법은 설계자가 철도차량 전과정의 최종단계를 고려하여 재활용 가능한 물질 및 부속품

을 선택하고 물질 비율(중량비)을 정량적으로 추정하는 데 도움을 주기 위한 것이다. 또한 화재 방지를 위해 난연제가 첨가된 플라스틱 내장재의 경우, 에너지 회수의 가능 여부, 회수 가능 시 회수 효율, 불가능시 처리 처분 방안, 생체축적 물질(PBB, PBDE 등 브롬계 난연제)의 사용여부 등에 대해서 설계단계에서 검토가 필요하다.

철도차량 해체방법은 철도차량에 포함된 다양한 요소를 고려하여 선택되어야 한다. 또한 폐철도차량을 실제로 해체할 때는 사용할 도구, 해체에 필요한 시간, 작업 용이성 등에 대해 평가되어야 한다. 재활용 공정은 재활용 기술 및 재활용 경로가 구축되어 있는지 여부에 대해 평가 되어야 한다. 재활용 기술과 경로는 첫째 재사용 및 재활용이 가능하도록 만들어진 부속품, 둘째 적절한 취급 및 제거가 가능하도록 만들어진 가연성 및 휘발성 유해물질을 함유한 부속품을 제거하기 위한 것이다. 이러한 부품을 제거한 후 남는 물질은 파쇄하고, 재활용 가능한 스크랩은 선별하여야 한다. 선별 후 잔여물질은 소각하거나 매립하여야 한다. 이러한 공정은 공정설비에 부정적인 영향을 주지 않도록 주의를 기울여야 한다.

(만약 처분을 시행청이 외부에 위탁한다면) 처리 및 처분 공정을 조작할 때의 용이성과 안전성을 위해 폐철도차량의 수송, 재활용 및 처분을 담당하는 측에게 명확한 정보가 제공되어야 한다. 가벼운 철도차량과 무거운 철도차량 모두에 대해서 적재부하를 최소화하고 적재 효율을 높일(upgrade) 필요가 있다.

⑦ 부가적인 측면

■ 배터리

철도차량 설계자는 적용을 위한 요구사항(requirements of the application)으로 각 배터리 형태의 특징을 비교함으로써 배터리를 선택해야만 한다. 또한 철도차량 설계자는 배터리의 다음 특징들을 고려해야 한다. 크기, 모양, 전압, 누전 또는 전원 요구사항, 유통기한 또는 보관 시 요구사항 및 재고 비용 등이다. 배터리 구매는 배터리의 처분 및 재활용 기준에 전적으로 기초해서 결정되는 것은 아니다. 왜냐하면 만약 그렇게 결정한다면 용도에 적합한 성능 요구사항을 충족시키지 못하는 배터리를 선택하도록 할 수 있기 때문이다. 설계자는 성능 요구사항에 기초하여 특정 형태의 배터리를 선정한 이유를 문서화 하여야 한다.

배터리는 유해물질 금지 및 라벨링 요구사항의 모든 적용 가능한 규제 및 요구

사항을 준수해야 한다. 배터리는 크기(size)에 따라 쉽게 구분 가능해야 한다. 운영자(시행청)가 폐기 시까지 배터리를 제거할 필요가 없거나 배터리에 대한 특별한 처리 요구사항이 없는 경우를 제외하고, 일반적으로 배터리는 제거 가능하도록 해야만 한다. 철도차량 제작사는 배터리의 적절한 제거, 안전한 취급, 그리고 적절한 처리에 대한 정보를 제공해야 한다.

■ 소모품

설계자는 철도차량과 관련한 소모품의 사용을 최적화하도록 철도차량을 설계해야 한다. 제작사는 소모품의 적절한 용도와 최종 처리에 대한 정보를 제공해야만 한다.

■ 청정생산 및 청정사용

전과정에 걸쳐, 철도차량 자체 또는 철도차량 관련 공정에 의해 다양한 환경 배출물이 발생할 수 있다.

- 물질 및 부품의 추출 및 변형
- 제조 공정(예: 표면 처리)
- 제조 공정 중 공정간 이동(예: 부품 포장재)
- 사용(예: 먼지, 휘발성 유기화합물)
- 최종단계(예: 냉각제와 같은 철도차량에 함유될 수 있는 물질 및 조제품, 소각과 같은 폐기물 처리 시 발생되는 물질)

철도차량설계에 직접적으로 관련되지 않은 배출물을 다루는 것은 설계자의 책임이 아니다. 우선, 설계자는 대상철도차량이 철도차량으로부터 발생하는 배출물을 관리하는 모든 관련 규정을 준수하는지 분명히 해야 한다. 그리고 설계자는 철도차량 전과정에 걸쳐 발생하는 다양한 배출물의 양을 평가하고, 이 평가를 이용하여 주요 배출물을 규명한다. 그리고 계속적인 철도차량 생산에 걸쳐 배출물의 수준을 낮추려는 목적을 가지고 대안 설계 솔루션(alternative design solution)을 평가해야 한다. 평가는 철도차량의 기능과 일반적 사용을 고려해야 한다.

다음은 철도차량이 산출하는 배출물의 예이다.

· 소음, 진동

· 대기 배출물: 휘발성 유기 화합물, 온실가스, 산성화 물질, 오존층 고갈 물질, 난분해성 유기오염물, 중금속, 미세입자, 부유성 입자물질, 먼지

· 수계 배출물: 중금속, BOD, COD, 난분해성유기오염물

· 토양 배출물

■ 플라스틱 물질 식별

플라스틱 물질은 ISO 1043에 나타난 명명법을 사용하여 ISO 11469에 따라 표시(label)되어야 한다.

■ 개선효율을 점검하는 평가

상기한 바와 같이, 환경 관심사는 가능한 한 개발 초기 단계에서 제기되어야 한다. 이를 통해 일반 데이터베이스에 기초한 평가 및 개선이 가능하게 된다. 최종평가는 적절한 방법으로 수행되어야 한다. 적절한 방법이란 기업(제작사, 시행청) 정책에 의해 임명된 관계자에게 설계사양에 의해 설정된 목표 및 요구사항에 대한 최종설계와 특정 세부정보를 공개함으로써 결과의 객관성을 확보할 수 있는 것을 뜻한다. 최종평가는 상기 규명된 기준에 철도차량이 부합하는지 여부를 확인하는 것을 유일한 목표로 해야 한다. 기업(제작사, 시행청)의 환경성 정보전달 정책(environmental communication policy)을 지원하기 위해 환경적 철도차량 특성을 수집 정리한 문서가 준비되어야 한다.

3. 친환경 철도차량 설계 체크리스트

친환경 철도차량 설계 체크리스트는 친환경 철도차량 설계 가이드라인을 기초로 하여 실제 철도차량 설계에 있어서 고려하여야 할 항목들을 도출한 것이다. 친환경 철도차량 설계 방법론이 개발되지 않은 상황에서 이 체크리스트는 비교적 간단하고 정성적인 형태로 철도차량 설계에 환경성 측면을 통합하기 위한 고려사항을 점검하도록 도울 것이다. 주요 범주들과 항목들은 LCT(Life Cycle Thinking; 전과정 사고) Matrix를 기초로 한 철도차량의 환경적 요구사항과 이와는 별도로 이해관계자 요구사항을 고려하여 설정하였다. 주요 목적과 대상 독자는 다음과 같다.

· 목적: 친환경 철도차량 설계를 위한 체크리스트

· 대상독자: 설계자, 제작자, 부품공급자

가. 환경에 영향을 미치는 핵심요소(factor)[1][2] 선정

설계자는 철도차량 설계 시 고려해야할 핵심 환경 요소를 선정하여 설계 및 기획단계에서부터 고려해야 한다. 철도차량이 환경에 미칠 수 있는 핵심 요소들을 다음과 같이 열거하였다. 설계자는 다음 요소들 중의 일부 또는 전체를 환경성 요구사양 또는 제작사 내부지침에 따라 철도차량 설계에 반영함으로 친환경 철도차량을 설계할 수 있다.

☐ 에너지 및 자원 사용의 효율성
☐ 배출물 및 폐기물 저감
☐ (포장재를 포함한) 철도차량에 물질 사용 최소화
☐ 물질 종류 저감
☐ 유해물질 사용 저감 및 대체
☐ 반조립품 및 부품의 재사용/역제조(refurbishing)
☐ 기술적 업그레이드(upgrade) 가능성
☐ 유지보수가능성, 재활용 및 해체를 고려한 설계
☐ 재활용가능성을 저해하는 표면 코팅이나 물질 조합 배제
☐ 표지(marking)
☐ 사용자를 위한 적절한 환경성 안내서/정보

나. 규제 및 가이드를 통해 검증된 권장 고려사항

철도차량 산업 및 기타 산업에서 철도차량 생산 시 고려해야 할 검증된 환경 요소들을 다음에 나열하였다. 철도차량 설계자들과 설계 의사결정자들은 다음에 제안된 환경요소들의 일부 또는 전부를 철도차량 설계에 반영하는 것을 고려해야 한다.

(1) 철도차량 제작 시 배제해야할 물질 선정 기준[3][4]

---

1) 산업자원부 기술표준원, 친환경배려설계 가이드라인 작성, 최종보고서, 2006
2) IEC, IEC Guide 109 - Environmental aspect - Inclusion in electrotechnical product standards, 2003
3) 산업자원부 기술표준원, 친환경배려설계 가이드라인 작성, 최종보고서, 2006
4) IEC, IEC Guide 113 Material declaration questionnaires - basic guidelines, 2000

철도차량 제작 시 배제해야 할 물질 선정기준을 아래와 같이 제시하였다.

□ 인체 위해성

- 발암성
- 돌연변이성
- 생식 유해성(CMR) 물질
- 급성 또는 만성 유해물질
- 생식 유해성 물질이나 독성 물질로 쉽게 변하는 물질
- 감작(알레르기 유발성) 물질(Causes Sensitization)
- 방사성 물질

□ 환경 위해성

- 수질 오염 물질
- 난분해성(Persistent) 생체축적물질
- 지구온난화 원인물질
- 오존층 파괴 물질
- 산성화 원인 물질
- 토양 오염 물질

(2) 철도차량 제작 시 사용 금지 물질[5)6)7)]

□ 4-니트릴로바이페닐(4-Nitrobiphenyl)

□ 방향족 아민 및 그 염

- 2-나프틸아민(2-Naphthylamine)
- 벤지딘(Benzidine)
- 4-아미노바이페닐(4-Aminobiphenyl)

□ 석면

□ CFC - 염화불화탄소

□ 할로겐화 벤질 톨루엔

- 모노 메틸 디브로모 디페닐메탄

5) 산업자원부 기술표준원, 친환경배려설계 가이드라인 작성, 최종보고서, 2006
6) IEC, IEC Guide 113 Material declaration questionnaires - basic guidelines, 2000
7) CoC DfE Bombardier, Prohibited & Restricted Substances for transportation Group, 2005

- 모노 메틸 디클로로 디페닐메탄
- 모노 메틸 테트라클로로 데페닐메탄

□ 할론 - 브롬화 불화 염화 탄소
□ HCFC - 수소화염화불화 탄소
□ 노닐페놀
□ 노닐페놀 에톡실레이트
□ 옥타브롬화 디페닐에테르(Octa BDE)
□ PCP - 펜타클로로페놀과 그 염 및 에스테르
□ PCT - 폴리염화테르페닐
□ 펜타브롬화데페닐에테르(Penta-BDE)
□ 단쇄염화파라핀(SCCP)
□ 불법 벌채된 목재
□ 비소 및 그 화합물
□ 카드뮴 및 그 화합물
□ 납 및 그 화합물
□ 수은 및 그 화합물
□ PBB - 폴리브롬화비페닐
□ PCB - 폴리염화비페닐

(3) 철도차량 제작 시 제한 사용 물질[8)]

□ 불소화 온실가스
- HFC(수소화불화탄소)
- PFC(과불화탄소)
- 육불화황(SF6)

□ 포름알데하이드
□ 시안산염
□ 휘발성 유기물질(VOC)
□ 톨루엔

8) CoC DfE Bombardier, Prohibited & Restricted Substances for transportation Group, 2005

- 트리클로로벤젠(TCB)
- 삼산화안티몬
- 베릴륨 및 그 화합물
- 6가 크롬 화합물
- 염화 코발트
- 데카 브롬화 디페닐에테르(Deca-BDE)
- 인조광물성섬유(MMMF)
- Medium Chained Chlorinated Paraffins(MCCP)
- 니켈
- 과염화에틸렌
- 프탈레이트, 특히
  - 부틸 벤질 프탈레이트 (BBP)
  - 디부틸 프탈레이트(DBP)
  - 디-(2-에틸헥실) 프탈레이트(DEHP)
  - 이이소노닐 프탈레이트(DEHP)
  - 디이소노닐 프탈레이트(DINP)
  - 디이소데킬 프탈레이트(DIDP)
  - 디-n- 옥틸 프탈레이트(DNOP)
  - 디이소부틸프탈레이트
  - 디메틸프탈레이트
- 다환상 방향족 탄화수소(PAH)
- 폴리비닐클로라이드(PVC)
- 활석
- 타이람(TMTD)
- 주석 유기 화합물
- 트리페닐 인산(TPP)
- 트리스 (2,3-디프로모프로필) 인산
- 트리스(1-아지리디닐) 산화포스핀
- 지속불가능하게 식목된 목재

(4) 유해물질이 함유될 수 있는 철도차량 부품[9][10]

□ 축전기(Capacity)

□ 계전기 및 스위치

□ 방전램프

□ 배터리 및 축전지

□ 다이오드, 정류기 및 광전도 층을 포함하고 있는 부품

□ 음극선관(브라운관),

□ 표시장치(Displays)

□ 불연성 합성수지계열 내외장재

다. 친환경 철도차량 설계 체크리스트

여기서는 앞서 제시된 고려사항들을 바탕으로 하여 철도차량 설계자가 설계 시 고려해야 할 사항들을 항목별로 정리하였다.

(1) 친환경 철도차량 설계 프로세스 구축(설계 및 기획 단계)

• 기업(제작사 및 운영처) 내에 환경경영시스템이 구축되어 있는가?

• 철도차량의 환경성을 개선하기 위한 친환경 철도차량 설계 프로세스가 환경경영시스템에 포함되어 있는가?

• 친환경 철도차량 설계 프로세스는 ISO/TR14062에서 제시한 '제품의 설계 및 개발 단계에 환경성 측면 통합' 측면을 반영하는가?

• 친환경 철도차량 설계 프로세스는 지속적인 환경성 개선을 위해서 순환형 개선 모델을 적용하였는가?

• 친환경 철도차량 설계 프로세스는 철도차량의 전과정에 대한 환경성 평가결과를 반영하였는가?

• 친환경 철도차량 설계 프로세스에 내·외부 이해관계자들의 환경성 요구사항을 반영할 수 있는가?

• 친환경 철도차량 설계전략을 도출하기 위해 철도차량의 환경성을 철도차량 설계 및 개발에 반영할 설계 방법론을 개발하였는가?

---

9) 산업자원부 기술표준원, 친환경배려설계 가이드라인 작성, 최종보고서, 2006

10) IEC, IEC Guide 113 Material declaration questionnaires - basic guidelines, 2000

• 최종 설계안에 대한 환경성평가를 수행하여 환경성 개선정도를 평가하고 차기 철도차량 개발에 활용하도록 문서화하여 보존하는가?

(2) 물질(Material) 효율 개선

(가) 철도차량 제조에 사용되는 물질 저감

• 신조 철도차량이 경량화되었는가?

• 철도차량 부품이 경량화되었는가?

• 철도차량 부품의 부피가 감소하였는가?

• 철도차량 제작 시 발생하는 폐기물을 저감하였는가?

• 부품 운송 시 포장을 최소화하였는가?

(나) 철도차량 운행 시 물질 사용 저감

• 유지 및 보수용 부품의 경량화 및 부피 저감을 고려하여 설계하는가?

• 유지 및 보수용 부품의 수명을 연장시켰는가?

• 철도차량에 대한 최적운전 정보가 매뉴얼로 사용자에게 전달되는가?

• 유지 및 보수용 부품으로 재사용 부품 또는 재활용된 부품을 사용하는가?

(다) 재사용, 재활용, 재생(3R, Reuse, Recycling, Recovery)

• 철도차량을 설계할 때 재사용/재활용/재생을 고려하여 설계하였는가?

• 부품 운송 시 사용되는 포장재는 재사용/재활용/재생이 가능한가?

• 철도차량 제작 시에 재사용/재활용/재생한 부품을 사용할 수 있는가?

• 재사용/재활용/재생 가능한 부품인지 인식할 수 있도록 적절한 표시를 하는가?

• 서로 다른 모델의 전동차간에 부품을 공용으로 사용할 수 있도록 부품 표준화를 수행하였는가?

• 철도차량 부품에 사용하는 물질의 종류를 단순화 하는가?

• 재사용/재활용/재생이 되는 부품은 쉽게 분리 되는가?

• 철도차량 사용자(시행청)는 자원절약 모드에 관한 정보를 얻을 수 있는가?

(3) 에너지(Energy)

(가) 에너지 소비 저감

• 재사용/재활용/재생 물질사용을 통해 원료물질 취득단계의 에너지소비를 저감하는가?

• 철도차량에 에너지 소비를 절감할 수 있는 시스템이 적용되었는가?(회생제동 시스템, Door 스위치 시스템 등)

• 철도차량의 각 전장품은 전력소모량을 줄이기 위해 취한 조치가 있는가?

(나) 모터 및 전장품의 전력 모드 및 에너지 효율 측정

• 절전기능이 있는가?

• 절전기능은 운전자(조작자)가 쉽게 작동할 수 있는가?

• 전력 공급 장치의 에너지 효율을 향상시키기 위한 조치가 있는가?

• 운행 단계 전력 소모와 관련 요인을 분석한 결과가 있는가?

• 모터 및 전장품의 운용에 대한 특정 전력 모드가 있는가?

• 전력을 소모하는 모터 및 전장품 중에서 전력 소비가 많은 부품은 어느 것인가? 이 부품들의 전력소비를 줄이기 위한 계획이 있는가?

(다) 모터 및 전장품의 작동 모드

• 전력을 적게 소모하는 부품을 사용하였는가?

• 전력을 적게 소비하도록 설계하였는가?

• 전력공급 장치의 에너지 효율을 향상시키기 위해 취해진 조치가 있는가?

• 주요 전력모드에서 교류-직류 변환 효율이 가장 높도록 하기 위해 취해진 조치는 무엇인가?(사용 전류가 교류인 경우)

• 전력공급 장치의 사양을 초과 설계하지 않기 위해 취해진 조치나 기술은 무엇인가?

(라) 모터 및 전장품의 절전모드

• 작동모드에서 절전모드로 자동 변환되도록 취해진 설계상 조치는 무엇인가?

• 절전모드에서 작동모드로 전환하는 시간 단축을 위해 취해진 설계상 조치는 무엇인가?

• 절전모드에서 에너지 소모를 줄이기 위한 조치는 무엇인가?

(마) 모터 및 전장품의 오프모드

• 자동으로 절약모드에서 오프모드로 전환되도록 취해진 설계상의 대안은 무엇인가?

• 소프트-오프 모드(소프트웨어 등을 이용한 종료)에서 에너지 소모를 줄이기 위해 취해진 설계상의 대안은 무엇인가?

• 운영자(조작자)가 더 쉽게 접근할 수 있도록 전원스위치를 정하는데 고려된 설계상 대안은 무엇인가?

• 하드 오프(기계적인 전기 공급의 종료)모드 상태에서 전력이 소모되는지?

(바) 모터 및 전장품의 무 부하 모드

• 무부하 모드에서 가능한 한 전력소모를 줄이기 위해 취해진 설계상 대안은 무엇인가?

(사) 일반 에너지 효율 측정

• 철도차량의 전력소모를 줄이는 기능 중 위의 항에서 기술되지 않은 것들은?

• 철도차량의 운영자(조작자)가 모든 표준전원 관리모드 등의 전원소비에 대한 정보를 이용할 수 있는가?

• 모터 및 전장품의 에너지효율을 개선하기 위해서 관련 자발적 협약이 고려되고, 권고사항이 충족되었는가?

• 전장품 및 모터들이 국제 에너지스타 프로그램의 요구사항에 따르는가?

• 향상된 에너지 설계 특성을 정량화 하고 이를 마케팅에 활용하는가?

• 모터와 전장품의 각 전력모드 기본설정이 가장 높은 에너지 효율을 갖는가?

• 철도차량 운영자가 철도차량에 대한 에너지 절약 조정 및 설정에 대한 사용정보를 이용할 수 있는가?

• 철도차량 제조에 투입되는 에너지 절감을 평가했는가?

• 철도차량 운행 시 철도차량의 에너지 소비의 절감을 평가했는가?

• 정지(또는 작동 정지)모드에서 철도차량의 에너지 소비 절감을 평가했는가?

(4) 유해물질(Hazardous Material)

• 유해물질을 함유한 부품을 쉽게 분리할 수 있는가?

• 철도차량이 보다 적은 환경영향을 가지는 물질을 함유하고 있는가?

(가) 유해물질 배출 저감

• 가능한 화학적 배출물이 저감되도록 철도차량이 설계되었는가?

• 철도차량으로부터 발생하는 화학적 배출물을 다루는 모든 관련 규제를 준수하는가?

• 철도차량이 전과정 동안 배출하는 배출물 측정 결과를 철도차량 운영자(또는 승객)에게 제공할 수 있는가?

• 철도차량이 전과정에서 배출하는 배출물에 대한 요구사항을 충족시키기 위해서 자발적 프로그램과 같은 도구들을 개발하여 사용하고 있는가?

• 유해물질에 대한 모든 관련 법률 규정을 반드시 준수하도록 하는 체계적인 접근 방법이 존재하는가?

• 규제대상이 아닌 유해물질이 철도차량 제조 시에 사용되는 것을 평가하기 위한 체계적인 접근방법이 존재하는가?

• 철도차량에 포함된 유해물질을 알 수 있는가?

• 철도차량 운행 시 발생하는 물질의 배출을 평가하는가? 배출되는 물질이 해당 기준을 만족시키는가?

(나) 철도차량 제작 시 사용 금지 물질[11][12][13]

• 다음과 같은 물질이 철도차량 전과정에서 배제되었는가?

- □ 4-니트릴로바이페닐(4-Nitrobiphenyl)
- □ 방향족 아민 및 그 염
  - ▸ 2-나프틸아민(2-Naphthylamine)
  - ▸ 벤지딘(Benzidine)
  - ▸ 4-아미노바이페닐(4-Aminobiphenyl)
- □ 석면
- □ CFC - 염화불화탄소

11) 산업자원부 기술표준원, 친환경배려설계 가이드라인 작성, 최종보고서, 2006
12) IEC, IEC Guide 113 Material declaration questionnaires - basic guidelines, 2000
13) CoC DfE Bombardier, Prohibited & Restricted Substances for transportation Group, 2005

□ 할로겐화 벤질 톨루엔

▸ 모노 메틸 디브로모 디페닐메탄

▸ 모노 메틸 디클로로 디페닐메탄

▸ 모노 메틸 테트라클로로 데페닐메탄

□ 할론 - 브롬화 불화 염화 탄소

□ HCFC - 수소화염화불화 탄소

□ 노닐페놀

□ 노닐페놀 에톡실레이트

□ 옥타브롬화 디페닐에테르(Octa BDE)

□ PCP - 펜타클로로페놀과 그 염 및 에스테르

□ PCT - 폴리염화테르페닐

□ 펜타브롬화데페닐에테르(Penta-BDE)

□ 단쇄염화파라핀(SCCP)

□ 불법 벌채된 목재

□ 비소 및 그 화합물

□ 카드뮴 및 그 화합물

□ 납 및 그 화합물

□ 수은 및 그 화합물

□ PBB - 폴리브롬화비페닐

□ PCB - 폴리염화비페닐

(다) 철도차량 제작 시 제한 사용 물질[14)]

• 다음과 같은 물질을 제한적(불가피하게)으로 사용하는가?

• 다음과 같은 물질을 최소한으로 사용하기 위하여 세운 사용 기준이 있는가?

□ 불소화 온실가스

▸ HFC(수소화불화탄소)

▸ PFC(과불화탄소)

▸ 육불화황(SF6)

---

14) CoC DfE Bombardier, Prohibited & Restricted Substances for transportation Group, 2005

- 포름알데하이드
- 시안산염
- 휘발성 유기물질(VOC)
- 톨루엔
- 트리클로로벤젠(TCB)
- 삼산화안티몬
- 베릴륨 및 그 화합물
- 6가 크롬 화합물
- 염화 코발트
- 데카 브롬화 디페닐에테르(Deca-BDE)
- 인조광물성섬유(MMMF)
- Medium Chained Chlorinated Paraffins(MCCP)
- 니켈
- 과염화에틸렌
- 프탈레이트, 특히
  - 부틸 벤질 프탈레이트(BBP)
  - 디부틸 프탈레이트(DBP)
  - 디-(2-에틸헥실) 프탈레이트(DEHP)
  - 이이소노닐 프탈레이트(DEHP)
  - 디이소노닐 프탈레이트(DINP)
  - 디이소데킬 프탈레이트(DIDP)
  - 디-n-옥틸 프탈레이트(DNOP)
  - 디이소부틸프탈레이트
  - 디메틸프탈레이트
- 다환상 방향족 탄화수소(PAH)
- 폴리비닐클로라이드(PVC)
- 활석
- 타이람(TMTD)
- 주석 유기 화합물
- 트리페닐 인산(TPP)

□ 트리스 (2,3-디프로모프로필) 인산

□ 트리스(1-아지리디닐) 산화포스핀

□ 지속불가능하게 식목된 목재

(라) 유해물질이 함유될 수 있는 철도차량 부품15)16)

• 다음과 같은 부품을 사용할 때 유해물질 함유여부를 고려하는가?

• 다음과 같은 부품을 사용할 때 유해물질 함유량 저감을 위해서 어떠한 조치를 취하는가?

□ 축전기(Capacity)

□ 계전기 및 스위치

□ 방전램프

□ 배터리 및 축전지

□ 다이오드, 정류기 및 광전도 층을 포함하고 있는 부품

□ 음극선관(브라운관),

□ 표시장치(Displays)

□ 불연성 합성수지계열 내외장재

(5) 폐기물 및 배출물

• 철도차량을 폐기할 때 특별한 처리가 필요한가?

• 그리고 만일 그렇다면 철도차량 폐기처리 컨셉이 존재하는가?

(가) 폐기물 저감

• 유해물질 및 유해조량을 함유하고 있는 부속품이 분리 가능한가?

• 케이스/외장 부속품 및 섀시와 연결되어 잇는 환경친화적이지 못한 물질(전자모듈 포함)이 쉽게 분리되는가?

• 철도차량은 일반적으로 이용 가능한 도구를 사용하여 일정 수준 까지 분리가능한가?

• 25 g 이상의 무게를 가진 모든 플라스틱 부품은 ISO 11469에 따라 중합체,

15) 산업자원부 기술표준원, 친환경배려설계 가이드라인 작성, 최종보고서, 2006
16) IEC, IEC Guide 113 Material declaration questionnaires - basic guidelines, 2000

공중합체, 중합체 혼성 및 혼합 형태로 표시되는가?

- 다음의 설계 선택사항을 배제하는가?
  - 주요 플라스틱 부속품에 비 환경친화적인 피복재 사용
  - 철도차량 부품 중 파쇄하지 않고 재활용하기 힘든 플라스틱 부속품의 피복제나 표면 마감재
  - 플라스틱 부속품에 접착제를 사용한 스티커나 발포제
  - 플라스틱 부속품에 금속 상감제
- 다음의 측면을 고려하여 그 숫자와 종류를 저감시키는가?
  - 용접물이나 접착제
  - 연접(예: Fastner, 나사)
  - 철도차량 분해에 필요한 절차
  - 철도차량 분해에 요구되는 도구
  - 철도차량을 분해하는 사람(dismantler)이 분해해야 부위의 숫자
- 철도차량의 설계과정에서 한 종류의 폴리머만 사용되는가?
  - 현실적으로 불가능한 경우, 플라스틱의 종류를 줄임
- 폴리머 선택 시 다음의 기준을 고려하는가?
  - 주요 기준이 별도로 제공됨.
  - 재사용을 위해 모듈을 추출할 수 있도록 철도차량 설계
  - 라벨 및 기타 식별마크가 철도차량 주요부와 같은 물질이나 환경친화적 물질로 만들어 짐
  - 철도차량 분해를 돕기 위해 스냅 핏이나 나사를 사용한다.
- 철도차량을 주요 모듈 또는 반조립품으로 분해하는 계획을 개발하고, 철도차량을 분해하는 사람이 이에 대한 정보를 이용할 수 있는가?

제4절 전동차 전과정 및 에코효율성 통합 평가 S/W

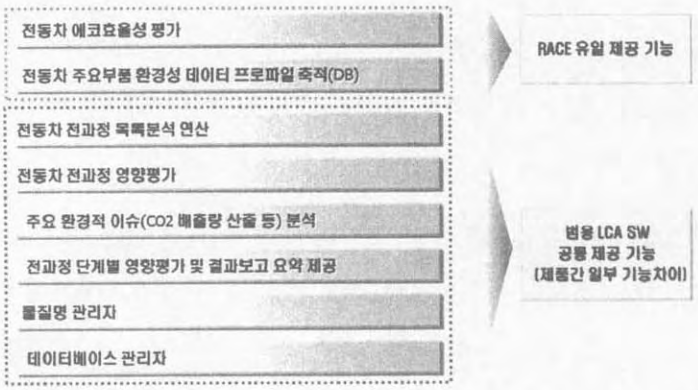
1. 전동차 전과정 영향평가 방법론의 도출

가. 방법론 도출 시 고려사항 및 설계 전략

본 연구의 최종목표는 전동차의 전과정에 걸친 환경영향을 국제규격 ISO 14040s에 적합하게 평가할 수 있는 소프트웨어의 개발로서 기존에 개발되어 상용화되어 있는 범용 전과정평가 소프트웨어와의 차별성을 확보하고 전동차에 특화된 형태의 소프트웨어를 개발하는 것이 중요하다. 범용 전과정평가 소프트웨어는 전과정평가에 대한 이해도 요구수준과 수행 작업의 요구숙련도가 매우 높은 전문적인 것들로서 일반인들이 쉽고 빠르게 원하는 환경영향 결과를 산출하기에 어려움이 있었다. 본 연구를 통하여 개발되는 소프트웨어는 전과정평가 및 전동차에 관한 전문지식과 숙련도가 상대적으로 낮은 이용자들도 쉽고도 지속적으로 활용할 수 있도록 설계되어야 할 것이다. 따라서 복잡하고 정교한 알고리즘과 인터페이스는 지양하여야 하며, 직관적 이해가능성과 활용의 용이성이 확보되어야 할 것이다.

나. 전동차 전과정평가 시스템의 영향평가 방법론 도출

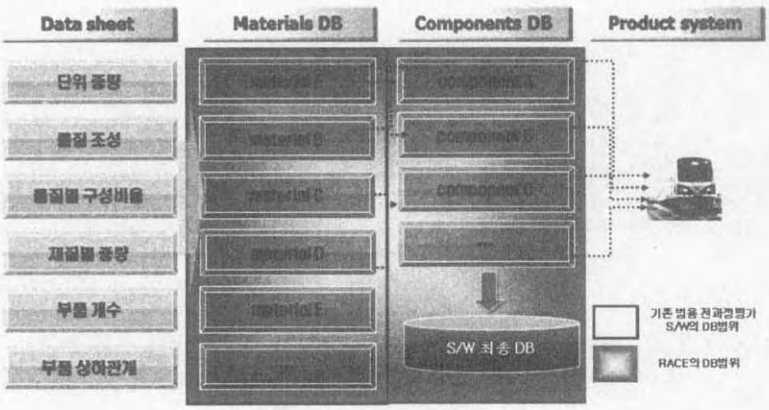
기존의 범용 전과정평가 소프트웨어 중 국내에서 개발된 것들은 산업자원부와 환경부가 제공하는 국가 LCI DB를 토대로 하여 기초물질 수준의 데이터베이스를 갖추고 있으며, 제품 시스템과 관련된 공정도를 구성하여 각각의 투입물 및 산출물 물질조성과 중량정보를 일일이 입력해 주고 공정간 연결을 수작업으로 처리해 주어야 했다.



<그림 3-21> 기존 범용 전과정평가 소프트웨어와 전동차 전과정평가 소프트웨어의 차별성

그러나 본 연구를 통하여 개발되는 전동차 전과정평가 소프트웨어에는 상당한 시간과 노력을 요구하는 상기 과정을 생략할 수 있도록 부품 단위의 간이 전과정평가 수행결과를 부품 단위로 데이터베이스화되어 내장시킬 것이다. 이를 통하여 전동차의 각 부품단위의 환경성 평가 결과를 확보할 수 있음과 동시에 일반적인 사용자들도 쉽고 빠르게 활용할 수 있는 상위단계의 데이터베이스를 확보할 수 있는 두 가지 효과를 거둘 수가 있게 된다.

부품 단위의 데이터베이스는 연구기간 내에 지속적으로 구축될 것이지만, 데이터베이스를 구축하는 작업 또한 시간과 노력이 집중적으로 투입되는 과정이며 향후에도 지속적으로 구축되는 작업이 수반되어야 더욱 활용가치를 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 전과정평가 수행결과를 토대로 하여 경제성 개념을 추가한 에코효율성을 평가할 수 있는 통합모듈을 구축할 것이므로, 기존의 범용 전과정평가 수행 소프트웨어에 비해 정보제공 능력 범위를 확대하였다.



<그림 3-22> 기존 범용 전과정평가 소프트웨어와 전동차 전과정평가 소프트웨어의 데이터베이스 구축 범위 비교

2. 전동차 전과정평가 소프트웨어 기본 설계

가. 전동차 전과정평가 수행 소프트웨어 사용자 분석

본 연구에서는 전동차의 전과정평가 수행 결과가 각 이해관계자에게 어떠한 용도로 활용될 수 있는지를 조사하고, 개발할 전동차 전과정평가 수행 소프트웨어의 주사용 대상을 파악하였다. 이는 전과정평가 소프트웨어 사용자 분석을 통하여 대상 소프트웨어의 활용도를 예측하고, 각 사용자의 활용목적에 맞도록 기능설계 및

인터페이스를 설계하기 위함이다.

■ 연구소

ㅇ 활용기관 : 한국철도기술연구원

ㅇ 활용가능부서 : 궤도토목연구본부, 차량기계연구본부, 등

ㅇ 활용도 : 환경친화적 교통기술 개발, 환경친화적 차량설계, 에너지 절감 차량 운행 시스템의 개발

■ 전동차 운영 기관

ㅇ 활용기관 : 한국철도공사, 서울도시철도공사, 서울지하철공사, 광주도시철도공사, 대전도시철도공사, 인천지하철공사, 대구지하철공사, 부산교통공단, 인천국제공항철도

ㅇ 활용가능부서 : 기획 및 경영 관련 부서, 차량관리 관련 부서 등

ㅇ 활용도 : 환경성과 경제성을 동시에 고려한 에코효율성 평가, 환경친화적 차량의 도입 혹은 개선, 그린마케팅 활용에 따른 대외 이미지 향상

■ 정부 기관

ㅇ 활용기관 : 건설교통부, 환경부

ㅇ 활용도 : 환경친화적 에너지 절감형 차량 구축, 전동차량의 정량적 환경성 평가, 전동차량의 전과정평가 운송 DB 구축

■ 전동차 제작사

ㅇ 활용기관 : ROTEM

ㅇ 활용가능부서 : 전동차 및 철도차량 제작 중앙연구소, 기술연구소

ㅇ 활용도 : 환경친화적/에너지 절감형 차량의 설계 및 제작, 그린마케팅을 통한 해외수출 경쟁력 확보

이상과 같이 전동차 전과정평가 및 에코효율성 평가 소프트웨어 개발 시 이의 활용이 가능한 이해관계자는 여러 부류에서 나타난다. 그러나 가장 효용성이 높게 나타날 그룹은 전동차의 설계와 연구를 담당하는 연구기관과 전동차 제작사라 할

것이다. 따라서 향후 개발될 소프트웨어는 이들을 중점 대상으로 개발하며, 정부기관 및 전동차 운영기관에도 의사결정을 할 수 있는 참고자료를 제공하는 소프트웨어로 개발하고자 한다.

나. 전동차 전과정평가 소프트웨어 설계 시 고려 사항

본 연구의 최종 목표인 소프트웨어 개발 시 그 결과가 최초 의도한 목표대로 수행되기 위해서는 기본 설계 시 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

(1) 사용자 측면

앞서 언급하였듯이 개발된 소프트웨어의 사용자는 각 철도관련 제품설계자, 공정관리자 등이 주사용자일 것으로 추측한다. 이 사용자들은 대부분 전과정평가에 대한 전문가적 수준은 아니라고 판단되고, 업무의 시간적 효율성을 높일 수 있도록 기 저장된 공정을 호출하여 사용할 수 있어야 한다.

(2) 접근성 측면

기존의 전과정평가 소프트웨어는 사용자가 대부분의 데이터들을 직접 입력하는 형태이므로, 소프트웨어에 접근하는 사용자는 전과정평가에 대한 전문적인 지식이 뒷받침되어야 제대로 활용할 수 있다. 위에서 언급하였듯이, 본 소프트웨어의 접근자는 전과정평가에 대한 지식이 전문적이지 않기 때문에 이에 대한 고려가 필요하겠다. 즉, 접근성의 측면에서는 사용의 편리성을 고려하였다.

(3) 활용도 측면

소프트웨어를 통한 결과는 각 회사 및 부서의 역할에 따라 여러 가지 용도로 활용될 것이며, 그 결과는 활용이 용이하도록 즉시 가공된 데이터이어야 한다. 따라서 활용도 측면에서 고려되어야 할 사항은 데이터 처리가 신속성이다.

<표 3-42> 전동차 전과정평가 소프트웨어 개발 시 고려사항

구 분	고 려 사 항
주사용자	- 제품설계자, 공정관리자
공정구성	- 기 저장된 공정의 호출에 의한 구성
사용형태	- 평가 대상 지정 후 결과 조회/분석 - 평가를 위한 별도의 사용자 작업 배제 - 손쉬운 전과정평가 소프트웨어 사용방법
결과활용	- 활용처에 따라 즉시 가공된 데이터 처리

다. 전동차 전과정평가 소프트웨어의 기본설계

본 연구에서는 개발할 소프트웨어에서 구현할 기능에 초점을 맞추어 기본적인 설계 방향을 제시하였다. 전동차의 경우, 그 구성부품이 매우 다양하고 그 수도 많기 때문에 연구 기간 내에 모든 부품에 대한 전과정평가를 수행하고 환경성을 평가하여 이를 소프트웨어에 반영하기에는 무리가 따른다. 그러한 이유로 본 연구에서는 주요 구성부품에 대한 간략화된 전과정평가를 수행하였다.

이러한 현실에 비추어 기존에 개발된 소프트웨어의 단점을 보완하여 사용자가 보다 쉽게 사용할 수 있는 동시에 정확성에 있어서 기존의 것과 차이가 없는 전용 전과정평가 소프트웨어의 개발을 본 연구의 최종목표로 하였다. 연구목표에 부합되는 결과를 얻어내기 위하여 향후 소프트웨어의 개발방향을 기본설계, 기본기능, 구현방식의 관점에서 다음과 같이 수립하였다.

(1) 기본 설계 방향

전과정평가 수행을 소프트웨어 상에서 구현하는 과정은 전과정평가 수행에 사용할 DB를 생성 또는 구축한 후, 수집한 물질 데이터와 DB를 연결하여 연산을 수행한다. 그 후 결과값을 화면상으로 사용자가 이해하기 쉽게 표현하는 것이다

■ 데이터베이스

○ 철도차량 부품 데이터베이스 : 기구축되어 있는 철도차량의 부품 LCI 및 전과정평가 데이터베이스

○물질데이터베이스 : 물질별 LCI 및 전과정평가 데이터베이스

○연료 및 전력 전과정평가/LCI 데이터베이스 : 특정연료 및 전력의 운송거리에 따른 LCI 및 전과정평가 결과를 도출해 주는 데이터베이스

■소프트웨어의 설계

○철도차량 부품 LCI DB, 물질 LCI DB, 연료 LCI DB를 기본으로 하여 변경되는 입력 조건에 따라 간략한 전과정평가 결과를 도출하는 간략화된 전과정평가 소프트웨어의 개발

○산출되는 평가 결과의 종류 : 목록분석 결과, 특성화 결과, 가중화 결과, 선택한 물질의 발생량

① 가중화 결과 : 선택한 전체 영향범주를 합산한 환경부하

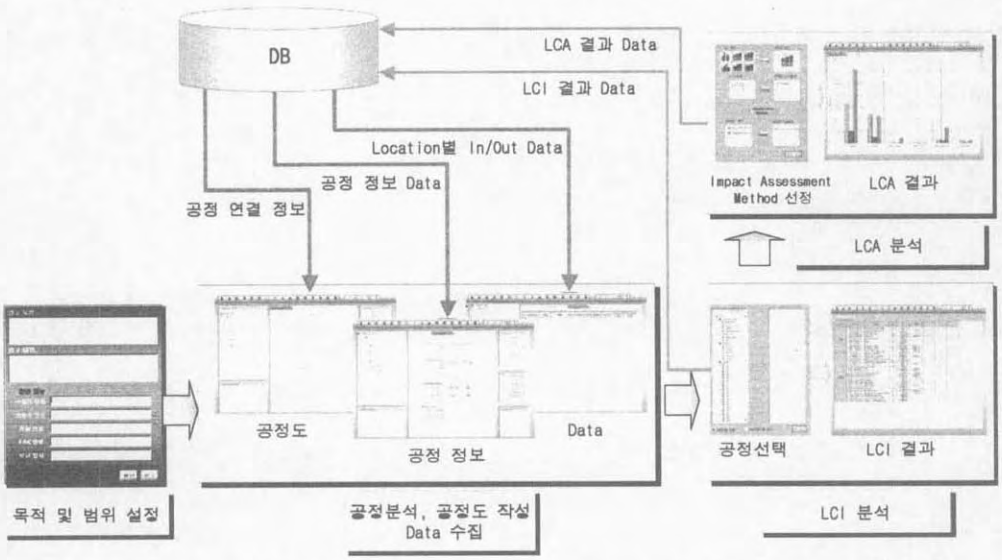
② 특성화 영향범주별 결과 : 지구온난화, 산성화, 자원고갈 등

③ 지구온난화 영향 물질 : CO_2, SOx, NOx 등의 발생량

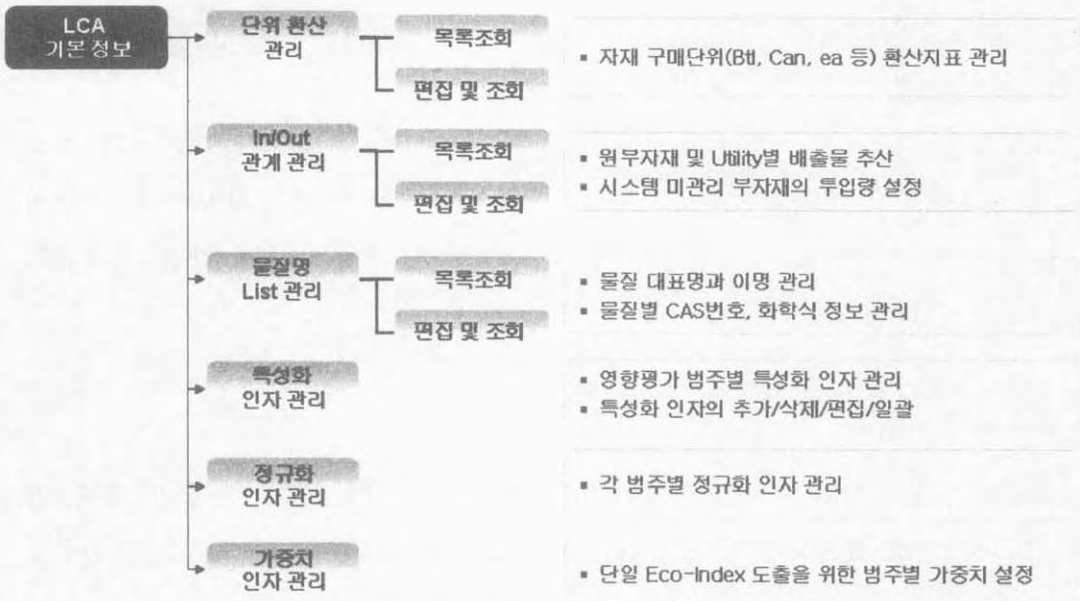
○ 영향범주의 종류는 사용자가 임의로 선택 가능

○ 영향평가의 종류(특성화 또는 가중화)의 선택 가능

○ 특정물질을 선택하여 발생량의 파악이 가능



<그림 3-23> 전동차 전과정평가 소프트웨어의 설계 모형



<그림 3-24> LCA 기본정보 입력기능 기능차트



<그림 3-25> LCA 결과조회 기능 기능차트

(2) 소프트웨어의 기본적 기능

① 환경영향평가

환경영향평가는 사용자가 입력하여할 사항인 부품, 물질, 운송거리에 대한 정보를 입력한 후 입력한 조건에 따른 영향평가의 결과를 도출하는 기능이다. 사용자 입력사항 중에 부품정보와 물질정보는 선택 입력하고, 운송거리는 직접 입력하는 방식으로 사용의 편리성을 고려하였다.

② 평가 결과의 비교

환경영향평가를 비교하는 기능은 동일한 조건하의 특성화 결과, 가중화 결과, 물질별 발생량에 대한 비교만이 가능하다. 비교 결과는 엑셀 형식의 도표, 그림으로 저장이 가능한 차트로 표현이 가능할 것이다. 차트는 프로그램 상에서 직접 편집이 가능하도록 구현할 것이다.

③ 내장 데이터베이스의 편집

소프트웨어에 내장된 데이터베이스의 이력, 즉 데이터베이스의 버전을 관리하는 기능이다. 이 기능은 필요하다고 판단될 시에는 사용자 정의 데이터베이스를 추가/삭제/편집할 수 있는 기능을 수행한다.

④ 데이터베이스 입, 출력 기능

개별적인 데이터베이스뿐만 아니라 파일단위의 전체 데이터베이스를 입력 및 출력할 수 있는 기능이다.

⑤ 데이터베이스 검색 기능

데이터베이스 검색 기능은 필요한 데이터베이스를 신속하게 선택할 수 있는 기능을 수행한다.

(3) 개발 소프트웨어 주요 특징

개발할 전동차 소프트웨어는 다음과 같은 기능을 부가하여 전과정평가에 대한 전문지식이 없는 사용자도 활용할 수 있도록 구성할 예정이다.

① 전과정 단계별 평가결과 도출

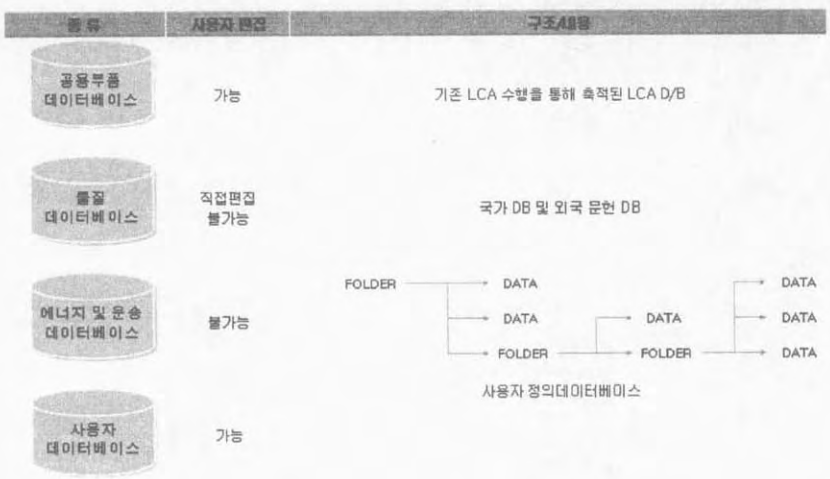
현재 범용적으로 사용되고 있는 전과정평가 소프트웨어의 경우, 사용자가 제조단계, 사용단계, 폐기단계를 임의로 구분하여 결과를 산출할 수 있도록 되어 있으나, 개발할 소프트웨어에서는 초기값 입력 시부터 제조단계, 사용단계, 폐기단계로 구분된 결과를 산출할 수 있도록 하며, 각 구분될 결과뿐 아니라 전체 통합 결과를 도출할 수 있도록 한다.

② 차량의 구조를 이미지로 표현하여 직관성을 높임

부품 또는 차체를 이미지로 표시한 사용자 인터페이스를 채택하여 평가하고자 하는 부품의 신속한 선택 등의 사용 편이성을 높여, 처음 전과정평가 소프트웨어를 접한 사용자의 이해를 돕고자 한다.

③ 내장 데이터베이스

공용부품, 물질, 에너지 및 운송으로 구분된 데이터베이스를 내장하고, 공용부품 데이터베이스는 차량에 공통으로 사용되는 부품에 대한 LCI/전과정평가 결과로 구성되도록 한다.

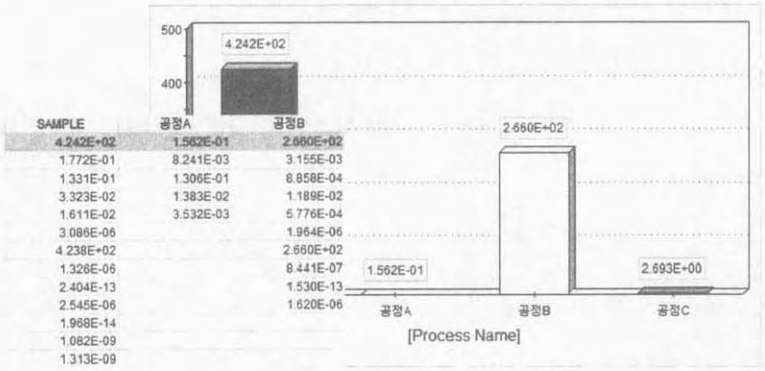


<그림 3-26> 전동차 전과정평가 소프트웨어의 DB 구조

④ 비교, 주요이슈 도출 및 보고서 작성 기능

평가결과의 비교, 주요이슈(Key Issue) 도출 및 전체 평가결과 보고서 작성기능

으로 사용 편이성 증대하고자 한다.

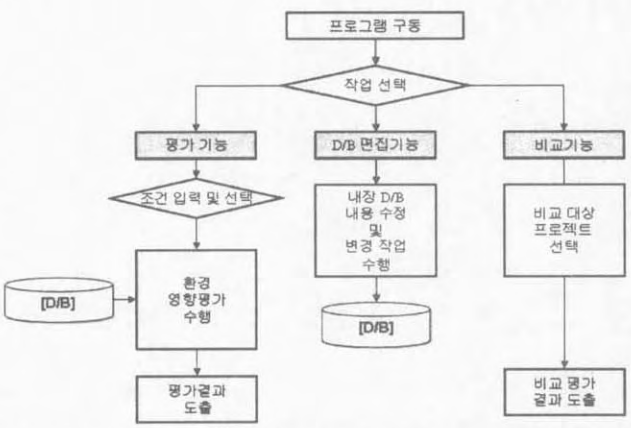


<그림 3-27> 비교 및 주요 이슈 도출 기능 예시

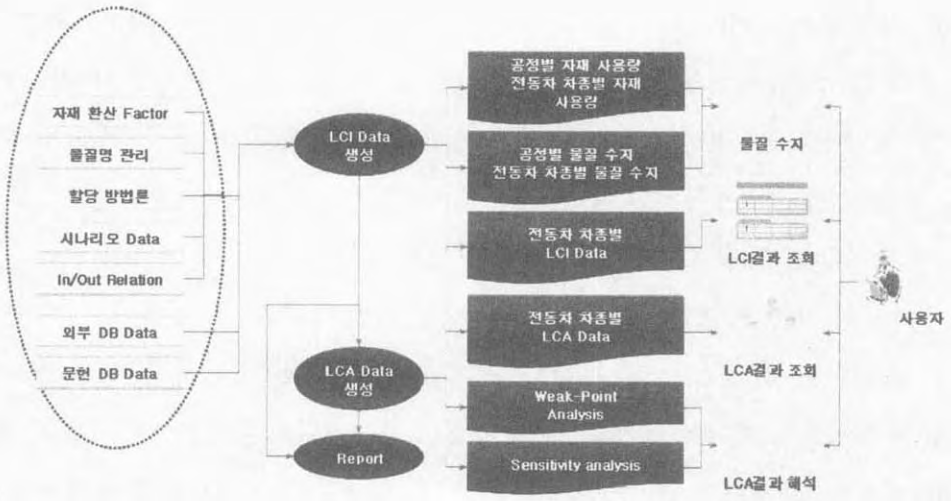
⑤ 데이터 내보내기 및 불러오기 기능

기존 외부 데이터 파일에서 일부분 및 전체 내용을 가져와 현재 편집 중인 프로젝트에 추가하는 기능으로 신속한 편집 및 평가결과의 도출이 가능하도록 한다. 또한 기존 데이터베이스 또는 데이터 파일의 내용을 일정한 형식을 가진 파일 형태로 내보내는 기능을 부가한다.

- 국가 LCI DB의 파일형태 지원
- 기존 전과정평가 소프트웨어와의 호환성 부여
- ISO 14048 데이터 형식 지원



<그림 3-28> 전동차 전과정평가 수행 소프트웨어 평가 알고리즘



<그림 3-29> 전동차 전과정 소프트웨어 개발 아키텍쳐

(4) 전과정평가 소프트웨어 구현 방식

본 장에서는 개발할 전동차 전과정평가 소프트웨어의 운용 방식을 결정하기 위하여, 기업 내부 시스템 구축 방식, 애플리케이션 서비스 제공 방식, 독립형 소프트웨어 방식 등 3가지의 운용 방식의 장단점을 파악해 보고자 하였다.

① 기업내부시스템 구축

기업내부시스템 구축은 그룹웨어(Groupware), 전사적 자원관리(ERP, Enterprise Resource Planning), 공급망 관리(SCM, Supply Chain Management), 고객관계 관리(CRM, Customer Relation Management) 등 여러 가지 접근 방법으로 도입되고 있다. 그 중 현재 기업에서 가장 많이 활용하고 있는 기업내부시스템 구축 방법으로는 전사적 자원관리의 도입이다.

전사적 자원관리란 기업 활동을 위해 사용되는 모든 인적, 물적 자원을 효율적으로 관리하여 기업의 경쟁력을 강화하는 기업용 통합 정보 시스템을 뜻한다. 이를 위해 ERP 시스템은 회계 관리, 재무관리, 인사, 구매, 생산, 물류 등 기업의 경영활동에 관련된 모든 업무와 데이터를 실시간으로 통합 관리함으로써, 경영 자원을 계획적이고 효율적으로 운영하여 생산성을 극대화할 수 있도록 하는 소프트웨어 시스템이다.

ERP 시스템의 구축은 일반적으로 기업에 다음과 같은 기능을 제공한다.

◦ ERP 시스템의 가장 큰 특징 중의 하나는 영업, 생산, 구매, 재고, 회계, 인사 등 회사 내의 모든 단위업무가 상호 긴밀한 관계를 가지면서 실시간(Real Time)에 통합적으로 처리된다는 것이다. 또한 모든 시스템이 통합되어 있기 때문에 어떠한 정보라도 두 번, 세 번 중복적으로 처리할 필요 없이 거의 한 번의 입력으로 처리가 끝나게 되는 One Fact One Place가 가능하게 된다.

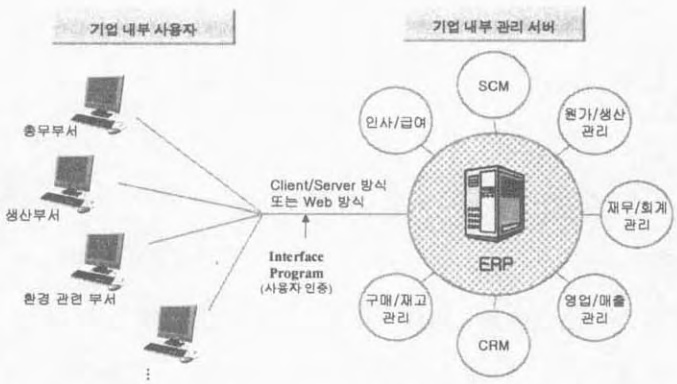
◦ 그룹웨어의 연동으로 인하여 업무 효율을 향상시킨다. 그룹웨어는 다수의 사람이 서로 협력하면서 공동으로 진행하는 지적인 작업을 지원하기 위한 소프트웨어이다. 일반적으로 그룹웨어에서는 전자메일·공용 데이터베이스·전자 결재·워크플로(작업의 흐름을 관리하는 기능) 등의 기능이 제공된다. 이러한 그룹웨어 기능과 영업·생산·구매·자재· 회계 등 기간업무 시스템과의 연동은 필수적이라고 할 수 있다.

◦ ERP 시스템은 어떠한 운영체제·데이터베이스에서도 잘 돌아가게 설계되어 있어 시스템의 확장이나 다른 시스템과의 연계가 쉽게 되어 있다. 특히 데이터를 정밀하게 분석해주는 데이터웨어 하우징(Dataware housing), 경영분석 도구인 중역정보시스템(EIS, Executive Information System), 광속거래라 불리는 CALS (Commerce At Light Speed), 전자상거래인 EC(Electrinics Commerce)와 같은 응용·전문영역의 패키지와 ERP 시스템은 쉽게 조화를 이룰 수 있어 고도화되고 복잡해지며 급변하는 경영환경에 적극 대응할 수 있게 된다.

◦ 클라이언트(Client)/서버(Server) 구조로 인하여 과거 중앙집중식 방식과 같이 서버에서 모든 것을 가질 필요가 없어지게 되었으며, 이로 인하여 서버의 부하가 크게 줄어들게 되어 자원을 효율적으로 운영하고 관리할 수 있다.

기업 내부 시스템 구축을 위한 시스템 통합(SI, System Integration)은 기업이 필요로 하는 정보시스템에 관한 기획은 물론 입안에서부터 구축, 나아가 실제 운용까지의 모든 서비스를 통합하여 제공하는 것을 말한다. 서비스에는 시스템의 설계, 최적의 하드웨어 선정에서 발주 및 조달, 사용자의 필요에 맞춘 응용 소프트웨어의 개발, 시스템의 유지·보수 등을 포함한다. 이들 기업 내부 시스템 구축은 초기 투자비용이 많이 소요되는 문제점이 있다. 실제로 ERP 도입을 위한 하드웨어 구매 및 소프트웨어, 네트워크 설치비용으로 적게는 수 천 만원에서 많게는 수 억 원이 소요되는 것으로 조사되고 있다. 또한 구축된 ERP의 유지·보수를 위하여 전산관

리자가 필요하기 때문에 많은 초기투자비뿐만 아니라 유지·보수비용도 기업에 있어 부담이 될 수 있다.



<그림 3-30> 일반적인 기업 시스템 통합 구축 개념도

② 애플리케이션 서비스 제공 (Application Service Providing)

애플리케이션 서비스 제공이란 그룹웨어로 제공되는 ERP, 공급망 관리, 고객관계 관리 등의 기업 애플리케이션들을 각 기업의 전산환경이 아닌 정보기술(IT, Information Technology) 및 인터넷 서비스업체의 데이터센터(IDC, Internet Data Center)에 설치하고, 기업들은 인터넷을 통하여 데이터 센터에 접속하여 필요한 애플리케이션을 자유롭게 이용할 수 있도록 하는 소프트웨어 임대 서비스를 말한다.

애플리케이션 서비스 제공 방식은 주로 조직 규모가 작은 조직에서 시스템을 구축하기 위한 비용이 부담스럽거나, 시스템을 구축하더라도 큰 효과를 가질 수 없을 때 대안으로써 활용되는 방법이라고 할 수 있으며, 애플리케이션 서비스 제공자(Application Service Provider)는 정보시스템의 구축 및 유지 보수만 하던 기존의 IT 아웃소싱과는 달리 ERP를 포함한 모든 조직 애플리케이션에 관한 솔루션들을 구축, 유지, 관리, 업그레이드 등을 인터넷으로 공급하고 고객사로부터 매달 일정액의 사용비를 서비스 제공 비목으로 받는다.

조직에서 애플리케이션 제공 방식을 활용하면, 다음과 같은 장점이 있다.

◦ 웹기반(Web-based) 애플리케이션 개발 및 운영을 외주(Outsourcing)하여 구축기간 단축 및 운영비용을 절감할 수 있다. ASP는 최적화되어 있는 표준화된 애플리케이션을 서버에 설치해 놓고 조직들이 사용할 수 있도록 제공하기 때문에 매

우 빠른 시간 안에 구축하는 것이 가능하다.

◦ IT 시스템 구축에 필요한 하드웨어 및 소프트웨어, 네트워크 구축 등에 필요한 자산 구매에 따른 고정비를 가변 비용으로 전환이 가능하여 초기 투자비용을 절감할 수 있다. 따라서 IT 인프라를 구축함에 따른 위험 및 과도한 초기 비용의 부담 없이 필요한 최신 기술들을 지속적으로 활용할 수 있다.

◦ 최신의 기능 및 IT 기술을 활용할 수 있고, 업종별 노하우 획득이 가능하다. ASP를 이용하게 되면 중소기업이라 할 경우에도 개별 기업들이 구축하여 사용하기 힘든 ERP, CRM 등과 같은 고가의 애플리케이션도 사용이 가능해 진다. 또한 네트워크 원격서비스를 통해 시스템의 개발·운영, 업그레이드 등이 종합적으로 제공되기 때문에 시스템 관리 문제로부터 벗어나 핵심 사업에만 자원을 집중할 수 있다.

위와 같은 장점에도 불구하고 대부분의 조직들은 ASP를 이용할 경우 업체 재무현황, 고정자산, 인력현황, 영업현황, 마케팅전략 등과 같은 조직 정보가 외부에 노출될 것을 우려하여 ASP 활용을 주저하고 있다.

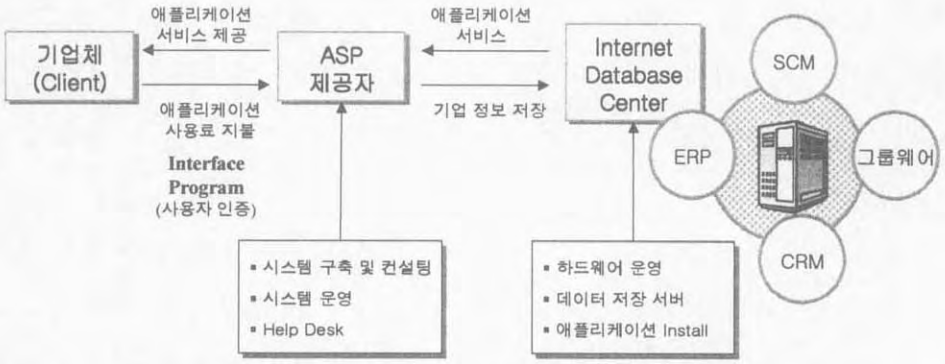
애플리케이션 방식의 활용에 따른 단점은 다음과 같은 내용이 있다.

◦ ASP는 범용적인 애플리케이션을 제공하기 때문에 조직 현장에 최적으로 프로그램을 구현하기에는 어려움이 따른다. ASP는 일반적으로 개별 고객에게 맞는 맞춤형 서비스를 제공하지 않거나, 매우 제한된 수준의 고객 맞춤형 서비스만을 제공한다.

◦ ASP와 관련된 보안상의 문제는 크게 두 가지이다. 첫째, ASP 서비스가 인터넷이라는 개방형 네트워크를 통해 전달되는 동안 발생하는 해킹 등의 문제이다. 둘째, 조직의 정보가 제 3자인 인터넷 데이터센터(IDC)에 저장되고 관리된다는 점에서 발생하는 정보 유출의 문제이다.

2003년 현재 애플리케이션 임대서비스 시장이 1,000억 원을 돌파했다고 하며, 2005년에는 약 3,790억 원 규모의 시장을 형성할 것이라고 한다. 또한 ASP 사용기업의 22.7 %가 회사 정보 유출을 우려하고 있었으나, 비사용 기업은 40.1 %가 이를 지적하여 정보유출에 대한 우려가 서비스 도입 후 감소하고 있는 것으로 나타

났다.[17] 인터넷의 확산으로 인해 데이터가 단순히 물리적으로 조직 내부에 위치하고 있다고 해서 보안성이 높아지는 것은 아니지만, ASP의 사용이 보안과 관리상의 위험을 증가시키는 것은 사실이다. 따라서 정보 유출의 위험이 있기 때문에 조직 비밀 사항에 대하여는 데이터관리센터의 철저한 보안 검증이 필요하다. 그러나 앞선 조사에서 ASP 도입 후 정보유출에 대한 우려가 감소하고 있는 것은 ASP 제공업자들은 정보의 유출을 방지하기 위하여 이에 대한 대응을 철저히 하고 있는 것으로 보인다. 아울러 조직 정보 유출을 방지하기 위하여 데이터베이스와 프로그램을 조직의 서버에 위치시키는 등의 ASP 방식을 응용한 기법 등이 등장하고 있다.



<그림 3-31> 일반적인 ASP 개념도

③ 독립형 소프트웨어(Stand-alone)

독립형 소프트웨어 방식은 소프트웨어를 일반 개인용 컴퓨터에 설치하여 독립적으로 소프트웨어를 운용하는 방식으로, 현재 출시되어 있는 대다수의 범용 전과정 평가 수행 프로그램이 본 방식을 취하고 있다. 이 방식은 소프트웨어를 개인용 컴퓨터에서 설치 및 사용하기 때문에 여러 사람이 정보를 공유하기에는 많은 불편한 점이 있다. 즉, 개인이 입력한 데이터 내용이나 자료를 다른 사람이 활용토록 하기 위해서는 해당 소프트웨어를 컴퓨터에 다시 설치하고 데이터를 입력한 사람으로부터 전송받아 작업해야 하는 불편이 따른다.

그러나 조직 내 작은 부서에서 활용하기 위함이나 단기 프로젝트를 수행하기 위한 소프트웨어로는 많이 활용되고 있다. 특히 소프트웨어의 구매단위가 1본(Copy)으로 가격이 저렴하므로 인력이 많지 않고 자본력이 빈약한 조직에서는 대중적으

17) 한국정보통신산업협회, '국내 ASP산업 보급실태 및 수요조사', 2003.8.

로 사용하기에 적합하다고 할 수 있다. 정보의 신속성과 공유가 중시되는 현대 사회에서 독립형 소프트웨어는 이러한 요구를 만족시키기 어려워 최근에는 독립형 소프트웨어의 개발이 점차 줄고 있는 실정이다.

④ 전동차 전과정평가 소프트웨어의 구현 방안

위에서 제시한 기업내부시스템 구축 방식, 애플리케이션 서비스 제공 방식, 독립형 소프트웨어 방식 모두 각각 장, 단점을 지니고 있다. 전동차 전과정평가 소프트웨어가 기업 내부 시스템의 한 모듈로써 개발된다면 우선 기업의 자재구성정보(BOM, Bill Of Material) 및 회계시스템과 연계될 수 있으며, 생산 데이터 및 환경 관련 데이터와 연동되므로 추가적인 생산 데이터 및 비용 데이터 입력 없이 자동적으로 전과정평가 및 환경 관련 비용이 산출될 수 있다. 물론 전과정평가 결과가 자동으로 산출되기 위해서는 체계적인 생산 데이터의 데이터베이스 구축이 선행되어야 할 것이다.

현재 국내의 삼성, LG 필립스 LCD 등 대기업에서는 자사의 생산실적 데이터를 자동으로 연계하여 전과정평가 결과를 산출하고 제품의 환경성을 평가할 수 있는 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 그러나 본 구현 방식을 전동차 전과정평가 소프트웨어에 도입한다면, 기업 내부의 생산 데이터와 연동되기 때문에 본 소프트웨어의 사용자는 전동차를 생산하는 기업에 한정될 수 있으며, 많은 초기 투자비용이 소요되므로 본 운영 방식의 도입은 신중을 기해야 할 것이다.

어플리케이션 서비스 제공 방식의 가장 큰 특징은 저렴한 비용으로 품질이 높은 웹 어플리케이션을 다수의 사용자가 활용할 수 있다는 것이다. 전동차 전과정평가 소프트웨어가 어플리케이션 서비스 방식으로 제공되어 다수의 전동차 제작, 운영과 관련된 기관 및 기업이 활용할 경우, 각 기관에서 수행한 LCI 결과를 공개함으로써 전동차 전체에 대한 LCI DB 구축이 용이하다는 이점이 있을 수 있다. 그러나 이 경우 본 서비스를 이용하는 기관에서 전과정평가에 대한 일정 수준의 전문 지식을 보유하고 있을 경우에 한한다. 전과정평가에 대한 전문지식 없이 자동으로 전과정평가 결과를 산출할 수 있도록 제공되는 어플리케이션을 설계할 수 있겠지만, 이 경우 기업내부시스템 구축 방식과 마찬가지로 기업 내부의 생산실적 데이터 등과 연계할 수 있도록 해야 하는데, 기존에 보유하고 있는 시스템과의 중복으로 활용되지 않고 사장될 수 있는 확률이 높다.

전동차 전과정평가 소프트웨어가 독립형 소프트웨어로 개발된다면, 기본적인 전과정평가 수행 데이터가 입력이 되어 있는 상태로, LCI DB를 기본적으로 포함하고 있어야 할 것이다. 독립형 소프트웨어의 특성 상 다수의 사람이 활용하기 보다는 프로젝트 단위로 시행되는 경우에 적합할 것으로 보이며, 기업뿐만 아니라 전동차의 전과정평가 결과를 산출을 원하는 연구소, 정부기관 등 다양한 이해관계자가 활용할 수 있을 것으로 예상된다. 국내에서 전동차와 관련된 전과정평가는 아직 생소한 개념이다. 따라서 전동차의 전과정평가에 대한 이해를 보다 확산시키는 것이 급선무이며, 초기부터 과대 비용을 투자하여 시스템을 구축하는 것 보다는 전동차와 관련된 이해관계자에게 전과정평가에 대한 이해를 보다 쉽게 하기 위한 소프트웨어가 필요할 것이다.

위에서 제시한 기업내부시스템 연동 방식은 특정 기업 및 기관에 한 하여 사용되므로 범용적인 소프트웨어와는 거리가 멀며, 어플리케이션 서비스 제공방식은 전과정평가에 대한 어느 정도 이해가 확산이 된 후에 적용이 되는 것이 적합하다. 따라서 본 연구과제에서는 전과정평가에 대한 전문 지식이 없는 이해관계자가 그 수행 결과를 보다 쉽게 이해할 수 있는 독립형 소프트웨어로 개발하여 전동차의 전과정평가를 널리 확산시키고자 한다.

<표 3-43> 소프트웨어 구현 방식의 비교

	기업 내부 시스템 (In-house)	애플리케이션 서비스 (ASP)	독립형 소프트웨어 (Stand-alone)
하드웨어 소유 (Hardware Ownership)	고객이 ERP 등의 애플리케이션에 필요한 서버를 구매함	ASP 업체가 서버를 구매하여 제공하거나, 인터넷 데이터센터(IDC)로부터 서버를 임대함	서버의 구매는 필요 없으며, 소프트웨어를 활용하기 위한 PC가 요구
애플리케이션 소유 (Application licence Ownership)	고객이 애플리케이션 소유권을 소프트웨어 판매자에게 직접 구입	ASP 업체와 소프트웨어 판매자 사이에 계약이 이루어지며, 고객은 직접 구매하지 않음	고객이 소유권을 소프트웨어 판매자에게 직접 구입
네트워크 환경 (Network Environment)	고객 회사 LAN을 사용	고객이 사용 희망하는 인터넷망을 사용	네트워크 환경은 필요 없음
유지 및 업그레이드 (Maintenance & Upgrade)	고객 내부 IT조직에서 시스템의 운영 및 유지보수의 책임을 짐	ASP 업체에서 시스템 운영 및 유지보수, 업그레이드의 책임을 짐	소프트웨어 개발사에서 애플리케이션 업그레이드의 책임을 지며, 시스템 운영은 고객 내부 조직에서 책임을 짐
교육 (Training for new staffs)	고객이 신규사원에 대한 ERP 등의 애플리케이션 교육을 실시	ASP 업체에서 신규사원에 대한 ERP 등의 애플리케이션 교육을 실시	고객의 요청이 있을 경우에 한해 교육 기관에서 애플리케이션 교육을 실시 (추가적 비용 소요)
IT 조직 (IT Staff)	고객이 ERP 등의 애플리케이션의 운영 및 유지보수를 위한 IT 조직을 가지고 있어야 함	애플리케이션의 운영을 위한 별도의 IT 조직이 필요 없음	별도의 IT조직이 필요 없음

3. 전동차 전과정평가 소프트웨어 개발

가. 개요

본 사업의 1차년도에 전동차 전용의 전과정평가 수행 소프트웨어 개발을 위한 기본설계가 이루어졌다. 2차년도에서는 전동차 전과정평가 수행 소프트웨어 개발과 관련된 사업범위는 1차년도에 수행된 전동차 수행 소프트웨어 기본설계를 바탕으로 3차년 통합 소프트웨어를 개발하기 위한 전과정평가 모듈의 상세설계를 수행하였다. 개발된 소프트웨어의 명칭을 'RACE (Rail Assessment for Clean Environment)'로 명하였다.

나. RACE 소프트웨어의 상세 설계

(1) 소프트웨어 주요 기능

(가) RACE의 주요 특징 및 장점

현재 국내에 전과정평가 소프트웨어로 산업자원부에서 제작한 PASS, 환경부에서 제작한 TOTAL 및 TEAM, GaBi 등의 외국산 소프트웨어 등이 있다. 이들 전과정평가 소프트웨어들은 그 주요한 사용용도 및 목적이 복잡한 전과정의 분석 및 결과 도출에 있으므로 사용 방법이 상대적으로 복잡하고 기능이 다양하여 초보자가 단시간에 배워서 사용하기에는 무리가 있다. 이에 비하여 RACE는 위에 언급한 전과정평가 프로그램에 비하여 복잡한 분석 작업에 필요한 기능 들을 모두 제외하고 전동차의 신속한 전과정평가에 필요한 기능들만을 채택하여 처리 속도 및 사용 편이성을 증대시킨 것이 가장 중요한 특징이라 할 수 있겠다.

따라서 RACE는 전과정평가 초보자가 사용하기에 적합하고 전문적인 전과정평가 프로그램에 비해 사용 편이성이 증대되어 단시간 내에 습득하여 활용할 수 있으면서, 기본적인 목록분석 및 영향평가 결과를 도출해 낼 수 있다는 것이 중요한 장점이라 할 수 있다.

(나) RACE의 주요 기능

① 목록분석 연산 기능

범용 전과정평가 프로그램에서 제공하는 일반적인 물질의 흐름에 따라 기준물질을 중심으로 계산된 목록분석 결과를 제공한다. 또한 목록분석 결과를 공정별로 제공하므로 각 단위공정의 목록분석 연산 결과를 확인할 수 있다. 최종 프로젝트의

목록분석 결과는 프로젝트 레벨에 해당하는 공정을 선택함으로써 확인이 가능하다.

② 영향평가 연산 기능

RACE의 영향평가 기능은 범용 전과정평가 프로그램에 비해 다른 방식을 취하고 있다. 먼저, 영향범주별 영향평가 연산기능은 범용 전과정평가 소프트웨어와 동일하다. 그러나 가장 큰 차이점은 영향평가 결과를 실시간으로 도출해 낸다는 것이다. 범용 전과정평가 프로그램은 우선 공정도를 구성하고 목록분석 결과를 도출해 낸 다음, 수행하고자 하는 영향범주를 선택한 뒤 주어진 팩터들을 사용하여 영향평가 결과를 도출해 내는 단계로 구성되어 있으므로 약간의 연산 시간이 필요하다. 이에 비해 RACE는 각 물질별, 운송 수단별 기준물질 및 거리 대비 영향평가결과를 미리 연산하여 데이터베이스화 되어 있으므로 영향평가 대상 공정의 구성 물질 및 구성 물질간 비율 및 운송 수단 및 거리 등만 입력하면 거의 실시간으로 영향평가 결과를 도출해 낼 수가 있다.

③ 전과정단계(전체, 제조, 사용, 폐기)별 영향평가 결과 제공

전체 영향평가 결과 외에 RACE는 전과정단계별(제조단계, 사용단계, 폐기단계) 영향평가 결과 역시 실시간으로 도출해 준다. 제조단계는 구성 물질 및 구성 비율, 구성부품의 수량 및 중량, 포함된 가공 공정 및 운송수단, 거리 등의 정보를 사용하여 도출해 내고, 사용단계는 운행 시 소비전력, 일일 사용시간, 연간 사용일수, 전동차의 수명을 이용하여 연산한다. 폐기단계는 제조단계에서 설정된 구성물질의 폐기방법(재활용, 매립, 소각)에 따른 영향평가 결과를 도출해 낸다. 이들 각 단계들의 영향평가 결과를 합산한 것이 전체 영향평가 결과이다.

④ 프로젝트 대상인 제품에 대한 총 무게 자동 산출 기능

RACE는 전체 프로젝트를 구성하고 있는 공용부품(대차, 전동차, 구체 등) 및 구성 물질 및 수량 등의 정보를 사용하여 주화면 좌측하단에 실시간으로 전체 프로젝트에 포함되어 있는 구성품들의 총중량을 합산하여 표시해 준다.

⑤ 통합 환경지수 및 영향범주별 환경지수 제공

RACE는 해당 공정 및 프로젝트에 대한 단일 수치로 표현되는 통합 환경지수와

10개 영향범주별 영향평가 결과를 동시에 제공한다. 통합 환경지수는 10개 영향범주의 영향평가 결과를 합산한 것이고, 10개 영향범주는 다음과 같다.

- 자원고갈(ADP, Abiotic Resource Depletion)
- 산성화(AP, Acidification)
- 부영향화(EP, Eutrophication)
- 지구온난화(GWP, Global Warming)
- 오존층파괴(ODP, Ozone Depletion)
- 광화학산화물생성(POCP, Photochemical Oxidant Creation)
- 생태독성, 담수(FAETP, Freshwater Aquatic Eco-Toxicity)
- 생태독성, 해수(MAETP, Marinewater Aquatic Eco-Toxicity)
- 생태독성, 토양(TETP, Terrestrial Aquatic Eco-Toxicity)
- 인간독성(HTP, Human Toxicity)

⑥ 데이터파일 가져오기 기능

최종 연산이 완료된 타 프로젝트 파일을 현재 편집 중인 프로젝트의 단위공정으로 가져오기가 가능하다. 이 기능을 사용하여 여러 개의 프로젝트를 통합화 할 수 있다. 단, 가져오기를 한 공정은 그 내용의 편집은 불가능하다.

⑦ 물질명 편집 기능

일반적으로 전과정평가에서 다루는 물질들은 여러 개의 표현 방식으로 표현된다. 예를 들어 이산화탄소는 CO_2, Carbon Dioxide 등으로 여러 방법으로 표기할 수 있다. 따라서 전과정평가에서 목록분석이나 영향평가에서 몇 가지 문제를 발생시킨다. 목록분석 결과에서는 같은 물질로 합산되어야 할 것이 다른 물질인 것처럼 분리되어 결과가 합산된다. 예를 들어 Carbon Dioxide 10 kg으로 결과가 도출되어야 하는데 Carbon Dioxide 12 kg, CO_2 8 kg으로 결과가 도출되어 마치 두 가지 물질인 것처럼 표시되어 버린다. 목록분석 결과가 잘못되면 또한 영향평가 결과 역시 잘못 연산될 수밖에 없다.

RACE는 이러한 문제점을 근원적으로 방지하기 위하여 개별 물질명 들에 식별 CODE를 부여하여 관리하는 방법을 도입하였다. 예를 들어 Carbon Dioxide의 물질

CODE를 'M001'로 부여하였다면 다른 표현들도 모두 같은 코드를 부여하여 목록분석 및 영향평가 결과가 전부 Carbon Dioxide로 표시되도록 하였다. 물질명 편집 기능은 이러한 개별 물질들의 코드 분류체계를 편집할 수 있게 한다.

⑧ 물질명 가져오기 및 내보내기

RACE에 포함된 물질명들을 외부로 내보내거나 가져올 수 있는 기능이다.

⑨ 영향평가 팩터 편집 기능

내장되어 있는 10개 영향범주의 각 영향평가 팩터들을 편집할 수 있는 기능이다. 이 기능을 사용하여 사용자는 각 영향범주별 물질 팩터들의 종류와 팩터값들을 수정할 수 있다.

⑩ 결과 보고서 작성 기능

필요한 공정별, 프로젝트별 연산이 완료되면 결과 보고서 작성 기능을 사용하여 전체 프로젝트의 전과정단계 및 단위공정별 평가결과를 볼 수 있다. 이 평가결과는 또한 엑셀파일로 저장이 가능하다.

⑪ 주요 이슈(Issue)도출 기능

제품을 구성하고 있는 부품들 중 평가결과가 상위 5개에 포함되는 부품들을 자동 추출하는 기능이다. 이 기능을 사용하여 환경부하가 큰 구성요소를 쉽게 판별해 낼 수가 있다.

(2) 소프트웨어 DB 구조

(가) 프로젝트 파일

프로젝트 파일은 확장자가 '*.rac'로 내부에는 공정 구성정보와 각 단위공정의 ISO 14048 정보, 프로젝트 관련 정보, 목록분석 및 영향평가 결과 정보, 사용단계 정보 등으로 구성되어 있다.

① Activity 테이블

필드명	필드 형식	내용
ACTID	STRING	단위공정의 고유ID
ACTNAME	STRING	단위공정명
LEVEL	LONG	단위공정의 레벨(예비 필드)
PARENT	STRING	단위공정의 상위공정 코드(예비 필드)
IMPORT_TF	BOOLEAN	외부 가져오기한 공정 판별 여부
CALC_TF	BOOLEAN	목록분석 연산 여부
PART_CODE	STRING	부품 코드
SPEC	STRING	부품 스펙
QUANTITY	LONG	수량
UNIT	SINGLE	단위
WEIGHT	SINGLE	단위무게
COST	SINGLE	단가
SINGLE_INDEX	DOUBLE	통합환경 지수
ADP	DOUBLE	자원고갈 지수
GWP	DOUBLE	지구온난화 지수
ODP	DOUBLE	오존층파괴 지수
AP	DOUBLE	산성화 지수
EP	DOUBLE	부영향화 지수
POCP	DOUBLE	광화학산화물생성 지수
HTP	DOUBLE	인간독성 지수
FAETP	DOUBLE	생태독성-담수 지수
MAETP	DOUBLE	생태독성-해수 지수
TETP	DOUBLE	생태독성-토양 지수
P_INDEX	DOUBLE	제조단계 전체 지수
P_ADP	DOUBLE	제조단계 자원고갈 지수
P_GWP	DOUBLE	제조단계 지구온난화 지수
P_ODP	DOUBLE	제조단계 오존층파괴 지수
P_AP	DOUBLE	제조단계 산성화 지수
P_EP	DOUBLE	제조단계 부영향화 지수
P_POCP	DOUBLE	제조단계 광화학산화물생성 지수
P_HTP	DOUBLE	제조단계 인간독성 지수
P_FAETP	DOUBLE	제조단계 생태독성-담수 지수
P_MAETP	DOUBLE	제조단계 생태독성-해수 지수
P_TETP	DOUBLE	제조단계 생태독성-토양 지수
D_INDEX	DOUBLE	폐기단계 전체 지수
D_ADP	DOUBLE	폐기단계 자원고갈 지수
D_GWP	DOUBLE	폐기단계 지구온난화 지수
D_ODP	DOUBLE	폐기단계 오존층파괴 지수
D_AP	DOUBLE	폐기단계 산성화 지수
D_EP	DOUBLE	폐기단계 부영향화 지수
D_POCP	DOUBLE	폐기단계 광화학산화물생성 지수
D_HTP	DOUBLE	폐기단계 인간독성 지수
D_FAETP	DOUBLE	폐기단계 생태독성-담수 지수

필드명	필드 형식	내용
D_MAETP	DOUBLE	폐기단계 생태독성-해수 지수
D_TETP	DOUBLE	폐기단계 생태독성-토양 지수

② Activity_Comp 테이블

필드명	필드 형식	내용
ACTID	STRING	단가
RECORD_TYPE	STRING	COMMON PART/ MATERIAL/ PROCESS/ TRANSPORTATION(COM/MAT/PRO/TRA)
RECORD_ID	STRING	DB의 RECORD_ID
RECORD_NAME	STRING	DB 명
RATIO	DOUBLE	전체 대비 비율(%)
DISTANCE	DOUBLE	운송거리(km)
DISP_RECORD_ID	STRING	폐기 DB의 ID
DISP_RECORD_NAME	STRING	폐기 DB의 이름

③ Activity_ISO 테이블

필드명	필드 형식	내용
ACTID	STRING	단위공정의 고유ID
프로세스설명	STRING	단위공정 ISO 항목
프로세스분류_프로세스명칭	STRING	
프로세스분류_명명규칙	STRING	
기준 참조량-유형	STRING	
기준 참조량-명칭	STRING	
기준 참조량-단위	STRING	
기준 참조량-양	STRING	
프로세스의 기술적 범위	STRING	
합산유형	STRING	
기술-기술설명	STRING	
기술-기술적 내용 및 기능	STRING	
기술-공정도	STRING	
기술-포함된 프로세스	STRING	
기술-출처 프로세스	STRING	
기술-투입물 및 산출물 출처	STRING	
기술-투입물 및 산출물목표지	STRING	
기술_목표프로세스	STRING	
기술_조업조건	STRING	
기술_수식	STRING	
기술_변수명	STRING	
기술_변수값	STRING	
유효기간_시작일	STRING	
유효기간_종료일	STRING	

필드명	필드 형식	내용
유효기간_기간설명	STRING	
유효지역_지역명칭	STRING	
유효지역_지역설명	STRING	
유효지역_현장	STRING	
유효지역_GIS참조	STRING	
데이터취득_견본추출절차	STRING	
데이터취득_견본추출현장	STRING	
데이터취득_현장수	STRING	
데이터취득_절대값	STRING	
데이터취득_상대값	STRING	
개발목적	STRING	
정보출처	STRING	
모델링원리_데이터선정원칙	STRING	
모델링원리-개조원칙	STRING	
모델링원리_명칭	STRING	
모델링원리_값	STRING	
모델링선택_기본흐름제외기준	STRING	
모델링선택_중간재흐름제외기준	STRING	
모델링선택_외부제외프로세스기준	STRING	
모델링선택_부산물할당	STRING	
모델링선택_할당설명	STRING	
모델링선택-확장된프로세스	STRING	
모델링선택-프로세스확장설명	STRING	
데이터품질설명	STRING	
타당성확인_방법	STRING	
타당성확인_절차	STRING	
타당성확인_결과	STRING	
타당성확인_타당성확인자	STRING	
기타정보	STRING	
식별번호	STRING	
등록권한	STRING	
개정번호	STRING	
데이터의뢰자	STRING	
데이터생성자	STRING	
데이터작성자	STRING	
작성완료일	STRING	
출판	STRING	
저작권	STRING	
접근제한	STRING	

④ FLOW 테이블

필드명	필드 형식	내용
ACTID	STRING	단위공정의 고유ID
DIRECTION	STRING	Flow의 방향(Input or Output)
GROUP	STRING	Flow의 데이터범주(원자재, 에너지, 오염물 등)

필드명	필드 형식	내용
DISTMEDIA	STRING	Flow의 환경(Air, Water, Soil)
MATID	STRING	물질명 코드
AMOUNT_LCI	STRING	최종 LCI 산출값 (LCI)
양_기호명칭	STRING	사용자 입력 단위
매개변수_명칭	STRING	물질명

⑤ PROJECT 테이블

필드명	필드 형식	내용
TITLE	STRING	프로젝트 명
CALC_TF	BOOLEAN	프로젝트의 목록분석 연산 여부
VERSION	STRING	파일 버전
SYSTEM_NAME	STRING	파일을 최종 저장한 시스템 명
DB_MOD_TIME	DATE	공용 데이터베이스의 최종 변경 시간

⑥ USE_PHASE 테이블

필드명	필드 형식	내용
ITEM	STRING	P:production, U:Use, D:Disposal, E:energy, T: Transport, I:Information
T_KW	STRING	운행 시, 소비전력
HOUR_DAY	LONG	일일 사용시간
DAY_YEAR	STRING	연간 사용일수
PRODUCT_YEARS	BOOLEAN	제품 수명
U_INDEX	BOOLEAN	사용단계 전체 지수
ADP	STRING	사용단계 자원고갈 지수
GWP	STRING	사용단계 지구온난화 지수
ODP	LONG	사용단계 오존층파괴 지수
AP	SINGLE	사용단계 산성화 지수
EP	SINGLE	사용단계 부영향화 지수
POCP	SINGLE	사용단계 광화학산화물생성 지수
HTP	DOUBLE	사용단계 인간독성 지수
FAETP	DOUBLE	사용단계 생태독성-담수 지수
MAETP	DOUBLE	사용단계 생태독성-해수 지수
TETP	DOUBLE	사용단계 생태독성-토양 지수

(나) 공용 데이터베이스

공용 데이터베이스 파일에는 RACE에 필요한 각 물질명, 목록분석 데이터베이스, 영향평가 결과, 단위 등의 정보를 포함되어 있다.

① 데이터베이스 현황

분류	항목수	내용
물질명	3784	기본명 수 : 2498 이명 포함 총 물질명 수 : 3784
단위	43	Energy, Mass, Volume, Liner, Radiation
국가 LCI DB	369	산자부 + 환경부
국가 LCI DB의 총 물질항목 수	91339	산자부 + 환경부
DB 분류항목 수	18	화학약품, 건축자재, 공용부품 등
LCA DB	369	산자부 + 환경부
영향평가 팩터 수	2492	산자부 + 환경부

② 공용 데이터베이스 테이블

테이블 명	내용
DB_CATEGORY	데이터베이스 분류명 관리 테이블
DB_INFO	공용 데이터베이스 파일의 일반 정보
IM_CATEGORY_FACTOR	영향평가 팩터 테이블
IM_CATEGORY_INFO	영향범주 정보 테이블
IM_RESULT	LCI 데이터베이스의 영향평가 결과
INV_ACTIVITY	국가 LCI 데이터베이스의 일반 정보
INV_FLOW	국가 LCI 데이터베이스의 물질(Flow)정보
MAT_ALL_NAME	기본 물질명
MAT_PRIMARY_NAME	기본 물질명을 포함한 전체 물질명
TB_UNIT	단위 테이블

③ DB_CATEGORY 테이블

필드명	필드 형식	내용
CATEGORY_NAME	STRING	물질 분류명
CATEGORY_CODE	STRING	물질 분류 코드
CATEGORY_MEMO	STRING	메모

④ DB_INFO 테이블

필드명	필드 형식	내용
MODIFY_TIME	DATE	공용 데이터베이스의 최종 변경 시간
VERSION	LONG	공용 데이터베이스의 파일 버전

⑤ IM_CATEGORY_FACTOR 테이블

필드명	필드 형식	내용
CAT_NAME	STRING	영향범주명
MATID	STRING	물질코드

필드명	필드 형식	내용
MATNAME	STRING	물질명
FACTOR	DOUBLE	팩터
GROUP	STRING	물질팩터의 데이터범주
DISTMEDIA	STRING	물질팩터의 환경

⑥ IM_CATEGORY_INFO 테이블

필드명	필드 형식	내용
CAT_NAME	STRING	영향범주 코드
CAT_FULLNAME	STRING	영향범주명
NOR_VALUE	DOUBLE	정규화 값
NOR_UNIT	STRING	정규화 단위
VAL_VALUE	DOUBLE	가중화 가중치
VAL_FACTOR	DOUBLE	가중화 값

⑦ IM_RESULT 테이블

필드명	필드 형식	내용
RECORD_ID	STRING	고유 코드
CATEGORY_CODE	STRING	영향범주 코드
SINGLE_INDEX	DOUBLE	통합환경지수
ADP	DOUBLE	자원고갈 지수
GWP	DOUBLE	지구온난화 지수
ODP	DOUBLE	오존층파괴 지수
AP	DOUBLE	산성화 지수
EP	DOUBLE	부영향화 지수
POCP	DOUBLE	광화학산화물생성 지수
HTP	DOUBLE	인간독성 지수
FAETP	DOUBLE	생태독성-담수 지수
MAETP	DOUBLE	생태독성-해수 지수
TETP	DOUBLE	인간독성 지수
COST	DOUBLE	비용
REC_MEMO	STRING	메모

⑧ INV_FLOW 테이블

필드명	필드 형식	내용
RECORD_ID	STRING	항목의 고유ID
DIRECTION	STRING	물질 Flow의 방향
GROUP	STRING	물질 Flow의 데이터범주
DISTMEDIA	STRING	물질 Flow의 환경
MATID	STRING	물질 Flow의 코드
명칭_명명규칙	STRING	ISO 14048 항목
명칭_명칭규격	STRING	

필드명	필드 형식	내용
양_기호명칭	STRING	
양_설명	STRING	
매개변수_명칭	STRING	
매개변수_값	STRING	
기원목표	STRING	
수송유형	STRING	
정보참조	STRING	
문서화_데이터수집	STRING	
문서화_수집일	STRING	
문서화_처리	STRING	
문서화_출처	STRING	
관계식_수식	STRING	
관계식_변수명칭	STRING	
관계식_변수값	STRING	
환경규격화	STRING	
환경조건	STRING	
지리적위치	STRING	
내부위치	STRING	
특성_명칭	STRING	
특성_단위	STRING	
특성_양	STRING	

⑨ MAT_ALL_NAME 테이블

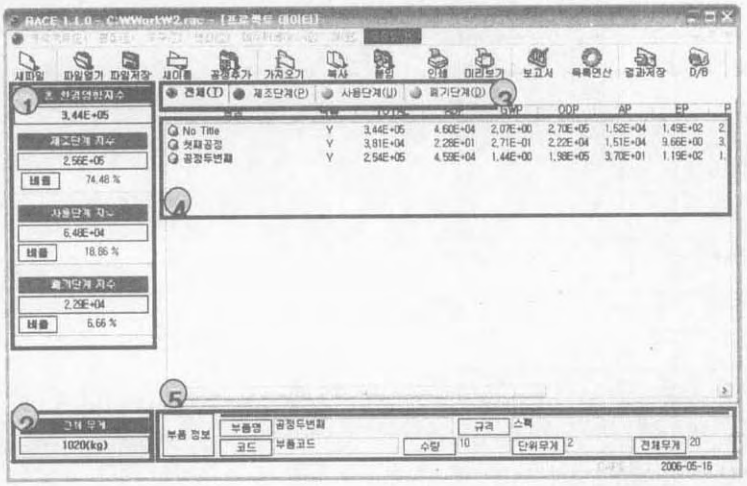
필드명	필드 형식	내용
MATID	STRING	물질명의 고유 코드
MATNAME	STRING	물질명
PRIMARY_TF	BOOLEAN	기본명 여부

⑩ MAT_PRIMARY_NAME 테이블

필드명	필드 형식	내용
MATID	STRING	물질명의 고유 코드
PRIMARY_NAME	STRING	기본물질명
Chemical_Fomula1	STRING	화학식 1
Chemical_Fomula2	STRING	화학식 2
Cas_No	STRING	CAS Number
Msds_File_Name	STRING	MSDS 파일 명
Default_Unit	STRING	기본 단위
Prop_Name	STRING	ISO 14048 정보
Prop_Amount	STRING	
Prop_Unit	STRING	

다. RACE 소프트웨어 개발

(1) 초기 화면



<그림 3-32> RACE의 초기화면

(가) 총 환경지수 및 전과정단계별 정보

이 부분에는 현재 편집 중인 프로젝트의 총 환경영향지수 제조, 사용, 폐기단계의 환경영향지수를 표시한다.

(나) 전체무게 정보

이 부분에는 현재 편집 중인 프로젝트에 포함된 전체 구성요소들의 중량을 합산하여 보여준다.

(다) 전과정단계별 선택 탭

총 4개의 탭으로 구성되어 전체 및 각 전과정단계별 정보를 편집하거나 평가결과를 확인할 수 있다.

(라) 단위공정 목록

현재 프로젝트의 개별 단위공정들의 목록을 표시한다. 또한 각 단위공정들의 영향평가 결과를 표시한다.

(마) 부품(공정) 정보

현재 선택된 부품(공정)의 일반적 정보를 표시한다.

(바) 도구모음 및 메뉴

① 도구 모음



<그림 3-33> 도구모음 메뉴

아이콘	내용
새파일	새 프로젝트를 생성한다.
파일 열기	프로젝트 파일을 연다.
파일 저장	프로젝트 파일을 저장한다.
새이름	프로젝트 파일을 다른 이름으로 저장한다.
공정추가	새 공정(부품)을 추가한다.
가져오기	외부 프로젝트 파일을 선택한 공정에 불러온다.
복사	선택한 공정을 복사한다.
붙임	복사한 공정을 붙여 넣는다.
인쇄	공정목록을 인쇄한다.
미리보기	공정목록의 인쇄 미리보기를 수행한다.
보고서	프로젝트의 결과보고서를 생성한다.
목록연산	선택한 공정 또는 프로젝트의 목록분석 연산을 수행한다.
결과저장	공정목록을 엑셀파일로 저장한다.
D/B	데이터베이스 관리자를 호출한다.

② 메뉴

주메뉴	하위 메뉴	내용
프로젝트	새 프로젝트	새 프로젝트 생성
	프로젝트 열기	기존 프로젝트 열기
	프로젝트 닫기	현재 편집 중인 프로젝트 닫기
	프로젝트 저장	현재 편집 중인 프로젝트 저장
	다른 이름으로 저장	현재 편집 중인 프로젝트를 다른 이름으로 저장
	인쇄	내용 인쇄
	인쇄 미리보기	내용 인쇄 미리보기
	최근 열린 파일 메뉴	최근 열린 파일 바로가기 메뉴
	종료	프로그램 종료
편집	공정 추가	새 공정(부품)추가
	복사	선택한 공정 복사
	붙여넣기	복사한 공정 붙여넣기
	데이터파일 가져오기	외부 프로젝트 파일 가져오기
	ISO14048 편집	선택한 공정의 ISO 14048정보 편집
도구	물질명 편집	물질명 데이터베이스 편집
	물질명 가져오기	외부 물질명 데이터베이스 가져오기

주메뉴	하위 메뉴	내용
	물질명 내보내기	현재 물질명 데이터베이스 내보내기
	영향평가 팩터 편집	영향평가 팩터 편집
	결과보고서 작성	최종 결과 분석보고서 작성
	주요 이슈 분석	상위 5개의 주요 이슈 분석
연산	목록분석 연산	선택한 공정 또는 프로젝트의 목록분석 연산 수행
데이터베이스	데이터베이스 관리자	데이터베이스 관리자 호출
창	데이터 창	공정 목록 데이터 편집 화면
도움말	목차	도움말 목차 표시
	정보	프로그램 정보 표시
전체 및 제조단계 팝업 메뉴	편집	선택한 공정의 내용 편집
	[공정]목록분석 결과 보기	공정 선택 시, 공정의 목록분석 결과 보기
	[공정]목록분석 연산	공정 선택 시, 공정의 목록분석 연산 수행
	[프로젝트]목록분석 결과보기	프로젝트 선택 시, 공정의 목록분석 결과 보기
	[프로젝트]목록분석 연산	프로젝트 선택 시, 공정의 목록분석 연산 수행
	공정명 변경	선택한 공정의 이름 변경
	공정 삭제	선택한 공정 삭제
	ISO14048 편집	선택한 공정의 ISO 14048정보 편집
	데이터파일 가져오기	외부 프로젝트 파일 가져오기
	복사	선택한 공정 복사
	붙여넣기	복사한 공정 붙여넣기
폐기단계 팝업메뉴	[공정]폐기 시나리오 편집	선택한 공정의 폐기 시나리오 편집
	공정명 변경	선택한 공정의 이름 변경
	공정 삭제	선택한 공정 삭제
	복사	선택한 공정 복사
	붙여넣기	복사한 공정 붙여넣기

(2) 소프트웨어의 운영

(가) 프로젝트 메뉴

① 새 프로젝트

새 프로젝트의 생성은 파일메뉴의 [새 프로젝트], 또는 단축키 {Ctrl+N}를 사용하여 수행할 수 있다. 새로 생성되는 프로젝트의 프로젝트 명은 'No Title'이다. 새 프로젝트를 생성하면 초기화면으로 주 화면이 변경된다.

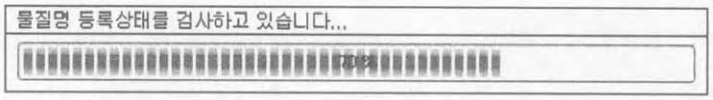


<그림 3-34> RACE의 메인화면

② 프로젝트 열기 및 닫기

일반적인 프로젝트 열기는 프로젝트 메뉴의 '프로젝트 열기', 또는 단축키 {Ctrl+O}로 수행한다. 최근에 작업한 파일목록 들에서 파일을 선택하여 열 수 있으며, RACE는 최근에 열었거나 저장한 파일의 목록을 최대 6개까지 제공한다. 만약, 최근 열린 파일목록에서 선택한 파일이 지정한 폴더에 존재하지 않는다면, 에러메시지를 표시하고 파일열기 작업을 취소한다.

RACE는 지금 열고 있는 파일(프로젝트)에 포함된 물질명을 사용자 시스템의 물질명 데이터베이스와 비교하여 자동으로 전환한다. 즉, 열고 있는 파일에 포함되어 있는 물질명들과 시스템의 물질명 데이터베이스와의 비교 작업 결과, 열고 있는 파일이 사용자 자신이 작업한 파일이면 검사과정을 생략하고, 타인이 작업한 외부 파일이면 물질명의 코드 전환 작업과 누락 물질명을 조사하여 사용자가 누락 물질명을 등록시킬 수 있는 누락 물질명 추가 대화 상자를 제공하는 과정을 거치게 된다.



<그림 3-35> 진행 상태 창



<그림 3-36> 신규물질 등록 팝업 창

이 누락물질명 조사과정은 파일에 포함된 물질명 전체를 검사하기 때문에 약간의 시간이 소요되지만 누락물질명 조사과정이 완료되고, 사용자가 한번 이상 저장한 파일은 자신의 파일로 변환되므로 다음부터는 누락물질명 조사과정이 생략되게 된다. 이 때, 누락물질명 조사 결과 사용자의 물질명 데이터베이스에 없는 물질은 사용자가 수동으로 등록하여야 한다.

③ 프로젝트 저장 및 다른 이름으로 저장

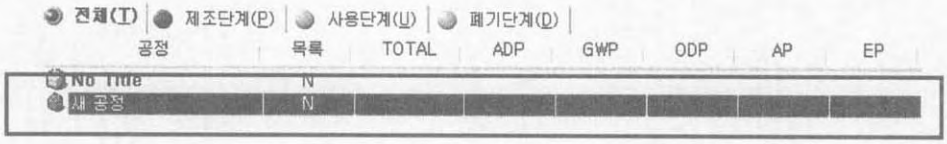
일반적인 프로젝트 저장은 프로젝트 메뉴의 '프로젝트 저장', 또는 단축키 {Ctrl+S}로 수행할 수 있다. 만약 다름 이름으로 저장하려면 파일메뉴의 '다른 이름으로 저장' 메뉴를 사용하면 된다.

(나) 편집 메뉴 및 [공정]팝업 메뉴

① 공정 추가

새 프로젝트를 생성한 후 공정을 추가한다. 이 작업은 편집메뉴의 [공정 추가], 또는 단축키 {Shift+Ins}를 사용하여 수행할 수 있다. 새 공정을 추가하면 공정목록

에 "새 공정"의 이름으로 추가된다.



<그림 3-37> 공정추가 목록 화면

② 복사 및 붙여넣기

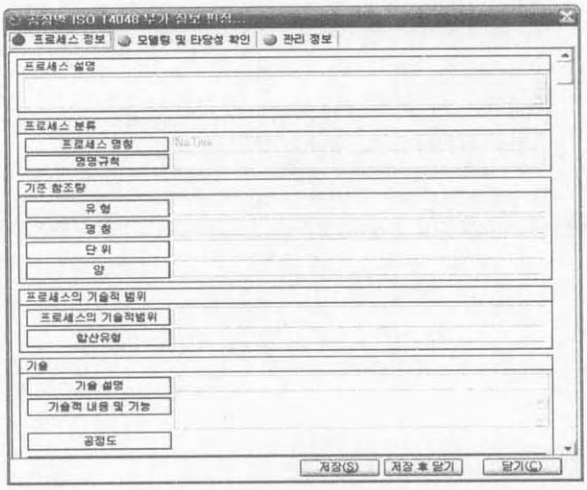
공정목록에 존재하는 단위공정의 내용을 복사한 뒤 같은 붙여 넣을 수 있다. 이 작업은 편집메뉴의 복사(단축키 {Ctrl+C}) 및 붙여넣기(단축키 {Ctrl+V})를 사용하여 수행할 수 있다. 붙여넣기는 두 가지 방법으로 수행된다. 첫 번째는 공정목록에서 선택된 공정이 없고 최상단의 [프로젝트]가 선택되어 있는 경우이다. 이 경우는 공정목록에 새로운 공정이 추가된다. 물론 내용은 복사해 놓은 것과 동일하다. 두 번째는 공정목록에 선택된 공정이 있는 경우이다. 이 때 해당 공정의 기존 내용은 전부 삭제되고 복사한 공정과 같은 내용으로 전부 바뀌게 된다.

③ 데이터파일 불러오기

선택된 공정에 목록분석 연산이 완료된 파일의 내용을 불러올 수 있다. 이 경우 선택된 공정의 기존 내용은 전부 삭제되고 불러온 프로젝트의 최종연산결과로 수정되게 된다. 또한 프로젝트의 연산상태도 초기화되므로 전체 연산을 재수행하여야 한다.

④ ISO 14048 편집

단위공정별 ISO 14048 정보를 편집할 수 있다. ISO 14048 편집 화면은 '프로세스 정보', '모델링 및 타당성 확인', '관리정보'의 세 개 탭으로 구성되어 있다.



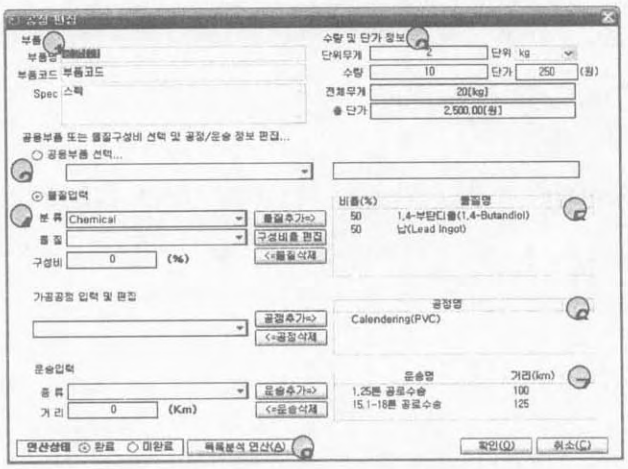
<그림 3-38> ISO 14048 정보 편집

각각의 항목에 대해 수정작업을 한 후 저장 버튼을 사용하여 변경된 내용을 반영한다.

⑤ 공정편집 및 사용단계 편집

공정편집은 크게 제조단계의 구성 편집과 폐기단계 시나리오 편집으로 나눌 수 있다. 사용단계 편집은 소비전력 및 관련 항목을 사용하여 전동차의 사용 시 소모되는 환경부하를 산출할 수 있게 한다.

■ 제조단계의 공정 편집



<그림 3-39> 제조단계 공정편집창

제조단계 편집화면은 크게 부품, 수량 및 단가, 물질구성, 가공공정, 운송 편집부분으로 구성되어 있다.

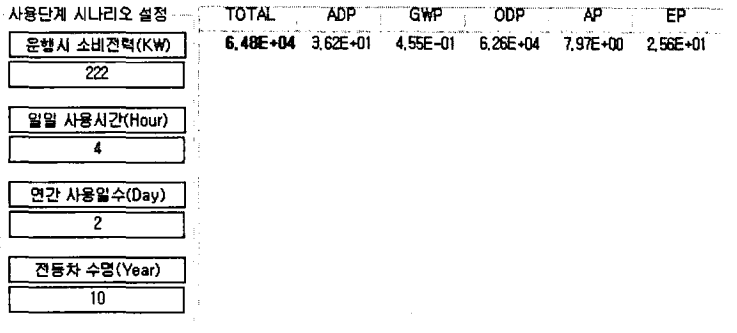
{1} 부품 ; 부품명, 부품코드 및 간단한 Spec.에 대한 정보를 편집한다.

{2} 수량 및 단가 정보 ; 단위무게, 단위, 수량, 단가 정보를 편집하고 입력된 정보를 사용하여 전체무게 및 총 단가를 자동으로 계산하여 표시한다.

{3}{4} 공용부품 선택, 물질입력 ; 공용부품은 전동차의 부품 중 미리 목록분석 및 영향평가 결과가 데이터베이스에 등록되어 있는 부품이다. 따라서 공용부품을 선택하면 하단의 물질입력은 접근이 불가능하게 된다. 반대로 물질입력을 선택하면 공용부품 편집부분이 접근할 수 없게 된다.

{5}{6}{7} 물질조성, 가공공정, 운송 ; 물질 및 물질구성비, 추가한 가공공정이나 운송 정보를 표시한다.

■사용단계 편집



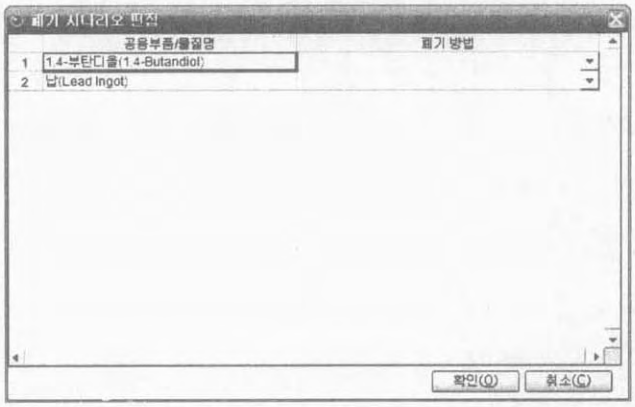
<그림 3-40> 사용단계 편집 창

사용단계 편집화면은 운행 시 소비전력, 일일 사용시간, 연간 사용일수 전동차 수명으로 구성되어 있다. 해당하는 부분에 값을 입력하면 실시간으로 우편의 사용단계 결과화면에 입력된 값에 따른 결과가 반영된다.

■폐기 시나리오 편집

폐기 시나리오 편집화면은 제조단계에서 입력한 공용부품 또는 물질들에 대한 폐기 방법을 설정하는 역할을 수행한다. 이를 위해서는 폐기 시, 각 물질 및 공용부품 들에 대한 폐기 LCI DB가 필요하고 현재는 환경부와 산자부에서 제공하는

국가 LCI DB가 준비되어 있다.

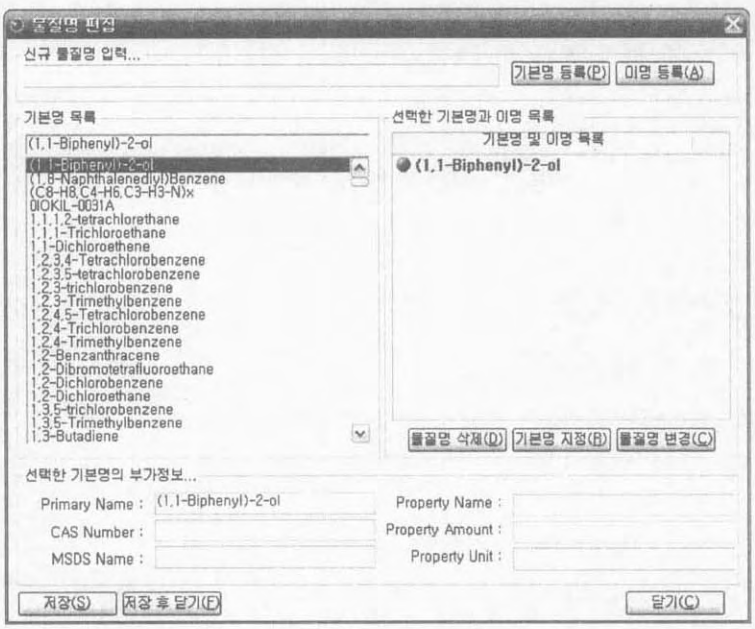


<그림 3-41> 폐기시나리오 편집창

(다) 도구 메뉴

① 물질명 편집

RACE는 모든 물질명들을 코드화하여 처리하는 방식이므로 새로운 물질명을 등록하거나, 기존 물질명들에 대한 정보를 수정할 수 있는 기능을 제공 한다.

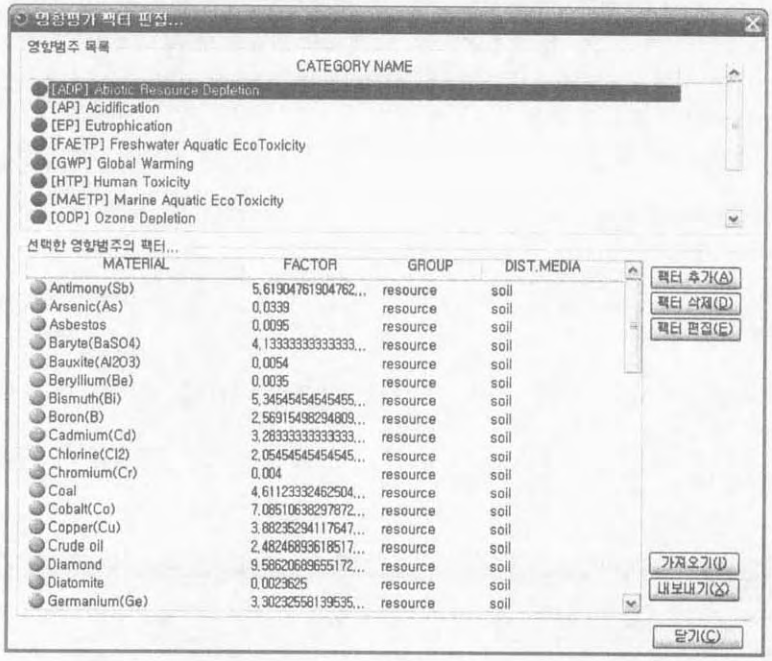


<그림 3-42> 물질명 편집 창

새로 등록할 물질은 신규 기본명과 기존 기본명의 이명으로 등록할 수가 있다. 기본명으로 등록하면 새로운 물질코드가 부여되고 하위에 같은 코드를 가진 이명들을 둘 수 있고 기존 기본명의 이명으로 등록하면 자신의 물질명은 그대로 유지하되 목록분석 연산 시에는 해당 기본명으로 전환되어 처리된다. 그 외 물질명 편집화면에서는 "물질명 삭제", "기본명 지정", "물질명 변경" 등의 기능을 제공한다.

② 영향평가 팩터 편집

영향평가 팩터 편집 화면에서 각 영향범주에 포함된 팩터 들을 편집할 수 있다.



<그림 3-43> 영향평가 팩터 편집 화면

영향범주 목록에서 각 영향범주를 선택하면 선택한 영향범주에 포함된 팩터들의 목록이 하단에 표시된다. 표시된 팩터셋에 새로운 팩터를 추가하거나, 팩터를 삭제 또는 선택한 팩터의 내용을 편집할 수 있다. 또한 외부에서 팩터셋 전체를 가져올 수 있으며 엑셀파일로 내보낼 수도 있다.

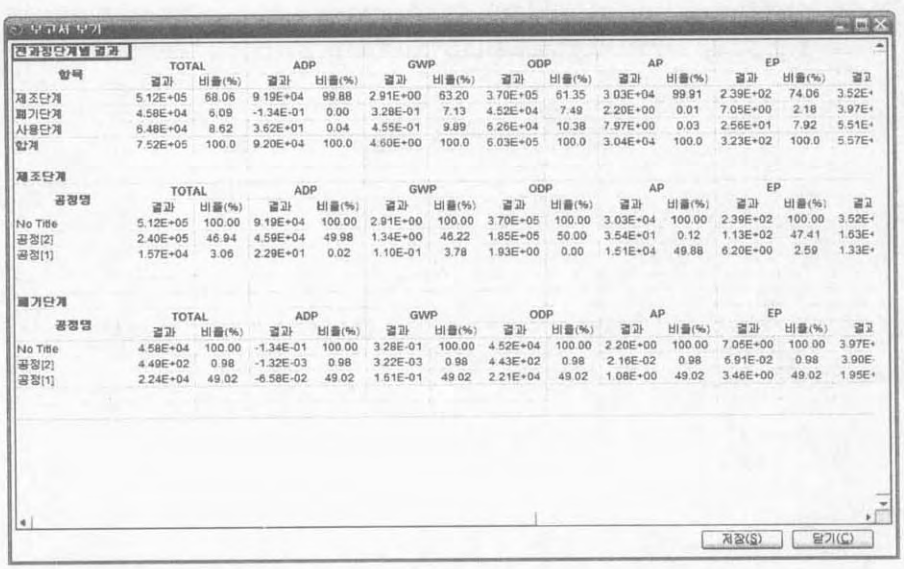


<그림 3-44> 영향평가 팩터의 물질명 편집

개별 물질명 팩터의 편집은 위의 화면에서 처리할 수 있다. 추가하길 원하는 물질을 먼저 선택한 후 팩터값, 그룹 및 환경정보를 선택하는 것으로 이루어진다.

③ 결과보고서 작성

프로젝트 전체가 연산이 완료되면 요약된 결과를 볼 수 있는 결과보고서를 작성할 수 있다.

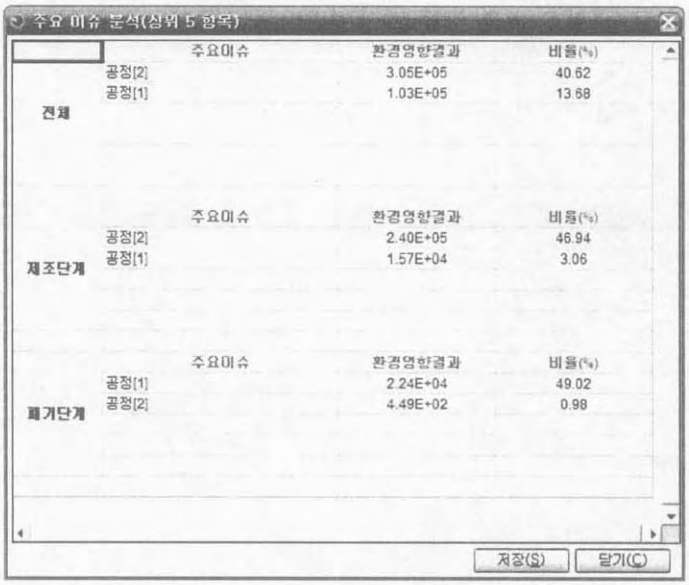


<그림 3-45> 전과정평가 결과보고서 보기 화면

결과보고서는 전과정단계별 요약 결과와 제조 및 폐기단계별로 각 공정의 결과를 요약하여 제공해 준다.

④ 주요 이슈 분석

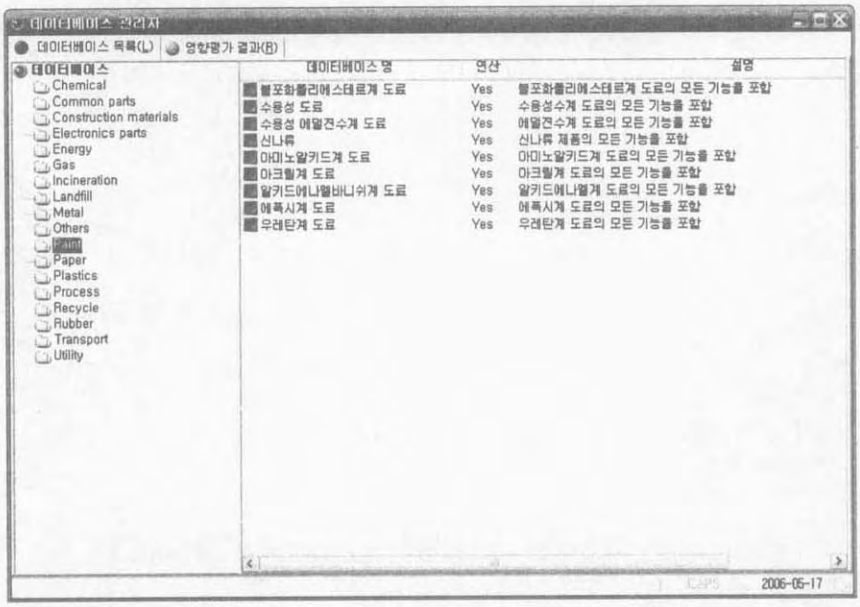
프로젝트 전체가 연산이 완료되면 포함된 공정 중에서 환경부하가 가장 큰 상위 다섯 개의 공정을 선정하여 표시하는 기능이다. 주요 이슈 분석 기능은 전체, 제조 및 폐기 단계별로 상위 다섯 개의 공정을 요약하여 보여준다. 사용단계는 공정별 구성요소가 존재하지 않으므로 주요 이슈 분석에서 제외된다.



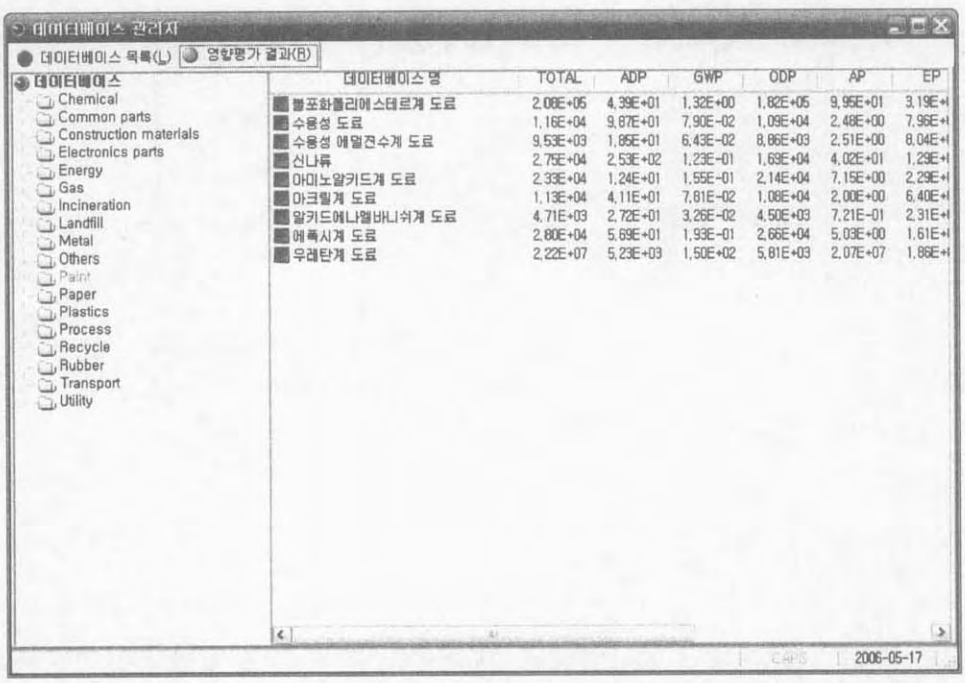
<그림 3-46> 주요 환경영향 이슈 분석 화면

(라) 데이터베이스 메뉴

데이터베이스 메뉴에는 데이터베이스 관리자를 호출할 수 있는 명령이 있다. 데이터베이스 관리자를 통하여 **RACE**에서 사용하는 물질별, 공정별 **LCI** 및 전과정평가 데이터를 관리한다.



<그림 3-47> 데이터베이스 관리자의 데이터베이스 목록 예시 화면



<그림 3-48> 데이터베이스 관리자의 영향평가결과 예시 화면

데이터베이스 관리자는 크게 데이터베이스 목록 탭과 영향평가 결과 탭으로 구성된다. 먼저 데이터베이스 목록 탭에서는 좌측의 데이터베이스 분류에서 선택한 폴더에 포함된 데이터베이스의 목록을 제공한다. 이 화면에서 새로운 폴더의 생성, 폴더의 삭제 및 폴더명 변경, 새 데이터베이스의 추가, 데이터베이스 삭제 및 데이

터베이스명 변경 등의 작업을 수행할 수 있다. 영향평가 결과 탭에서는 각 데이터베이스의 영향평가 결과를 제공한다. RACE에서 LCI DB를 사용하기 위해서는 이 데이터베이스 관리자에서 해당 LCI DB의 연산을 수행하여 전과정평가 결과를 도출해 내어야 한다.

4. 전동차 에코효율성 평가 소프트웨어 기본 설계

가. 전동차 에코효율성 평가 소프트웨어 설계 시 고려 사항

(1) 에코효율성 평가 소트트웨어의 사용자 및 활용자 분석

본 연구의 최종 목표인 소프트웨어 개발 시, 그 결과가 최초 의도한 목표대로 수행되기 위해서는 기본 설계 시 실제 사용자와 결과의 활용자가 누구인지를 고려하여야 한다.

(가) 사용자 측면

본 사업의 1차년도에 조사된 전과정평가 수행 결과의 사용자와 마찬가지로 개발될 에코효율성 평가 소프트웨어의 사용자는 각 철도관련 제품설계자, 공정관리자 등이 주사용자일 것으로 추측한다. 이 사용자들은 대부분 전과정평가 및 에코효율성에 대한 전문가적 수준은 아니라고 판단되고, 업무의 시간적 효율성을 높일 수 있도록 기 저장된 공정을 호출하여 사용할 수 있어야 한다.

(나) 활용자 측면

에코효율성 평가 방법론 개발 시 전동차의 에코효율성 평가는 홍보용과 설계자용으로 구분하여 방법론을 개발하였다. 이는 소프트웨어 개발을 통해 얻은 결과를 소비자와 내부 이해관계자(정부, 지역 주민, 주주 등)에게 전동차의 에코효율성에 대한 평가 결과를 홍보하는 역할을 할 수 있어야 하며, 제품 설계 시 환경친화적이고 비용 효율적인 제품 개발을 위한 툴을 제공할 수 있어야 한다.

(2) 에코효율성 평가 소프트웨어 설계 시 고려사항

에코효율성 평가 소프트웨어의 설계에는 다음의 사항을 고려하여 사용자가 손쉽게 그 결과를 얻을 수 있도록 하였다.

• 기 수행된 전과정평가 모듈과의 연계성을 고려한 소프트웨어 개발

- 에코효율성 평가 시 전과정평가 수행 결과를 활용하므로, 전과정평가 수행 모듈과의 상호 연계성을 부여한 공용 데이터베이스를 구축하여 별도의 사용자 작업(데이터 입력 등)을 배제

• 다양한 서비스 및 환경성 평가 지수의 제공

- 제품의 환경성 및 경제성 평가를 위한 지표뿐만 아니라 제품의 안전성 및 내구성 등 사회적 측면의 지표 Pool 제공을 통하여 다양한 에코효율성 평가 결과를 도출하도록 하며, 제품 및 부품의 지속가능성 평가가 수행될 수 있도록 지원

• 공용 데이터베이스와 사용자 추가 데이터베이스를 제공

- 본 사업을 통해 구축될 에코효율성 지수 데이터베이스와 사용자가 신규로 데이터베이스를 추가할 수 있도록 구성하여 제품 및 부품의 에코디자인 수행이 가능토록 설계

• 사용자 인터페이스 강화

- 전과정평가 수행 모듈과 마찬가지로 에코효율성 평가 소프트웨어가 전과정평가 및 관련 전문가만이 활용한다는 개념 탈피
- 기 저장된 부품/공정 호출에 의한 공정 구성

• 결과 분석 및 조회

- 평가 대상 지정 후 에코효율성 평가 수행 결과의 조회/분석
- 손쉬운 제품/공정간 에코효율성 비교

나. 전동차 에코효율성 평가 소프트웨어 기본 설계

본 연구에서는 전동차의 에코효율성을 평가하기 위한 방법론으로 소비자 및 내부 이해관계자를 위한 홍보용 에코효율성 평가기법과 전동차 설계자를 위한 설계자용 에코효율성 평가기법을 제시하였다. 본 장에서는 개발된 전동차 에코효율성 평가 방법론에 따라 소프트웨어 설계를 위한 기본 운영 로직 및 데이터베이스 설계 방향을 제시하였다.

(1) 에코효율성 평가 알고리즘

본 연구에서 개발한 에코효율성 평가 방법론에 따라 소비자 및 내부 이해관계자가 그 목적에 따라 에코효율성을 평가하기 위한 Tool을 제공하도록 한다.

기본적인 전동차의 에코효율성 평가 수행 절차는 다음과 같다.

① 에코효율성 평가 목적 정의 : 대상 청중을 결정, 에코효율성 평가 방법 결정

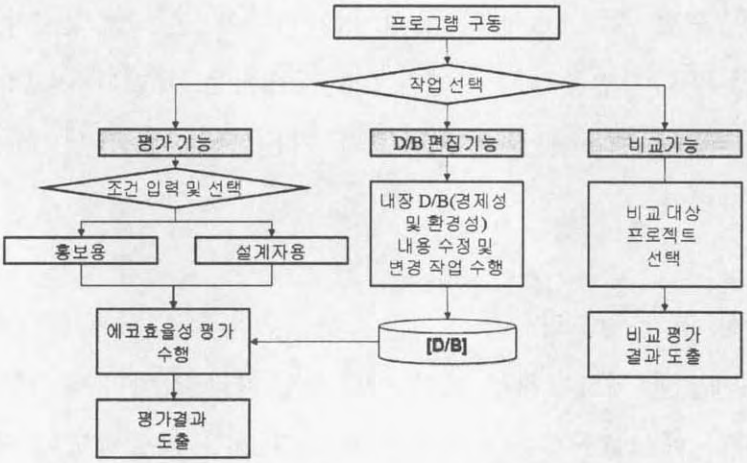
② 에코효율성 평가 대상 선정 : 전동차 1량, 공조기, 대차 등 에코효율성 평가 대상을 선정

③ 에코효율성 평가 지수 선정 : 대상 제품의 서비스 제공 수준을 나타내는 인-킬로 단위 및 이의 운영을 통한 연간 매출액 기여값 중 평가 방식을 선정

④ 에코효율성 평가 : 환경성 평가 모듈의 결과값을 호출하여 사용자가 입력한 에코효율성 평가 기준 정보와 결합 최종적인 에코효율성 지수값을 산출

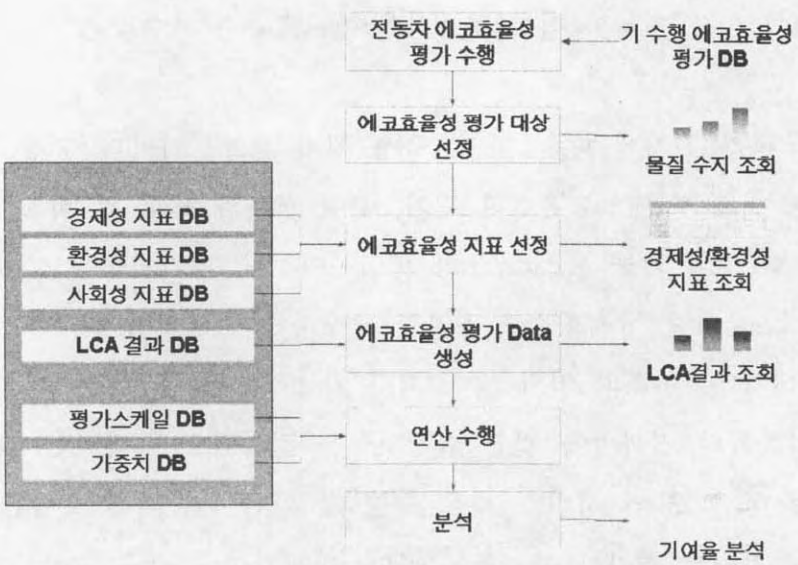
에코효율성 평가 절차에 따른 에코효율성 평가 소프트웨어의 수행 로직은 <그림 3-49>와 같이 크게 에코효율성의 평가, 수행 결과의 조회 및 비교, 데이터베이스 편집 및 조회 등의 기능 제공을 통하여 이루어진다. 평가기능은 실제 신규 대상 제품 및 서비스에 대해 에코효율성 평가를 수행하는 기능이며, 데이터베이스 편집은 기구축된 데이터베이스의 입력 및 조회가 가능하도록 한 기능이다. 이 때 데이터베이스는 전동차의 전과정에 걸친 환경영향을 정량적으로 파악한 환경영향평가 결과와 본래의 목적기능인 서비스 제공 수준 및 연간 매출액을 포함한 개념의 전동차 부품 지속가능성 평가가 가능토록 한다. 비교기능은 신규 수행한 에코효율성 평가결과와 기 평가된 에코효율성 평가 결과의 비교를 통하여, 에코디자인의 툴로

써 활용이 가능하다.



<그림 3-49> 전동차 에코효율성 평가 알고리즘

에코효율성 평가 기능은 <그림 3-50>과 같은 흐름에 의해 수행된다. 홍보용 및 설계자용 에코효율성 평가 기능 선택 후 평가 에코효율성 평가 대상을 선정하여 에코효율성 평가를 수행하며, 에코효율성 평가 지수 DB 및 전과정평가 수행 결과 DB와 연계되어 에코효율성 평가가 수행된다.



<그림 3-50> 전동차 에코효율성 평가 모듈 기본 설계 모형

(2) 데이터베이스 설계

홍보용 에코효율성 평가방법의 경우, 전동차의 전과정평가 수행결과를 기준으로 평가가 이루어지기 때문에 기 상세 설계된 전과정평가 수행 모듈의 데이터베이스와 서로 연계성을 갖게 설계되어야 한다.

◦ 사용자 공용부품 데이터베이스 : 홍보용 및 설계자용 에코효율성 평가 수행결과를 입력, 호출하여 기 수행된 에코효율성 평가 결과를 조회할 수 있다.

◦ 내장 공용지표 데이터베이스 :

- 본 사업의 차기년도에 구축 예정인 홍보용 및 설계자용 에코효율성 평가 지표에 대한 데이터베이스를 조회할 수 있다.

◦ 사용자 추가 지표 데이터베이스 : 기본적으로 내장되어 있는 공용지표 데이터베이스 외에 사용자가 공용지표 데이터베이스 생성 및 삭제할 수 있도록 되어 있다.

◦ 전과정평가 결과 데이터베이스 : 전과정평가 수행모듈과 연계되어 홍보용 에코효율성 평가 시 데이터를 호출하여 에코효율성 평가를 수행하도록 한다.

종 류	사용자 편집	구조/내용
사용자 공용부품 데이터베이스	가능	기존 에코효율성 평가 수행자가 에코효율성 평가 수행을 통해 축적된 D/B
내장 공용 지표 데이터베이스	직접편집 불가능	본 사업을 통해 사용자스케일과 가중치가 확정된 경제성, 환경성 에코효율성 지표 D/B
사용자 추가 지표 데이터베이스	가능	사용자 정의 공용지표 D/B
LCA 결과 데이터베이스	직접편집 불가능	LCA 수행 모듈에서 구축된 LCA 결과 D/B

<그림 3-51> 전동차 에코효율성 평가 소프트웨어의 DB 구조

다. 개발 소프트웨어 주요 특징

개발할 에코효율성 평가 소프트웨어는 다음과 같은 기능을 부가하여 에코효율성 평가에 대한 전문지식이 없는 사용자도 활용할 수 있도록 구성할 예정이다.

(1) 전과정 단계별 평가결과 도출

현재 상세 설계된 전과정평가 모듈의 경우, 초기값 입력 시부터 제조단계, 사용단계, 폐기단계로 구분된 결과를 산출할 수 있도록 설계되어 있다. 에코효율성 평가 수행에서도 각 단계별 에코효율성 평가 결과뿐만 아니라 전체 통합결과를 도출할 수 있도록 한다.

(2) 차량의 구조를 이미지로 표현하여 직관성을 높임

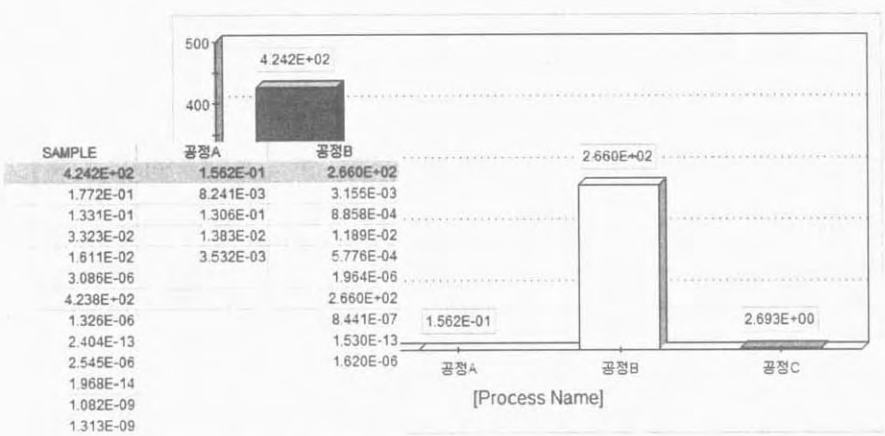
부품 또는 차체를 이미지로 표시한 사용자 인터페이스를 채택하여 평가하고자 하는 부품의 신속한 선택 등의 사용 편이성을 높여, 처음 에코효율성 평가 소프트웨어를 접한 사용자의 이해를 돕고자 한다.

(3) 내장 데이터베이스

공용부품, 물질, 에너지 및 운송으로 구분된 데이터베이스를 내장하고, 공용부품 데이터베이스는 평가 스케일과 가중치가 설정되어 있어 추가적인 데이터의 입력 없이 에코효율성 평가가 가능토록 한다.

(4) 비교, 주요이슈 도출 및 보고서 작성 기능

에코효율성 평가결과의 비교, 주요이슈(**Key Issue**) 도출 및 전체 평가결과 보고서 작성기능으로 사용 편이성 증대하고자 한다.



SAMPLE	공정A	공정B
4.242E+02	1.562E-01	2.660E+02
1.772E-01	8.241E-03	3.155E-03
1.331E-01	1.306E-01	8.858E-04
3.323E-02	1.383E-02	1.189E-02
1.611E-02	3.532E-03	5.776E-04
3.086E-06		1.964E-06
4.238E+02		2.660E+02
1.326E-06		8.441E-07
2.404E-13		1.530E-13
2.545E-06		1.620E-06
1.968E-14		
1.082E-09		
1.313E-09		

<그림 3-52> 비교 및 주요 이슈 도출 기능 예시

(6) 데이터 내보내기 및 불러오기 기능

기존 외부 데이터 파일에서 일부분 및 전체 내용을 가져와 현재 편집 중인 프로젝트에 추가하는 기능으로 신속한 편집 및 평가결과의 도출이 가능토록 한다. 또한 기존 데이터베이스 또는 데이터 파일의 내용을 일정한 형식을 가진 파일 형태로 내보내는 기능을 부가한다.

5. 전동차 환경성 및 에코효율성 평가 소프트웨어 통합

가. 전동차 전과정평가 모듈 수정 및 보완

(1) 전과정평가 모듈의 기능수행 완전성 검토

전과정평가 방식은 국제표준화기구(ISO)에서 제공하는 14040 시리즈에서 규정된 표준 수행 절차에 의하여 진행된다. 이에 따라 전과정평가 수행 소프트웨어의 개발에 있어서도 동 규격에 따른 환경성 평가가 가능하도록 기능 및 포맷을 규정하여야 한다. RACE 소프트웨어의 주요한 개발 취지 중의 하나는 전과정평가에 대한 지식수준이 상대적으로 낮은 비전문들도 활용할 수 있도록 이해와 사용이 용이한 소프트웨어를 제작하는 것이었으며, 이에 따라 상당히 간략화된 형태의 소프트웨어 형식을 갖추고 있으나 국제규격에 따라 수행할 수 있도록 설계 시 규격 참조를 수행하였다. 2차년도 연구에서 개발된 전과정평가 모듈에서 목적 기능이 완전하게 구현되는지에 대한 평가와 실제적 사용을 통하여 기능 검토를 수행하였으며, 동작 중 발생되는 일부 오류들은 버전 업데이트를 통하여 지속적으로 보완하여 왔다.

(2) 전과정평가 모듈의 부품 LCI 데이터베이스 구축범위 확장

현재 국가 LCI 데이터베이스는 산자부와 환경부에서 제공하는 화학물질, 고분자물질, 금속 및 비금속 재료, 광물자원, 수송 데이터 등을 포함하여 기초물질 수준에서 구축되어져 있으며 국내에서 개발된 범용 전과정평가 소프트웨어들은 이러한 데이터베이스를 내장하고 있다. 데이터베이스는 전과정평가 수행의 완전성을 높이고 신뢰성을 확보할 수 있도록 가급적 넓은 범위에 걸쳐 상세하게 이루어지는 것이 바람직하다. 전 세계적으로 볼 때 우리나라의 데이터베이스 구축 수준이 열악하다고 단정 짓기는 어려우나, 추가적인 데이터베이스 구축 작업은 제품 수준에서의 환경성을 가장 과학적이고 정교하게 평가할 수 있는 전과정평가를 수행하기 위한

전제조건에 해당되므로 반드시 이루어져야 한다.

	A	B
1	프로세스 정보	
2	1. 프로세스 설명	
3	(1) 프로세스 설명	
4	2. 프로세스 분류	
5	(2) 프로세스 명칭	
6	(3) 명명규칙	
7	3. 기준 참조량	
8	(1) 유형	
9	(2) 명칭	
10	(3) 단위	
11	(4) 양	
12	4. 프로세스의 기술적 범위	
13	5. 환산유형	
14	6. 기술	
15	(1) 기술 설명	
16	(2) 기술의 내용 및 기능	
17	(3) 공정도	
18	(4) 프로세스 내용	
19	(가) 포함된 프로세스	
20	(나) 중간재 흐름	
21	1) 출처 프로세스	
22	2) 투입물 및 산출물 출처	
23	3) 투입물 및 산출물 목표지	
24	4) 목표 프로세스	
25	(다) 조업 조건	
26	(라) 수학적 모델	
27	1) 수식	
28	2) 변수명	
29	3) 변수값	
30	7. 유효기간	
31	(1) 시작일	
32	(2) 종료일	
33	(3) 기간 설명	
34	8. 유효지역	
35	(1) 지역 명칭	
36	(2) 지역 설명	
37	(3) 현장	
38	(4) GIS 참조	
39	9. 데이터 취득	
40	(1) 근본추출 절차	
41	(2) 근본추출 현장	
42	(3) 현장 수	
43	(4) 근본 수	

<그림 3-53> 데이터베이스 포맷 - 프로세스 정보

RACE에 내장된 데이터베이스 포맷은 아래 열거된 네 가지 주요 영역으로 구성되어 있다. 그 중 첫 번째는 프로세스 정보로서 어떤 공정의 얼마만큼의 단위를 대상으로 환경성을 평가한 결과를 DB화 하였는지에 대한 일반적 정보 기술에 해당한다. 두 번째는 모델링 및 타당성 확인 결과이다. 프로세스 정보는 데이터베이스에 대한 일반적 정보라고 한다면, 모델링 및 타당성 확인 결과는 각 프로세스의 요구 데이터를 선정한 원칙과 데이터 수집의 경계를 결정짓는 컷오프 기준, ISO 14040s에 규정된 데이터 품질 요건에 대한 기술, 그리고 마지막으로 타당성 평가 정보를 기술하는 것으로 요약된다.

	A	B
1	모델링 및 타당성 확인	
2	1. 개발 목적	
3	2. 정보 출처	
4	3. 모델링 원리	
5	(1) 데이터 선정 원칙	
6	(2) 개조 원칙	
7	(3) 모델링 상수	
8	(가) 명칭	
9	(나) 값	
10	4. 모델링 선택	
11	(1) 기본흐름 제외기준	
12	(2) 중간재 흐름 제외기준	
13	(3) 외부 제외 프로세스 기준	
14	(4) 할당	
15	1) 부산물 할당	
16	2) 할당 설명	
17	(5) 프로세스 확장	
18	1) 확장된 프로세스	
19	2) 프로세스 확장 설명	
20	5. 데이터 품질 설명	
21	6. 타당성 확인	
22	(1) 방법	
23	(2) 절차	
24	(3) 결과	
25	(4) 타당성 확인자	
26	7. 기타 정보	

<그림 3-54> 데이터베이스 포맷 - 모델링 및 타당성 확인

다음은 관리정보로서 데이터베이스의 관리명칭과 작성자, 관리자, 개정이력, 권한 내용 등에 대한 외적조건에 대한 기술이 주요한 기술 내용이 된다. 전과정평가 기법을 통한 환경성 평가에서는 데이터베이스의 최신 업데이트가 중요한 전제 조건 중의 하나이며, 데이터베이스의 범위 및 정밀도가 전과정평가 결과의 상당부분을 결정짓는다고 볼 수 있다. 이에 따라 최근 국가 **LCI** 데이터베이스도 개정 작업이 계획 및 진행 중에 있으며, 동 결과들의 신속한 반영과 이를 통한 신뢰도 향상은 중요한 문제 중의 하나이다. 관리정보에서는 이러한 데이터베이스의 업데이트에 대한 정보들을 기술하여 놓음으로써 평가의 기반이 되는 정보에 대해 명확히 근거를 작성 및 보관하는 작업이 필요하다.

	A	B
1	관리정보	
2	1. 식별번호	
3	2. 등록권한	
4	3. 개정번호	
5	4. 데이터 의뢰자	
6	5. 데이터 생성자	
7	6. 데이터 작성자	
8	7. 작성완료일	
9	8. 출판	
10	9. 저작권	
11	10. 접근제한	

<그림 3-55> 데이터베이스 포맷 - 관리정보

마지막은 전과정목록분석 결과(LCI)의 데이터베이스 포맷이다. 프로세스 정보에서의 기준 참조량에 근거하여 동 제품시스템의 전과정 전반에 걸쳐 투입된 물질과 배출된 물질들의 종류와 양, 데이터 범주, 수송정보 등이 포함되어 있다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	투입물 및 산출물													
2														
3					명칭			양						
4	번호	방향	그룹	환경				단위		배개 변수		관련된 프로세스명		
5					명칭	명칭규격	명칭규격	기호명	설명	명칭	값	기술 목표	수송유형	경로참조
6														
7														
8														
9														
10														

<그림 3-56> 데이터베이스 포맷 - 투입물 및 산출물(1)

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1														
2														
3	문서화				관계식			환경규격화	환경조건	지리적위치	내부위치	특성		
4														
5	데이터수집	수집일	처리	출처	수식	변수명칭	변수값					명칭	단위	양
6														
7														
8														
9														
10														

<그림 3-57> 데이터베이스 포맷 - 투입물 및 산출물(2)

RACE는 간이 전과정평가를 부품 단위로 수행하여 동 평가결과를 반영한 데이터베이스를 내장하고 있으므로, 기초물질 수준에서의 LCI DB를 활용할 여지가 범용 전과정평가 소프트웨어에 비하여 상당히 낮다고 볼 수 있다. 곧, RACE의 핵심적 DB는 국가 LCI DB에서 제공하는 기초물질이 아니라 동 연구과제의 성과물인

부품 단위 LCI DB라고 볼 수 있다. 부품 단위의 데이터베이스 구축 범위가 넓어지고, 중량 대비 컷오프 비율이 높아질수록 완전한 환경성 평가가 이루어질 수 있으며 이를 통한 활용성도 증대시킬 수 있을 것이다.

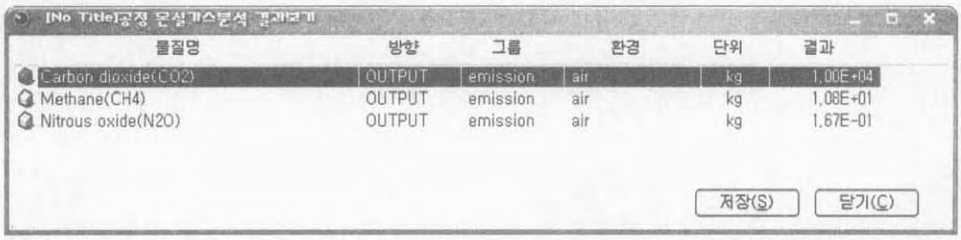
3차년에는 대차, 구체 및 내장재 등에 대하여 간이 전과정평가 수행을 토대로 데이터베이스를 추가적으로 구축하여 소프트웨어의 활용성을 강화하였다. 현재 구축되어 있는 데이터베이스 pool은 다음과 같으며, 향후 추가적인 평가결과가 축적되어 데이터베이스가 지속적으로 업데이트 된다면 더욱 신뢰도 높고, 정밀한 평가결과를 획득할 수 있을 것으로 기대된다.



<그림 3-58> 전동차 주요부품 데이터베이스

(3) 환경적 이슈를 반영한 온실가스 발생량 분석기능 추가

2005년 교토의정서 발효 이후 기후변화를 방지하는 노력이 범국가적으로 확대되고 있으며, 이를 위한 구체적 규제내용들이 책임 등급에 따라 각국에 부여되고 있다. 우리나라는 2013년 이후 2차 의무공약기간이 시작될 때 감축의무를 부담할 것이 현재로서 거의 확실시되고 있으므로, 온실가스에 대한 체계적인 대응이 무엇보다 필요한 시점이다. 우리나라 뿐 아니라 국제적으로도 지구온난화에 대한 대응은 환경적 이슈 중에서도 가장 중요한 것으로 꼽히고 있는 실정이다. 이에 RACE에서는 전동차의 전과정에 걸친 환경영향을 분석하는 본래의 기능에 덧붙여 전과정에 걸친 온실가스 발생량을 계산할 수 있는 기능을 추가하였다.

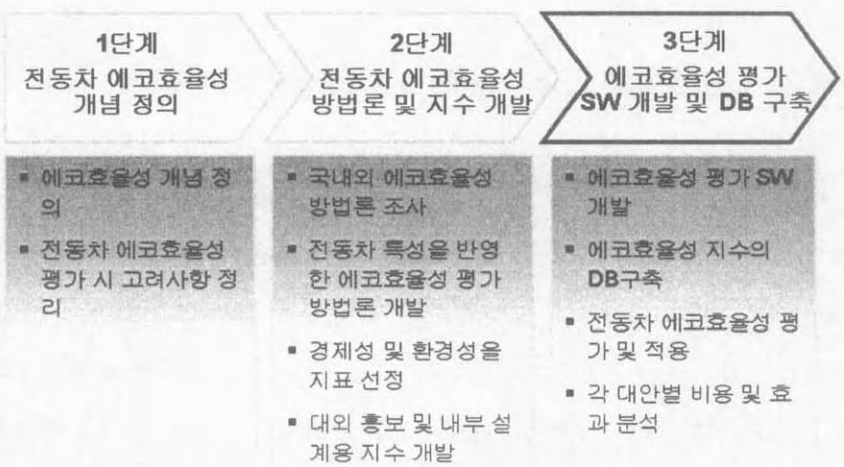


<그림 3-59> 온실가스 분석 결과

이를 통하여 전동차의 특정 부품 및 전체 차량의 제조 시 발생하는 이산화탄소를 포함한 전체 온실가스 발생량을 확인할 수 있으며, 동 산출결과를 토대로 에코효율성을 산출해낼 수 있다.

나. 전동차 에코효율성 평가 모듈 개발

1차년도에서는 전과정평가 소프트웨어 개발을 위한 전과정평가 수행 기법을 분석하였으며, 전과정평가 수행 소프트웨어의 벤치마킹을 통하여 개발될 전과정평가 및 에코효율성 평가 통합 소프트웨어 중 전과정평가 수행 소프트웨어 로직 개발에 참고하였다. 2차년도에서는 1단계로 전동차의 에코효율성 평가에 대한 개념 정의가 이루어졌으며, 2단계로 전동차의 에코효율성 평가 방법론 및 지수의 개발이 이루어졌다. 아울러 에코효율성 평가 소프트웨어 개발 및 DB 구축을 위한 소프트웨어 로직 개발, DB 설계 등의 기본설계가 이루어졌다.



<그림 3-60> 에코효율성 평가 체계 구축 절차

2차년도에는 전동차의 에코효율성 평가 소프트웨어 개발을 위한 기본설계 작업을 수행하였으며, 이를 위해 에코효율성의 평가 기법 동향을 살펴보고, 국내외에 개발된 에코효율성 평가 소프트웨어를 분석하여 향후 개발될 통합 소프트웨어의 로직 개발에 참고하였다. 최종연도인 3차년도에는 2차년도에 개발된 에코효율성 평가 지수를 산출해 내기 위한 에코효율성 평가 모듈의 상세설계 및 개발 구현을 수행하였으며, 환경성평가 모듈과의 통합을 수행하였다.

단 계	세 부 내 용
전동차의 전과정평가 모듈 개발 전동차의 에코효율성 평가 모듈 개발	•전동차 특성 반영을 통한 기존 LCA 소프트웨어와의 차별성 및 목적적합성 확보 •국제 표준 규격 반영을 통한 국제 규격과의 통일성 및 일관성 확보 •직관적 이해 가능성 제고를 통한 실질적 활용도 증대 •기능조작의 편이성을 고려 사용자 지향형 인터페이스 구성
통합 에코효율성 평가 소프트웨어 개발	•전과정 평가 모듈과 에코효율성 평가 모듈의 통합 •친숙한 인터페이스와 목적기능의 완전한 구현 동시 달성
통합 에코효율성 평가 소프트웨어 교육 및 세미나 개최	•통합 에코효율성 평가 소프트웨어 사용법 교육 및 매뉴얼 제작 •세미나 및 공청회를 통한 현업 담당자및 관련 연구기관의 의견 수렴
통합 에코효율성 평가 소프트웨어 홍보	•개발 완료 후 활용자층 확보 및 성과의 공유와 홍보 주력 •타 산업 관련자 포함 성과물의 적용범위 확대 방안 마련

<그림 3-61> 3차년도 - 환경성 및 에코효율성 평가시스템 통합 구축

(1) 에코효율성 평가 기능 모듈 개요

종래까지 전동차의 환경성을 평가할 때에는 운영 측면에 초점이 맞추어진 배기가스의 배출특성에 관련된 연구들이 주류를 이루어 왔으며, 따라서 주요한 환경영향이 배출가스의 종류와 양을 분석한 환경부하 분석 수준에 그쳤다고 볼 수 있다. 본 연구를 통하여 개발된 환경성 및 에코효율성 평가 소프트웨어는 공정 중심에서 제품 중심으로 변화하고 있는 환경성 관리 동향을 반영하여 전동차 1량(이상도 가능) 및 각 부품의 경제적/환경적 측면을 분석하고 에코효율성을 정량적으로 산출해 낼 수 있도록 설계되어 있다. 전과정평가 모듈은 전동차의 환경성을 평가해보고자 하는 전동차 운영사 및 제작사의 실무자 및 의사결정권자, 국가 교통정책 의사결정자, 일반 소비자 등 매우 다양한 계층에서 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 도출된 에코효율성 평가 모듈에는 일반소비자 및 전동차 운영사의 내부관계자 등을 주요한 대상으로 하여 규정된 지수를 평가해 낼 수 있는 연산 로직이 내장되어 있다.



<그림 3-62> 에코효율성 평가 모듈 메뉴 구성

(2) 에코효율성 평가 모듈의 지수형태별 요구 데이터 정의

앞서 언급한 바와 같이 에코효율성의 평가 기능은 일반소비자 및 내부관계자를 주요한 활용자로 설정하였으며, 각각의 지수에서 어떠한 기준에 따라 에코효율성을 평가하는지에 따라 필요로 하는 데이터의 종류가 구별되어 진다. 다음은 각각의 평가방법에 따라 에코효율성 평가를 수행할 때 요구되어지는 데이터의 종류를 열거한 것이다.

(가) 일반소비자 대상 평가지수

일반 소비자를 목적대상으로 하는 평가지수의 기준 정보는 서비스 총량의 개념으로서 다음과 같은 수송서비스의 제공 수준 및 환경성에 대한 데이터가 필요하다.

• 환경적 측면

- 전과정 영향평가 결과 : 전동차의 환경성을 평가한 결과로서 규정된 영향범주

별로 미치는 잠재적 환경영향을 정량화한 값

• 경제적 측면

- 영업거리 : 평가대상 전동차의 연간 수송거리

- 연간수송인원 : 정의된 영업거리를 운행하면서 수송 서비스를 제공받은 승객의 수

- 차량보유대수 : 평가대상 전동차의 수를 의미하며, 이를 통해 전동차를 확장한 한 개 노선에 대한 평가가 가능

(나) 내부관계자 대상 평가지수

내부관계자를 목적대상으로 하는 평가지수의 기준 정보는 수송서비스의 제공을 통한 경제적 수익 증대의 개념으로서 다음과 같은 경제적 수익 및 환경성에 대한 데이터가 필요하다

• 환경적 측면

- 전과정 영향평가 결과 : 전동차의 환경성을 평가한 결과로서 규정된 영향범주별로 미치는 잠재적 환경영향을 정량화한 값

• 경제적 측면

- 운송 수입 : 전동차 1량을 운행함으로써 연간 벌어들이는 평가대상 노선의 평균 매출액 기여값

- 차량보유대수 : 평가대상 전동차의 수

(3) 에코효율성 평가 모듈의 요구데이터 획득 방식

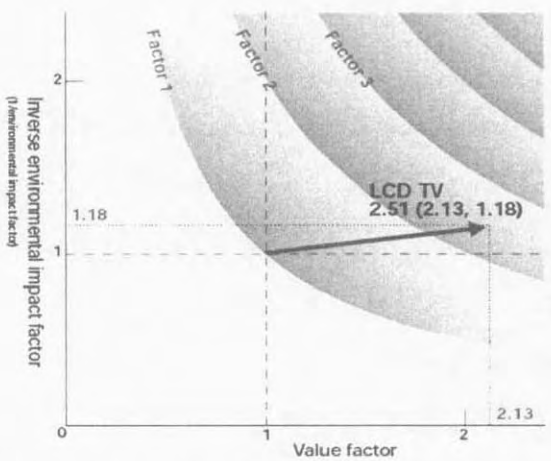
에코효율성 평가 모듈은 기본적으로 전과정평가 수행 결과를 토대로 하여 필요로 하는 목적에 맞게 경제적 개념을 추가하여 최종적인 환경성 및 경제성 평가 결과를 산출하는 기능을 제공한다. 따라서 기본적으로 기존에 간이 전과정평가 수행을 토대로 구축된 데이터베이스의 값을 호출하여 사용할 수 있도록 설계되었다. 환경성 평가를 RACE에서 직접 평가하여 그 값을 호출할 수도 있으며, 또한, 기존의 범용 전과정평가 소프트웨어에서 수행되었거나 데이터베이스의 구축 범위 밖의 값들을 활용할 수도 있도록 사용자가 직접 환경영향을 입력할 수 있도록 입력기능을 구성하였다.

(4) 에코효율성 평가 기능 설계 및 구현

(가) 에코효율성 평가 결과의 최종 산출 형태

RACE에서 평가된 최종적인 에코효율성은 평가기준 부품 및 전동차 대비 평가대상 부품 및 전동차의 에코효율성 비율을 나타낸 것이다. 이른바 'Factor X'라는 개념으로 불리고 있는 이 방법론은 현재 유럽 및 일본에서 가장 활발하게 도입 및 사용되어지는 개념으로서 특히 일본에서 가장 활발하게 사용 중인 것으로 알려져 있다. 국내의 경우 교통수단에 대한 에코효율성을 평가하여 Factor 개념으로 평가한 시도는 아직까지 없었던 실정이다. <그림 3-63>은 일본의 전자제품 제조회사인 도시바사에서 LCD TV에 대하여 에코효율성을 평가하여 공개하고 있는 내용이다.

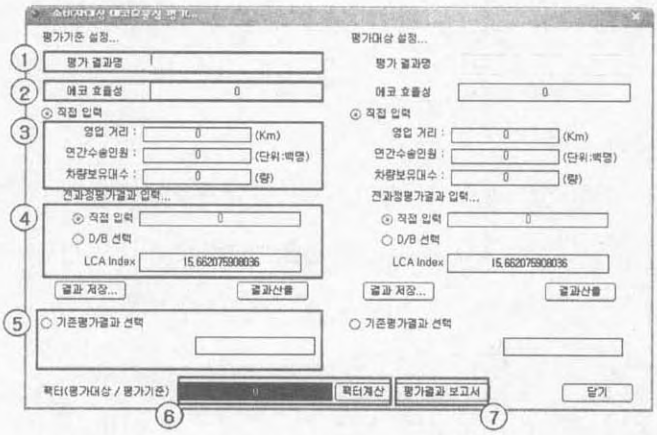
X축에는 도시바사가 자체적으로 규정한 제품의 기능성을 경제적 부가가치로 평가한 결과를, Y축에는 환경영향을 평가한 결과를 나타내고 있다. 동 평면상에 녹색으로 표시된 분수함수 형태의 곡선은 평가대상/평가기준으로 계산한 Factor값이 같은 점들을 연결한 일종의 무차별 곡선에 해당한다. 예시에서는 최종적인 에코효율성 평가 결과를 Factor로 나타내었을 때, 2.51이라는 값으로 평가되어 졌으며 이는 기준연도 대비 평가대상연도의 제품이 환경성 및 경제성을 같이 고려하였을 때, 2.51배 향상되었음을 의미하고 있다. 또한, 화살표인 벡터의 방향성을 통하여 환경성 및 경제성에서 어떤 측면으로 더욱 발전이 이루어졌는지를 확인할 수도 있다. y=x라는 1차원 직선을 경계선으로 하여 그림의 벡터는 우측에 위치하게 되므로, 이는 경제적 가치의 향상 정도가 환경영향의 개선 정도에 비하여 더욱 우수함을 추정할 수 있다.



<그림 3-63> 에코효율성 평가 결과 도시 예(도시바)

(나) 일반소비자 대상 에코효율성 평가 기능

일반소비자를 대상으로 하여 에코효율성을 평가할 때에는 평가대상 전동차의 본질적 기능인 수송서비스 제공의 양적 수준에 초점을 두어 설계하였다. 본 평가에서는 전동차 현 수준에서의 에코효율성을 평가할 수 있는 것은 물론, 전동차의 각 부품 및 1량 전체의 에코효율성이 어떻게 개선되고 있는지를 파악할 수 있는 도구로서 활용이 가능할 것이다. 또한 타 교통수단에 대한 평가가 동시적으로 이루어 질 수 있는 여건이 마련될 때 각 교통수단별로 동일한 환경영향을 유발하면서 제공하는 수송서비스의 양을 비교할 수 있도록 해주는 근거 데이터를 확보할 수 있게 될 것이다. 혹은 동일한 경제적 가치(수송서비스 제공량)를 창출해내기 위해 희생된 환경영향을 전동차 자체에서의 시계열 분석은 물론 타 교통수단과의 비교 목적에도 활용될 수 있다.



<그림 3-64> 소비자대상 에코효율성 평가 모듈

에코효율성 평가 기능창은 상기 <그림 3-64>과 같은 구조로 구성되어 있다. 각각의 입출력 정보 및 기능을 설명하면 다음과 같다.

① 평가 결과명의 입력

에코효율성의 부품 및 차량 평가수행 파일을 저장할 때의 파일명 입력란으로서 하나의 평가 결과가 그 자체로 데이터베이스로 활용될 수도 있게 된다. 파일명을 입력한 후 하단의 '결과 저장' 버튼을 클릭하게 되면 저장파일이 생성된다.

② 에코효율성 평가결과 출력란

에코효율성 계산의 요구데이터들을 입력한 후 결과값이 산출되는 창이다. 이 값은 각각의 부품 혹은 차량의 단독적인 에코효율성 평가 결과로서 우측의 비교대상 제품과의 에코효율성 평가결과를 Factor X의 개념으로 적용하기 이전의 상태값을 의미한다. 따라서 본 값은 그 자체로서의 아무런 의미를 갖지 않으며, 신·구 차량 및 부품의 비교를 위한 기본데이터로서 기능할 뿐이다. 하단의 '결과 산출' 버튼을 클릭하면 비교기준 전동차 및 부품의 에코효율성 평가 결과가 연산되어 출력된다.

③ 기준정보 직접입력란

상기에서 정의된 경제성 및 환경성 요구데이터들을 직접 입력하는 란이다. 경제성과 관련된 개념으로서는 영업거리, 연간수송인원, 차량대수를 입력하는 란이 설정되어 있으며, 본 값들은 상기 항목 ②의 에코효율성 결과를 산출할 때의 산출식에서 분자 부분에 대입되어 계산에 활용되어 진다.

④ 전과정평가 결과 입력란

전과정평가 결과 입력란은 앞 서 개발된 전과정평가 모듈의 환경성 평가 결과를 호출하여 바로 활용할 수 있도록 해 주는 'DB 선택'에 의한 방법과 필요에 따라 작업자가 직접 입력하는 방식인 '직접 입력' 방식으로 구분되어 진다.

• DB 선택 방식

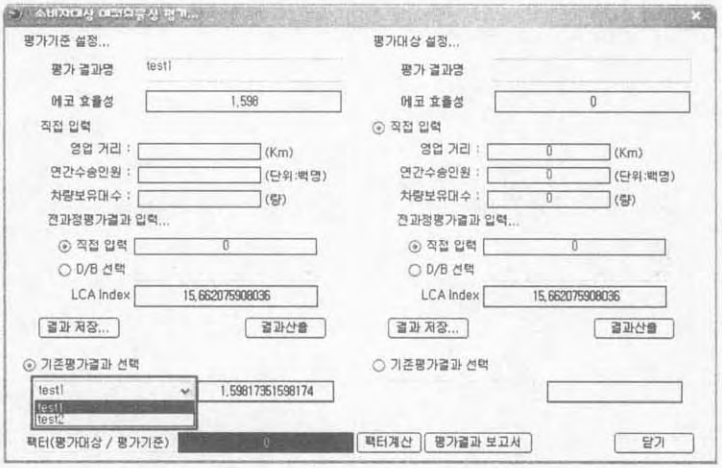
- 부품 단위의 환경성 평가 결과를 대입하여 에코효율성을 평가할 때 주로 활용하는 방식

• 직접입력 방식

- 전체 차량의 환경성 평가 결과를 대입하여 차량의 에코효율성을 평가하거나 타 교통수단의 평가결과를 입력함으로써 RACE를 통해 에코효율성만을 산출하고자 할 때 유용하게 활용할 수 있음

- 본 특성을 활용하여 타 교통수단에 대하여도 전과정평가를 수행할 경우 전동차와의 에코효율성을 비교할 수 있게 해줌

⑤ 기존 평가결과(에코효율성) 선택 메뉴



<그림 3-65> 평가결과의 저장과 불러오기

기존 평가결과 선택 메뉴는 기존에 에코효율성을 평가한 결과를 신속하게 불러내어 활용할 때 쓰이는 것으로서, 전과정평가 결과를 DB화하여 기존 평가결과를 호출하여 사용하는 방식과 동일한 것이다. '기존평가결과 선택' 버튼을 클릭하게 되면 이미 평가한 결과를 저장하여 놓은 파일들이 drop-down 방식으로 선택 가능하게 구성되어 있기 때문에 기존 평가결과를 저장하여 활용하게 되면 직접 입력하는 것보다 신속하게 원하는 결과를 얻어낼 수 있게 된다. 동 방식은 각각의 작업 파일을 저장하여 놓음으로써 이들의 모임이 자연스레 데이터베이스로 활용될 수 있도록 해주는 방식을 채택한 것이다.

⑥ 팩터 계산

팩터 계산은 <그림 3-65> 중 좌측 섹션의 평가기준 전동차/부품과 평가대상 전동차/부품 각각의 개별적 에코효율성 지수를 산출한 이후 양자 간의 비율개념을 적용한 Factor로 나타낸 결과를 산출할 때 쓰인다. 여기서 구해진 Factor 값은 평가의 기준으로 삼은 전동차 및 부품의 에코효율성을 1로 봤을 때의 비교대상 전동차의 상대적 에코효율성 지수를 나타낸 것으로 해석할 수 있으므로, 1보다 큰 값을 갖게 되면 평가대상 전동차 및 부품이 평가기준보다 에코효율성이 향상됐음을 나타내는 것이며, 1보다 작은 경우 그 반대에 해당된다. 평가 대상 전동차 및 부품을 특정 연도의 특정 노선에 고정하여 놓고, 새로운 부품 및 전동차가 교체될 때마다 평가를 수행하게 될 경우 부품별로 시기별 에코효율성 평가 결과의 추이를 분석할

수 있는 데이터를 확보할 수 있다.

⑦ 평가보고서

평가보고서 작성 기능은 평가에 필요한 입력정보들과 산출값들을 일목요연하게 나타낸 보고창을 팝업시킬 때 쓰이는 버튼이다. 사용자가 직접 입력한 정보와 전과정평가에 의한 환경영향, 에코효율성 지수 및 에코효율성 비교 Factor 등이 통합적으로 제공되는 최종정보 요약 출력창이다. 평가결과보고서 버튼을 클릭하게 되면 다음과 같은 에코효율성 최종 평가 결과가 요약적으로 제시된다. <그림 3-66>은 일반소비자 대상으로 평가한 예시화면으로서 평가자가 입력한 영업거리, 연간수송인원, 차량보유대수의 평가 기준정보와 직접입력 혹은 DB에서 추출한 전과정평가 수행결과, 평가기준 및 평가대상의 에코효율성 및 이들 간의 비율을 나타낸 Factor 수치까지 평가에 필요한 모든 데이터와 최종결과가 하나의 창에 나타내고 있다.

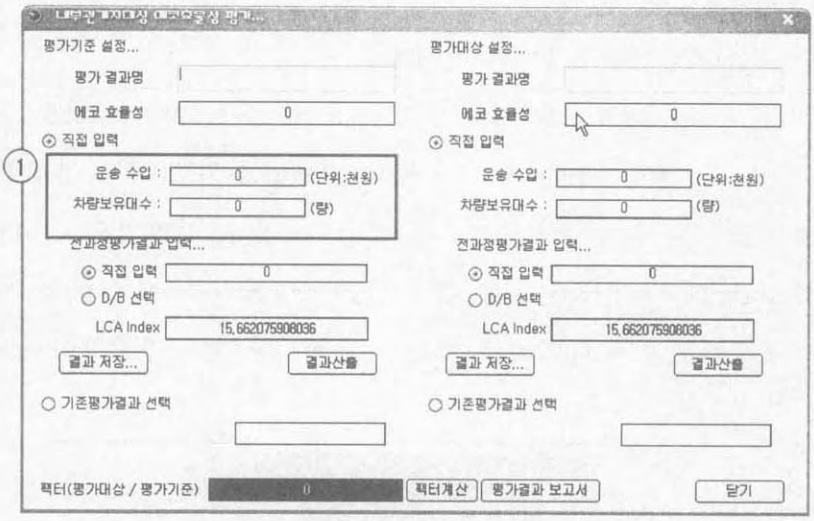


<그림 3-66> 소비자대상 에코효율성 평가보고서 출력

(다) 내부관계자 대상 에코효율성 평가 기능

전동차 운영사 및 제작사의 내부관계자를 대상으로 하여 에코효율성을 평가할 때에는 목적지까지의 승객 수송이라는 서비스를 제공함으로써 획득한 화폐적 이익을 경제적 가치로 보았다. 즉, 매출액을 경제적 가치로 보았으며, 이는 경제적 가치를 수송서비스의 양으로 볼 것인지 시장에서 사용자가 서비스 구매 시 지급된 화폐가치로 볼 것인지의 관점에서 후자를 택한 결과이다. 매출액은 도로 교통수단의 대표적인 것 중 하나인 일반 소형승용차를 비롯 각종 전자제품 등 타 교통수단 및

타산업계에서 가장 활발하게 사용하고 있는 에코효율성 경제 지표 중 하나로서 타 제품 및 타 산업과의 비교를 용이하게 하는 부수적 장점도 가지고 있다.



<그림 3-67> 내부관계자 대상 에코효율성 평가 모듈

① 기준정보 직접 입력란

일반소비자 대상 평가 기능에서와 마찬가지로 경제성 및 환경성 요구데이터들을 직접 입력하는 란이다. 내부관계자 대상 데이터 입력창에서는 경제성과 관련된 개념으로 매출액을 뜻하는 운송수입과 차량보유대수에 대한 입력란이 설정되어 있다. 이외의 입력창들은 일반소비자 대상 기능창과 동일한 데이터를 동일한 방식으로 입력하면 되므로 설명을 생략하기로 한다.

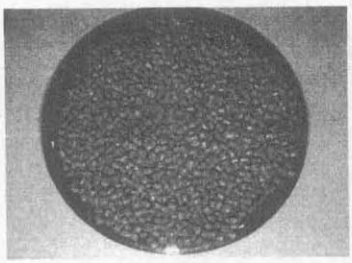
제5절 폐 FRP 재활용 공정

1. 원료의 기본특성

가. Binders

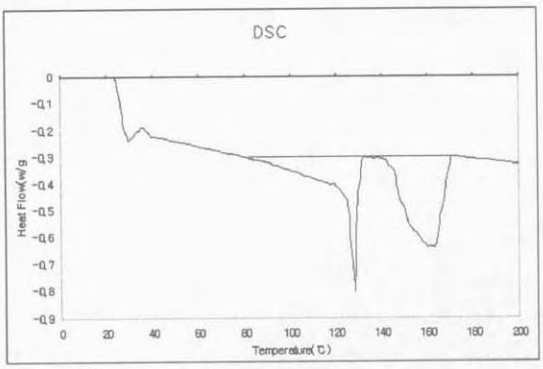
(1) Recycled Polyethylene & Polypropylene

본 연구에 결합제로 사용된 열가소성수지는 **Post-consumer plastic** 재가공 전문업체인 **C&N**케미컬에서 **Polyethylene**과 **Polypropylene**이 70:30%로 혼합된 **chip**상으로 가공된 재생원료를 주로 사용하였고, 이 재생원료들은 일반적으로 **Virgin** 원료에 비해 물성이 다소 낮고 여러 불순물과 각종 첨가제성분의 차이로 **chip** 제반 물성의 변화가 심하여 구성성분의 함량변화에 따른 유동적인 성형조건설정이 필요하다.



<그림 3-68> Recycled Polyethylene & Polypropylene

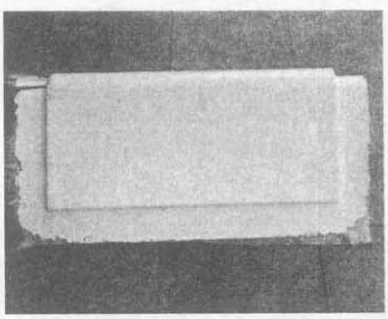
본 복합 재생원료의 기초물성 파악과 성형조건의 도출을 위해 **DSC(Mettle Toledo**사) 시험을 수행한 결과 **Polyethylene**과 **Polypropylene**의 융점으로 판단되는 127.45℃와 164.03℃의 2가지 **Tm(melting point) peak**가 나타났으며, <그림 3-69>는 본 실험의 **DSC** 측정결과를 나타낸 것이다.



<그림 3-69> DSC Curve of Recycled Polyethylene & Polypropylene

(2) 폐 FRP

본 연구는 폐 전동차의 FRP 내장재(의자 및 바닥, 벽체용)를 확보하여 실제 폐기되는 제품을 실험하고자 하였으나, 불용전동차의 폐기 현황 및 폐기 일정상의 문제로 전동차용 내부 판넬을 생산하는 (주)디아이켐사의 제품을 확보하여 실험에 이용하였다. 폐 FRP를 분쇄 또는 분말화하여 재이용할 때에는 원래와 똑같은 성질과 물성을 유지하는 것은 곤란하며, 이는 분말화할 때 유리섬유의 길이가 짧아져 결합력의 저하되고 수지성분의 노화와 열화 등으로 인해 Virgin FRP에 비해 전체적인 물성의 저하는 피할 수 없는 현상이나, 화학적 변화에 의한 결합보다는 고온 가압의 물리적 결합에 의한 새로운 물질의 개발이 기본연구 방향으로서 최종생산품의 규격 및 기준화된 품질기준에 만족하는 성능의 확보에 연구 주안점을 설정하였다.



<그림 3-70> 폐 FRP

나. Fillers

일반적으로 고분자 재료의 충진제라는 것은 고분자 재료의 경직성, 강도, 치수안정성의 증가, 강인성 및 충격, 내구성의 향상, 열 변형 및 내후성의 증가, 기체 및 액체의 투과성 감소, 전기적성질의 변형, 생산성의 향상 및 제조경비의 절감 등의 이유로 사용되어지고 있으며 대부분의 고분자 재료 상품들이 다기능 복합물로 되어 있다. 이 복합물의 물성들은 충진제와 기질 중합체의 물성과 충진제의 형상 그리고 충진제와 기질 중합체 사이의 계면특성에 의해 결정되고, 복합물의 물성변화를 위해서는 계면특성을 바꾸어 복합물의 물성을 향상시킬 수 있다.

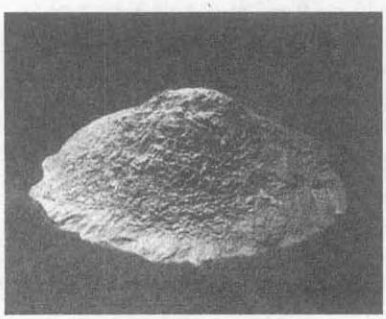
본 연구에 사용된 충진제의 물성 및 특성은 다음과 같다.

(1) Fly ash

Fly ash는 화력발전소의 석탄 연소 시에 발생되는 최종부산물로서 구상으로 진비중이 1.9-2.3 정도이며 1-100 ㎛의 입도를 가지고 고강도 콘크리트제조의 혼화재로 사용되고 있으며, 본 연구에서는 비교적 분말도가 높고 압축강도가 좋은 보령화력발전소의 KS L5405에 적합한 fly ash를 사용하였으며 화학적 성분은 <표 3-44>와 같다.

<표 3-44> Fly ash의 화학적 조성

Ignition Loss	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	Total
other	63.50	28.50	4.21	1.20	0.76	0.30	98.47



<그림 3-71> Fly-ash

(2) 할로겐 난연제

할로겐 화합물은 기체상에서 발생하는 활성 라디칼의 농도를 줄이고 연쇄반응을 정지하여 안정화시키고, 분해 시 불연성 기체를 발생시켜 산소를 차단하여 난연 효과를 가지게 되며, 브롬계와 염소계 난연제가 있다. 종류와 성능은 매우 다양하며 브롬계 난연제인 Decabromodiphenyl oxide (DBDPO)와 Teraboromo Bisphnol A (TBBA) 등이 가장 많이 사용되고 있으나, 환경적인 문제로 할로겐 난연제의 사용은 감소하고 있는 추세이다.



<그림 3-72> 할로겐 난연제(DBDPO)

(3) 무기계 난연제

열에 의해 휘발되지 않으며 분해되어 물, 이산화탄소, 이산화황, 염화수소와 같은 불연성 기체를 방출하게 되며 흡열반응을 한다. 기체상에서는 가연성 기체를 희석시켜 플라스틱 표면을 도포하여 산소의 접근을 방지하고 동시에 고체 표면상의 흡열반응을 통해 플라스틱을 냉각 및 열분해 생성물을 감소시키는 효과가 있다. 수산화알루미늄, 수산화마그네슘, 산화안티몬 등이 수요가 가장 크다.



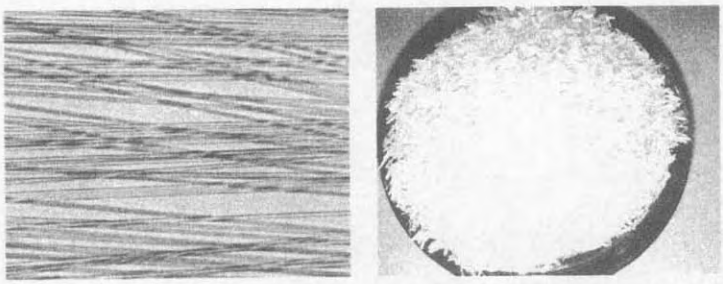
<그림 3-73> 무기계 난연제(산화안티몬)

(4) 인계 난연제

연소할 때 인화합물은 열분해에 의해 폴리메타인산을 생성하고 이것이 보호층을 형성하고 폴리메타인산이 생성될 때의 탈수작용에 의해서 생성되는 탄소피막이 산소를 차단하여 연소를 막는 메커니즘으로서 무기계난연제 보다 적극적으로 환경문제를 해결할 수 있는 친환경적 난연제이다.

(5) 화이버 글라스(Fiber Glass)

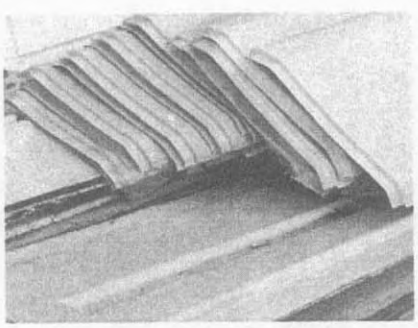
폐 FRP 에는 유리섬유가 일정 함유되어 있으나 분쇄 및 분말화 공정을 통해 짧아진 길이로 강도 성능이 저하를 방지하기 위해 3-6 mm의 화이버 글라스 촙을 첨가하게 된다. 섬유의 지름은 가늘수록 여러 가지 점에서 우수하고, 인장강도도 지름이 가늘수록 강하며, 또 열전도율도 같은 비중의 것으로 비교하면 가늘수록 작아진다.



<그림 3-74> Fiber Glass

2. 성형방법

폐 FRP는 불용전동차의 내장재 확보에 어려움이 있어 전동차 내장재인 내부 판넬 생산업체인 (주)디아이켐사의 완제품을 확보하여 분쇄 및 분말화하였고 이를 이용한 복합성형체를 제조하기 위한 Binder로서 재생 수지(PE 70 % , PP 30 %)를 사용하였다. 기능성 Filler로서는 내구성과 강도향상을 위한 Fly ash와 난연성의 확보를 위해 브롬계 난연제인 DBDPO의 친환경 대체품인 DBDPE와 무기계 난연제인 산화안티몬 및 탄산칼슘을 사용하였다. 결합력의 증대와 강도 향상을 위해 화이버글라스 4 mm 촙을 사용하였다.



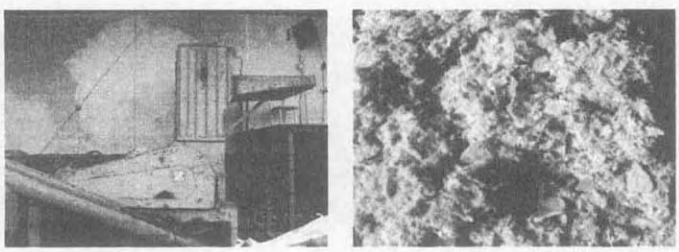
<그림 3-75> 폐 FRP

제조과정 전체의 주요공정을 살펴보면 폐 FRP의 분쇄 및 분말화 공정과 재생수지, fly ash 그리고 난연제 및 보강제의 원료탱크 입고 분류단계를 거쳐 자동계량에 의한 배합 및 균질 혼합과정을 거쳐 혼합된 원료의 압출부를 통한 용융과정, 그리고 용융과정에서 발생된 가스의 제거를 위한 외부의 독립된 Y 호퍼를 통과하고 최종 사출 및 냉각과정을 통해 탈형되는 순서로 제품이 제조된다.

가. 분쇄, 분말화 공정

(1) 분쇄

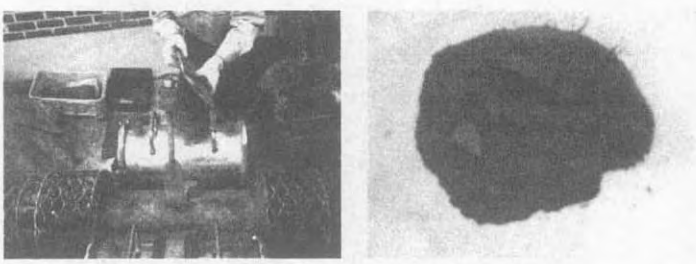
디아이켐사의 FRP 전동차 내장용 판넬(2,000*1,000*5)을 2,000*2,500*1,500 크기의 20HP용량의 파쇄기를 통하여 400*400 정도 크기로 1차 파쇄한 후 1.5 ton/hr, 50HP 재원의 분쇄기를 통하여 약 1-3 ㎝의 크기로 분쇄하였다. 이때 판넬 외부의 금속제 및 섬유 등 기타 이물질은 모두 제거하였으며, 작업과정에서도 이물질이 투입되지 않게 하였다.



<그림 3-76> 폐 FRP 1차 분쇄

(2) 분말화

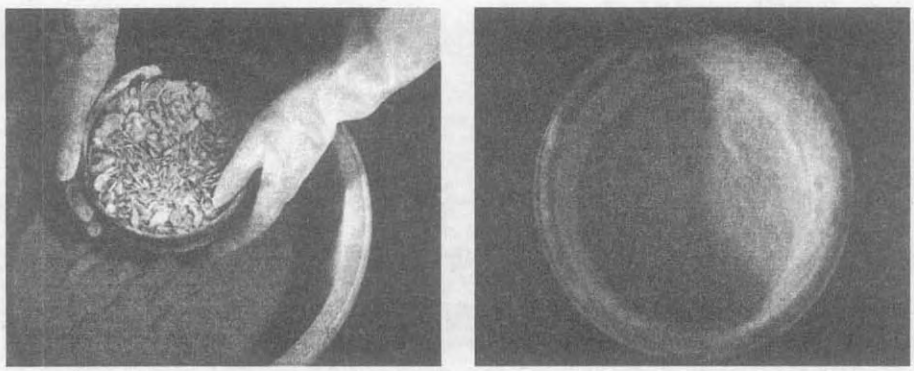
분쇄된 폐 FRP는 충격방식의 햄머 밀 또는 교반 마쇄방식의 볼밀을 통해 분말화 작업을 하였으며 1회 작업의 효율성 저하로 2-3회 반복 작업을 통해 소량의 분말을 얻을 수 있었고, 이를 수십 회 반복하여 FRP 분말을 확보하였다.



<그림 3-77> 폐 FRP 2차 분쇄

(3) Screening

분말화 된 폐 FRP를 입도의 균질성 확보와 타 원료와의 배합시 분포도의 균일성 확보 및 최종 이물질 제거를 위해 300 Mesh로 최종 스크리닝하여 최종 원료로 사용하였다.



<그림 3-78> 폐 FRP Screening

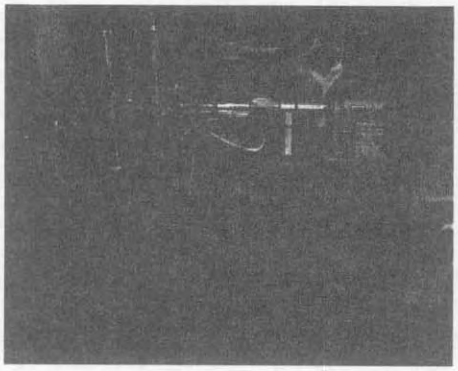
나. 원료의 배합 및 혼합

(1) 파이로트 압출용 배합

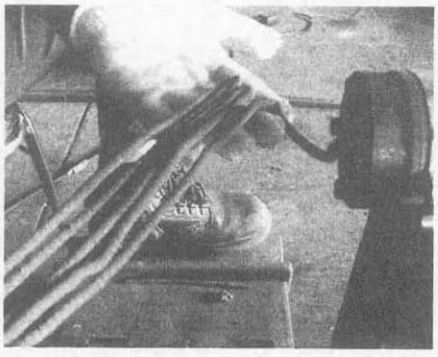
배합원료의 용융온도 설정과 압출가능 여부를 확인하고 압출물의 연신상태와 결합상태를 통해 실제 성형 시의 문제여부를 사전 확인하기 위해 1HP용 파이 로트 압출기를 제작하여 사전 예비시험 용도로 활용하였으며, 기본적인 원료배합은 저울계량으로 작업자의 손으로 배합하여 진행하였고, 여기에 사용한 배합비는 3개 군으로 하였다.



<그림 3-79> 파이로트압출용 배합



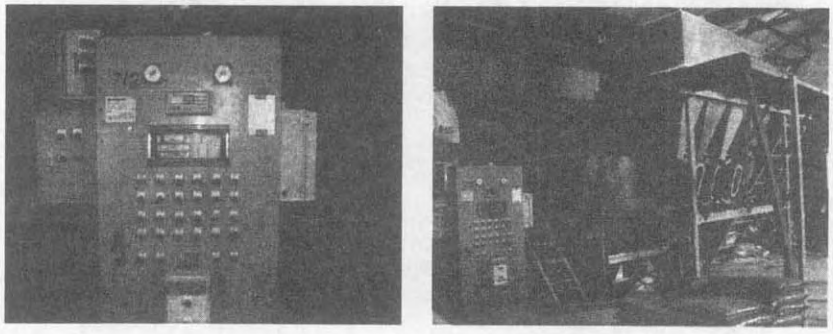
<그림 3-80> 파이로트 시험 압출기



<그림 3-81> 파이로트 압출

(2) 대형 사출 장치용 배합

1,000톤 메인 사출성형용 기계장치에서 배합라인과 용융라인의 과부하 및 운전 리스크를 줄이기 위해 250톤 사출성형장치로 예비 압출 및 사출시험을 하였으며, 250톤 사출 성형 시에는 저울계량의 수배합을, 1000톤 메인 사출 성형 시에는 **Load Cell** 배합장치에 의한 정밀배합과 이중스크류에 의한 균일혼합을 진행하였다.

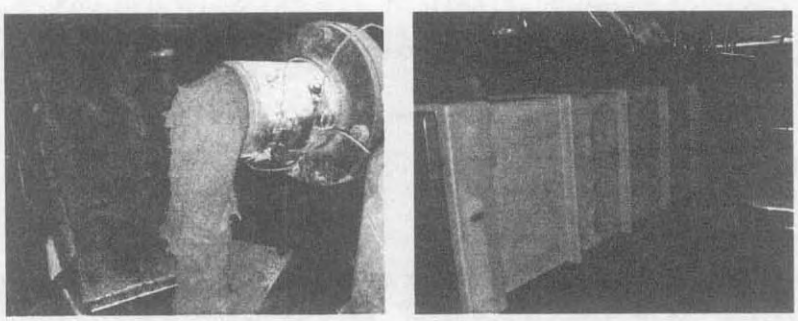


<그림 3-82> 대형 사출 장치용 배합기

다. 용융 및 사출

본 연구에서 활용하고 있는 3개 군의 배합조성물은 일반적인 사출성형으로 찾아보기 어려운 물성으로서 배합 및 혼합 후 압출부에서 용융되는 원료는 높은 무기물의 비율로 고점성을 유지하고 있어 압출부부터 사출부까지 용융 이송하는데 많은 시간이 소요된다. 또한 재생원료와 무기물, 폐 FRP의 원료적 특성으로 다량 발생되는 가스를 용융압출과 사출단계 사이에 외부 독립된 Y 호퍼를 통해 강제 배출시키는 설비가 필요하고, 고점성의 원료를 일정한 수밀성과 강도를 확보하여 사출성형하기 위해서는 형체압이 높아야 하는데, 이를 위해서는 기계장치의 대형화가 필수적으로 필요하다.

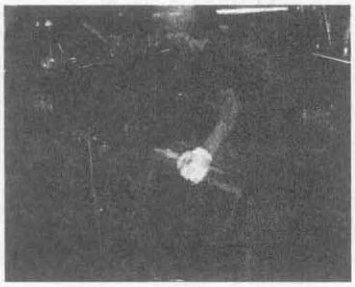
이러한 사출성형기의 적정운전 조건은 압출부의 용융온도를 180-220℃로 하고 압출 스크류의 이송 속도를 500-800 rpm으로 하여 Y 호퍼의 온도는 200℃ 사출부의 온도는 220-240℃로 하여 110-130 kgf/㎠의 형체압으로 사출성형한다. 폐 FRP의 분말과 재생 수지간의 결합은 현미경으로 관찰할 때 양자 간의 계면이 분리되어 있어 이들은 화학적 결합보다는 고온 가압에 의해 물리적인 결합을 하고 있는 것으로 확인되었으며, 이는 제품의 강도와 수밀성의 약화에 영향을 주는 것으로 판단된다.



<그림 3-83> 1000톤 성형기의 용융 및 사출

라. 냉각 및 탈형

Y 호퍼를 지나온 원료가 약 5-6분간 Injection 된 후 약 1분간의 수냉 냉각 시스템을 이용하여 제품을 냉각 탈형시켜 다듬질 마무리 작업을 하고 냉각용 지그에 고정하여 실온에서 약 하루 동안 자연냉각 한다.



<그림 3-84> 냉각 및 탈형

3. 시험방법

가. 재질의 배합비 설정

재질의 기초적인 배합의 설정은 크게 결합제와 충진제의 비율을 먼저 설정하고, 여기에 난연의 기능을 충족할 수 있는 난연제의 비율 그리고 강도와 경제성을 고려한 무기물 비율을 재질의 기능과 생산성 및 경제성을 고려하여 설정하였다. 그러나 기본원료 6가지의 성분에 따른 배합비율의 조합은 그 방법의 수가 너무 많아 본 연구에서 여러 경우의 조합을 다 시험하기에는 시간적이고 기술적 애로가 많다. 따라서 현재의 상용화되어 있는 재활용 공정 중에서 본 연구와 유사한 파스콘 재질의 제조 배합비를 참고로 하여 기본적인 배합비를 설정하였다.

1차적인 재질의 배합은 폐 FRP 분말의 비중은 분쇄 이전의 완제품 조성물로 있을 때의 비중 1.4-1.5 정도의 1/2 이하로 매우 가볍고 부피가 다른 원료에 비해 월등히 크므로 배합 시 고른 분산과 이로 인한 기계적 부하를 고려하여 폐 FRP 분말 10 %, 15 %, 20 %의 3 군으로 기본 설정하였으며, 이를 바탕으로 결합제인 재생복합수지의 양과 주요 무기물 충진제인 fly ash의 양을 설정하여 <표 3-45>와 같이 설정하였다.

<표 3-45> 시료별 배합비

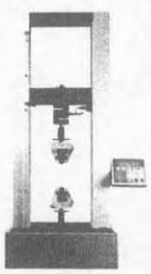
구 분	A	B	C
Recycled PE. PP	45	40	35
Fly Ash	34	34	34
DBDPE	6	6	6
Sb2 O3	3	3	3
fiber glass	2	2	2
Wasted FRP	10	15	20
Total (%)	100	100	100

난연제의 배합비와 난연보조제의 배합구성 및 성분을 달리할 경우에는 난연 성능의 향상과 연기 농도 저하 및 유독성 가스의 현저한 감소 등의 친환경적 물성 개선을 확보할 수는 있지만, 본 연구에서는 철도용품으로 규격화되어 있는 성능의 확보를 연구범위로 설정하였으므로 선정된 난연제의 비율은 고정시키는 것이 타당하리라 판단되어 상기와 같이 설정하게 되었다. 화이버 글라스는 기본적으로 폐 FRP에 상당 함유되어 있으나, 분쇄 및 분말화 과정에서 그 함량의 감소 및 길이의 감소로 결합력과 강도의 저하 우려가 있을 것으로 추정되어 4-5 mm의 촙 상태의 화이버 글라스를 2 % 정도 균일하게 배합하여 첨가하였다.

나. 제품의 강도 시험

(1) 굴곡강도 시험

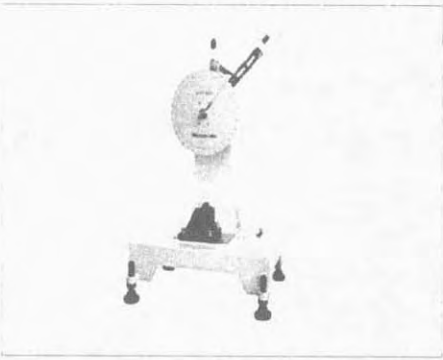
폐 FRP와 재생복합수지 및 기능성 난연 Filler와 무기물로 충진 성형된 복합성형체를 ASTM D790의 방법에 의하여 나비 10 mm, 두께 4 mm, 길이 80 mm의 시편으로 가공하여 <그림 3-85>과 같은 Universal Testing Machine (UTM, 영국 LLOYD사)을 사용하였다.



<그림 3-85> Universal Testing Machine

(2) 충격강도 시험

KSM 3015 기준에 의해서 제조된 시료를 가로 2.5 in, 세로 0.5 in으로 가공한 후 가로 길이의 3분의 2정도(4 ㎝)에 V자 형태(2 mm)로 홈을 내어 가공하고 이 시편을 아이조드 충격강도 시험기(Model-SJ-50)의 sample holder에 고정시킨 후 회전축을 이용하여 충격을 주어 나타난 치수를 샘플의 단면적으로 나누어 계산하였다. <그림 3-86>은 본 시험에 사용된 충격강도 시험기를 나타낸 것이다.



<그림 3-86> Impact strength tester

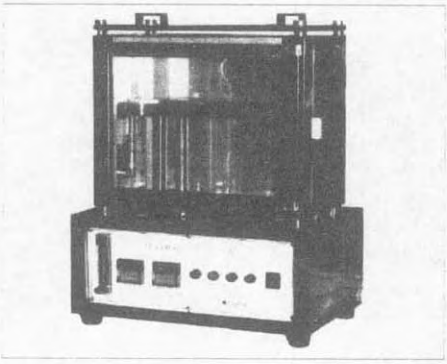
(3) 완제품 파괴 강도

KSF 4011의 하중 시험기를 이용하여 뚜껑을 몸체와 조립 고정한 상태에서 하중 인가점을 길이 방면 측면 중앙부위에 전체를 R15의 봉으로 가압하여 파괴가 최초 일어나는 시점의 수치를 측정한다.

다. 난연성시험 및 가스유해성 시험

(1) 난연성 시험

KSM 3015 A에 의한 난연등급은 UL-94, ASTM, JIS, ISO, BS, FMV-SS 302, CF의 규정보다는 구체적이며 상세하지는 않다. 다른 시험방법보다 다소 광범위한 판정기준이기는 하지만 국내의 건설자재 분야에서는 가장 선호하는 시험 방법이다. 시편이 원래 두께와 나비 12.5 mm 길이 125 mm의 반듯한 막대 형상으로 수평 방향으로 연소시켜 연소 길이로서 가연성, 자기소화성, 난연성으로 구분한다. <그림 3-87>는 난연성 시험기(Flammability Tester) Model QM500H이다.



<그림 3-87> Flammability Tester

(2) 가스유해성 시험

KS F 2271의 건축물 내장재료 및 구조의 난연성 시험 방법으로 마우스의 연소가스 저항력을 나타내는 실험으로 마우스의 행동정지시간이 9분 이상을 만족하여야 한다.

라. 내약품성 및 하중변형온도 시험

(1) 내약품성 시험

일반적으로 완제품의 사용처의 주위 환경을 열악한 것으로 가정할 때 화학적 성능은 무기산, 알칼리, 유류 및 해수 등 부식성이 강한 환경에서 변질되지 않아야 한다. KT에서 정한 합성수지관 규격 'T43003.00.01'의 방법으로 30*15 mm의 시험편을 60℃에서 5시간 다음 약품에 침지하였을 때 육안으로 변형 및 균열 등이 없어야하며, 약품으로서는 NaOH, HNO_3 40 %와 H_2SO_4 30 %, NaCl 10 %, 석유 100 %를 사용한다.

(2) 하중변형온도 시험

KSM 3065 B의 규정에 의해 나비 4.0 mm, 높이 10 mm, 길이 110 mm의 시험편을 4.6 kgf/㎠의 응력을 가한 상태에서 가온하여 시험편에 따른 표준변형에 도달했을 때의 전열매체온도를 측정한다. <표 3-46>은 시험편의 높이와 표준변형을 나타낸 것이다.

<표 3-46> 시험편의 높이와 표준변형 (단위: mm)

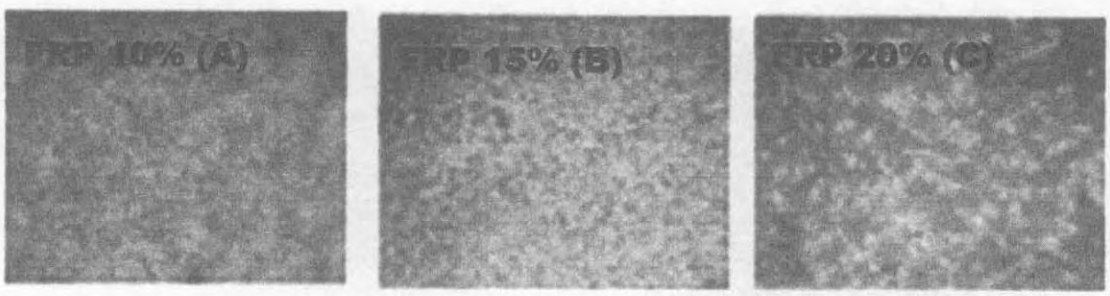
시험편의 높이	표준 변형
9.8-9.9	0.33
10.0-10.3	0.32
10.4-10.6	0.31
10.7-10.9	0.30
11.0-11.4	0.29
11.5-11.9	0.28
12.0-12.3	0.27
12.4-12.7	0.26
12.8	0.25

4. 연구 결과 및 고찰

가. 재질의 Morphology 특성

폐 FRP를 이용한 복합성형체를 제조하기 위해 본 연구에서는 binder로 재생 복합 수지를 이용하고 난연 기능을 위해 난연제를 이용하였다. 무기물 filler인 fly ash 등을 이용하여 사출성형에 의한 성형체의 표면 특성을 실체 현미경으로 조사하였는데 binder와 filler의 종류에 따라 차이는 있었지만, 모든 성형체에 filler의 충진율이 높을수록 분산상태가 좋지 않았음을 알 수 있다.

특히 폐 FRP의 비중이 낮은 성질로 인해 filler도 비중이 낮은 경우는 더욱 분산상태가 좋지 않아 표면 상태가 좋지 않았다. 이는 폐 FRP의 낮은 비중으로 인한 중량에 비해 많은 량이 첨가되기 때문에 넓은 비표면적이 형성되어 이를 접착시킬 수 있는 binder의 효과와 기능이 낮아지기 때문이다. 실험결과 시료별 배합비 중 폐 FRP의 함량이 가장 낮은 A 복합성형체(폐 FRP 10 %)가 가장 우수한 표면 특성을 나타냈다. 이는 폐 FRP의 함량이 적을수록 binder와의 접착력은 높아지고 binder의 함량이 적을수록 filler와의 결합력도 떨어지기 때문이며, 이는 기계적강도의 특성에도 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. <그림 3-88>은 폐 FRP의 함량에 따른 표면 특성을 나타낸 것이다.



<그림 3-88> 폐 FRP의 함량에 따른 표면 특성

나. 재질의 기계적강도

폐 FRP를 이용한 복합성형체의 기계적 강도 특성을 고찰하기 위해 굴곡강도와 충격강도, 완제품에 대한 파괴강도를 시험하였다. 폐 FRP의 함량이 증가할수록 굴곡강도는 약간 증가 추세를 보였으나 큰 변화는 없었고 충격강도는 감소하는 특성을 나타냈다. 이는 폐 FRP의 함량이 증가할수록 binder의 함량이 감소함으로서 계

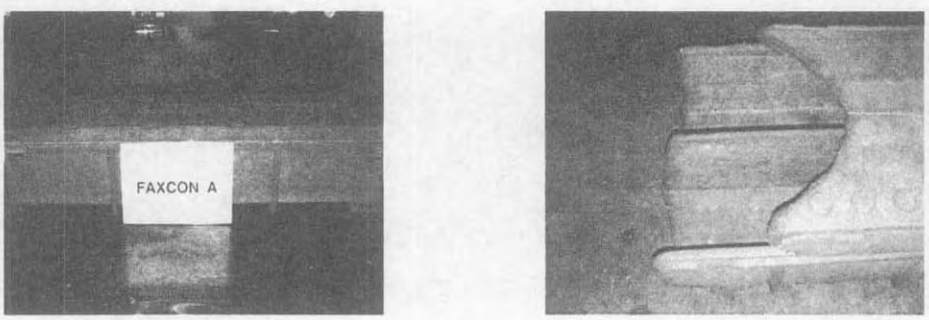
면접착력이 상대적으로 감소하여 강도의 물성이 다소 저하된 것이라 할 수 있다. <표 3-47>은 재질 시료별 굴곡강도와 충격강도 시험결과를 나타낸 것이다. 한편 완제품의 파괴강도 시험은 C 복합성형체(폐 FRP 함량 20 %)가 <그림 3-89>에서 보듯이 용융 및 사출과정에서 다량의 가스와 binder량의 감소로 최종 사출성형이 되지 않아 본 연구의 파괴강도의 시험결과는 얻을 수 없었고, A 및 B의 시험결과는 <표 3-48>에서 나타내었다. 두 가지 모두 현 철도규격품의 기준을 초과하여 성능과 품질의 확보에 별 문제가 없는 것으로 확인 되었다.

<표 3-47> 시료별 강도시험 결과치

구 분	A	B	C	시험 방법
굴곡 강도	21.2 MPa	22.2 MPa	22.3 MPa	ASTM D790
충격 강도	1.9 kJ/㎡	1.6 kJ/㎡	1.2 kJ/㎡	KS M 3015

<표 3-48> 완제품 파괴시험 결과치 (제품 500mm 시험기준 7kN 이상)

구 분	A	B	C	시험 방법
파괴 강도(몸체)	11.9 kN	8.63 kN	시험 불가	KS F4011
파괴 강도(뚜껑)	15.0 kN	10.7 kN	시험 불가	KS F4011



<그림 3-89> C 복합성형체의 미 성형품

다. 난연성시험 및 가스유해성 시험

KS M 3015의 난연성 시험에 의한 복합성형체의 시험결과는 모두 난연성으로 나타났으며, 난연제의 재질과 보조 난연제의 개선을 통해 폐 FRP 분말의 원료적 단점을 보완하면서 친환경적이면서 인체유해성 또한 감소시킬 수 있는 난연제에

대한 추가 연구가 필요하다. 한편 철도 규격품의 기준 되어 있는 KSF 2271 가스유해성 시험은 마우스의 행동정지기간이 14분 17초와 14분 29초로 9분 이상을 확보되어 기준 성능에 문제기 없음이 확인 되었다. <표 3-49>는 난연 시험결과와 가스유해성 시험결과를 나타낸 것이다.

<표 3-49> 난연 시험 및 가스유해성 시험 결과

구 분	A	B	시험방법	기 준
난 연 성	난연성	난연성	KS M 3015	난연성 이상
가스 유해성	14 :17	14 : 29	KS F 4011	마우스행동 정지시간 9분 이상

라. 내약품성 및 하중변형온도 시험

KT 기술규격 T 43003-00-01호에 의한 약품침지 변화시험은 모두 기준 성능을 확보하였고, KSM 3065에 의한 하중변형온도 또한 기준치를 만족하는 결과를 얻었다. <표 3-50>은 내약품성 침지 시험과 하중변형온도 시험 결과를 나타낸 것이다.

<표 3-50> 내약품성 침지 시험과 하중변형온도 시험 결과

구 분	A	B	시험방법	기준치
NaOH 40%	이상 없음	이상 없음	KT 43003-00-01	균열, 변형 유무
NaCl 10%				
H_2SO_4 40%				
석유 100%				
HNO_3 40%				
하중변형온도	122℃	125℃	KS M 3065	90℃이상

마. 철도 규격품과의 성능비교

철도용품으로 규격화되어 있는 트로프의 제작규격(조달98-09-30호)을 기준으로 하여 현재 수년간 철도관련기관에 케이블 보호용 관로용품으로 제작·공급되고 있는 파스콘 제품과 본 연구과제의 복합성형품의 성능을 비교하였다. 그 결과 모든 기능과 성능면에서 기준을 만족하여 현실적인 상용화가 가능하다는 결론을 도출하

였으며, 이는 공공기관의 시설재로 품질을 인정받을 수 있으며 일반 건설용 자재로서의 무궁한 개발과 적용이 가능함을 보여주는 매우 긍정적인 결과라 할 수 있다. <표 3-51>은 철도용품 규격서와 대비하여 파스콘과 폐 FRP 복합성형체 시료의 시험결과를 최종적으로 나타낸 것이다.

<표 3-51> 표준 규격대비 성능 비교표

시험명	시험방법	기준치	파스콘	A	B	비고
충격 강도	KS M 3015	1.1 kJ/㎡	2.3 kJ/㎡	1.9 kJ/㎡	1.6 kJ/㎡	
내 연 성	KS M 3015	난연성이상	난연성	난연성	난연성	
가스 유해성	KS M 3015	9분이상	15:01	14:17	14:29	
파괴강도	KS F 4011	7 kN 이상	13.5 kN	11.9 kN	8.63 kN	
내약품성	KT43003-00-01	이상 없음	이상 없음	이상 없음	이상 없음	
하중변형온도	KS M 3065	90℃	129℃	122℃	125℃	

5. FAXCON 제조 공정의 도입에 따른 환경성 평가

가. 대상정의

(1) 영향평가 명칭 및 전과정 범위

전동차 구체(Car-Body) 내부에 미관, 각종 내장재 조립을 위해 설치하는 FRP 판넬의 재활용을 위한 FAXCON 제조 공정의 도입에 따른 환경부하를 산출하였다. 대상 시스템이 포괄하는 범위는 Cradle-to-gate(Ctg)이고, 구체적으로 포함하고 있는 공정 범위는 원료채취 단계, 제품 제조단계, 사용단계, 재활용 단계이다.

(2) 데이터의 대표성

현장데이터를 수집한 FRP 판넬 제작 기업은 철도차량 FRP 내장판넬(Interior Panel)의 소재 및 가공 용접 모듈화에 있어서 시장 점유율 100 %를 차지하며, 이를 통해 데이터의 대표성을 확보하였다. FRP(fiber glass reinforced plastic) 분말

과정의 현장데이터를 수집한 대상기업은 폐 FRP를 이용하여 FAXCON 제품을 개발한 기업이며, 이를 통해 데이터의 대표성을 확보하였다.

(3) 기능단위 및 기준흐름

(가) 기능단위

전동차 1량에 투입되는 FRP재질의 내장판넬 1 kg으로 만든 폐 FRP 분말 1 kg

(나) 기준흐름

전동차 1량에 투입되는 FRP재질의 내장판넬 1 kg으로 만든 폐 FRP 분말 1 kg

기준 흐름은 계산의 편의성 및 도출된 전과정 목록분석 결과의 이용을 쉽게 하기 위하여 기능단위와 동일하게 정의하였다.

(4) 시스템 경계

(가) 의사결정 기준

전동차 제조공정에 투입되는 폐 FRP 내장판넬을 재활용하기 위해 분쇄하여 분말을 생산하기 위한 원료 취득에서부터 제품제조, 사용, 재활용까지의 일반적인 공정들 및 이와 관련된 투입물/배출물을 연구대상으로 하였다. 공정의 청결 유지와 같은 제품생산과 직접 관련이 없거나 환경부하가 적을 것으로 판단되는 단위 공정에 대해서는 연구 범위에서 제외하였다.

(나) 전과정의 단계나 공정 혹은 데이터 요구의 생략

연구 목적에 따라 Ctg(Cradle to gate)에 대한 연구를 수행하였다. 단, 내부 운송을 포함한 전 운송단계는 데이터 부재로 인해 제외되었다.

(다) 단위 공정의 초기분석

폐 FRP 재활용 공정에서 투입물로는 원자재 및 에너지 등이 존재한다. 원자재로 FRP 내장판넬이 사용되며, 에너지로는 전력이 사용된다. 제품 생산을 위해 일련의 분쇄과정을 거친다.

(4) 초기 투입물/배출물의 포함 기준

ISO 14041에 제시된 누적 무게, 누적 에너지 및 환경관련성 등의 세 가지 기준을 적용하여 투입물의 초기 포함기준을 아래와 같이 결정하였다.

(가) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 무게 기준 100 % 까지의 투입물

(나) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물에 대해 누적 에너지 기준 100 % 까지의 투입물

(다) 제품 생산 공정으로 투입되는 모든 투입물 중 유해화학 물질로 정의된 투입물

(5) 데이터 범주

본 연구를 위해 다음과 같은 항목들을 데이터 범주로 하여 데이터를 수집하였다. 수집 데이터는 측정치, 계산치, 추정치로 구분하였다.

(가) 투입물

① 원료물질(raw material): FRP(fiber glass reinforced plastic) 내장판넬

② 에너지(energy): 전력(electricity)

(나) 산출물

① 제품(product): 재활용이 가능한 FRP 분말

② 잔여물(residues): 일반폐기물

(6) 데이터 취득 방법

(가) FRP 내장판넬

현장데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 계산치이다. 상위 공정은 본 연구에서 구축한 전동차 FRP 내장판넬 DB를 사용하였다.

(나) 전력

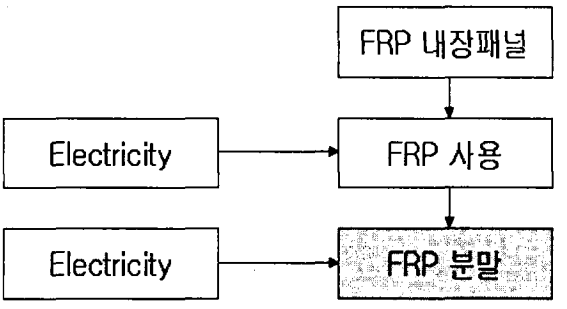
현장데이터를 수집하였으며, 수집한 데이터는 계산치이다. 전력의 환경부하는 국가 전력 LCI DB(산업자원부, 1998)를 사용하였다.

(7) 데이터 수집 및 계산

(가) 데이터 수집 절차

① 공정 분석

대상제품의 생산 공정에 대한 조사는 제조업체의 현장 방문을 통해 이루어졌다. 여기서 현장 전문가와 함께 제조공정의 설명 및 특징에 대한 토의가 이루어졌다. 데이터 수집은 설문서 발송 및 데이터 검증을 위한 현장방문과 전화통화로 진행되었으며, FAXCON 제조공정을 도입하여 원료취득부터 폐기까지의 전과정을 조사하였다. <그림 3-90>에 폐 FRP 재활용에 대한 공정도를 나타내었다.



<그림 3-90> FAXCON 제조 공정을 도입한 FRP 내장판넬의 전과정 공정도

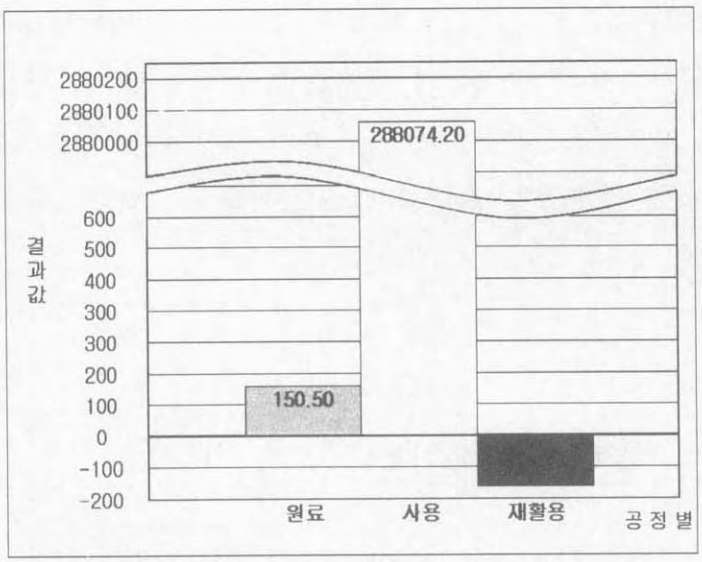
② 계산절차

각각의 단위공정별 데이터를 기준흐름인 전동차 1량에 투입되는 FRP 재질의 내장판넬 1 kg을 분쇄한 재활용이 가능한 분말 1 kg을 기준으로 계산하였다. 이 계산값을 사용하여 전과정평가 소프트웨어인 PASS를 사용하여 전과정 목록분석을 수행하였다.

나. FAXCON 제조 공정의 도입에 따른 전과정영향평가 결과 검토

도출된 전과정 목록분석 결과를 이용하여 폐 FRP 재활용 공정의 도입에 따른 전과정 영향평가를 수행하였다. PASS 소프트웨어를 사용하였으며, 정규화(Normalization) 인자 및 가중치(Weighting) 부여 인자를 적용하여 무차원 단일지수

로 잠재적 환경영향값을 산출하였다. 총 10개의 영향범주를 고려하여 정규화 및 가중치 부여 단계를 거쳐 도출된 최종환경영향과 각 공정별 환경영향 기여도를 <그림 3-91>에 나타내었다. 그 결과, 재활용 공정의 도입에 따라 폐기단계에서의 환경부하가 감소함으로써 전과정의 환경부하가 줄어듦을 확인하였다. 따라서 일반적인 소각처리 공정이외에 재활용공정을 도입함으로써 전동차의 환경성을 개선하는 효과를 기대할 수 있다.



<그림 3-91> FAXCON 공정의 도입에 따른 공정별 결과값 분석

제6절 전동차 환경개선 정책(안)

1. 국내외 교통환경 정책 동향

가. OECD(경제협력개발기구)의 EST(Environmentally Sustainable Transport)

1992년 UN 환경과 개발에 관한 정상회의(리우회의)에서는 종래의 경제발전의 개념을 탈피한 새로운 패러다임으로서 지속가능한 개발이라는 화두를 제시했다. 이러한 UN의 권고사항에 따라 OECD에서는 교통 분야에 있어서 환경적으로 지속가능한 교통시스템 구축을 위한 장기적 프로젝트에 착수하였다. 이 프로젝트는 1994년 OECD 환경정책위원회 산하 교통 환경 작업반에서 추진하여 왔으며, 오스트리아, 독일, 프랑스, 일본 캐나다 등 9개 회원국의 전문가가 핵심적인 추진인력에 포함되어 있다. 이 프로젝트에서는 EST의 개념 및 기준 설정, 2030년에 도달할 EST 시나리오 작성, EST 실현을 위한 정책수단 개발, EST 가이드라인 작성 등의 과제를 포함하고 있다. 현재까지의 프로젝트 추진 경과내용을 살펴보면 다음과 같다.

1단계로서 9개 회원국의 전문가에 의해 각국의 정책사례의 연구 분석 작업이 선행되었으며, 이를 통하여 EST의 개념과 기준을 설정하였다. 2단계로서 2030년까지의 교통상황에 대한 전망 작업을 현재 유지형 추계(BAU : Business As Usual) 시나리오와 EST 시나리오로 나누어 분석하였다. EST 시나리오에서는 기술 발전과 교통 활동 간의 상관관계를 고려하여 세 가지 시나리오를 작성, 가장 바람직한 시나리오로 기술 발전과 교통 활동을 적절히 배합한 시나리오를 최종적으로 채택하였다. 3단계로서 EST가 제시하고 있는 목표의 달성을 위하여 필요한 정책수단과 EST의 사회, 경제적 시사점을 연구하였으며, 4단계로 OECD 회원국 정부 및 비회원국 정부에서 실제 정책에 적용할 수 있도록 OECD EST 가이드라인을 제작 보급하였다. 마지막 단계로서 EST가 국가 및 지역별 상황에 맞게 적용될 수 있도록 하기 위해서 지역별 모델을 개발하고 있다.

지금까지는 중, 동구 지역과 아시아 지역에 동 원리의 적용 가능성을 검토하는 워크샵을 개최하였으며 앞으로 북미지역에 대해 적용할 계획이다. OECD에서 제시하고 있는 EST란 승객 및 화물의 빠르고 편안한 이동을 보장하면서도 인체 및 환경에 미치는 악영향을 방지하고 기후변화나 오존층파괴 등 지구환경에 악영향을 최소한으로 줄이는 것을 의미한다. EST 구현을 위한 정책수단에서는 새로운 정책수단을 개발하는 것보다 기존의 정책들을 조합하는 방식을 택하였다. 제시된 정책

으로는 대기오염물질에 대한 배출허용기준 설정 등 전통적인 규제정책에 연료세, 도로통행료 등의 경제적 정책수단, 규제정책과 경제 정책간 혼합 형태인 배출권거래제, 인프라 투자 및 토지사용 계획, 전기자동차·연료전지 등 각종 청정기술 개발, 국민의 인식 제고를 위한 교육 및 홍보 등이 있다. 다음은 EST에서 제시하고 있는 정책의 원칙과 전략적인 방향을 정리하면 다음과 같다.

• 사람, 용역 및 물자에 대한 접근욕구가 지구환경에 상시적인 해를 끼치지 않고 지역 환경에 피해를 입히지 않아야 한다.

• 선진국의 현행 교통체계는 지속가능과는 거리가 먼 상태로 교통기술이 획기적으로 제고되었으나, 개인 및 화물이동이 증가를 따라가기는 역부족이다.

• ST의 달성은 차량, 연료 및 인프라의 제고와 인간과 물자의 이동 감축을 통하여만 가능하다.

• 자동차 사용의 억제책은 자동차 소유의 억제책과 병행되어야 한다.

• 환경비용을 포함한 모든 비용은 내부화하는 것이 바람직하다.

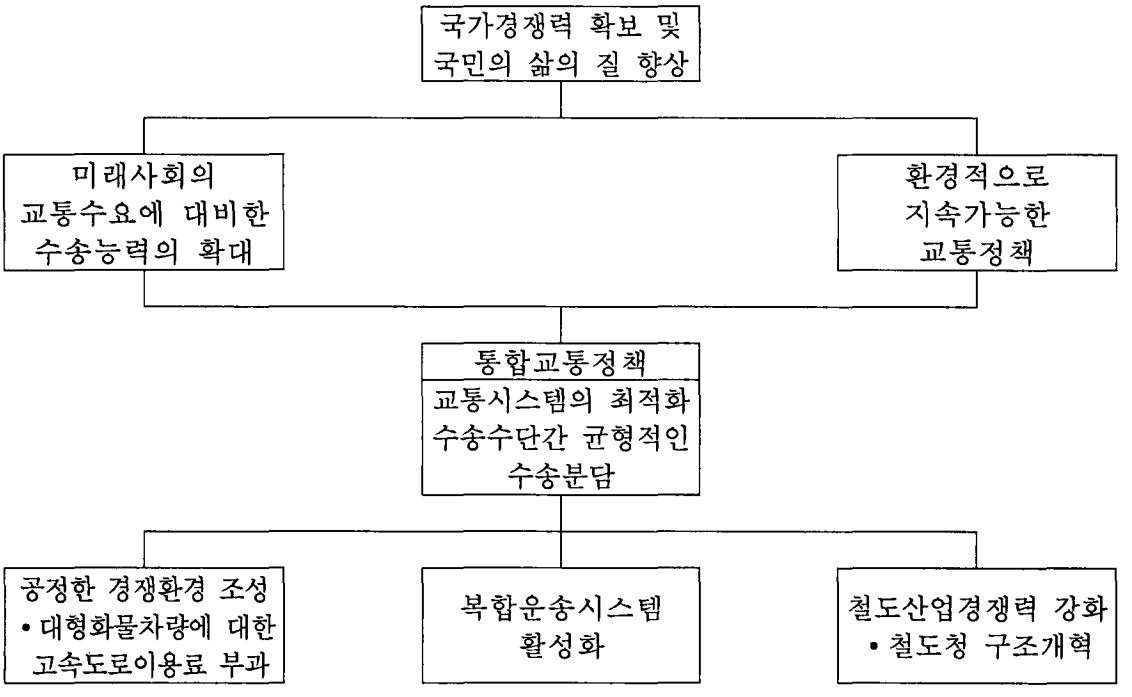
• 도시 및 교외 지역의 토지를 집약적으로 이용하는 대책을 수립하고 주요 환경목표를 설정하고 강화한다.

• 정부나 기업의 관행 등 EST의 방해요인을 발굴하고 제거한다.

• 항공운송 및 도시간 운송에 대한 고려가 추가적으로 되어야 한다.

나. 독일의 신 교통정책

독일의 연방정부에서 발행한 「교통보고서 2000」에 따르면, 독일의 향후 물류환경 변화 중 가장 주요한 것이 수송수요의 증가이며, 2015년에는 여객 20 %, 화물 64 % 선의 수송수요 증가가 있을 것으로 전망하고 있다. 이에 따라 증가하는 수요에 대비할 수 있는 효율적인 교통정책을 제시하지 못할 경우 독일의 교통시스템이 붕괴할 수 있다는 강한 메시지를 던지고 있다. 이에 독일에서는 새로운 교통정책 입안의 필요성을 느끼고 <그림 3-92>와 같은 개념 체계를 갖는 교통정책을 내놓았다.



<그림 3-92> 독일의 신 교통정책 컨셉트

동 정책에서 제시하고 있는 교통정책의 주요 내용들을 살펴보면 다음과 같다.

첫 번째는 공정한 경쟁 환경을 조성하기 위해 대형화물차량에 대해 고속도로 이용료를 부과하는 것을 제시하고 있다. 독일은 1995년 1월부터 Euro vignette라는 제도를 시행하여 오고 있는데, 이는 독일이 네덜란드, 벨기에, 룩셈부르크, 덴마크, 스웨덴 등과 함께 자국 및 외국의 12톤 이상 대형 화물차량에 대하여 부과하던 시간제 고속도로 이용료를 의미한다. 독일정부에서는 이를 보완하여 2003년 주행거리와 배기량을 고려한 고속도로 이용료 제도가 도입되었다.

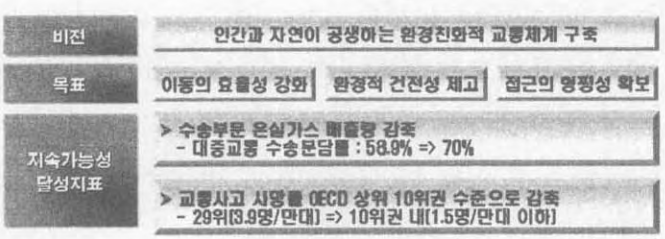
두 번째는 복합운송 시스템의 구축이다. 국제상공회의소의 복합운송에 관한 정의를 살펴보면, 복합운송이란 적어도 두 종류 이상의 운송수단을 이용한 화물운송을 말하는데 유럽경제공동체(EEC) 지침 92/106은 이 중에서도 공로상의 연계거리가 최단거리일 경우만을 복합운송으로 가정하고 다양한 특혜를 제공하고 있다. 이는 장거리 운송수단과 단거리 운송수단과의 적절한 배합을 통하여 교통시스템의 최적화를 추구하는 것이 목적이다. 곧, 철도나 해운을 통하여 장거리 대형 화물을 환경친화적이며 효율적인 방법으로 운송하고, 수송시간의 유연성과 문전연결성(door to door)이 좋은 단거리 운송수단인 트럭의 장점을 활용, 수송 터미널까지 화

물 운송을 담당케 하는 방식이다. 슈뢰더 정부는 미래의 폭증하는 수요에 대비하고 환경친화적 수송 방식을 실현하기 위하여 복합운송 시스템의 도입이 가장 효과적이라는 판단을 가지고 교통정책의 핵심사항으로 추진하였다.

세 번째는 연방 철도청의 구조개혁을 통한 철도산업 전반의 경쟁력 강화이다. 독일정부에서는 신 교통정책의 성패가 철도산업의 역할 증대에 달려 있다고 판단하였다. 독일 연방건교부의 조사에 의하면 2015년까지의 사용자 비용 추세를 분석한 결과, 타 교통수단에 비하여 철도가 가장 큰 생산성 향상 잠재력을 가지고 있다고 한다. 이러한 잠재능력을 활용할 수 있는 방법을 모색하여야 하며 철도의 경제성 제고가 지속적으로 추진되어야 함을 지적하고 있다.

다. 한국 지속가능발전위원회의 지속가능한 교통정책

지속가능한 교통정책 연구는 참여정부의 100대 국정과제 중 하나인 「지속가능한 국토 및 자연 관리체계 구축」의 한 분야로 추진되었다. '04년 6월부터 지속가능발전위원회의 물·국토·자연전문위원회 내에 교통정책 연구팀을 구성하여 운영중이며, 약 20여 차례의 발제 및 토론과정을 거쳐 보고서를 작성하였다. 보고서를 구성하기까지는 외부전문가 및 시민단체의 토론회 개최 및 관계부처 협의 과정을 거쳤다. 1990년대 이후 선진국을 중심으로 지속가능한 교통체제를 구축하기 위한 정책논의 및 제도정비가 가속화되었고, 교통부문이 국가의 산업에 미치는 파급효과가 상당함에도 지속가능성에 대한 고려가 미흡하여 그 필요성이 지적됨에 따라 본 프로젝트가 추진되었다. 또한, 고령화의 급속한 진행에 따라 삶의 질을 향상하기 위한 사람중심의 정책전환이 필요하고 교토의정서 발효에 따른 수송부문의 대응전략을 강구할 필요성도 추진 배경 중의 하나이다. 본 프로젝트에서 제시하고 있는 비전과 목표는 다음과 같다.



<그림 3-93> 지속가능한 교통정책 연구의 비전과 전략

동 연구에서는 수송수단간 합리적 수송 분담구조의 형성과 대중교통체계의 확충과 지원을 통하여 수송구조의 근본적 개혁을 추구하고 효율화를 꾀한다는 것과 친환경 녹색교통체계의 구축, 교통안전 추진기반의 강화, 교통약자의 이동성 및 접근성 향상을 통한 안전하고 친환경적인 교통체계구축이라는 추진전략을 가지고 진행되었다. 이러한 전략적 고려로부터 <표 3-52>와 같은 중점추진과제를 도출하였다.

<표 3-52> 중점추진과제 총괄

중점추진과제	세부내용
1. 수송구조 및 투자체계의 개선	○ 수송수단간 효율적인 수송분담구조의 형성을 위한 국가기간교통망계획 및 중기교통시설투자계획 등 보완
2. 대중교통 중심체계 구축	○ 대중교통수단 다양화 ○ 대도시권 주간선도로 중앙다인승차로 설치 확대 ○ 대중교통서비스 평가체계 구축
3. 차고지 증명제 도입	○ 차고지 증명제의 단계적 도입
4. 친환경 및 녹색교통체계 구축	○ 저공해 및 대체연료 자동차 개발 및 보급 확대 ○ 보행 및 자전거 이용 기반 강화
5. 교통안전 강화 및 교통약자 이동편의 증진	○ 교통사고 긴급구조체계 강화 ○ 위험운전자 및 교통법규 위반자에 대한 처벌강화 및 초·중·고 안전교육 강화 ○ 교통약자 이동편의증진을 위한 중장기종합계획 수립

2. 국내 전동차 관련 일반현황 분석

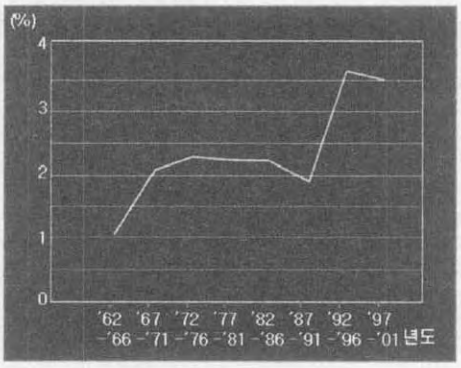
가. 교통수단별 투자현황 분석

국내 교통수송 분담률은 여객 및 화물 모두 지나치게 도로교통에 편중(약 70%)되어 있는 실정이다. 교통수단 중 택시의 이용률은 감소하고 있으나, 2002년 이후 전동차와 철도의 이용률이 증가하고 있는 상황이다. 건설교통부 자료에 의하면 1998년 기준 여객수송 분담률이 도로가 가장 높은 비율을 기록하고 있으며, 이 중 비영업용이 55.4 %, 영업용이 35.7 %를 차지하고 있다.

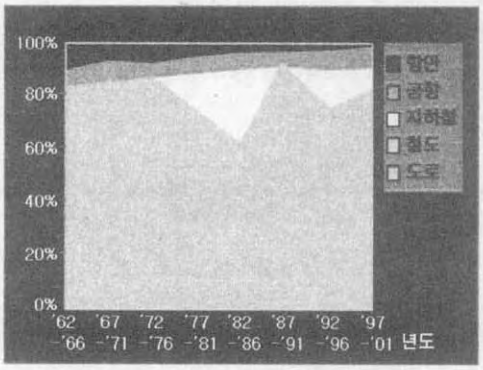
<표 3-55> 국내 교통 수송분담율 (2001년, 건설교통통계연보)

연도	철도	지하철	도로		해운	항공	합 계	합 계 (도로비영업 제외)
			영업용	비영업용				
1990	644,814	1,186,634	12,721,877	6,893,339	8,260	11,064	21,465,988	14,572,649
1991	679,281	1,422,615	12,854,212	8,325,932	8,485	12,253	23,302,778	14,976,846
1992	716,364	1,546,279	12,848,750	9,993,390	8,733	14,555	25,128,071	15,134,681
1993	723,057	1,576,040	12,117,439	11,930,409	7,990	15,550	26,370,485	14,440,076
1994	729,003	1,603,945	11,603,575	12,552,257	7,869	18,406	26,515,055	13,962,798
1995	790,381	1,693,003	11,289,507	14,953,737	8,702	21,009	28,756,339	13,802,599
1996	819,542	1,728,171	11,480,422	16,805,918	9,413	23,566	30,867,032	14,061,115
1997	832,999	1,855,166	10,887,456	16,926,847	9,899	25,639	30,538,006	13,611,159
1998	829,050	1,838,870	10,783,922	16,765,881	8,277	19,504	30,245,504	13,479,623
1999	823,563	2,015,999	10,455,862	-	9,052	21,145	-	13,325,621
2000	814,472	2,235,221	10,743,551	-	9,702	22,515	-	13,825,461
연평균 증가율	2.36	6.54	-1.68	-	1.62	7.36	-	-0.52

GDP 대비 교통시설에 대한 투자비율은 1960년대 이후 점차 상승하고 있는 추세이나, 이러한 투자 역시 도로교통에 대한 우선적인 투자가 이루어지고 있으며, 지난 10년간 투자비율은 도로가 61.3 %, 철도가 14.6 %를 기록하고 있는 실정이다.



<그림 3-94> GDP 대비 교통시설 투자비율



<그림 3-95> 교통분야별 투자비율

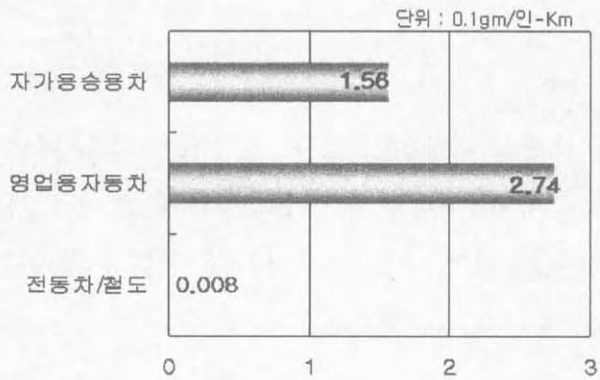
그러한 사실을 엿볼 수 있는 일례로 2000~2019년까지 정부에서 계획되어 추진중인 국가기간 교통망계 획에 따르면 총 335원의 투자액 중 도로에 55.5 %, 철도 28.1 %, 항만 11 %, 공항 4.2 %, 물류시설 1.2 % 등이 책정되어 있다. 전과정적인 관점에서 볼 때 상대적으로 가장 높은 유지보수비용을 잠재적으로 안고 있는 도로교통에 대한 지나친 편중 현상은 국가교통정책의 기형적 발전을 촉진하는 결과를

낮고 있다.

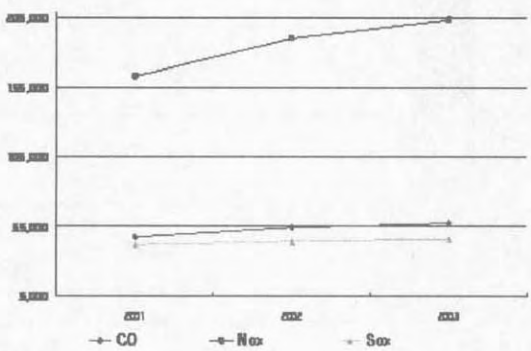
나. 국내 전동차의 환경적 특성 분석

(1) 대기오염 측면

국내 산업계를 통합적으로 고려할 때 수송부문에서의 대기오염물질 배출량은 전체의 56 %를 차지할 정도로 높은 실정이다. 그러나 전동차 및 철도는 다른 육상교통수단에 비하여 상대적으로 훨씬 적은 오염수치를 기록하고 있다.



<그림 3-96> 교통수단별 대기오염 강도(질소산화물 비교)
김경철, 도시철도론



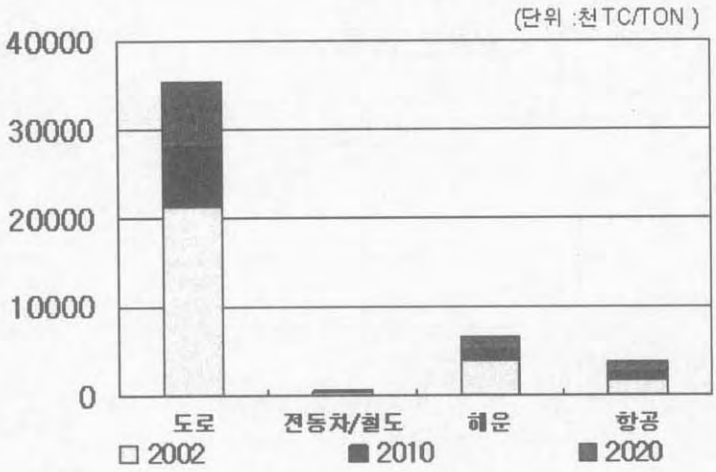
<그림 3-97> 전동차 대기오염물질 연도별 증가율
한국환경정책평가연구원, 육상교통수단 환경성 비교

전동차는 주행 km 당 0.03 gm으로서 버스 등 영업용자동차의 0.90 gm, 자가용의 0.25 gm에 비하면 상당히 작은 수치를 기록하고 있다. 단위승객 수송량으로 환

산할 경우 영업용자동차는 전동차의 340배에 이르며, 자가용 승용차는 200배에 이르는 등 전과정적인 관점을 고려하지 않았을 때 운행단계에서의 배출가스 특정 분석 결과에서 전동차의 환경성이 가장 우수한 것으로 드러나고 있다. 이는 전동차의 연료가 전기라는 특성을 감안할 때 추정이 가능한 부분이다. 하지만 육상교통수단의 환경성 평가 결과는 운행단계에서의 배출가스 특성 분석과 더불어 전과정적인 환경영향 분석이 동시적으로 이루어져야 한다. 하지만 국내에서는 아직 교통수단별 전과정적인 환경영향이 어느 정도 수준인지에 대한 연구조사가 이루어진 바가 없으며, 이를 평가할 수 있는 평가시스템의 개발도 아직은 요원한 상태이다.

(2) 온실가스 배출 측면

수송 부문에서의 온실가스 배출량은 국내 전체 온실가스 배출량의 20 %에 이를 정도로 상당히 높은 수준이며, 따라서 기후변화협약에 발 빠르게 대응해야 할 필요성이 높아지고 있는 현 단계에서 수송 부문에서의 온실가스 배출량 산정, 감축수단 및 감축잠재량 파악 등은 매우 중요한 해결과제라 볼 수 있다.

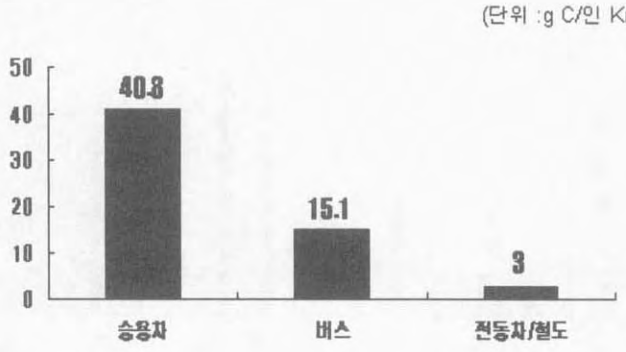


<그림 3-98> 교통수단별 온실가스 배출 전망

에너지경제연구원, 기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략에 관한 연구

운행단계에서의 온실가스 배출량을 기준으로 할 때, 전동차 및 철도는 전체 수송 부문 온실가스 배출량의 1 %에 해당되는 작은 수치를 기록하고 있으므로 온실가스배출에 대한 기여도가 상당히 낮은 편으로 대기오염물질 배출량과 마찬가지로

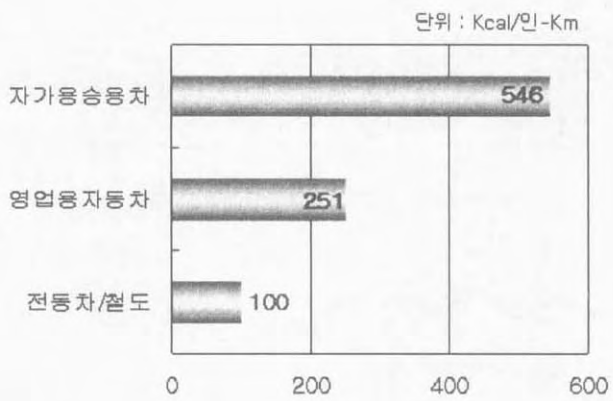
친환경적인 교통수단으로서 인식되고 있다. 이에 비해 타 수송수단에서는 도로 교통은 77.9 %, 해운은 14.2 %, 항공은 6.9 % 순을 기록하고 있다. 또한, CO_2 배출 원단위 분석결과에 의하면 전동차 및 철도는 승용차의 1/13, 버스의 1/5 수준에 그치고 있는 것을 확인할 수 있다.



<그림 3-99> 교통수단별 CO_2 배출 원단위
건설교통부, 2001, 교통분야 온실가스 감축 관련 거시적 경제 효과 분석

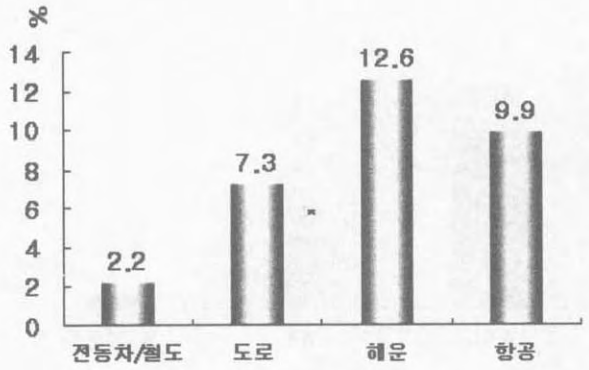
(3) 에너지효율성 측면

수송부문은 국내 에너지소비량에 있어서 전체의 20 %를 차지하고 있으며, 이 중에서도 전동차 및 철도의 에너지소비량은 자가용 승용차의 18 %, 영업용 자동차의 40 % 수준에 그칠 정도로 에너지 효율이 높은 교통수단으로 평가받고 있다.



<그림 3-100> 교통수단별 에너지 소비 원단위 비교
김경철, 도시철도론

연평균 증가율에 있어서도 수송 분야에서 가장 낮은 실적을 보이고 있어, 에너지 효율성이 높은 특성으로 인하여 시간이 지날수록 점차 친환경적인 입지가 강화될 것으로 기대할 수 있다.



<그림 3-101> 교통수단별 에너지 소비 연평균 증가율(%)
산업자원부 내부자료

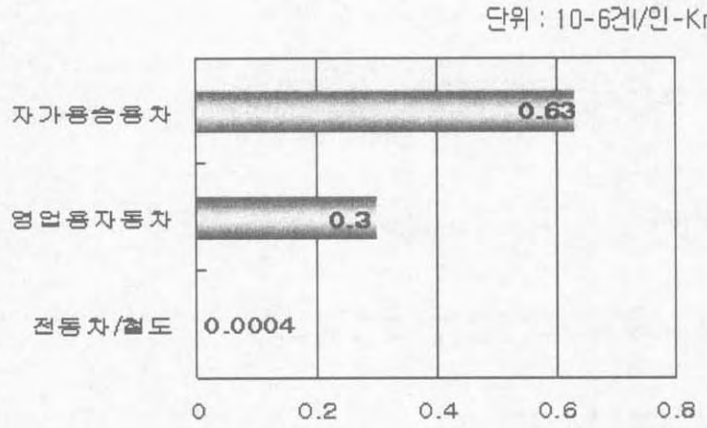
(4) 교통안전성 측면

전동차 및 철도 자체의 사고발생빈도는 점차 증가하고 있는 추세이지만, 도로교통에 비해서는 현저하게 낮은 수준을 보이고 있다.

<표 3-56> 교통수단별 사고발생건수 (단위 : 건수, 건설교통부 2005 통계연보)

구 분	2000년	2001년	2002년	2003년
도 로	290,481	260,579	231,023	240,832
철 도	500	448	484	575
지 하 철	54	59	56	115

수송 서비스량인 인킬로 단위의 원단위 개념으로 비교하여 보면, 영업용 승용차는 전동차 및 철도의 750배, 일반 자가용 승용차는 1500배에 해당할 정도로 높은 사고율을 기록하고 있다.



<그림 3-102> 교통수단별 교통사고 건수 원단위 비교
김경철, 도시철도론

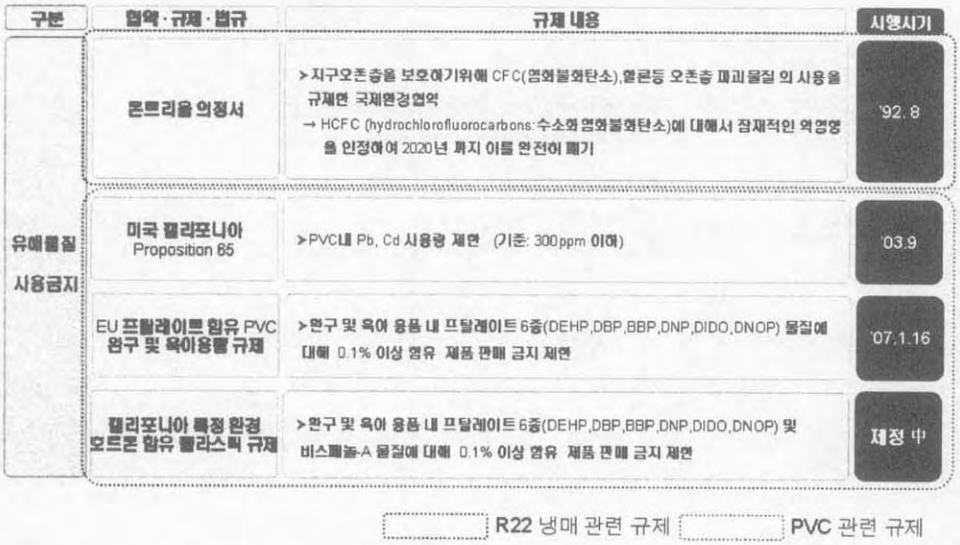
다. 국내 전동차 설계, 제작, 구매 절차 및 사양 검토

(1) 국제 전동차의 환경규제 요구사항 대응 현황

2003년 2월 대구에서 발생한 지하철 화재로 인한 참사 사건 이후 국내 전동차의 내장재는 불연성 소재로의 교체가 핵심적인 화두가 되었다. 그러나 승객의 안전은 무엇과도 바꿀 수 없는 최고의 가치임은 자명한 사실이지만, 핵심적인 부품에 대한 교체에 있어서 지나치게 안전성을 위주로 한 교체가 이루어지게 되면 환경적인 성과가 개선될 여지가 적어지게 된다.



<그림 3-103> 국내 전동차의 환경적 이슈 물질



<그림 3-104> R22 냉매 및 PVC 관련 국제 규제

특히 몬트리올 의정서에 따라 2020년까지 사용이 전면 금지될 예정인 R22 냉매의 사용이 계속적으로 이루어지고 있으며, 환경적으로 문제가 되고 있는 PVC 물질이 아직까지 내장재에 활용되고 있는 실정이다.

(가) R22 냉매

R22 냉매는 오존층을 파괴하는 물질 중의 하나로서 CHClF2 구조의 하이드로클로로플루오로메탄을 지칭한다. 가장 많이 쓰였던 냉매 중의 하나이기는 하지만, 현재 오존층 파괴의 주요 원인물질로 지목되어 환경규제 대상에 포함되어 있다. 몬트리올 의정서에서는 2020년까지 HCFC(R22) 냉매의 사용을 전면적으로 금지하는 조항을 포함하고 있으나, 국내 전동차에서는 아직까지 전동차의 냉매로 활용되고 있는 실정이다. 해외의 예를 살펴보면, 그리스 아테네 전동차의 경우에 R407C 냉매를 활용하고 있으며 동 물질은 HFC 계열의 물질로서 오존층 파괴지수가 0인 친환경 냉매로 평가받고 있다.

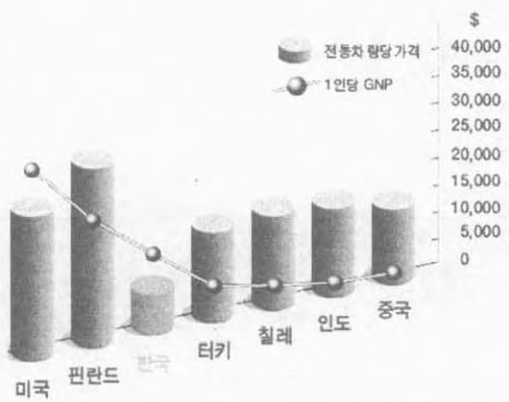
(나) PVC(Polyvinyl Chloride)

통상 PVC에는 DEHP 등의 성분으로 구성된 가소제라는 물질을 사용하여 재질 특성을 유연하게 만들고 있다. 문제가 되는 물질은 바로 이 가소제의 성분 중 하나인 DEHP로서 WWF(세계 자연보호연맹)은 DEHP를 내분비교란물질(환경호르몬)로

규정하고 있다. 또한, 2001년 EU는 DEHP는 인간의 번식력을 손상시킬 수 있고, 성장에 독성이 있는 물질로 간주해야 할 물질 그룹으로 분류시켜 놓았다. 이에 따라 EU에서는 2005년 가을부터 프탈레이트 가소제 3종(DEHP, DBP, BBP)이 사용된 어린이용 완구 생산 및 수입을 금지하는 방침을 정하고 WTO를 통해 세계 각국에 통보하기에 이르렀다. 우리나라도 2007년부터 국내 모든 PVC 재질 완구와 기타 어린이용 제품에 대해 3종의 프탈레이트 가소제 사용을 금지하고 있으며, 식약청은 2005년 9월 1일부터 DEHP를 첨가한 PVC 용기의 사용상 주의사항에 DEHP 사용 문구 표기를 의무화 해 놓고 있다.

(2) 구매 단계에서의 환경적 요구사항 검토

전동차는 운행단계에서의 환경영향을 고려할 때, 타 교통수단에 비하여 친환경성이 강하고 사고발생비율도 낮은 안전한 교통수단으로 각광받고 있다. 그러나 국내에서 전동차 구매 시 최저가 입찰에 대한 경쟁으로 인해 가격이 싼 유해물질들이 사용되고 있는 실정이며, 이는 환경성 및 안전성은 물론 전동차의 품질마저 낙하시키는 요인이 되고 있다. 2006년 10월 서울지하철에서 가연성 자재가 적발된 사례나, 석면물질 등이 검토된 사례 등은 그 한 예라 할 수 있을 것이다.



<그림 3-105> 국민소득과 전동차 가격 비교
2004.10, 한국철도산업발전방향

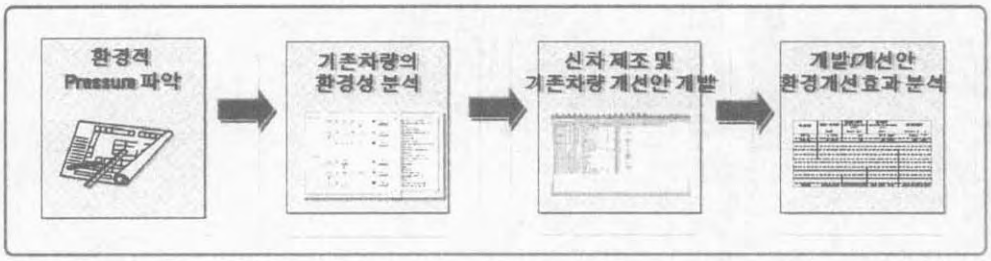
이에 반해 해외 사례를 살펴보면, 홍콩, 그리스 등에서는 전동차 구매 시 RAMS (신뢰성-Reliability, 가용성-Availability, 정비성-Maintainability, 안전성- Safety) 및

PSMS(제품품질안전 경영시스템)는 물론이고, 불연성 내장재 및 친환경 냉매 사용, ISO 14000 요구 등 전동차의 친환경적 측면을 고려하고 있다. 국내 유일의 전동차 제작업체인 로템은 이미 위와 같은 사양을 충족시키는 고가의 전동차를 홍콩, 인도, 터키에 수출한 바 있다. 이는 곧, 친환경 전동차에 대한 제작기술이 없거나 설계 시 고려를 안 하고 있기 때문이 아니라 국내의 구매단계 절차상 문제점이 있는 것을 풀이할 수 있는 부분이다. 정책적으로 저가형 전동차를 입찰 및 구매하게 되는 현재의 구매 절차를 개선할 여지를 확인할 수 있는 부분이다.

(3) 전동차의 전과정적 환경영향에 대한 미고려

전동차의 경우 전과정에 걸친 환경영향 중 운행단계에서의 전력 사용량에 의한 환경영향이 가장 큰 부분을 차지하고 있음은 이미 잘 알려진 사실이다. 이와 같은 사실은 Bombardier를 포함한 유럽의 전동차 제작회사의 전과정평가 결과에서도 확인할 수 있는 바이며, 국내의 경우 본 연구를 통하여 간이 전과정평가를 수행한 결과에서도 확인할 수 있다.

국내의 경우 기존까지의 차량개발 시 환경적 요구사항에 대응할 수 있도록 해주는 마땅한 지원도구가 없으며, 대응 프로세스 자체도 체계적이고 정교하지 못한 상태이다. 특히 전과정적인 관점에서 환경성을 평가할 수 있는 분석도구 및 프로세스가 부재하여 이를 친환경설계로 이끌만한 여지도 적은 편이다. 이는 곧, 철도 및 전동차의 개발기술 특성에 내재된 환경부하 및 환경영향을 정량화할 수 있는 방안이 사실상 없다는 것을 의미한다.



<그림 3-106> 전동차의 환경적 요구사항 대응 프로세스

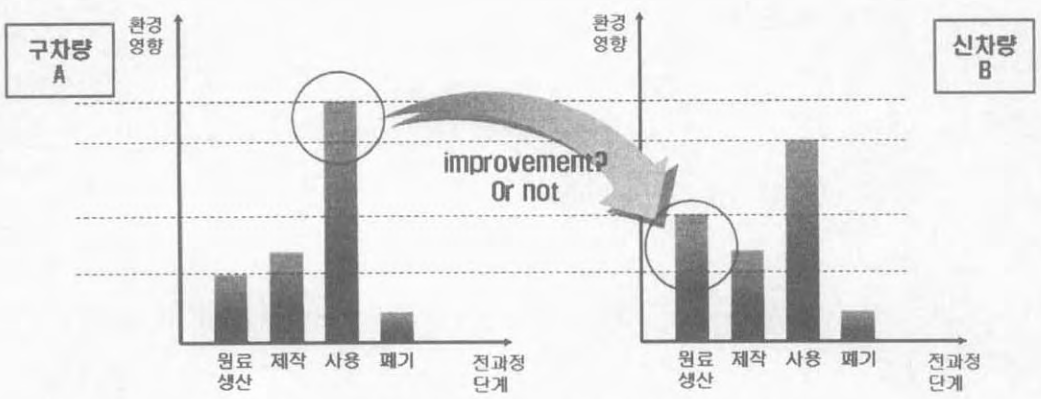
다음은 전동차 제작사가 환경적 요구사항에 대응하는 일반적 프로세스 및 국내 전동차의 경우 각 단계에서의 문제점을 진단한 결과이다.

• 환경적 Pressure 파악 단계
  - 국제 환경규제 및 법률 파악
  - 구매자(운영사)의 환경적 요구사항 파악
  - 경쟁사의 환경사양 파악
• 기존차량의 환경성 분석
  - 국제환경규제 및 경쟁사수준 등의 진입장벽 대비 현 차량 환경성 분석
  - 전과정적인 관점에서의 환경성 분석이 아닌 CO_2, 대기오염물질 배출량, 유해물질 함유량, 에너지 사용량 등의 특정항목에 대한 사양만 정량적으로 검토하는 문제가 있음
• 신차 제조 및 기존차량 개선안 개발
  - 전동차의 내구연한 만료 및 이슈가 되는 사항에 대한 보완을 목적으로 새로운 전동차에 대한 수요 발생
  - 이 때, 전과정적인 관점에서의 환경문제에 접근하는 체계적 방법과 프로세스가 없으므로 전과정에서 이슈가 되는 물질을 분석하고 이를 친환경설계 기법과의 연계를 통하여 해결할 수 있는 능력이 부재
  - 설계 시 주로 검토하는 사양들은 대기오염원 배출량, 소음/진동 발생 수준, 연료 효율 등 운행단계의 특정 항목에 편중된 설계 방식을 따르고 있음
  - 전과정에 대하여 통합적으로 환경성을 분석할 수 있는 체계와 도구가 없음
• 개발/개선안 환경개선효과 분석
  - 상기와 같은 이유로 신기술 개발에 따른 환경적 개선효과를 전과정 적인 관점으로 확대하여 해석할 수 없으며, 전과정에 대해 통합적으로 살펴보았을 때 과연 환경영향이 감소된 방법으로 개발 혹은 개선되었는지의 여부를 판단할 수 없음

예를 들어, 전동차 관련 국제 환경규제 및 관련법규가 강화되어 친환경적인 철도 및 전동차를 개발하려는 계획을 수립하는 경우를 가정하여 보기로 한다. 우선 대응법규 및 규제수준, 교통 분야에 관련된 주요한 환경적 이슈들을 정리하고 분석하는 작업이 선행될 것이다. 그 후에는 현 취약점에 대한 분석을 수행할 것이며,

대응하고자 하는 규제 및 관련법규의 요구사항 혹은 규제치에 비해 현재의 차량이 환경적으로 어떠한 부분에서 얼마나 부족한지를 정량적으로 파악하는 과정이 뒤따르게 된다. 이에 따라 차량 개발 시 적용할 구체적 개선안을 수립하게 될 것이다. 예를 들어 운행 간 에너지 효율에서 취약점을 드러내어 이에 대한 개선안으로서 차체 구성물을 알루미늄으로 변경하여 경량화를 실현하고자 하였다고 하면, 경량화를 통한 에너지 효율의 향상이라는 양의 측면 뿐 아니라 전동차 제작과정에서의 변화로 인한 음의 영향이 있을 수도 있음을 함께 고려하여야만 한다. 그래야만 비로소 진정한 의미에서 환경영향을 저감한 전동차인지 여부를 판단할 수 있게 되는 것이다.

<그림 3-107>에서 기존에 사용하던 전동차(A)와 새롭게 개발 제작된 전동차(B)의 환경영향을 예로 들어 설명하기로 한다. 현재 국내에서 이뤄지고 있는 대부분의 전동차 환경성 평가 결과는 운행(사용) 단계에서의 환경부하를 평가하는 수준에 그쳐 있기 때문에 이 측면만을 바라보았을 때, 환경적으로 개선된 것이라는 결론을 얻게 될 것이다. 그러나 교체된 원료물질을 제작하는 단계에서 오히려 구차량에 비해 환경적으로 크게 불리한 물질을 사용하고 있기 때문에 전동차의 전과정적인 관점으로 확대하여 분석할 경우에 오히려 환경적으로 바람직하지 못한 방향으로 개발되었다고 평가할 수 있다. 즉, 전이된 크기에 따라 개선안의 환경영향이 오히려 더 클 가능성이 있다. 이와 같이 특정 단계에서의 환경영향이 타 단계로 전이하는 현상을 **trade-off**라 하며, 전과정평가 기법은 **trade-off** 문제를 근원적으로 해결할 수 있는 방법이다.



<그림 3-107> 환경성과의 Trade-off

아직 국내에서 전과정적 사고를 도입하여 환경성을 평가하고 이 내용을 토대로 친환경 전동차를 제조하는 과정이 적용되지 않고 있다. 현재의 환경적 수준이 어떠한지를 과학적이고 체계적인 분석 방법을 통하여 정량적으로 산출하고, 동 평가결과를 통하여 환경적 취약점과 개선 요소를 발굴하여 궁극적으로 친환경설계 기법을 적용하는 것이 무엇보다도 중요하다. 전과정적인 사고를 적용한 방법에 의해 환경성을 분석 및 평가하고, 여기서 환경적으로 이슈가 되는 물질들을 추출해내어 친환경설계 기법을 적용함으로써 해결을 시도하여 근원적으로 환경성을 개선한 전동차를 제작하는 프로세스가 마련되어야 한다. 현재 차량의 환경적 문제뿐만 아니라 이러한 문제들을 해결하기 위하여 새로이 개발된 신차량의 환경적 사양을 친환경 설계 기법의 적용을 통하여 구체적으로 도출하고, 제작 전에 환경성을 평가하여 봄으로써 기존의 차량대비 환경적으로 어떤 부분이 얼마만큼 개선되었는지에 대한 정량적인 분석 결과를 확보하는 것도 필요하다.

3. 친환경 전동차를 위한 교통 정책 제안

종래까지는 국제적 표준에 부합하는 과학적 평가 방법을 통하여 국내 전동차에 대한 환경성을 진단해 본 사례가 없었으며, 따라서 현 전동차의 환경성이 전과정적인 관점으로 확대하여 볼 때 어느 정도 수준인지를 파악할 수 없었다. 이에 본 연구를 통하여 전동차의 환경성을 전과정평가 기법을 통하여 진단하였으며, 이러한 정량적이고 분석적인 환경성 평가가 단발성으로 그치지 않고 지속적으로 활용됨으로써 체계적인 환경성 평가 및 관리가 가능할 수 있도록 부품 단위 데이터베이스 구축과 평가시스템 개발이라는 주요 과제를 도출하고 개발을 수행하였다. 향후 친환경 전동차를 제작하여 활용할 수 있는 기반 여건을 조성함으로써 전동차 분야에서 국가의 지속가능한 교통체계를 정착하는 데에 선도를 하고자 함이 궁극적인 목적이라고 하겠다. 진정한 의미에서의 친환경 교통수단으로 정착되기 위해서는 환경성을 진단할 수 있는 방법론과 동 방법론의 실질적 활용을 견인할 수 있는 평가도구의 개발이 필요하다.

그러나 잘 짜인 평가방법론과 시스템이 있다 하더라도 이것이 실질적인 이행에 옮겨질 수 있도록 해 주는 것은 제작업체 및 운영사의 의지와 정부의 정책적 지원이라고 하겠다. 공공재 성격이 강한 전동차의 경우 정책적 배려를 통하지 않고서는

시장경쟁 체제에 의한 자발적 환경성 개선 효과를 장담하기 어렵다. 따라서 본 연구를 통하여 개발된 환경성 평가시스템과 데이터베이스가 지속적으로 활용될 수 있도록 정책적 토대를 마련하여 나가는 것이 무엇보다 중요하다. 친환경 전동차를 위한 사회 제도적 장치들을 제안하고자 하며, 각각의 제도적 장치를 실질적으로 이행할 수 있도록 해 주는 역할은 기반 기술 및 인프라는 본 연구의 각 단위 성과물들이 담당하게 될 것이다. 즉, 정책적 지원을 통하여 연구성과물들이 지속적으로 활용될 수 있는 토양을 마련해 주며, 이러한 정책들은 본 연구를 통하여 도출된 각각의 연구성과물들을 통해서 실현될 수 있다는 상보적 관계를 취하고 있음을 부언한다.

제안정책들은 본 연구를 통하여 환경성 평가 체계를 마련한 전동차 분야에서 선도할 수 있는 내용들이지만, 타 교통수단에 대해서도 적용할 수 있는 유연성을 확보하고자 노력하였다. 따라서 동 내용은 전동차의 환경성을 개선하고 친환경 전동차를 제작할 수 있는 산업구조 정착에 기여함과 동시에 타 교통수단에 대해서도 확장하여 적용함으로써 국내의 교통산업에 대해 환경성을 평가하는 일관된 프로세스와 시스템을 구축하는 내용을 포함하고 있다. 제안된 정책들의 일관된 목표는 일차적으로 친환경 전동차를 제작할 수 있는 국내의 산업 기반을 조성하기 위함이며, 궁극적으로는 전동차뿐만 아니라 타 교통수단까지도 환경성을 지속적으로 평가, 분석 및 개선할 수 있도록 거시적 관점에서의 정책 형태를 취하고 있다.

가. 제안정책 통합 구조

<그림 3-108>은 제안정책들의 전체 구조에 대하여 보여주고 있다. 이는 전동차의 환경성을 개선하면서 타 교통수단까지 확대 실시할 경우 더 높은 시너지를 발휘하고 통합교통정책으로서의 성격도 가지고 있다. 현재 전동차의 환경성을 분석 및 평가하고, 이를 개선하기 위한 마땅한 정책적 함의가 수렴되지 않은 바 이를 해결하기 위한 목적으로 4 가지의 주요한 정책을 도출하였다.

첫 번째로는 전동차의 환경성을 개선하기 위해서는 종래의 단편적 환경성 평가 방법을 탈피하고 전과정적인 관점을 도입하여 체계적이고 과학적인 평가를 수행하는 것이 무엇보다 중요하므로, 전과정 환경영향에 대한 통합적 고려를 제안하였다. 두 번째로 전과정적 관점에서의 환경영향뿐만 아니라 전동차 및 각 교통수단의 전

체생애주기에 걸쳐 유발되는 비용에 대해서도 통합적으로 살펴볼 필요가 있다. 세 번째로 지구의 생존이 걸린 문제로 최근 가장 이슈가 되고 있는 기후변화협약 대응이다. 특히, 국내 산업구조 상 교통산업이 차지하고 있는 비중을 고려할 때 이는 반드시 실행되어야 하며, 실행의 중요도 및 우선순위가 무엇보다도 높다. 마지막 네 번째로 친환경 교통수단의 제작 보급에 있어서 소비자들의 역할이 매우 중요하기 때문에 이를 정책 내부로 수용하기 위한 장치들을 제안하고 있다.



<그림 3-108> 제안정책 통합 구조

나. 세부 정책수단 개발

후술하는 세부정책들은 일부에 있어서 본 연구를 통하여 전동차 분야에서 선도적으로 추진하고 있는 부분으로서 이를 교통산업 전체로 확산하였을 때의 시너지 효과와 국가 차원에서의 체계적 정보화 기반 구축이라는 이점을 확보함에 주안을 두고 제안하였다. 제안된 정책들은「국가 교통산업 환경성 통합평가 시스템」이라는 통합적 환경성 평가관리 시스템을 중심에 두고 운영될 것이다.

동 시스템은 국내 교통수단에 대한 통합적인 환경성 평가방법, 평가결과, 데이터베이스 등을 포괄적으로 내포하는 형태가 될 것이며, 관련영역은 전과정 영향평가, 전과정 목록분석 결과의 데이터베이스(LCI DB), 수송수단별 온실가스 인벤토리, 에코효율성 평가, 친환경설계 가이드라인에 이르기까지 환경성의 평가부터 근원적 문제해결을 위한 설계기법 제시까지 하나의 시스템 안에서 해결이 가능하도록 구성되는 것이 효율적일 것이다.

(1) 기후변화 협약 대응

1992년 6월 브라질의 리오 데 자네이로에서 개최된 UN 환경개발회의(UNCED, United Nations Conference on Environmental Development)에서는 지구환경보전의 원칙을 명시한 21개의 "리우선언"과 이의 실천 및 행동지침을 담고 있는 '의제 21'에 참가국이 합의 서명함으로써 이를 정식 채택하였다. 또한, 동 시기에 기후변화 협약을 채택함으로써 1994년 3월에 발효되었으며, 우리나라는 1993년 12월에 47번째로 가입하였다. 기후변화협약에 의하면 차별화된 공동부담 원칙에 따라 가입 당사국을 부속서 I 국가와 비수속서 I 국가로 구분하여 각기 다른 의무를 부담하기로 결정되었다.

기후변화협약에 가입한 국가를 당사국(party)라 하며, 이들 국가가 매년 1회씩 한자리에 모여 협약의 이행방법 등 주요 사안들에 대하여 결정하는 자리를 갖는데 이를 당사국총회(COP, Conference of the Parties)라고 하며, 이는 기후변화협약에 대한 최고 의사결정기구에 해당한다. 이중 1997년의 3차 당사국 총회가 일본의 교토에서 개최되었으며, 교토의정서를 채택하여 국가별 감축 의무량을 설정하였다. 교토의정서는 온실가스 감축에 대한 법적 구속력이 있는 국제협약으로서 기후변화 협약을 이행하기 위하여 누가, 얼마만큼, 어떻게 줄이는가에 대한 문제를 결정한 것이라 볼 수 있다.

시기	회의 및 협약	내용
1992년	•리우 세계 환경개발회의	•UN 기후변화 협약 채택 ⇒ 각국의 경제상황 및 역사적 책임 고려 차별화
1997년	•COP 3(제 3차 당사국 총회) 개최 ⇒ "교토 프로토콜" 채택	•국가별 온실가스 감축 의무 할당 ⇒ 1990년 대비 평균 5.2%의 감축
2001년	•COP 7(제 7차 당사국 총회) ⇒ 마라케쉬 합의문 채택	•교토메커니즘, 의무준수 체제, 흡수원 등에 대한 정책적 최종 합의 도출 •CDM 등 교토메커니즘 관련 사업 추진 기반 확보
2005년	•교토 프로토콜 발효	•합의한 참가국에 대한 법적 구속력 확보
	•제 2차 의무공약기간 (2013~2017) 감축방안 논의 개시	•sector별 온실가스 감축에 대한 논의 활성화 ※ 한국의 의무부담이 확실시 되고 있음

<그림 3-109> UN 기후변화협약 관련 회의 및 협약 경과

2001년 모로코 마라케쉬에서 개최된 7차 회의에서는 교토의정서에 따른 세부사항을 합의하기에 이르렀다. 선진국들이 온실가스 감축의무를 자국 내에서만 모두 이행하기에는 한계가 있다는 점을 인정하여 배출권 거래나 공동사업을 통한 감축분의 이전 등을 통해 의무이행에 유연성 있는 체제를 교토의정서상에 도입하였는데, 이를 교토메커니즘(Kyoto Mechanism)이라 한다. 기후변화협약상에서는 배출권 거래제, 공동이행제도, 청정개발체제 등이 이에 해당한다.

우리나라의 경우 2008년부터 2012년까지로 규정되어 있는 1차 공약기간 내에 감축의무를 부담하지 않고 있으나, 2013년부터 시작되는 2차 공약기간에는 감축의무를 부담할 것이 거의 확실시되고 있는 상황이다. 이에 따라 기후변화 및 온실가스 감축이라는 문제는 현 시점에서 환경과 관련된 가장 시급한 해결과제로 떠오르고 있으며, 국가 및 각 산업계에서의 체계적 대응방안 수립이 필요한 시점이다. 교통산업은 온실가스 발생량에 있어서 국가 전체의 약 20 % 정도를 점유하고 있는 만큼 국내 온실가스 관리 부분에서 핵심적인 의무를 부담하게 될 것이다.

수송 분야에서의 기대 역할이 명확한 만큼 체계적 대응 전략 수립과 이를 실행할 수 있는 기간으로서의 시스템 도입이 필수적이다. 이에 첫 번째로 전동차를 포함한 교통산업 전체의 국가 인벤토리 작성 및 관리시스템의 개발을 제안한다. 현 시점에서 볼 때 온실가스 실적관리 및 감축수단 개발 등 기후변화협약에 대응하는 문제는 타 정책 권고안들에 비해 시기적으로 높은 우선순위를 두고 추진해야 할 것이다. 한편 정부의 기후대책반에서는 2007년 말까지 분야별 감축목표 산정을 독려하고 있는 상황이다. 기후변화협약에 대응하기 위한 수송 분야에서의 국가 온실가스 관리시스템 구축을 위한 절차는 <그림 3-110>과 같다.



<그림 3-110> 수송 분야 국가 온실가스 배출량 관리시스템 구축 절차

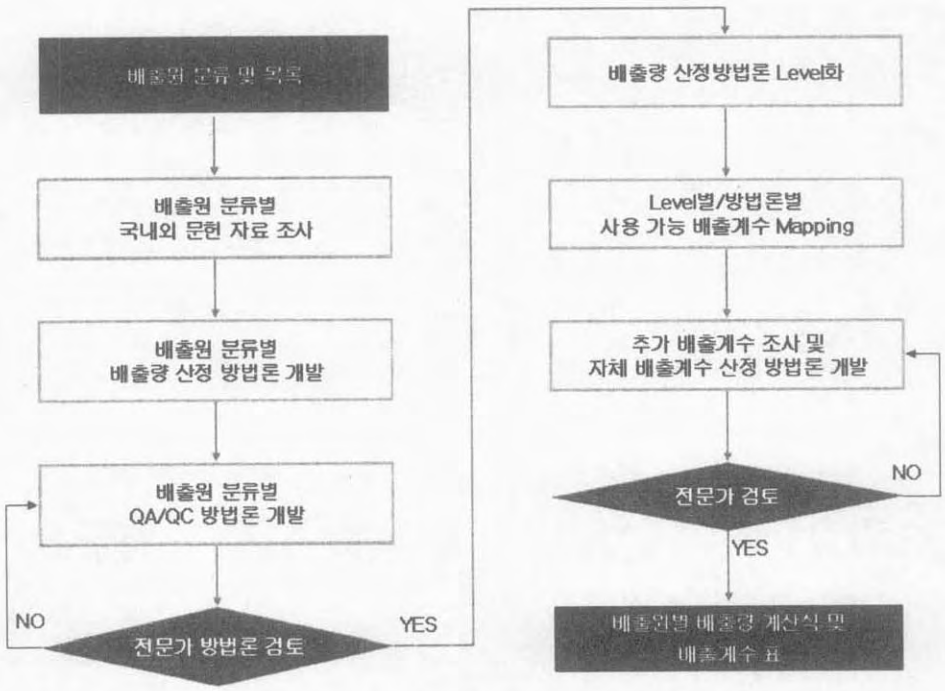
■ 온실가스 배출특성 조사

온실가스 배출특성 조사는 각 교통수단의 제작과정에서 발생하는 온실가스의 배출원을 규명하고, 연료사용량 등의 활동량 및 배출계수를 확인하여 최종적인 온실가스 배출량을 결정하는 일련의 과정을 의미한다.

- 배출원 규명 : 특정 교통수단을 제조하는 제조사의 사업장 내 배출량 산정 및 보고를 위한 최초 수행범위로 경계 및 영역 규명을 통해 배출량 산정범위를 설정하는 과정을 의미한다.

- 배출계수 조사 : 연료특성에 내재된 배출계수의 문헌조사를 수행하여 해당 사업장에서 발생되는 온실가스의 배출계수를 확인하는 과정이다.

- 배출량 산정 : 배출원 규명이 완료되면 직접배출원(고정연소, 이동연소, 탈루배출, 생산전력(열), 공정배출 등)에 대한 배출량 산정과 간접배출원(구매전력(열) 등)에 대한 배출량 산정을 수행하게 된다.



<그림 3-111> 온실가스 배출량 산정 절차

■ 온실가스 인벤토리 구축

온실가스 인벤토리란 온실가스 배출원 목록, 배출량, 계측기 관리방안 등이 포함

된 관리체계를 의미한다. 즉, 배출특성 조사 단계의 결과가 일목요연하게 목록화된 것을 의미한다고도 볼 수 있다. 인벤토리를 작성함에 있어서는 국제적 호환성을 고려하여야 하며, 내부 검증 및 내부 관리를 위한 가이드라인을 제작하는 것이 필요하다. 또한 내부 검증 및 제 3자 검증을 위한 보고서를 제작하고 이에 대한 검증을 실시하는 것으로 인벤토리의 작성과 검증 절차가 종료된다. 인벤토리를 구축하기 위해서는 데이터의 품질 관리를 위한 데이터 수집 양식 및 관리 양식을 개발하여야 하며, QA/QC를 위한 역할과 책임 및 Process를 규명하여야 한다.

■ 감축잠재량 평가 및 감축목표량 산정

온실가스 배출원에 대한 목록화가 이루어지고 나면, 각 감축수단의 목록화와 특성치를 파악함으로써 실질적으로 감축효과를 어느 정도까지 달성할 수 있는지 정량적 예측을 수행하고, 이를 기반으로 감축목표를 구체적으로 설정하는 과정이 뒤따른다.

■ 온실가스 배출량 관리시스템 구축

상기 일련의 절차들을 하나의 시스템 안에서 통합적으로 수행할 수 있는 온실가스에 대한 통합 관리시스템이다. 현재 국내 전자 및 화학, 석유화학 산업계를 중심으로 온실가스를 통합적으로 관리할 수 있는 시스템이 구축 및 보급되고 있는 상황이다. 교통산업은 온실가스 배출량에 대한 책임 할당량이 높은 수준으로 기대되고 있는 바, 온실가스를 체계적으로 관리하여 Post Kyoto에 선행적으로 대응하기 위한 구체적 노력이 요청되고 있다.

(2) 전과정적 환경영향을 고려한 교통수단 환경성 평가체계 개발

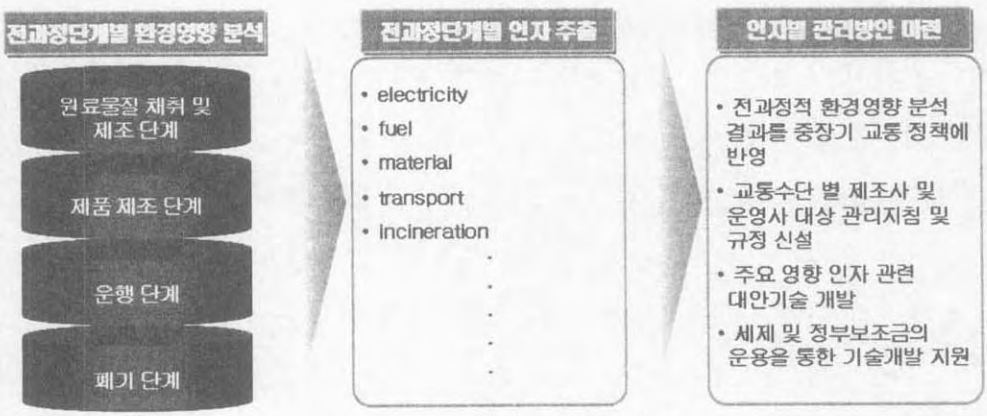
(가) 교통수단별/전과정 단계별 주요 영향인자 규명 및 관리방안 마련

■ 개요

전술한 바와 같이 운행단계에서의 몇 가지 항목들을 추출하여 수행하는 단순 환경성 비교만으로는 전동차를 포함한 각 교통수단의 전체생애주기에 걸친 환경영향을 평가하고 분석할 수가 없다. 이것이 종래까지 취했던 환경성 평가 방법의 가장 큰 취약점이라 할 것이며, 그러한 방법을 통해서는 특정 교통수단이 개선 이전의 교통수단 혹은 타 교통수단에 비해 친환경적이라고 주장할 수 있는 실질적이고 과

학적인 근거가 없는 셈이다. 흔히 언급되고 있는 환경성 개선이라는 과제를 해결하고자 하면서 현재로서는 환경성을 체계적으로 평가할 수 있는 효율적 평가기법과 도구가 정착되어 있지 못한 모순이 있다. 실제로 환경성이 개선되었는지, 그리고 그 정도는 얼마만큼 인지, 추가적인 문제점은 어떠한 것들인지, 이것들에 대한 근원적 해결을 시도하기 위해서는 어떤 부분을 중점적으로 개선해야 하는지에 대한 체계적인 평가 프로세스와 도구 개발이 필요하다. 이에 전동차 분야를 기점으로 하여 타 교통수단까지 포함한 전과정적 환경영향 평가 프로세스 및 도구를 개발하는 것을 제안한다.

이를 위해 가장 우선적인 과제로서 전과정적 관점을 도입하여 국제규격(ISO 14040s)에 따른 표준화된 방법론을 도입하고 교통수단별로 가지고 있는 특성을 파악하여 국가 교통산업 전체에 일관되게 적용할 수 있는 전과정 환경영향 평가 방법론을 마련하여야 할 것이다. 평가를 위해 정의하는 시스템 경계 및 기능단위, 참조흐름 등을 체계적 비교가 가능한 형태로 표준화하게 되면, 교통수단에 대한 전과정영향평가를 수행함으로써 각 교통수단별로 갖는 환경성에 대한 체계적이고 정량적인 데이터를 확보할 수 있게 되며 각 교통수단의 환경성을 정량적으로 비교할 수 있게 된다.



<그림 3-112> 전과정단계별 주요 영향인자 관리방안 마련

■ 전과정 단계별 주요 영향인자 규명

전과정 사고를 도입한 환경성 평가를 통하여 원료물질 채취 및 제조단계, 제품 제조 단계, 운행 단계, 폐기 단계에 이르기까지 환경에 미치는 잠재적 영향을 과학

적인 방법으로 평가함으로써 전동차를 비롯한 각 교통수단의 전과정 단계별 주요 환경영향 인자를 추출해 낼 수 있게 된다. 환경영향 평가결과를 확보함으로써 환경적으로 영향을 주는 교통수단에 대한 선별을 수행할 수 있게 되고, 보다 친환경적인 교통수단에 대한 정책적 선별 육성을 위한 근거 데이터를 확보할 수 있게 된다. 이는 각종 세제의 도입에 있어서도 예상되는 조세 저항을 가급적 줄일 수 있는 정량적 근거 자료로서도 활용될 것이다.

■ 제작사 및 운영사의 주요 영향인자 관리지침 및 규정 개설

환경영향을 유발하는 주요 인자가 추출되면 제조업체 및 운영사에서 해당 인자별 관리지침 및 규정을 개설하여야 할 것이다. 특정 단계에서 집중적인 환경영향을 유발하는 물질에 대한 사용량 규제수준을 제정하거나 대체가 가능한 물질의 경우 금지시킴으로써 점차 친환경적인 전동차 및 교통수단이 될 수 있도록 평가결과를 통한 체계적 접근이 요구된다. 현재 RoHS, 몬트리올 의정서 등 특정 물질에 대한 사용을 제한하거나 금지하는 환경규제와 협약이 시행되고 있는데, 이와 비슷한 맥락에서 국내 교통수단에 대한 주요 관리대상 물질의 규정과 규제수준 마련이 추가적으로 요구되어질 것이다.

■ 주요 영향인자 관련 대안기술 개발

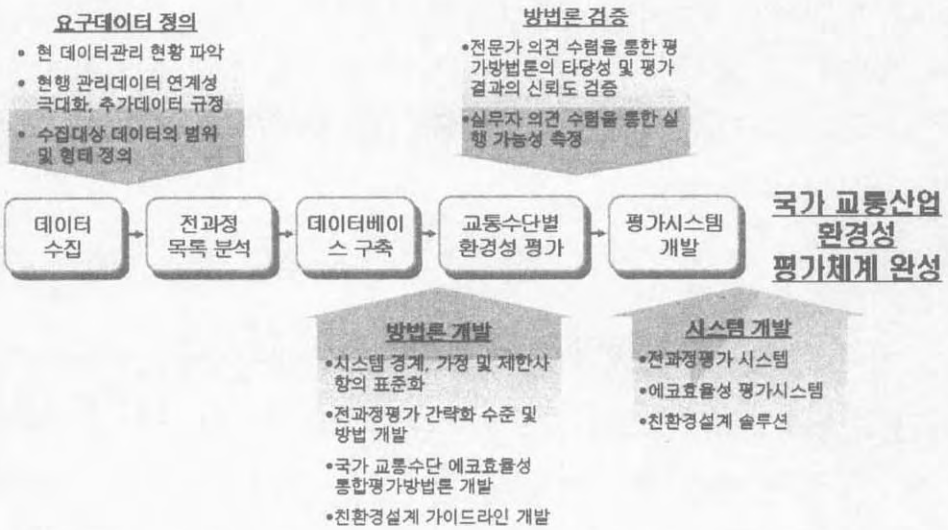
이는 전과정 단계별 환경성 평가를 통하여 각 단계별로 문제시 되고 있는 물질을 대체하거나 투입/배출량을 저감할 수 있는 구체적 대안기술을 개발하는 것을 말한다. 대부분 원료물질의 물성 합리화와 재질 개선, 투입 에너지 및 유틸리티 관련 장비의 효율성 제고를 위한 기술 개발들이 주류를 이룰 것으로 전망된다.

■ 세제 및 정부보조금의 운용을 통한 기술개발 지원시책 마련

산업 자체의 수요수준과 기술개발의 용이성, 실현가능성 등에 의해 충분한 시장성이 있다고 판단되는 경우 자연스럽게 대체물질 개발 업체의 등장과 이를 통한 관련기술의 개발이 이루어 질 수 있다. 그러나 수요를 추정하기 어려운 경우 초기 시장은 불안정한 상태일 가능성이 높고, 기술개발 업체들이 자생적으로 생겨날 여지가 적은 경우 이를 경제적으로 지원할 수 있는 세제상의 혜택과 정부보조금 지원규정의 신설 등의 인센티브 부여가 필요하다.

(나) 국가 교통산업 환경성 평가체계 구축 절차

전동차 분야만을 대상으로 하여 환경성을 평가하고자 할 때에는 평가대상 범위를 규정짓는 시스템 경계 설정과 가정 및 제한사항의 부여, 기준흐름 물질의 통일 등의 문제에 있어서 연구의 중점에 따라 자유롭게 설정할 수 있다. 그러나 국가 교통정책의 방향 설정을 위한 근거데이터로서 타 교통수단과의 환경성을 체계적으로 비교한 결과를 도출할 때에는 엄정하게 표준화된 절차에 따라 실시해야 한다. 환경영향 비례세는 과세표준이 정량적인 환경영향 평가 결과가 될 것이므로, 특히 신중한 방법론 설정과 공정한 평가가 이루어져야 할 것이다. 우리나라 육상 교통수단에 대한 통합 평가체계는 <그림 3-113>과 같이 평가를 위해 필요한 수집 대상 데이터의 형태 및 범위, 평가절차, 평가방법론, 평가시스템 개발 등의 세부적 단위 과제로 구성되어진다.



<그림 3-113> 국가 교통산업 환경성 평가체계 구축 절차

■ 데이터 수집

전과정적 사고에 기반한 환경성 평가 기법을 적용하기 위해서는 원료물질 채취 및 생산, 제작, 운행, 폐기의 각 단계에 대한 정량적인 실적 데이터가 요구되며, 이를 위해 각 교통수단의 제작업체는 물론 관련 부품 제작업체에 대한 넓은 범위의 데이터 수집 과정이 필요하다. 제품의 시스템 경계에 대한 복잡성과 범위에 따라 보통 적게는 수개월에서 길게는 수년에 걸친 기간이 소요되는 바, 집중적인 인력과

비용의 투입이 예상되는 과정이기도 하다. 실적데이터 수집은 신속성 측면보다 정교하고 신뢰성 있는 데이터의 수집이 보다 중요하므로 데이터 수집에 투입되는 인력의 선별에도 주의가 필요하다. 또한, 수집데이터를 검토하는 과정에 있어서는 공정 관계자와 인증심사원 등 관련분야 전문가의 의견을 반영할 수 있는 방법으로 진행하여 객관성을 확보하여야 한다.

■ 요구데이터 정의

데이터의 수집을 위해서는 제품 시스템과 관련 있는 범위를 규정하고 범위 내의 데이터만을 선별적으로 취합하기 위해 형태와 범위가 명확하게 설정되어야 한다. 곧, 데이터 수집 범위 내의 것들만을 선별적으로 얻어내야 한다. 타 제품 시스템과의 공유 설비가 있는 경우, 합리적인 배분 근거를 마련하고 이에 따라 정확히 할당한 수치만을 포함해야 할 것이며, 투입 산출물간의 인과관계에 의해 동 제품시스템과 관련성을 명확히 확인하며 진행해야 한다. 교통수단별로 데이터 수집과 검증 작업이 완료되면, 전과정에 걸친 투입/산출물을 목록화하는 과정이 뒤따르게 되며, 이는 연간 실적데이터를 기반으로 한 투입/산출물의 총량이 참조 흐름이라는 양에 맞게 분할되어 목록에 저장된다. 이 과정을 통해서 평가 대상 단위에 관련된 양만큼의 투입/산출 실적을 얻게 된다.

본 연구에서는 기초물질 차원에서의 국가 LCI DB를 취합하여 전동차의 단위 부품 수준에 대한 데이터베이스 생성 작업을 1차적으로 완료하였다. 추가적인 데이터베이스 생성 작업을 통하여 향후 데이터의 완전성을 점차적으로 보완해 나가야 한다는 과제가 남아 있지만, 국내 교통수단 중 전동차 분야에서 가장 앞서서 구축했다는 점은 매우 긍정적이다.

■ 평가방법론 개발

서로 다른 성격을 갖는 육상 교통수단에 대하여 환경성을 비교 평가하고 각각의 교통수단이 시계열적으로 어떻게 개선되어 나가는지에 대한 추이를 파악하기 위해서는 교통수단별·시기별로 통일된 원칙 하에서 평가가 이루어져야 한다는 점이 중요하다. 따라서 동일한 기능을 수행하는 부품 수준까지 시스템 경계를 통일하는 등 일관된 원칙을 수립하고 이에 따라 평가를 수행하여야 할 것이다. 또한 획득이 불가능하거나 누락된 데이터의 경우, 표준화가 상대적으로 매우 어려운 경우, 효율

적 평가를 위한 시스템의 복잡성 제거 시 등 가정 및 제한사항을 도입함으로써 평가의 완전성과 신뢰성을 훼손하지 않는 범위 내에서 효율화를 추구하여야 한다. 보통 이를 위해 간이 전과정평가 기법을 통하여 상·하위 공정의 제거 등 간략화된 기법을 적용하고 있으며, 이를 통하여 원하는 수준의 효율성과 신뢰성을 달성할 수 있도록 균형 있는 목적 설정이 필요하다.

평가 방법론이 설정되면 각 교통수단별 구체적 평가 절차가 뒤따르게 될 것이며, 동 평가 결과에 따라서 교통수단별로 갖는 환경적 특성, 장단점, 환경적 이슈 등을 추출해 낼 수 있다. 또한 본 연구에서도 시도된 부분으로서 최근 이슈가 되고 있는 에코효율성의 개념을 적용하면 환경성뿐만 아니라 경제성까지 통합적으로 고려하게 되어 목적기능의 제공 수준에 따라 환경적 영향이 얼마만큼 인지를 더욱 상세하게 파악할 수 있게 될 것이다.

평가결과에 따라 환경적으로 이슈가 되는 물질들에 대해 비로소 인식을 할 수 있게 되며, 이러한 영향인자들을 설계단계부터 근원적으로 해결할 수 있는 친환경 설계 기법의 적용이 반드시 필요하다. 제품의 전과정적인 관점에서 볼 때, 제품 자체의 전과정은 설계단계에서 이미 결정된다고 보아도 무방할 만큼 설계단계에서의 중요성은 매우 높기 때문이다. 본 연구의 주요 성과물 중 하나로서 전동차의 친환경설계 가이드라인과 체크리스트 등이 도출되었으며, 이를 통해 전동차의 환경성을 개선하기 위한 사전설계단계의 고려사항 들을 추출해 낼 수 있을 것으로 기대된다.

■평가방법론 검증

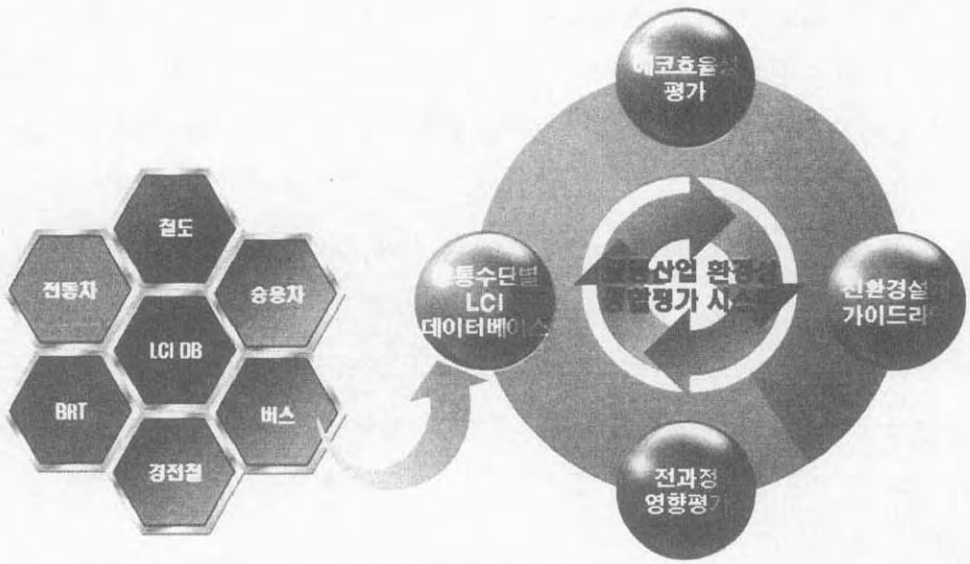
교통수단별/시기별 평가방법론이 표준화되면, 전문가 등의 제3자에 의한 방법론 검증이 이루어져야 할 것이다. 특히 근거 있는 데이터의 수집과 평가방법론의 도출 등에는 개발자 및 수행자와 관련 없는 제3자의 객관적인 시각에 의한 **critical review**가 필요하다. 또한, 실무수행자의 의견을 수렴하여 평가방법론 상의 수행 간 문제점을 도출하여 지속적으로 개선하여 효율화를 추구하여야 한다.

■국가 교통산업 환경성 통합 평가시스템 개발

각각의 교통수단이 갖는 특성을 반영하여 어떻게 환경성을 평가할 것이며, 이를 위해 데이터 수집 범위와 포맷은 어떻게 할 것인지, 어떠한 가정과 제한 사항 하에서 실시할 것인지, 시스템 범위는 어느 정도까지 간략화할 것인지 등 상세한 평가

방법론 상의 쟁점들이 해결되어 표준화가 되었다면, 이러한 로직을 탑재한 평가시스템을 개발함으로써 실질적인 수행 인력들의 작업 부담을 덜고 효율적인 평가의 진행을 추구하는 것이 바람직하다.

본 연구에서 제안하는 국가 환경성 통합 평가시스템에서는 각각의 교통수단에 대한 전과정 환경성 평가 모듈, 이에 경제성을 반영하여 평가할 수 있는 에코효율성 평가 모듈, 도출된 환경적 취약점들에 대한 근원적 해결책을 설계 단계에서 지원할 수 있는 친환경설계 모듈 등을 포함하고 있다. 이를 통해 하나의 통합시스템 안에서 환경성 및 경제성을 평가하고, 문제점을 진단하며, 환경적 문제점들을 지속적으로 개선할 수 있는 해결책까지 제시할 수 있게 된다. 따라서 현재까지 독립적이고 산발적으로 이루어진 환경성 개선 노력들이 하나의 시스템 안에 조화롭게 수용됨으로써 평가시스템을 통하여 환경성을 개선하는 일련의 절차들이 온전하게 해결 가능하도록 설계하는 것이 무엇보다 중요하다.



<그림 3-114> 국가 교통산업 환경성 통합 평가시스템(案)

교통산업 환경성 통합 평가시스템에는 각 철도, 전동차, 승용차, 버스, 경전철, BRT 등 다양한 육상교통수단의 교통수단별/시기별 전과정에 걸친 환경성 데이터가 LCI DB 형태로 축적 및 관리될 것이다. 교통수단별 환경성을 평가한 결과들을 토대로 환경적으로 우수한 교통 분야에 대해 정책적 지원을 우선하는 방식을 통해

국가 교통산업의 정책적 육성 및 투자에 대한 기반 논리 및 근거 데이터를 확보할 수 있게 된다.

(3) 이해관계자 의사소통 기반 구축

친환경 교통수단을 개발하는 것은 정부와 제작사, 운영사의 정책적 판단, 경영의 사결정 등에 기대할 수 있는 부분이지만, 개발 이후에는 소비자의 역할이 특별히 중요하다. 소비자의 친환경 교통수단에 대한 인식수준 제고와 자발적인 실천은 개발된 친환경 교통수단이 성공적인 대중교통 수단으로서 명확하게 자리매김하는 데에 필수적인 요인이 된다. 따라서 친환경 교통수단을 개발함과 동시에 성공의 한 주축을 담당하고 있는 소비자에 대한 환경성 홍보 노력과 이를 통한 인식 수준의 제고가 동시적으로 달성되어야 한다. 정량적 평가 결과를 근거로 하여 어떠한 교통수단이 얼마나 친환경적인지에 대한 정보를 적극적으로 전달하여 줌으로써, 점차 높아가고 있는 소비자의 환경적 요구 수준을 충족시키고 친환경적인 교통수단으로의 점진적 이용 패턴 변화를 유도하여야 할 것이다.

그러나 각 교통수단의 환경성이 어느 정도 수준인지만으로 일반 소비자들의 이용습관을 변화시키기는 쉽지 않은 일이다. 대부분의 소비자들이 환경성보다는 교통수단의 이용 간 편리성과 가격적 합리성을 토대로 수송서비스를 선택하는 경향이 있으므로, 친환경 교통수단에 대한 홍보와 동시에 동 교통수단에 대한 구매 시 정부에 의한 가격지원이 필요하다. 곧, 교통수단별로 환경성을 평가한 결과를 토대로 환경영향 비례세나 탄소세 등의 세제를 도입하여 환경적으로 많은 부담을 주고 있는 교통수단에 대해 상대적으로 높은 수준의 세금을 부과하고, 동 조세수입을 좀 더 친환경적인 교통수단의 구매 및 이용 시 소비자에게 정부가 지원해주는 방안을 제안한다.

(가) 소비자에 대한 교통수단별 환경성 정보 제공

지속가능한 교통산업 체계가 마련되기 위해서는 정부, 제작/운영사, 소비자의 3자간의 기대역할이 효율적으로 분배되고, 각각이 담당할 역할들이 충실하게 수행되어야 한다.



<그림 3-115> 교통수단의 친환경성에 대한 對 소비자 정보 전달

각 교통수단의 제작업체/운영사는 환경성에 대한 요구사항을 정의하고 이에 대한 명확한 의사소통을 통하여 구매 단계에서 환경성이 필수적으로 고려할 수 있도록 관련 규정을 마련하고 시행하여야 한다. 운영사에서는 각 교통수단 발주 시 요구하는 사양에 환경적 측면을 필수적으로 포함하여 정량적인 요구 수준을 결정·통보 하여야 하며, 제작업체에서는 이러한 요구사항들을 충족시킬 수 있도록 관련 기술을 개발하며 부품 공급업체들의 결정 시 환경적 요구사항들을 전달하여, 공급망 전체에서의 환경성과가 개선될 수 있도록 해야 한다.

정부에서는 보다 친환경적이라고 평가된 교통수단에 대해 소비자가 좀 더 적극적으로 이용할 수 있도록 가격적 지원과 환경적으로 더 큰 영향을 유발하는 교통수단에 대한 규제를 동시에 시행하는 것을 제안한다. 소비자는 본 연구에서 제안하는 교통정책에 있어서 최종적으로 성패 여부를 결정짓는 핵심 주체로 작용한다. 이들의 자발적인 이용기반 확대를 이끌어내지 못하면 지속적인 투자와 연구 노력이 사실상 아무런 의미를 가질 수가 없으므로, 반드시 국가가 원하는 지속가능한 교통체계의 방향으로 **modal shift**를 유도할 수 있도록 소비자를 움직이는 정밀한 지원/규제책이 마련되어야 한다.

이를 위해서는 소비자가 교통수단에 대한 선택적 구매 행동을 하게 될 때 판단의 준거가 될 수 있는 정보들을 충분하고 효과적으로 전달받을 수 있어야 한다. 특히, 환경성적표지제도 등의 환경라벨링 활용을 강화함으로써 환경적으로 우수한 교통수단이 어떤 것이며 얼마만큼 인지에 대한 정보를 명확히 전달해 주어야 할 것

이다. 또한 연료효율이나 에너지사용량과 같은 자원 소모 측면에서의 환경적 부담이 어느 정도인지에 대한 정보를 제공하고, 전술한 국가 교통산업 통합 평가시스템의 활용을 통하여 도출된 교통수단별 환경성 평가 결과의 공개를 통하여 전과정적인 환경영향이 어느 정도 수준인지를 각각 공개하여야 한다.

친환경설계 기법을 적용함으로써 환경부하의 저감을 위한 근원적 설계 내용이 어떤 것인지에 대한 정보를 제공하는 것도 날로 높아지고 있는 소비자들의 환경적 요구수준에 부합할 수 있는 유용한 정보로 활용될 것이다. 현재 대기업을 중심으로 활발하게 발간되고 있는 지속가능보고서 및 환경보고서 발간과 공개를 통하여, 연간 영업성과는 물론 친환경 관련 기술개발 현황, 환경적 개선사항 및 수준, 사회적 공헌활동 등에 대한 정보 전달 수준을 높이는 것도 친환경적인 교통수단에 대한 소비자들의 인식수준을 높이는 데에 중요한 역할을 하게 될 것으로 판단된다.

(나) 환경라벨링 및 인증제도의 활용 강화

국내의 경우 환경라벨링 제도는 전자산업계를 중심으로 활용되고 있는 실정이다. 아직까지 교통수단에 대한 지침 마련과 환경성적표지 취득 사례는 없는 상황이다. 환경라벨링은 소비자와 가장 직접적으로 맞닿아 마케팅 측면에 활용할 수 있는 제도적 장치로서, 친환경성에 대한 적극적인 홍보와 이를 통한 소비자들의 인식 제고가 이루어진다면 각 교통수단의 환경적 우열을 가늠할 수 있는 주요한 정보소통 장치이자 구매의사결정 요인으로 작용할 수 있다. 흔히 Type I, II, III로 일컬어지는 종래의 환경라벨링 제도의 적극적 활용을 유도할 필요가 있다.

환경성 평가시스템에 의해 에코효율성이 평가되고 동 기록이 국가 데이터베이스에 등재된 제품의 경우 동 제품에 대해 인증을 부여하고 식별마크를 부착할 수 있게 해주면, 소비자를 포함한 대내외 이해관계자들에 대해 환경적 요구사항을 더 높게 충족시키는 제품임을 인식시켜 줄 수 있으므로, 이와 관련한 인증 제도를 도입하는 것도 도움이 될 것으로 판단된다.

또한 전과정 환경성 평가를 수행하고 동 결과를 토대로 친환경설계 기법을 적용한 제품의 경우, 관련 사실을 공개할 수 있는 마크를 부착할 수 있도록 해당 표지에 대한 내용을 제도화하고 소비자가 이용 시 보조금을 지원해 주거나 세제상의 혜택을 부여함으로써 친환경적인 교통수단이 명확한 이점을 누릴 수 있는 제도적 기반을 마련해 주는 것도 필요하다.



<그림 3-116> 환경라벨링 제도

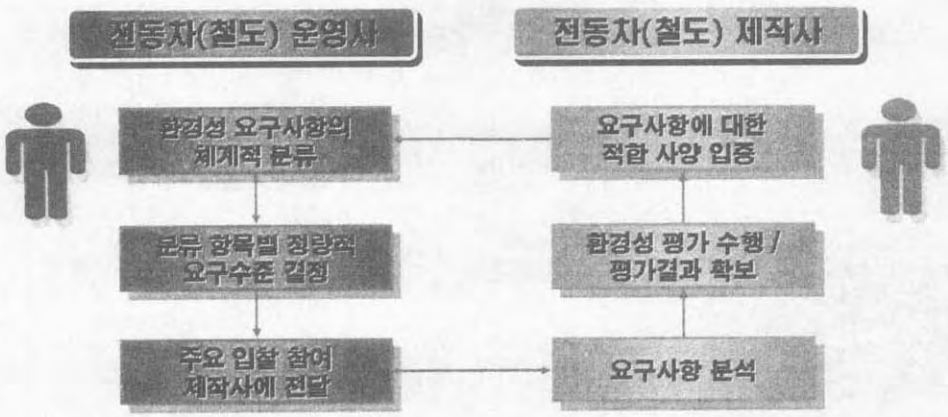
(다) 전동차 구매 단계에서의 제작/운영사의 환경정보 소통

국내 전동차 제작업체인 로템의 경우 홍콩, 인도, 터키에 환경적으로 우수한 사양의 전동차를 제작 판매했던 실적이 있음을 감안할 때, 국내의 전동차 제작 기술이 환경적으로 우수한 제품을 만들기에 기술 수준이 부족하다고 볼 수 없다. 그럼에도 불구하고 국내 전동차의 경우는 전술한 바와 같이 환경적으로 취약한 점들을 일부 내포하고 있으며, 그 주요한 원인은 저가입찰을 통한 가격경쟁력 확보에 지나치게 의존하는 현재의 구매시스템에 있다고 판단된다.

유럽의 경우, RAVEL, PROSPER 등의 철도 관련 대단위 프로젝트를 수행함으로써 철도에 관한 환경적 요구사항들을 도출하였으며, 이러한 요구사항들에 대한 요구와 충족이라는 양자간의 역할 분담을 통하여 환경적으로 우수한 철도를 제작하기 위한 기반 여건을 조성하였다. 철도의 환경성이라는 광범위한 주제를 명확하고 구체적으로 정의함으로써, 대상항목을 어떤 것들로 할 것인지와 표현 양식을 어떤 형태로 정할 것인가에 대해 합의를 이끌어 냈다는 점에서 시사하는 바가 크다. 독일의 철도 제작사인 Bombardier의 경우, 다년간 높은 투자비용을 부담하면서 철도차량에 대한 전과정평가를 수행하여 전과정에 걸친 환경영향이 어느 정도 수준인지를 파악하고 주요 환경적 이슈들을 추출하는 작업을 수행하였다.

국내의 경우에도 전동차 운영사가 제작사에 발주할 때, 구매대상 전동차의 환경적 요구사항을 구체적이고 정량적으로 표현할 수 있는 표준 규약을 만드는 것이

무엇보다 필요하다고 하겠다.



<그림 3-117> 전동차 구매 시 운영/제작사의 환경성 정보 소통 구조

우선 운영사에서는 구매 대상 전동차가 필수적으로 충족하여야 하는 환경성 요구사항들을 보다 체계적으로 분류하고, 각각의 항목들에 대한 요구수준을 정량적으로 결정하여 제작사에 통보하여야 한다. 제작하는 이러한 운영사의 요구사항을 분석하고 전과정평가와 같은 환경성 평가를 수행하며, 평가결과를 운영사에 통보함으로써 요구사항에 적합한 사양임과 동시에 전반적인 환경적 성과가 어느 정도 수준인지에 대한 통합적 정보를 제공하는 것이 필요하다.

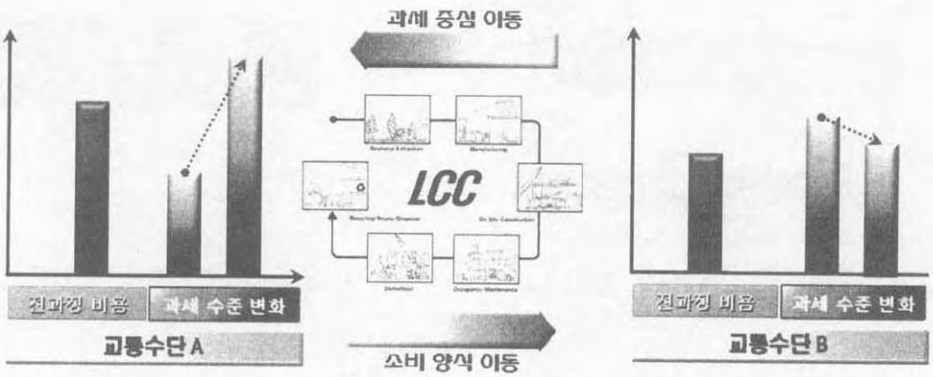
(4) 전과정 비용 분석(LCC, Life Cycle Cost)의 도입

전과정 비용이란 특정 제품시스템이나 설비의 설계단계부터 폐기단계에 이르기까지 생애주기 전체에 걸쳐 유발되는 총비용을 의미한다. 미국 예산국에서는 이를 '시스템의 예정된 유효기간 중의 직접·간접적으로 발생되는 비용으로서 설계, 개발, 생산, 조업, 보전, 지원 과정에서 발생하는 것과 발생하리라고 예측되는 것을 모두 포함한 총 비용이다'라고 규정하고 있다. 전과정 비용은 초기비용(취득 비용)과 운영비용(운전유지비, 예방보전비, 수리비, 유휴손실비) 등을 합한 설비의 라이프 사이클 전체의 총비용을 의미한다고 볼 수 있으며, '전과정 비용 = 구입가격 + (운영유지비 + 예방보전비 + 수리비 + 유후손실비 + 기타 손실비) - 잔존가치'로 풀이된다.

철도 및 전동차, 도로 교통 등 육상 운송수단에 대해 전과정적인 관점에서 사회

벅 비용을 더 많이 유발하는 분야에 더 많은 세금을 부과하는 것이 법리적으로 타당하다. 현재까지는 전과정에 걸쳐 유발되는 비용을 분석하고 입증할 체계적 방법론과 도구가 없어 이른 바 'Polluter Pays Principle'이 지켜지지 않고 있다. 또한, 대부분의 소비자들은 각 교통수단의 외부비용이 어느 정도 수준인지를 체감하지 못하고 있다.

전과정적인 관점에서 볼 때 유지보수 비용 등 구축 및 구축 이후의 추가적 비용을 많이 발생시키는 분야에 대한 투자는 국가의 자원 및 자본관리 측면에서 상당한 비효율성을 초래하므로, 이에 대한 정량적인 분석 결과를 토대로 근거 있는 선별적 투자 육성정책이 마련되어야 할 것이다. 또한 전과정 비용 분석기법을 마련하고 분석결과를 확보하면 동 분석 결과에 근거한 과세 조정이 이루어져서 전과정에 걸쳐 더 많은 비용을 유발하는 분야에 더 많은 패널티를 부과함으로써 자연스럽게 합리적 비용구조를 갖는 교통수단에 대한 집중적 투자가 이루어 질 수 있도록 유도해야 할 것이다.



<그림 3-118> 전과정 비용 분석(LCC)을 통한 교통수단 과세수준의 합리화

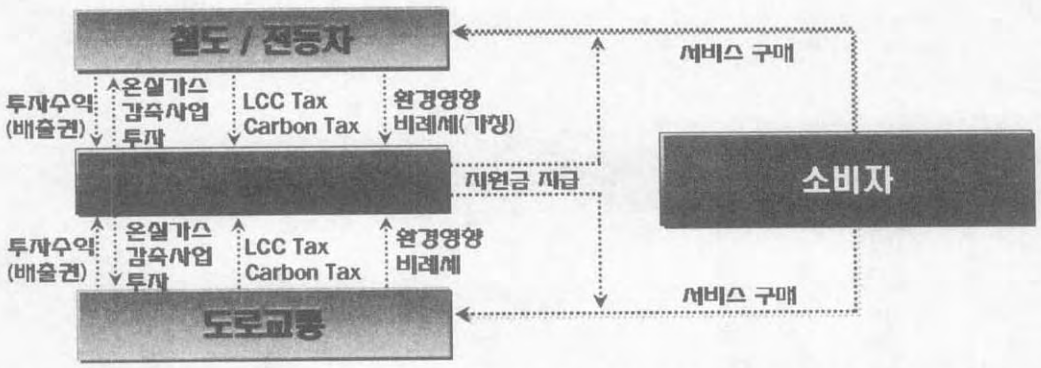
<그림 3-118>에서 교통수단 A는 전과정에 걸친 비용 발생수준이 B에 비해서 상대적으로 큰 편임을 알 수 있다. 그러나 전과정 비용에 대한 분석 기반이 없는 상태에서는 잠재적으로 유발되는 비용에 대해 추정할 수 있는 근거가 없어 비용을 더 많이 유발하는 교통수단이 상대적으로 낮은 과세수준을 부담하고 있는 경우가 존재하게 된다. 따라서 각 교통수단별로 전과정에 따른 비용 발생 수준을 정량적으로 평가할 수 있는 표준화된 방법론을 도출하고 이를 통한 평가결과를 도출하여 각 교통수단의 전과정 비용 발생 수준과 과세 수준의 상관관계를 보정해 주어야

할 것이다.

다. 정책 실행방안 및 기대효과

(1) 정책 실행 방안

전동차와 철도는 도로교통에 비하여 환경에 미치는 영향이 적고 유지관리 과정에서 소요되는 비용적 부담도 적기 때문에 친환경적인 교통수단으로 여겨지고 있다. 우리나라의 경우도 예외는 아니지만, 그럼에도 불구하고 대부분의 교통정책 투자 및 소비자의 이용 형태가 도로교통 중심으로 운영되고 있는 실정이다. 이는 교통수단의 친환경성과 소비자의 교통수단 선택 사이가 매개화되지 못하여 양자 간의 인과관계가 없음을 의미한다. 따라서 보다 친환경적인 교통수단으로 소비자를 유도하기 위한 제도적 장치가 필요한 실정이다.



<그림 3-119> 교통분야 통합시스템과 소비자 구매 지원정책의 연계 방안

소비자의 실질적인 구매행위를 유도하기 위해서는 친환경 교통수단에 대한 인식만으로는 부족하다. 이는 대부분의 소비자가 실질적으로 교통수단의 이용 간 편이성과 가격적인 면에 의존하는 소비행태를 갖기 때문이다. 따라서 소비자의 친환경적인 교통수단 이용을 촉진하기 위해서는 소비자의 실질적 구매행위에 변화를 일으킬 수 있는 요인을 해결할 수 있어야 한다. 우선적으로 생각할 수 있는 것이 환경성 평가 결과를 토대로 합리적으로 조정된 조세수입을 소비자의 구매행위에 환원함으로써 소비자가 좀 더 환경적으로 건전하고 지속가능한 교통수단을 이용할 수 있도록 유도하는 것이다. <그림 3-119>에서는 소비자가 친환경적인 교통수단 구매 시 정부가 거둬들인 조세 수입을 통하여 지원금을 지급하는 과정을 보여주고

있다. 이러한 가격적 지원을 통하여 소비자는 친환경적 교통수단에 대한 인식을 제고함과 동시에 실질적인 가격적 혜택을 얻음으로써, 소비행태가 자연스럽게 친환경적인 교통수단으로 이동해 갈 수 있게 된다. 정부가 지급하는 구매 지원금의 재정기반은 다음과 같은 것들로 조달하는 것을 제안한다.

■ 환경영향 비례세(가칭)

교통산업 환경성 통합 평가시스템의 구축을 통하여 교통수단별로 전과정적인 환경영향을 정량적으로 평가하고, 평가결과를 토대로 환경영향에 비례하여 환경세를 부과함으로써 더 많은 환경적 부담을 주고 있는 교통수단이 더 많은 세금을 납부할 수 있도록 한다. 이를 통해 과세 기준의 합리성을 추구함과 동시에 각 교통수단이 친환경 기술 개발에 보다 역점을 둘 수 있도록 자연스러운 시장경쟁 기능이 도입되는 것이다.

■ 탄소세(Carbon tax)

탄소세는 화석연료에 함유되어 있는 탄소량에 비례하여 탄소당 일정액의 세금을 화석연료원에 부과하는 종량세로서 이산화탄소 배출 저감을 유도할 수 있는 기능을 내재하고 있다. 또한 기후협약과 관련하여 가장 일반적으로 고려되는 국내정책수단 중의 하나가 조세수단인 탄소세의 도입이다. 탄소세는 국가의 조세수입의 증대 이외에도 온실가스 저감을 위한 국가적 대응에도 탄력을 실어주게 되는 등 다수의 정책적 목표를 동시에 달성 가능한 세제로 평가된다.

■ 전과정 비용 비례세(LCC tax)

이는 상기의 2 가지 환경세와 유사한 개념이지만, 과세표준이 환경영향이 아니라 전과정에서 유발되는 비용이라는 측면에서 차이가 있다. 각 교통시스템의 초기 구축과 유지보수 및 기타 소요 비용 등의 직/간접적 비용발생액을 추산하여 국가의 재정에 부담을 상대적으로 적게 주는 교통수단일수록 낮은 세금을 부과함으로써, 향후 국가 교통정책의 발전방향을 보다 비용효율적인 곳에 집중할 수 있도록 기반을 조성함에 근본적인 목적이 있다.

■ 온실가스 감축사업 투자를 통한 투자수익(배출권) 및 탄소펀드 운영수익

향후 교통산업에서 온실가스 배출량을 저감할 수 있는 기술을 개발하여 감축사업을 실시할 경우, 정부가 이에 대한 지분을 가지고 투자함으로써 동 사업에서 발생하는 투자수익(배출권)을 지급받을 수 있다. 또한 정부가 탄소펀드를 운용함으로써 거둬들인 투자수익을 통해 재원을 조달할 수도 있다.

이러한 내용을 종합하여 정부의 소비자 구매 지원책을 정리하면 다음과 같다.

• 지원 목적 : 친환경적 교통수단에 대한 구매 지원으로 보다 친환경적인 교통수단에 대한 구매 유도

• 관리 도구 : 교통 분야 통합 환경평가 시스템 / 온실가스 통합 관리시스템

• 재정 확보 : 환경영향 비례세(가칭), 탄소세, LCC 기반 과세액, 온실가스 감축사업 투자수익, 온실가스 감축사업 투자를 통한 투자수익, 탄소펀드 운영수익

• 지원 기준

- 교통 분야 통합 환경영향 평가방법론에 의거한 영향평가 결과가 양호한 분야에 지원 집중

- 에코효율성 평가 결과 및 인증, 친환경설계 기법 도입 인증 등 인증사실에 근거한 혜택 제공

(2) 기대 효과

제안 정책을 통해 거둘 수 있는 관련 주체별 기대효과는 다음과 같다.

■ 정부

- 국제적 이슈인 온실가스의 교통 분야 국가대응체계 구축
- 전과정적 환경영향 및 비용에 따른 합리적 과세제도 개편
- 교통정책의 육성 및 지원방향 설정 및 근거 확보

■ 차량 제작업체

- 국제적 수준의 친환경차량 제작기술 확보로 경쟁력 강화
- 환경적 개선요구항목/개선효과 정량적 파악
- 전과정적 비용 발생요소 파악 및 절감

■ 차량 운영사

- 차량 구매 시 환경사양의 검토기준 확보
- 친환경 차량의 운영 및 환경라벨링 활용을 통한 운영수익 증대

■ 소비자

- 친환경 교통수단에 대한 인식수준 제고
- 친환경적 교통수단으로서의 자발적 이용 확대
- 각 교통수단 대한 환경성 정보 획득

라. 정책 추진절차 및 로드맵

(1) 정책 추진절차

포스트 교토체제의 논의가 가속화됨에 따라 본 연구를 통하여 제안된 정책들 중에서도 기후변화와 관련한 대응에 우선적으로 착수할 필요가 있다. 이어서 환경성 평가 및 전과정 비용 평가 체계를 개발하고, 동 방법론에 의한 평가결과들을 국가 교통산업 통합 데이터베이스로 구축하는 과정이 뒤따르게 된다. 그리고 소비자를 포함한 이해관계자 간의 환경 정보 의사소통을 촉진하기 위한 체제를 마련하고, 마지막으로 이러한 일련의 정책수단들을 통합적으로 관리할 수 있는 관리시스템을 구축하는 일이 필요할 것이다.



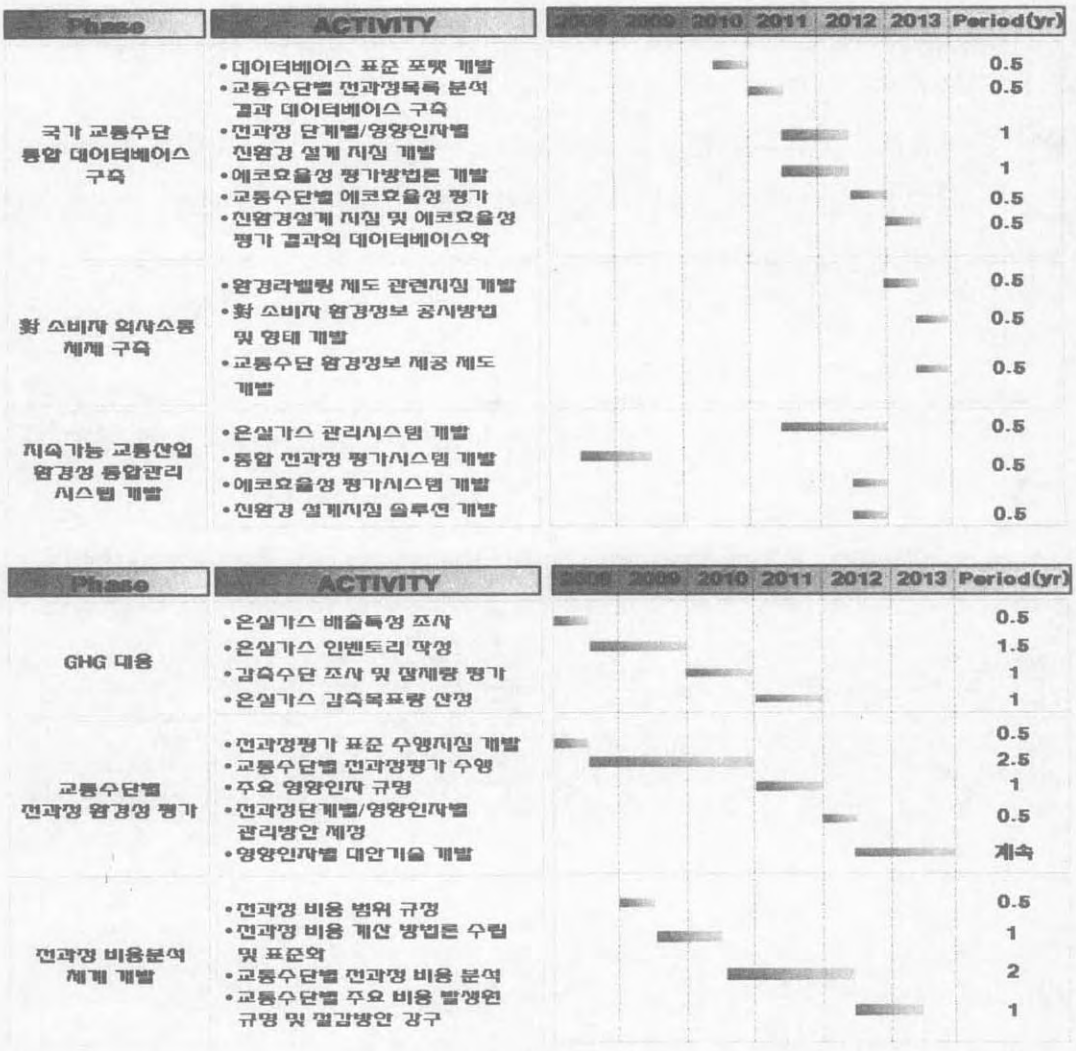
<그림 3-120> 제안 정책의 단계별 추진 절차

(2) 정책 추진 로드맵

본 연구를 통하여 제안된 정책들 중 핵심적인 부분을 기술하자면, 교통수단 전체에 대한 환경성을 평가할 수 있는 표준화된 통합 평가방법론을 개발하고, 이에 따라 각 교통수단의 환경성을 평가한 후 동 평가결과를 통하여 과세기준을 마련하

여 소비자의 친환경 구매 행위에 지원하자는 것으로 요약된다.

<그림 3-121>에 제시된 정책 추진 로드맵은 각각의 핵심적 과제별로 세부 추진 사항과 이행 우선순위를 열거하고, 실행하는 데에 소요될 예상기간을 산정해 본 것이다. 2008년에 시작한다고 가정할 경우 6년의 소요 기간을 예상하고 있으며, 6년째가 되는 해는 기후변화협약 상 2차 공약기간이 시작되는 2013년이 된다. 그러나 시행범위가 넓고 관련 인프라를 개발하는 데에 소요되는 기간도 짧지 않은 편이므로 각 세부과제별로 보다 정확하게 추진기간과 추진 우선순위를 보정해주는 작업이 선행되어야 할 것이다.



<그림 3-121> 제안 정책 추진 로드맵

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제1절 연구개발 목표 및 달성도

본 과제의 최종 연구목표는 환경친화적인 전동차 체계를 구축하기 위해 전동차의 제작에서부터 운행, 폐기까지의 전과정을 걸친 환경부하를 파악하여 설계단계에서부터 사전에 환경적인 면을 고려할 수 있는 전과정평가 시스템을 구축하여 운영함으로써 환경비용을 절감할 수 있는 통합시스템의 개발이다.



<그림 4-1> 전동차 전과정 및 에코효율성 통합평가 시스템

본 과제의 연차별 개발 목표는 다음과 같다.

■ 1차년도 (2004)

- 전동차 전과정 평가기법 개발 및 LCI DB 구축 (I)
- 전동차 환경영향 진단
- 전동차 전과정평가 S/W 기본설계
- 전동차 폐기물 재활용 실태 조사 분석
- 전동차 환경개선 방안 기초 연구

■ 2차년도 (2005)

- 전동차 주요 부품 환경성평가 목록 LCI DB 구축 (II)

- 에코효율성 방법론 개발
- 전동차 전과정평가 S/W prototype 개발
- 전동차 에코효율성 S/W 기본설계
- 폐전동차 처리 및 재활용 방안 연구

■ 3차년도 (2006)
- 전동차 환경성평가 LCI DB 구축 (III)
- 전동차 에코효율성 지수 DB 구축 및 에코디자인 절차서 개발
- 전동차 전과정 및 에코효율성 평가 S/W 통합시스템 개발 및 평가
- 전동차 주요 부품 재활용공정 개발
- 전동차 환경개선을 위한 정책연구

연차별로 전동차 주요 부품에 대한 환경성 LCI DB를 구축하였으며, 전동차의 전과정에 대한 환경부하를 산출하여 환경성을 진단하였다. 또한 환경성뿐만 아니라 경제적 가치를 반영할 수 있는 에코효율성 지표를 전동차 특성을 고려하여 개발하였으며, 향후 설계단계에서부터 환경성을 고려할 수 있는 친환경설계 가이드라인을 제시하였다. 그리고 전동차의 전과정평가와 에코효율성 평가를 통합적으로 할 수 있는 S/W를 제작하였으며, 폐전동차의 효과적인 처리를 위한 국내외 현황을 파악하고 주요 부품인 FRP 재질에 대한 재활용 공정을 개발하였다. 마지막으로 본 연구 결과를 바탕으로 지속적인 철도분야에서의 환경개선을 유도하기 위한 전동차의 운영현황을 분석하고 적합한 정책(안)을 제시하였다.

세부 연구성과물에 따라 본 과제의 연구목표에 관한 달성도는 다음과 같다.

■ 전동차 주요 부품 환경성 LCI DB 구축
- 전동차 전과정평가 방법론 개발
- 전동차 주요부품 환경성 LCI DB 구축 대상 선정 및 현장 조사
- 전동차 주요부품(모듈 및 하부 부품)별/재질별 환경성 LCI DB 27개 구축완료

■ 전동차 환경성 평가 및 진단
- STS 구체 전동차 환경성 평가 및 진단

- AI 구체 전동차 환경성 평가 및 진단

■ 전동차 에코효율성 지표 및 친환경설계 가이드라인 개발

- 전동차 에코효율성 방법론 개발
- 전동차 에코효율성 지표 2개 선정
- 전동차 친환경설계 가이드라인 제시

■ 전동차 전과정 및 에코효율성 평가 통합 S/W 개발

- 전동차 전과정평가 S/W 상세 설계 및 프로토타입 제작
- 전동차 에코효율성 평가 S/W 상세 설계
- 전동차 전과정 및 에코효율성 평가 통합 S/W(RACE) 제작
- RACE 홍보 및 매뉴얼 제작

■ 폐전동차 처리 및 재활용 공정 및 시제품 개발

- 국내외 폐철도차량 처리현황 조사 및 분석
- 폐 FRP 재활용 공정(FAXCON) 개발

■ 전동차 환경개선 정책(안) 제시

- 국내외 관련 환경규제 조사 및 분석
- 국내 전동차 제작 및 운영 현황 분석
- 친환경 전동차 제작 및 운영을 위한 정책(안) 제시

제2절 관련분야 기여도

■ 기술적 측면

○ 전동차 전과정평가 시스템 확보를 통한 친환경 철도기술 선도

- 에코디자인 개념을 도입하여 전동차 분야에서의 환경규제에 의한 선진 기술 장벽 극복
- 철도산업 기술경쟁력 제고 및 관련 산업기술 발전으로 국가기술 경쟁력 향상

○ 철도분야에서의 환경개선 기술 선도

- 설계 단계에서부터 환경성 평가시스템을 적용함으로써 각 부품의 환경부하를 정량적으로 평가하여 사전 환경개선 효과
- 전동차 제작시 환경 부담을 줄이며 원가를 절감하는 설계기법 확보
- 재활용 공정을 적용하여 폐기단계에서 재활용율 제고 및 자원절감(FRP 내장재 재활용 시 연간 300톤 이상) 효과

■ 경제·산업적 측면

○ 전과정평가 시스템 구축을 통한 환경비용 절감

- 차량의 제작단계에서부터 전과정에 걸친 환경성을 평가함으로써 자원 및 에너지 절감 기대
- 환경부하 저감을 통해서 국제환경규제에 대응할 수 있는 전동차를 개발함으로써 수출 시장에서의 경쟁력 확보
- 에코디자인 기반을 마련함으로써 전동차의 전과정에서 발생하는 환경부하의 처리비용 저감 효과 기대.
- 친환경 철도네트워크의 조성을 통한 철도의 신규 국내외 시장창출 및 시장 우위 선점

○ 전동차의 환경지수를 산정하고 개선사항과 방향을 제시함으로써 불필요한 생산비용을 줄이고, 사용 후 현재 전동차의 재활용 및 폐기물 매립 등을 위한 환경비용(30억 원+α) 저감

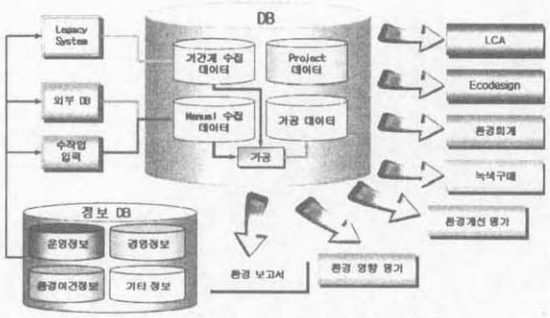
<표 4-1> 폐 FRP 재활용 공정 개발의 경제적 효과

구 분	전동차 폐 FRP	화력 발전소 fly ash
발생량	300 톤/년	600만 톤/년
활용량	300 톤/년	1,050 톤/년
폐기비용 절감	120백만 원 (㎥당 80,000원 5㎥가 1톤)	120백만 원 (톤당 115,000원)
원료대체 효과 (원료 800 원/kg)	240백만 원 (폐 FRP가 재생수지를 대체)	840백만 원 (fly ash가 재생수지를 대체)
합 계	360백만 원	960백만 원
매출창출	48억 원 근거: 폐 FRP가 전체 제품 무게의 10 %이므로 연간 제품 (트로프)생산량이 300 톤, 단가 : 트로프 약 1,600 원/kg	
생산제품	철도 지하철용 케이블 트로프 및 보호관 등	

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

■ 지속가능개발 정부 부처(건교부-산자부-환경부) 인프라 구축 및 국가 LCI DB로의 활용

- 국내 환경부, 산자부, 건교부(건축자재 위주) LCI DB 구축 사업 지속 중
- 전동차의 소재별/부품별 기구축 LCI DB를 이용하여 전동차의 설계나 제작시 환경성 정보 및 환경성 평가를 위한 데이터베이스를 인터넷을 통하여 습득할 수 있는 시스템 구축
- 국가 청정생산체제 구축을 위한 정부 부처(산자부-환경부-건교부) 간의 협력체계 강화
- 지속가능제품 개발 확산을 위한 정책실행 방향 설정 및 인프라 구축 방안



<그림 5-1> DB 구축 활용

■ 전동차 환경성평가 통합 S/W 보급

- 전동차 전과정평가 프로그램 개발 및 환경성 정보 네트워크 구축을 통해 전동차 전용 통합 S/W를 사용대상자(정책입안자, 제작사의 계획, 설계자 및 구매자, 운영처, 연구자 등)에 보급
- 통합 환경성 평가 소프트웨어 교육 및 세미나 개최
  - 관련기관(전동차 제작사, 관련 연구소, 부품 제작사, 전동차 운영기관 등)을 대상으로 한 소프트웨어 설명회 및 사용자 교육시행
- 통합 에코효율성 평가 소프트웨어 홍보
  - 관련 학회 발표 및 관련 기관 홈페이지 홍보, S/W 배포, 환경관련박람회 참가를 통한 국내외 홍보

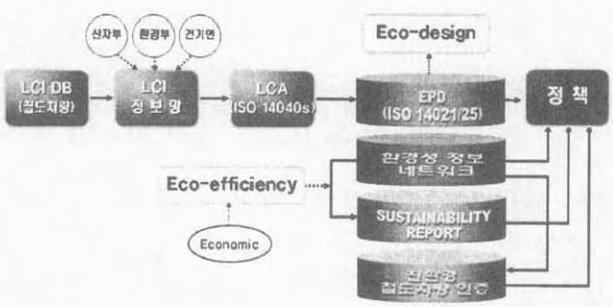
- 제작업체, 운영기관 등에서 전동차의 전과정에 걸친 친환경 체계 구축 방안에 적용함으로써 환경비용 절감 및 철도의 친환경성에 대한 대국민 홍보 자료의 근거로 활용
- 설계단계에서부터 각 부품에 대한 재활용/재이용/폐기 등을 고려함으로써 폐기 차량으로부터 유발되는 환경부하를 절감하고 자원순환 효과 기대
- 향후 폐철도차량 처리시스템 구축을 위한 자원순환 기반 틀 확보

■ 환경친화적 철도산업 유도를 위한 국가정책 개발 및 지원

- 환경친화적 철도차량 사양 개발
- 환경친화적인 철도산업 육성을 위한 제도 및 기준 틀 마련
- 철도분야의 환경성 평가 지표를 개발하여 환경성 정보 인증제 도입방안 및 환경경영시스템 구축 가이드로 활용
- 환경성과지표 리스트를 이용한 가이드라인으로부터 철도산업에서의 환경성 관련하여 효과적인 정책안 개발
- 국가 환경개선정책에 대해 국제규격과 연계하여 수립함으로써 실효성 증대
- 지속가능제품 평가기법 지침서 개발 및 지원도구로 활용

■ 국제 환경정책 대응

- 교토의정서 발효에 따른 철도분야의 전과정에 걸친 이산화탄소 배출량을 산출함으로써 인벤토리 구축 및 정책 방안 수립
- WEEE, RoHS, EuP 등 국제 무역시장 장벽으로 부각되고 있는 각종 환경규제에 대한 철도분야의 가이드라인 제공



<그림 5-2> 연구결과 활용방안 전체 모식도

참고문헌

1. ISO 14044, Environmental management-Life Cycle Assessment-Requirement and guidelines, 2006.

2. Overview of the RAVEL project, 1-6, 2002.

3. The Second Newsletter from the Brite-Euram project RAVEL, 1-10, 2000.

4. REPID project Introduction and Firs Results, 3-5, 2003.

5. Standards and tools for environmental design and supply chain management in railway industry, 1-2, 2004.

6. Nordic Environmental Manual, 3-10, 1999.

7. The Shinkansen and the environment, 1-12, 2003.

8. 전동차 표준사양 연구보고서(분야: 전동차 시스템), 건설교통부, 1997.

9. Life cycle assessment: Best practices of ISO 14040 series, APEC, 2004.

10. 친환경적인 자동차처리시스템 구축 및 시범사업, 산업자원부, 2003.

11. 환경전과정평가, 김상용 외 공저, 1998.

12. Kun-Mo Lee and Atsushi Inaba, "Life Cycle Assessment Best Practices of ISO 14040 Series", 2004.

13. 국가청정생산지원센터, 국가 LCI Database 구축 방법론 및 관리·보급확산 방안, 2004.

14. W. Wimmer et al., Ecodesign Implementation, 2004.

15. 한국철도기술연구원, 전동차 전과정평가 시스템 개발, 1 & 2차년도 최종보고서, 건설교통부, 2005 & 2006.

16. W. Dewulf et al., Integrating Eco-Efficiency in Rail Vehicle Design, 2001.

17. 한국철도공사·한국철도시설공단, 2004 철도 통계 연보, 2005.

18. 서울메트로, http://www.seoulmetro.co.kr, 2006.

19. 광주광역시 도시철도공사, http://subway.gwangju.kr, 2006.

20. Total Cost Assessment Methodology, AIChE, 1998.

21. 에코디자인 일반지침 및 지원S/W개발, 환경부, 2002.

22. Factor T now, Toshiba, 2007.

23. 에코디자인 일반지침 및 지원 S/W개발, 환경부, 2002.

24. 환경 전과정평가, 김상용 외 8인, 1998.

25. 국가 LCI Database 구축 방법론 및 관리·보급확산 방안, 산업자원부, 2004.

26. 육상교통수단의 환경성 비교 분석, 한국환경정책평가연구원, 2002.

27. 유럽의 통합제품정책의 추진동향과 대응과제, 한국환경정책평가연구원, 2005.

28. 환경마크(환경표지) 대상제품 및 인증기준, 환경부, 2006.

29. HFCs, PFCs, SF_6 배출원 조사 및 감축수단 조사 최종보고서, 산자부, 2006.

30. 온실가스 배출량 산정지침서, 산자부, 2006.

31. 지속가능한 교통정책, 지속가능발전위원회, 2005.

32. 환경적으로 지속가능한 교통정책, 나라경제, 2005.

33. 독일의 신 교통정책, 21세기 지속가능한 성장을 위한 해법, 최연혜, 2002.

34. OECD의 교통관련 정책 논의동향, OECD focus, 2003.

35. 김동섭, 섬유강화 플락스틱 (FRP)의 재자원화, 1998.

36. H. Ohmo. "Waste Plactic Liquefaction Technology" Proceeding of the 7th ISWA International Congress, V.I pp. I-141-147, 1996.

37. National Solid Wastes Management Association, Land fill Capacity in the Year 2000 ; NSWMA : Washington D.C 1989.

38. Clean Japan Center, Recycle Guide : Tokyo. 1992.

39. K. Nagayasu, Japan R&D Trend Analysis, Advanced Materials Phase Ⅲ, Report No 3 : Plastic Recycling : 1991.

40. L. F. Albright. B. L Cynes, W. H. Corcoran. Pyrolysis Theory and Industrial Practice : Academic: New York. 1983.

41. K Nishmoto. Proc. of Special Lecture, New functional woody materials ccosponcered by Nippon Zairyo Gakka: and wood tech. Assoc. of Japan. Nov. 6. 1987.

42. J. Milgrom, Reuse-Recycle. 26. 50. 1996.

43. S. Ram Kim Plastics Recycling Processes Rutgers Center for Plastics Recycling Reseach, Pistacaway, NJ, 1990.

44. M. Frankenhaeuser, PWMI Technical Paper, 'Co-combustion of mixed plastics with coal in a bubbing gluidized bed boiler', [available from Association of Plastics Manufactures in Europe, Avenue E. Van.

45. M. Lemann, 'The Swiss solution from waste incineration to waste management', Proc. GLOBEC'96, Davos, Switzerland, March 18-22, 1996.

46. K. Asskawa, 'Automotive recycling in Japan' in emerging Technologies in Plastics Recycling, Ch. 5, p. 49, ACS, 1992.

47. N. S. Hon, W. Y. Chao, C. Buhion, J. Plactics Eng. 1992.

48. G. Mackey, 'A review of advanced recycling technology', ACS Symposium Ser. 95-609, American Chemical Society, 1995.

49. F. E. Mark, A. H. M. Kayen, and J. L. Lescuyer, APME Technical Paper, 'MSW combustion; effect of mixed plastics waste addition on solid residues and chlorinated organic compounds', [available from Association of Plastics Manufacturers in Europe, Avenue E. Van Nieuwenhuyse 4, Brussels, B-1160, Belgium], 1994.

50. K. H. Redepenning, 'Progress report of VEBA OEL pyrolysis technology', Proc. Recycle'94, Davos, Switzerland, 1994.

51. 고승률, 폐 FRP 미분말을 재활용한 폴리머시멘트 모르타르의 강도 특성에 관한 연구 2000.

52. 이규진 폐 FRP를 이용한 경량골재의 소결 특성 2005.

53. 노재성 폐 FRP의 재활용에 의한 시멘트 소성원료화 기술개발 1999.

54. Y. Sato, T. Kamo, 'Recycling program on the liquid-phase cracking of automobile tire and plastics', Proc. GLOVEC'96, Davos, Switzerland, March 18-22, 1996.

55. 김시영, "폐 섬유강화 플라스틱의 재생방법" 특허공고 공개번호 10-2002-0042543, 2002.

56. 성홍근, 전태병, 정노택 외 4인, "폐 FRP 선박 용융 안정화방법" 특허공고 출원호 10-2001-0087644, 2001.

57. 한희현, 이동익 외 2인, "폐 FRP를 이용한 투수성 건자재 제조방법" 특허공고 출번호 10-2001-0087644, 2001.

58. 황택성, "폐 FRP를 이용한 복합체 제조방법" 특허공고 공개번호 특1998-063390, 1998.

59. 김시영, "폐 FRP의 처리 및 재활용 방법" 특허공고 공개번호 10-2002-0066046

, 2002.

60. W. J. Frissell, "Filler", Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol 10, 740, John Wiley & Sons, N, Y., 1996.

부 록 목 차

부록 1. LCI DB (27개)

부록 1-1. 대차 LCI DB

부록 1-1-1. Journal Box LCI DB

부록 1-1-2. Disc Assembly LCI DB

부록 1-1-3. Center Pivot Box LCI DB

부록 1-1-4. Wheel LCI DB

부록 1-1-5. Caliper Assembly LCI DB

부록 1-1-6. Bogie Frame LCI DB

부록 1-1-7. Axel Housing LCI DB

부록 1-1-8. Angle Valve LCI DB

부록 1-1-9. Body(Bogie) LCI DB

부록 1-1-10. Mono Link LCI DB

부록 1-2. Mild 구체 LCI DB

부록 1-3. SUS 구체 LCI DB

부록 1-3-1. Inside Frame LCI DB

부록 1-3-2. Roof Frame LCI DB

부록 1-3-3. Side Frame LCI DB

부록 1-4. 알루미늄 구체 LCI DB

부록 1-5. 알루미늄 내장판넬 LCI DB

부록 1-6. Phenol 내장판넬 LCI DB

부록 1-7. FRP 내장판넬 LCI DB

부록 1-8. 알루미늄 의자 LCI DB

부록 1-8. SUS 의자 LCI DB

부록 1-10. FRP 의자 LCI DB

부록 1-11. Polyester imide 의자 LCI DB

부록 1-12. Out door sliding door LCI DB

부록 1-13. Pocket sliding door LCI DB

부록 1-14. FAXCON 공정 LCI DB

부록 2. RACE 매뉴얼

부록 1. LCI DB (27개)

부록 1-1. 대차 LCI DB

Bogie LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Ancillary material	Technosphere	Sodium silicate	kg	1.732E+02
2	INPUT	Energy ware	Soil	potential energy water ETH	MJ	2.463E+00
3	INPUT	Resource	Air	Air	kg	3.730E+02
4	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.951E-02
5	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	2.778E-05
6	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	1.373E-11
7	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.089E+00
8	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.496E+00
9	INPUT	Resource	Soil	aluminium (in ore)	kg	1.449E+03
10	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	7.386E-12
11	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	4.874E-02
12	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	3.232E+01
13	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.470E-02
14	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	1.086E-05
15	INPUT	Resource	Soil	Bleach(NaClO)	kg	1.344E-09
16	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	9.904E-09
17	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	6.865E-02
18	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	2.175E-02
19	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	2.294E+01
20	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.672E-03
21	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	2.309E+03
22	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	1.718E-03
23	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	1.687E-02
24	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	5.383E-09
25	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	8.889E-01
26	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	3.766E+02
27	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	2.377E+02
28	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	3.075E+01
29	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	4.295E+02
30	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	6.692E+02
31	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	1.559E+00
32	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	4.534E-06
33	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.344E+03
34	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	5.532E+03
35	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	1.085E-10
36	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.098E-04
37	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	3.554E+03
38	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	9.280E-03
39	INPUT	Resource	Soil	Kraft paper	kg	1.775E-03
40	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	6.339E-09
41	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	9.439E-05
42	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	2.093E-09
43	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	1.645E+00
44	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	2.881E+01
45	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	1.229E+03
46	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	3.606E+01
47	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	1.431E+01
48	INPUT	Resource	Soil	methane (kg) ETH	kg	2.958E-03
49	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	6.798E-04
50	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	3.209E-01
51	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.861E+02
52	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	4.075E+01
53	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	2.221E+02
54	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	1.684E-01

55	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	5.093E-10
56	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	1.146E-05
57	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	7.403E-05
58	INPUT	Resource	Soil	petroleum gas ETH	m3	7.552E-03
59	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	4.049E-06
60	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	1.450E-04
61	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	4.072E+02
62	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	2.844E-01
63	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	3.809E-13
64	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	6.886E-03
65	INPUT	Resource	Soil	reservoir content ETH	kg	5.369E-11
66	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	4.221E-05
67	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	6.339E-05
68	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	4.365E+01
69	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	8.319E+01
70	INPUT	Resource	Soil	silver (in ore)	kg	3.464E-07
71	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.515E+00
72	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	3.262E-08
73	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	2.428E+01
74	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	2.064E-01
75	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	1.769E-02
76	INPUT	Resource	Soil	Tin ore	kg	9.650E+02
77	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	1.657E-02
78	INPUT	Resource	Soil	turbine water ETH	m3	1.296E+01
79	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	1.398E-04
80	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	1.603E-04
81	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	1.265E-01
82	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	3.531E-01
83	INPUT	Resource	Soil	wood (dry matter) ETH	kg	5.439E-03
84	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-	kg	2.123E-10
85	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper	kg	4.639E-11
86	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	3.156E+00
87	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	2.156E-03
88	INPUT	Resource	Water	Water	kg	1.076E+04
89	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.901E+03
90	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	8.084E+03
91	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	6.830E+03
92	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.436E-07
93	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-	kg	3.898E-13
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	6.574E+01
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium	kg	1.513E+00
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium(Al)	kg	1.270E-01
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	7.470E-06
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium	kg	3.671E-01
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	3.696E-06
100	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	8.945E-02
101	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	2.036E-01
102	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	2.568E-02
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	3.379E-05
104	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	1.305E-04
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	1.175E+01
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	2.602E-02
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium	kg	5.847E-12
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium oxide(CaO)	kg	1.732E-01
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	5.659E-01
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbon(C)	kg	2.928E-02
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	6.930E-11
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium compound	kg	4.386E-04

113	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.109E+00
114	INPUT	Raw material	Technosphere	clay	kg	8.626E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	2.967E+03
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(Cu)	kg	3.753E-03
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Cr2O3	kg	1.594E+01
118	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	9.191E+02
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2	kg	3.898E-13
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Diisobutyl ketone	kg	1.514E+00
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethane	kg	1.960E-07
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	5.365E-07
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric oxide(Fe2O3)	kg	2.589E+01
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	7.180E+01
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	1.203E+00
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	1.439E+00
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	1.868E-02
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	9.212E-02
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	1.751E-01
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	7.690E-01
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	5.650E-02
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	1.452E-11
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	1.909E-01
134	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	2.841E-01
135	INPUT	Raw material	Technosphere	gravel	kg	2.574E-02
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	1.533E+02
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	3.227E-03
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrocarbons	kg	1.661E-03
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.222E-03
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen	kg	4.355E-08
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen	kg	6.464E-07
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.568E-05
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen	kg	7.307E-14
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen	kg	4.902E-07
145	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	3.341E-02
146	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	1.498E+02
147	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	3.054E-01
148	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	2.529E+00
149	INPUT	Raw material	Technosphere	Isopropanol(iso-propanol;	kg	7.571E-01
150	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	5.530E+02
151	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium	kg	4.507E-08
152	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	1.053E+01
153	INPUT	Raw material	Technosphere	Manganese(Mn)	kg	8.343E-01
154	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.905E+00
155	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	5.350E-01
156	INPUT	Raw material	Technosphere	Methane(CH4)	kg	3.138E-03
157	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	3.316E-01
158	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum(Mo)	kg	4.654E-01
159	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	5.842E+02
160	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (feedstock)	m3	4.617E+01
161	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (vol)	m3	1.201E+01
162	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	2.713E+00
163	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.993E+01
164	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus(P)	kg	7.581E-03
165	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	5.004E+01
166	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium	kg	9.282E-15
167	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	1.775E-03
168	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium	kg	3.360E-07
169	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium	kg	3.329E-11
170	INPUT	Raw material	Technosphere	process water	m3	7.340E-02

171	INPUT	Raw material	Technosphere	Propane(C3H8)	kg	1.338E-04
172	INPUT	Raw material	Technosphere	pure iron	kg	1.039E+00
173	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	2.060E-05
174	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	3.826E-02
175	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.518E+03
176	INPUT	Raw material	Technosphere	Silica(SiO2)	kg	4.905E+00
177	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	1.862E+00
178	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	7.103E+00
179	INPUT	Raw material	Technosphere	silicon (in SiO2)	kg	6.597E+01
180	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(Si)	kg	4.811E+00
181	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	1.735E-05
182	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.117E-05
183	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen	kg	2.739E-08
184	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	1.253E-05
185	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium	kg	1.595E-08
186	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium	kg	3.716E-03
187	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium	kg	2.000E-03
188	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	6.185E-09
189	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	7.148E-08
190	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.675E-03
191	INPUT	Raw material	Technosphere	stainless steel scrap	kg	2.658E+01
192	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.070E+00
193	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel scrap	kg	7.523E+02
194	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	1.420E-02
195	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.179E-06
196	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	5.594E-13
197	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	4.725E-06
198	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.048E-05
199	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	8.503E-06
200	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	1.232E+00
201	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	7.423E-08
202	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	3.036E-14
203	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	4.930E-12
204	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	2.110E-01
205	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	5.762E-02
206	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	3.267E-02
207	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	8.162E-01
208	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	5.719E+03
209	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	8.016E-01
210	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	3.269E-04
211	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.211E-04
212	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	8.067E-07
213	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	6.507E-10
214	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	1.571E-03
215	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	5.334E-04
216	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	7.004E-05
217	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	2.020E-08
218	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to air	kg	1.566E-08
219	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to water	kg	1.067E-07
220	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	5.726E+00
221	OUTPUT	Emission	Air	Al (ind.)	kg	7.725E-06
222	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	1.365E-04
223	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	2.417E-02
224	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	3.471E-03
225	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	4.838E-04
226	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	3.486E-06
227	OUTPUT	Emission	Air	alpha radiation (unspecified)	kg	1.264E-08
228	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	9.252E-03

229	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to air	kg	2.910E-07
230	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to water	kg	3.845E-08
231	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	2.287E-02
232	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	5.131E-11
233	OUTPUT	Emission	Air	Ar41 to air	Bq	3.398E+01
234	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	5.196E-05
235	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	2.817E-04
236	OUTPUT	Emission	Air	As (ind.)	kg	3.087E-09
237	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to air	kg	6.097E-08
238	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to water	kg	1.912E-07
239	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	9.109E-05
240	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	4.945E-07
241	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	2.358E-03
242	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	9.089E-03
243	OUTPUT	Emission	Air	Benzene compounds	kg	1.193E-03
244	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	6.119E-04
245	OUTPUT	Emission	Air	beta radiation (unspecified)	kg	1.957E-09
246	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.276E-03
247	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	1.535E-04
248	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	9.210E-05
249	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.120E-03
250	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	1.034E-05
251	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	4.566E-08
252	OUTPUT	Emission	Air	C (ind.)	kg	2.380E-05
253	OUTPUT	Emission	Air	C14 to air	Bq	2.342E+01
254	OUTPUT	Emission	Air	C14 to water	Bq	1.940E+00
255	OUTPUT	Emission	Air	Ca (ind.)	kg	3.087E-05
256	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	1.510E-03
257	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	2.016E-03
258	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	2.401E+04
259	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	9.202E-09
260	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	2.061E+02
261	OUTPUT	Emission	Air	Cd (ind.)	kg	1.171E-10
262	OUTPUT	Emission	Air	Cd109 to water	kg	1.105E-09
263	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to air	kg	1.451E-09
264	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to water	kg	2.858E-08
265	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to air	kg	3.094E-09
266	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to water	Bq	8.764E-01
267	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	2.675E-08
268	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	4.951E-07
269	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.015E-06
270	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	5.755E-09
271	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	3.614E-09
272	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	8.127E-06
273	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.338E-03
274	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	3.977E-08
275	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	2.453E+00
276	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	3.518E-04
277	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to air	kg	4.607E-10
278	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to water	kg	5.092E-08
279	OUTPUT	Emission	Air	Cm242 to air	kg	1.535E-09
280	OUTPUT	Emission	Air	Cm244 to air	kg	1.396E-08
281	OUTPUT	Emission	Air	Co (ind.)	kg	1.503E-10
282	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to air	kg	2.685E-08
283	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to water	kg	1.961E-07
284	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to air	kg	4.434E-10
285	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to water	kg	1.663E-07
286	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to air	kg	6.617E-10

287	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to water	Bq	8.487E+00
288	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	9.960E-06
289	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban	kg	5.911E-04
290	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.628E-06
291	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	5.105E-03
292	OUTPUT	Emission	Air	Cr (ind.)	kg	3.845E-08
293	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to air	kg	5.508E-08
294	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to water	kg	4.192E-09
295	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to air	kg	1.105E-08
296	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to water	Bq	1.961E+00
297	OUTPUT	Emission	Air	Cs136 to water	kg	1.025E-09
298	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to air	kg	2.134E-08
299	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to water	Bq	1.805E+01
300	OUTPUT	Emission	Air	Cu (ind.)	kg	7.517E-10
301	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	4.404E-07
302	OUTPUT	Emission	Air	dichloroethane	kg	3.281E-08
303	OUTPUT	Emission	Air	dichloromethane	kg	1.424E-09
304	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	2.363E-06
305	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	1.547E-12
306	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	6.644E-04
307	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	9.522E+00
308	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse) process	kg	8.245E-04
309	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) mobile	kg	1.105E-05
310	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) stationary	kg	4.781E-04
311	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	7.862E-03
312	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	1.403E-04
313	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.185E-03
314	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	2.792E-04
315	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	1.000E-05
316	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	7.353E+00
317	OUTPUT	Emission	Air	F2	kg	2.890E-02
318	OUTPUT	Emission	Air	Fe (ind.)	kg	1.545E-05
319	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to air	kg	6.062E-10
320	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to water	kg	3.385E-09
321	OUTPUT	Emission	Air	Fission and activation	kg	1.150E-07
322	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	7.111E-04
323	OUTPUT	Emission	Air	fluoranthene	kg	1.838E-03
324	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	1.589E-03
325	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	4.538E-03
326	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	4.261E-04
327	OUTPUT	Emission	Air	H3 to air	Bq	2.415E+02
328	OUTPUT	Emission	Air	H3 to water	Bq	5.751E+04
329	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.394E-10
330	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	3.934E-06
331	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-21	kg	1.098E-08
332	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	2.908E-06
333	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	2.253E+03
334	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	8.835E-01
335	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	1.732E+02
336	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	1.500E-04
337	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	1.030E-04
338	OUTPUT	Emission	Air	hexachlorobenzene	kg	1.833E-12
339	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	2.163E-04
340	OUTPUT	Emission	Air	Hg (ind.)	kg	2.231E-11
341	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	1.553E+01
342	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	7.168E-02
343	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.647E-11
344	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	9.028E-03

345	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	3.423E-01
346	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	5.175E-05
347	OUTPUT	Emission	Air	I129 to air	kg	8.314E-08
348	OUTPUT	Emission	Air	I129 to water	Bq	5.543E+00
349	OUTPUT	Emission	Air	I131 to air	kg	9.215E-09
350	OUTPUT	Emission	Air	I131 to water	kg	3.672E-09
351	OUTPUT	Emission	Air	I133 to air	kg	5.162E-09
352	OUTPUT	Emission	Air	I133 to water	kg	8.730E-10
353	OUTPUT	Emission	Air	I135 to air	kg	7.760E-09
354	OUTPUT	Emission	Air	i-Propylbenzene	kg	8.325E-04
355	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	2.540E-03
356	OUTPUT	Emission	Air	K40 to air	kg	4.365E-08
357	OUTPUT	Emission	Air	K40 to water	kg	1.393E-07
358	OUTPUT	Emission	Air	Kr85 to air	Bq	1.431E+06
359	OUTPUT	Emission	Air	Kr85m to air	Bq	1.691E+00
360	OUTPUT	Emission	Air	Kr87 to air	Bq	7.552E-01
361	OUTPUT	Emission	Air	Kr88 to air	Bq	6.755E+01
362	OUTPUT	Emission	Air	Kr89 to air	Bq	5.300E-01
363	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	1.428E-06
364	OUTPUT	Emission	Air	La140 to air	kg	3.880E-08
365	OUTPUT	Emission	Air	La140 to water	kg	3.949E-08
366	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-III	kg	9.457E-08
367	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-IV	kg	9.734E-09
368	OUTPUT	Emission	Air	land use II-III	kg	1.701E-10
369	OUTPUT	Emission	Air	land use III-IV	kg	1.219E-08
370	OUTPUT	Emission	Air	land use II-IV	kg	1.050E-07
371	OUTPUT	Emission	Air	land use IV-IV	kg	6.236E-09
372	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	1.253E-10
373	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	2.990E-02
374	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.699E-03
375	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	5.315E-05
376	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	2.437E-04
377	OUTPUT	Emission	Air	Metal	kg	6.566E-06
378	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	3.020E-03
379	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	5.161E+00
380	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	1.432E-04
381	OUTPUT	Emission	Air	Mn (ind.)	kg	3.087E-07
382	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to air	kg	1.587E-08
383	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to water	Bq	1.303E+00
384	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	3.713E-06
385	OUTPUT	Emission	Air	Mo99 to water	kg	1.337E-08
386	OUTPUT	Emission	Air	MTBE	kg	1.950E-10
387	OUTPUT	Emission	Air	N	kg	7.171E-09
388	OUTPUT	Emission	Air	N2	kg	2.099E-05
389	OUTPUT	Emission	Air	Na24 to water	kg	5.889E-09
390	OUTPUT	Emission	Air	naphthalene	kg	3.134E-04
391	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to air	kg	2.806E-09
392	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to water	kg	1.084E-07
393	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	1.176E-04
394	OUTPUT	Emission	Air	Ni (ind.)	kg	1.129E-09
395	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	3.499E-04
396	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	3.266E+02
397	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	2.538E-01
398	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	5.059E+01
399	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.588E+01
400	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to air	kg	1.524E-08
401	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to water	kg	2.449E-09
402	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	6.198E-06

403	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban	kg	4.136E-04
404	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable	kg	3.649E-03
405	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	4.221E-07
406	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	2.319E-03
407	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	3.184E-04
408	OUTPUT	Emission	Air	oil (ind.)	kg	4.885E-06
409	OUTPUT	Emission	Air	oil biodegradable	kg	8.557E-08
410	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	4.338E-05
411	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to air	kg	9.249E-09
412	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to water	kg	1.711E-07
413	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	1.835E-05
414	OUTPUT	Emission	Air	Pb (ind.)	kg	3.430E-09
415	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to air	kg	2.560E-07
416	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to water	kg	1.109E-07
417	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	8.235E-12
418	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorophenol	kg	1.332E-12
419	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	8.794E-03
420	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	1.764E-05
421	OUTPUT	Emission	Air	phosphor (ind.)	kg	3.984E-07
422	OUTPUT	Emission	Air	Pm147 to air	kg	7.864E-09
423	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to air	Bq	3.811E-01
424	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to water	kg	1.109E-07
425	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	6.777E-04
426	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	3.061E-03
427	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	5.633E-05
428	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	3.101E-05
429	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	7.300E-06
430	OUTPUT	Emission	Air	P-tot	kg	4.018E-07
431	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to air	kg	9.249E-10
432	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to water	kg	1.524E-07
433	OUTPUT	Emission	Air	Pu238 to air	kg	3.464E-08
434	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 Beta to air	kg	2.539E-08
435	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 beta to water	Bq	3.776E+00
436	OUTPUT	Emission	Air	Ra224 to water	kg	2.761E-07
437	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to air	kg	3.294E-07
438	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to water	Bq	7.067E+02
439	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to air	kg	2.137E-08
440	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to water	Bq	5.508E-01
441	OUTPUT	Emission	Air	radio active noble gases to	Bq	2.020E+00
442	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	2.836E+07
443	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to	Bq	2.609E+05
444	OUTPUT	Emission	Air	radionuclides (mixed) to	kg	8.279E-08
445	OUTPUT	Emission	Air	Rn220 to air	Bq	2.027E+00
446	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 (long term) to air	Bq	2.058E+06
447	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 to air	Bq	2.234E+04
448	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to air	kg	1.587E-07
449	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to water	kg	6.409E-08
450	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to air	kg	9.249E-08
451	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to water	Bq	9.249E+00
452	OUTPUT	Emission	Air	S (ind.)	kg	4.642E-06
453	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	9.525E-07
454	OUTPUT	Emission	Air	Sb122 to water	kg	1.912E-07
455	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to air	kg	4.296E-09
456	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to water	kg	2.747E-08
457	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to air	kg	5.439E-10
458	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to water	kg	1.559E-09
459	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	6.119E-07
460	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.820E-07

461	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	3.024E-05
462	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	5.985E-03
463	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	4.472E-03
464	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	5.774E-04
465	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	8.954E+00
466	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to air	kg	2.775E-08
467	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to water	kg	4.330E-10
468	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to air	kg	1.524E-08
469	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to water	Bq	1.846E+00
470	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	7.916E-05
471	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	3.598E+02
472	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	3.421E+02
473	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	2.796E-04
474	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	2.093E-04
475	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to air	kg	6.478E-10
476	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to water	Bq	9.700E-01
477	OUTPUT	Emission	Air	Tc99m to water	kg	9.007E-08
478	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to air	kg	6.963E-08
479	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to water	kg	8.072E-09
480	OUTPUT	Emission	Air	Te132 to water	kg	3.305E-09
481	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	2.767E-10
482	OUTPUT	Emission	Air	tetrachloromethane	kg	7.968E-09
483	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	3.418E-06
484	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to air	kg	1.808E-08
485	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to water	Bq	1.105E+00
486	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to air	kg	1.029E-07
487	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to water	Bq	2.678E+01
488	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to air	kg	1.147E-08
489	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to water	kg	2.595E-08
490	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to air	kg	9.249E-09
491	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to water	kg	1.729E-07
492	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	2.566E-11
493	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.730E-06
494	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	2.388E-04
495	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	5.142E-07
496	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	2.069E-02
497	OUTPUT	Emission	Air	trichloromethane	kg	8.660E-10
498	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	1.546E-06
499	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to air	kg	3.312E-07
500	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to water	Bq	1.119E+01
501	OUTPUT	Emission	Air	U234 to air	kg	1.109E-07
502	OUTPUT	Emission	Air	U234 to water	kg	2.290E-07
503	OUTPUT	Emission	Air	U235 to air	kg	5.369E-09
504	OUTPUT	Emission	Air	U235 to water	kg	3.409E-07
505	OUTPUT	Emission	Air	U238 to air	kg	1.420E-07
506	OUTPUT	Emission	Air	U238 to water	Bq	5.785E-01
507	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	7.033E-04
508	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	1.770E+03
509	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	4.672E-07
510	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	2.205E-01
511	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	5.247E+00
512	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to air	MJ	3.603E+01
513	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to soil	MJ	1.012E-01
514	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to water	MJ	3.915E-01
515	OUTPUT	Emission	Air	Xe131m to air	Bq	3.499E+00
516	OUTPUT	Emission	Air	Xe133 to air	Bq	1.029E+03
517	OUTPUT	Emission	Air	Xe133m to air	Bq	5.162E-01
518	OUTPUT	Emission	Air	Xe135 to air	Bq	1.753E+02

519	OUTPUT	Emission	Air	Xe135m to air	Bq	1.729E+01
520	OUTPUT	Emission	Air	Xe137 to air	Bq	4.296E-01
521	OUTPUT	Emission	Air	Xe138 to air	Bq	4.677E+00
522	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	1.221E-03
523	OUTPUT	Emission	Air	Y90 to water	kg	2.207E-08
524	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	2.150E-02
525	OUTPUT	Emission	Air	Zn (ind.)	kg	1.233E-07
526	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to air	kg	6.824E-08
527	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to water	kg	1.244E-08
528	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	2.499E-07
529	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to air	kg	1.015E-09
530	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to water	kg	7.864E-08
531	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	3.621E-05
532	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	9.610E+01
533	OUTPUT	Emission	Water	1,1,1-trichloroethane	kg	2.654E-12
534	OUTPUT	Emission	Water	acenaphthylene	kg	1.597E-07
535	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	7.930E-04
536	OUTPUT	Emission	Water	acids (unspecified)	kg	1.673E-07
537	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	7.804E-05
538	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	7.132E-06
539	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	1.798E-01
540	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	2.183E-03
541	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	3.064E-03
542	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	7.012E-06
543	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	2.858E-04
544	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	3.489E-04
545	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	1.503E-02
546	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	2.364E-02
547	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	2.137E-03
548	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	1.066E-04
549	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	1.683E-02
550	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	7.987E-04
551	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	4.425E-05
552	OUTPUT	Emission	Water	calcium ions	kg	9.492E-04
553	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	5.673E-01
554	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	4.111E-08
555	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	1.465E+01
556	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	8.348E-05
557	OUTPUT	Emission	Water	chlorinated solvents	kg	6.478E-10
558	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	5.186E-15
559	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	1.046E-06
560	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	1.405E-06
561	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	2.054E-05
562	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	1.687E-06
563	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	2.324E-03
564	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	2.434E-04
565	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	6.348E-05
566	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	3.413E+03
567	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	1.407E-03
568	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.921E-07
569	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.012E-02
570	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	2.979E-07
571	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	2.871E-05
572	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	5.138E+00
573	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	3.456E-08
574	OUTPUT	Emission	Water	di(2-ethylhexyl)phthalate	kg	1.514E-12
575	OUTPUT	Emission	Water	dibutyl p-phthalate	kg	1.614E-11
576	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	4.202E-07

577	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	9.372E-07
578	OUTPUT	Emission	Water	dimethyl p-phthalate	kg	1.018E-10
579	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	7.150E-02
580	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	1.197E-03
581	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	3.153E+01
582	OUTPUT	Emission	Water	DOC	kg	1.122E-06
583	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	1.822E-05
584	OUTPUT	Emission	Water	fats/oils	kg	1.032E-04
585	OUTPUT	Emission	Water	fatty acids as C	kg	2.816E-05
586	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	2.727E-02
587	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.874E-07
588	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	1.588E-08
589	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	2.281E-06
590	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.067E-02
591	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	1.251E-05
592	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	2.737E-07
593	OUTPUT	Emission	Water	hexachloroethane	kg	3.741E-13
594	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	4.863E-04
595	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	1.791E-02
596	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.839E-10
597	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	4.444E-17
598	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	2.978E-05
599	OUTPUT	Emission	Water	Industrial wastes(domestic)	kg	1.581E+03
600	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	9.603E-02
601	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	1.514E-03
602	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	4.263E-07
603	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	1.772E-01
604	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	4.219E-03
605	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	2.191E-05
606	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.872E-03
607	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	3.085E-03
608	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	2.916E-07
609	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	4.449E-06
610	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	5.587E-07
611	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	4.377E-04
612	OUTPUT	Emission	Water	MTBE	kg	1.746E-11
613	OUTPUT	Emission	Water	N organically bound	kg	7.413E-07
614	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	1.505E-05
615	OUTPUT	Emission	Water	NH3 (as N)	kg	1.403E-05
616	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	7.033E-06
617	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	9.794E-04
618	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	3.517E-02
619	OUTPUT	Emission	Water	nitrite(NO2-)	kg	6.390E-05
620	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	9.291E-01
621	OUTPUT	Emission	Water	OCl-	kg	6.132E-06
622	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	3.430E+01
623	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	3.116E-05
624	OUTPUT	Emission	Water	P-compounds	kg	4.677E-09
625	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	1.358E-04
626	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	1.043E-02
627	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	6.650E-05
628	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	1.222E-01
629	OUTPUT	Emission	Water	Ru	kg	5.612E-08
630	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	3.096E-02
631	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	1.074E-02
632	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	1.238E-03
633	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.794E-06
634	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	7.652E-04

635	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	7.302E-07
636	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	4.721E-07
637	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	8.045E-05
638	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	5.045E-05
639	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	8.357E-07
640	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	3.007E-03
641	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	5.146E-01
642	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	3.072E+03
643	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	2.273E-03
644	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	7.947E-03
645	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	4.946E+00
646	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	3.602E-01
647	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	2.699E-05
648	OUTPUT	Emission	Water	sulphide	kg	1.839E-07
649	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	1.080E-05
650	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	1.190E-05
651	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloroethene	kg	4.469E-11
652	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloromethane	kg	6.790E-11
653	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.035E-15
654	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	9.084E-03
655	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	5.077E-02
656	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	7.089E-05
657	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	2.760E-06
658	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	7.182E-08
659	OUTPUT	Emission	Water	trichloromethane	kg	1.032E-08
660	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	1.338E-05
661	OUTPUT	Emission	Water	undissolved substances	kg	4.607E-04
662	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	7.775E-04
663	OUTPUT	Emission	Water	vinyl chloride	kg	1.264E-11
664	OUTPUT	Emission	Water	VOC as C	kg	1.933E-06
665	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	1.245E-06
666	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	2.150E+01
667	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	1.185E-01
668	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	2.509E-04
669	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	5.088E-02
670	OUTPUT	Emission	Technosphere	Hazardous	kg	5.226E-02
671	OUTPUT	Emission	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.030E-06
672	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.737E-01
673	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	1.553E-01
674	OUTPUT	Emission	Technosphere	Unspecified wastes	kg	2.677E-02
675	OUTPUT	Waste	Technosphere	dust - not specified	kg	8.844E-01
676	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	2.903E+01
677	OUTPUT	Waste	Technosphere	Fly ash	kg	2.419E+01
678	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous	kg	1.508E+03
679	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	3.529E+00
680	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	8.385E-08
681	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.448E+03
682	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	1.000E+02
683	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.063E+01
684	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	1.891E-05
685	OUTPUT	Waste	Technosphere	mineral waste	kg	3.807E-01
686	OUTPUT	Waste	Technosphere	oil	kg	3.739E+00
687	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	1.682E+00
688	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	1.083E+02
689	OUTPUT	Waste	Technosphere	Steel scrap	kg	2.252E+02
690	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	2.256E+03
691	OUTPUT	Waste	Technosphere	waste molding sand	kg	1.663E+03
692	OUTPUT	Product	Technosphere	Bogie	kg	1.134E+04

부록 1-1-1. Journal Box LCI DB

Journal Box LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Energy ware	Soil	potential energy water ETH	MJ	3.106E-03
2	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.621E-04
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.017E-09
4	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	1.732E-14
5	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.540E-12
6	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.954E-09
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.526E-16
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.851E-08
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.039E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.189E-09
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	9.784E-10
12	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	1.249E-11
13	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	6.187E-06
14	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.646E-12
15	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.922E-03
16	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.568E-07
17	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	1.556E-01
18	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	5.638E-14
19	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	5.264E-07
20	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.374E-13
21	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	4.070E-02
22	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.256E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.691E-14
24	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	5.650E-16
25	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.259E-13
26	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.637E-08
27	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	9.549E-06
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.792E-10
29	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.371E-17
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.004E-11
31	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.972E-13
32	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	3.783E-08
33	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	4.101E-14
34	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	7.067E-04
35	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	4.007E-07
36	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.369E-04
37	INPUT	Resource	Soil	methane (kg) ETH	kg	3.731E-06
38	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	2.080E-09
39	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.100E-02
40	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	2.204E-04
41	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.783E-03
42	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.191E-14
43	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.040E-13
44	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	2.265E-10
45	INPUT	Resource	Soil	petroleum gas ETH	m3	9.524E-06
46	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.946E-09
47	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	4.421E-10
48	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	4.804E-16
49	INPUT	Resource	Soil	reservoir content ETH	kg	6.772E-14
50	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	1.290E-10
51	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.933E-10
52	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	5.366E-09
53	INPUT	Resource	Soil	silver (in ore)	kg	4.369E-10
54	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.729E-05

55	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.904E-11
56	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.421E-08
57	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	7.322E-09
58	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	2.724E-10
59	INPUT	Resource	Soil	turbine water ETH	m3	1.634E-02
60	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	8.370E-11
61	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	1.085E-05
62	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore) ETH	kg	4.772E-08
63	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.309E-08
64	INPUT	Resource	Soil	wood (dry matter) ETH	kg	6.859E-06
65	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-	kg	1.926E-13
66	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper	kg	4.208E-14
67	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	2.997E-10
68	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.150E-02
69	INPUT	Ancillary	Technosphere	Sodium silicate	kg	2.184E-01
70	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.888E-01
71	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	1.028E-01
72	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	7.777E-02
73	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.284E-13
74	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-	kg	7.948E-22
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.290E-02
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.225E-11
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium(Al)	kg	1.602E-04
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.490E-13
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium	kg	2.955E-12
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.482E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.015E-06
82	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	4.772E-05
83	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	7.714E-07
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium	kg	1.192E-20
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium oxide(CaO)	kg	2.184E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbon(C)	kg	3.693E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.843E-16
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.398E-03
89	INPUT	Raw material	Technosphere	clay	kg	1.088E-06
90	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	1.086E-02
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(Cu)	kg	4.733E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Cr2O3	kg	2.010E-02
93	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	1.244E-01
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2	kg	1.810E-22
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric oxide(Fe2O3)	kg	3.265E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	9.763E-16
97	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	8.685E-07
98	INPUT	Raw material	Technosphere	gravel	kg	3.246E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.525E-14
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.422E-10
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.491E-09
102	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	2.324E-05
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	3.190E-03
104	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	8.318E-08
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium	kg	3.028E-12
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	6.990E-03
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Manganese(Mn)	kg	1.052E-03
108	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.948E-05
109	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.637E-06
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum(Mo)	kg	5.869E-04
111	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	6.361E-03
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus(P)	kg	9.560E-06

113	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium	kg	1.892E-23
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.259E-11
115	INPUT	Raw material	Technosphere	pure iron	kg	1.311E-03
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.385E-09
117	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.702E-07
118	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.914E+00
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Silica(SiO2)	kg	6.185E-03
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(Si)	kg	6.068E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	5.313E-11
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.422E-09
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen	kg	1.724E-12
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.759E-12
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.157E-13
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.364E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.782E-10
128	INPUT	Raw material	Technosphere	stainless steel scrap	kg	3.353E-02
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel scrap	kg	9.487E-01
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	1.791E-05
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.792E-11
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.295E-18
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	3.033E-13
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.196E-11
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	5.534E-11
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.205E-05
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.665E-05
138	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.237E-01
139	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	2.454E-06
140	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	9.978E-10
141	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	2.468E-12
142	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.358E-07
143	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.821E-09
144	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	1.138E-09
145	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	9.118E-14
146	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to air	kg	1.975E-11
147	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to water	kg	1.346E-10
148	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.104E-07
149	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	4.713E-08
150	OUTPUT	Emission	Air	Al (ind.)	kg	9.743E-09
151	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	3.926E-11
152	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	1.141E-08
153	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.004E-09
154	OUTPUT	Emission	Air	alpha radiation (unspecified)	kg	1.595E-11
155	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to air	kg	3.670E-10
156	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to water	kg	4.849E-11
157	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	1.001E-06
158	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	1.869E-18
159	OUTPUT	Emission	Air	Ar41 to air	Bq	4.286E-02
160	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.963E-10
161	OUTPUT	Emission	Air	As (ind.)	kg	3.893E-12
162	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	2.792E-08
163	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	7.348E-10
164	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to air	kg	7.689E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to water	kg	2.412E-10
166	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.658E-12
167	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	3.132E-14
168	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	1.034E-07
169	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	2.289E-12
170	OUTPUT	Emission	Air	beta radiation (unspecified)	kg	2.468E-12

171	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	3.207E-09
172	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.187E-08
173	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	3.218E-10
174	OUTPUT	Emission	Air	C (ind.)	kg	3.001E-08
175	OUTPUT	Emission	Air	C14 to air	Bq	2.953E-02
176	OUTPUT	Emission	Air	C14 to water	Bq	2.447E-03
177	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	4.323E-08
178	OUTPUT	Emission	Air	Ca (ind.)	kg	3.893E-08
179	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	9.029E-11
180	OUTPUT	Emission	Air	Cd (ind.)	kg	1.477E-13
181	OUTPUT	Emission	Air	Cd109 to water	kg	1.394E-12
182	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to air	kg	1.831E-12
183	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to water	kg	3.604E-11
184	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to air	kg	3.901E-12
185	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to water	Bq	1.105E-03
186	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.512E-11
187	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.989E-10
188	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.557E-11
189	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	3.250E-12
190	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	2.040E-12
191	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.368E-10
192	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.324E-14
193	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	5.963E-17
194	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.834E-10
195	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to air	kg	5.811E-13
196	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to water	kg	6.422E-11
197	OUTPUT	Emission	Air	Cm242 to air	kg	1.935E-12
198	OUTPUT	Emission	Air	Cm244 to air	kg	1.761E-11
199	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	6.322E-05
200	OUTPUT	Emission	Air	Co (ind.)	kg	1.896E-13
201	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	5.323E-01
202	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to air	kg	3.386E-11
203	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to water	kg	2.473E-10
204	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to air	kg	5.592E-13
205	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to water	kg	2.097E-10
206	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to air	kg	8.344E-13
207	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to water	Bq	1.070E-02
208	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	3.098E-10
209	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban	kg	8.650E-10
210	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.720E-10
211	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	4.067E-10
212	OUTPUT	Emission	Air	Cr (ind.)	kg	4.849E-11
213	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to air	kg	6.946E-11
214	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to water	kg	5.286E-12
215	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to air	kg	1.394E-11
216	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to water	Bq	2.473E-03
217	OUTPUT	Emission	Air	Cs136 to water	kg	1.293E-12
218	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to air	kg	2.691E-11
219	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to water	Bq	2.276E-02
220	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	7.642E-10
221	OUTPUT	Emission	Air	Cu (ind.)	kg	9.480E-13
222	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.248E-03
223	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	6.616E-10
224	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.097E-12
225	OUTPUT	Emission	Air	dichloroethane	kg	4.137E-11
226	OUTPUT	Emission	Air	dichloromethane	kg	1.796E-12
227	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.629E-10
228	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.408E-19

229	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.483E-11
230	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.466E-04
231	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse) process	kg	1.040E-06
232	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) mobile	kg	1.394E-08
233	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) stationary	kg	6.029E-07
234	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	4.253E-08
235	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	2.289E-09
236	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	3.327E-09
237	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	3.996E-09
238	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	6.645E-11
239	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.065E-07
240	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.938E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	Fe (ind.)	kg	1.949E-08
242	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to air	kg	7.645E-13
243	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to water	kg	4.268E-12
244	OUTPUT	Emission	Air	Fission and activation	kg	1.450E-10
245	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.495E-11
246	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	7.424E-15
247	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	7.590E-18
248	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.265E-08
249	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	4.403E-07
250	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	3.871E-07
251	OUTPUT	Emission	Air	H3 to air	Bq	3.045E-01
252	OUTPUT	Emission	Air	H3 to water	Bq	7.252E+01
253	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.252E-14
254	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	5.922E-11
255	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-21	kg	1.385E-11
256	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	3.574E-12
257	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.309E-07
258	OUTPUT	Emission	Air	He	kg	9.639E-09
259	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	6.903E-03
260	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	2.702E-06
261	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	5.295E-04
262	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	2.816E-09
263	OUTPUT	Emission	Air	hexachlorobenzene	kg	2.311E-15
264	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	5.891E-09
265	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	6.839E-08
266	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.442E-10
267	OUTPUT	Emission	Air	Hg (ind.)	kg	2.814E-14
268	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.349E-19
269	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	1.400E-09
270	OUTPUT	Emission	Air	I129 to air	kg	1.049E-10
271	OUTPUT	Emission	Air	I129 to water	Bq	6.990E-03
272	OUTPUT	Emission	Air	I131 to air	kg	1.162E-11
273	OUTPUT	Emission	Air	I131 to water	kg	4.631E-12
274	OUTPUT	Emission	Air	I133 to air	kg	6.510E-12
275	OUTPUT	Emission	Air	I133 to water	kg	1.101E-12
276	OUTPUT	Emission	Air	I135 to air	kg	9.786E-12
277	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.254E-09
278	OUTPUT	Emission	Air	K40 to air	kg	5.505E-11
279	OUTPUT	Emission	Air	K40 to water	kg	1.756E-10
280	OUTPUT	Emission	Air	Kr85 to air	Bq	1.804E+03
281	OUTPUT	Emission	Air	Kr85m to air	Bq	2.132E-03
282	OUTPUT	Emission	Air	Kr87 to air	Bq	9.524E-04
283	OUTPUT	Emission	Air	Kr88 to air	Bq	8.519E-02
284	OUTPUT	Emission	Air	Kr89 to air	Bq	6.684E-04
285	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.094E-11
286	OUTPUT	Emission	Air	La140 to air	kg	4.893E-11

287	OUTPUT	Emission	Air	La140 to water	kg	4.980E-11
288	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-III	kg	1.193E-10
289	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-IV	kg	1.228E-11
290	OUTPUT	Emission	Air	land use II-III	kg	2.145E-13
291	OUTPUT	Emission	Air	land use III-IV	kg	1.538E-11
292	OUTPUT	Emission	Air	land use II-IV	kg	1.324E-10
293	OUTPUT	Emission	Air	land use IV-IV	kg	7.864E-12
294	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.614E-17
295	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	6.407E-10
296	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	3.177E-04
297	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	2.295E-09
298	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.637E-08
299	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	5.925E-10
300	OUTPUT	Emission	Air	Mn (ind.)	kg	3.893E-10
301	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to air	kg	2.001E-11
302	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to water	Bq	1.643E-03
303	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	1.061E-10
304	OUTPUT	Emission	Air	Mo99 to water	kg	1.686E-11
305	OUTPUT	Emission	Air	MTBE	kg	2.460E-13
306	OUTPUT	Emission	Air	N	kg	9.043E-12
307	OUTPUT	Emission	Air	N2	kg	2.595E-08
308	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	1.455E-06
309	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	7.490E-09
310	OUTPUT	Emission	Air	Na24 to water	kg	7.427E-12
311	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to air	kg	3.539E-12
312	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to water	kg	1.367E-10
313	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.591E-11
314	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	2.566E-09
315	OUTPUT	Emission	Air	Ni (ind.)	kg	1.424E-12
316	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.332E-04
317	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	1.371E-06
318	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	1.411E-03
319	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to air	kg	1.922E-11
320	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to water	kg	3.089E-12
321	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.955E-13
322	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	9.140E-10
323	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable	kg	1.118E-10
324	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	1.291E-12
325	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	7.295E-09
326	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	6.833E-10
327	OUTPUT	Emission	Air	oil (ind.)	kg	6.160E-09
328	OUTPUT	Emission	Air	oil biodegradable	kg	1.079E-10
329	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	1.326E-10
330	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to air	kg	1.166E-11
331	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to water	kg	2.158E-10
332	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	1.282E-10
333	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	7.140E-10
334	OUTPUT	Emission	Air	Pb (ind.)	kg	4.325E-12
335	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to air	kg	3.229E-10
336	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to water	kg	1.398E-10
337	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorobenzene	kg	6.204E-15
338	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorophenol	kg	1.000E-15
339	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.833E-08
340	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	1.522E-09
341	OUTPUT	Emission	Air	phosphor (ind.)	kg	5.024E-10
342	OUTPUT	Emission	Air	Pm147 to air	kg	9.917E-12
343	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to air	Bq	4.806E-04
344	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to water	kg	1.398E-10

345	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	2.570E-08
346	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	9.561E-10
347	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	1.629E-10
348	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	2.229E-11
349	OUTPUT	Emission	Air	P-tot	kg	5.068E-10
350	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to air	kg	1.166E-12
351	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to water	kg	1.922E-10
352	OUTPUT	Emission	Air	Pu238 to air	kg	4.369E-11
353	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 Beta to air	kg	3.202E-11
354	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 beta to water	Bq	4.762E-03
355	OUTPUT	Emission	Air	Ra224 to water	kg	3.482E-10
356	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to air	kg	4.155E-10
357	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to water	Bq	8.912E-01
358	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to air	kg	2.696E-11
359	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to water	Bq	6.946E-04
360	OUTPUT	Emission	Air	radio active noble gases to	Bq	2.547E-03
361	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.314E+02
362	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to	Bq	1.209E+00
363	OUTPUT	Emission	Air	radionuclides (mixed) to	kg	1.044E-10
364	OUTPUT	Emission	Air	Rn220 to air	Bq	2.556E-03
365	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 (long term) to air	Bq	2.595E+03
366	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 to air	Bq	2.818E+01
367	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to air	kg	2.001E-10
368	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to water	kg	8.082E-11
369	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to air	kg	1.166E-10
370	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to water	Bq	1.166E-02
371	OUTPUT	Emission	Air	S (ind.)	kg	5.854E-09
372	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	3.625E-11
373	OUTPUT	Emission	Air	Sb122 to water	kg	2.412E-10
374	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to air	kg	5.417E-12
375	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to water	kg	3.464E-11
376	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to air	kg	6.859E-13
377	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to water	kg	1.966E-12
378	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	7.404E-12
379	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.501E-17
380	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	4.075E-10
381	OUTPUT	Emission	Air	Si	kg	1.293E-07
382	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	1.830E-08
383	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	1.622E-11
384	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	2.802E-03
385	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	9.210E-05
386	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	1.673E-03
387	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	7.485E-10
388	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to air	kg	3.499E-11
389	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to water	kg	5.461E-13
390	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to air	kg	1.922E-11
391	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to water	Bq	2.329E-03
392	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.437E-17
393	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to air	kg	8.170E-13
394	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to water	Bq	1.223E-03
395	OUTPUT	Emission	Air	Tc99m to water	kg	1.136E-10
396	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to air	kg	8.781E-11
397	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to water	kg	1.018E-11
398	OUTPUT	Emission	Air	Te132 to water	kg	4.168E-12
399	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	3.489E-13
400	OUTPUT	Emission	Air	tetrachloromethane	kg	1.005E-11
401	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	2.109E-11
402	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to air	kg	2.281E-11

403	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to water	Bq	1.394E-03
404	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to air	kg	1.298E-10
405	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to water	Bq	3.377E-02
406	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to air	kg	1.446E-11
407	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to water	kg	3.272E-11
408	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to air	kg	1.166E-11
409	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to water	kg	2.180E-10
410	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	9.349E-19
411	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.145E-09
412	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	4.544E-12
413	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	2.446E-07
414	OUTPUT	Emission	Air	trichloromethane	kg	1.092E-12
415	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	1.663E-11
416	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to air	kg	4.177E-10
417	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to water	Bq	1.411E-02
418	OUTPUT	Emission	Air	U234 to air	kg	1.398E-10
419	OUTPUT	Emission	Air	U234 to water	kg	2.888E-10
420	OUTPUT	Emission	Air	U235 to air	kg	6.772E-12
421	OUTPUT	Emission	Air	U235 to water	kg	4.299E-10
422	OUTPUT	Emission	Air	U238 to air	kg	1.791E-10
423	OUTPUT	Emission	Air	U238 to water	Bq	7.296E-04
424	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	8.496E-09
425	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	2.538E-05
426	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	8.138E-12
427	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.542E-05
428	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to air	MJ	4.544E-02
429	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to soil	MJ	1.276E-04
430	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to water	MJ	4.937E-04
431	OUTPUT	Emission	Air	Xe131m to air	Bq	4.413E-03
432	OUTPUT	Emission	Air	Xe133 to air	Bq	1.298E+00
433	OUTPUT	Emission	Air	Xe133m to air	Bq	6.510E-04
434	OUTPUT	Emission	Air	Xe135 to air	Bq	2.211E-01
435	OUTPUT	Emission	Air	Xe135m to air	Bq	2.180E-02
436	OUTPUT	Emission	Air	Xe137 to air	Bq	5.417E-04
437	OUTPUT	Emission	Air	Xe138 to air	Bq	5.898E-03
438	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.707E-08
439	OUTPUT	Emission	Air	Y90 to water	kg	2.783E-11
440	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	9.461E-08
441	OUTPUT	Emission	Air	Zn (ind.)	kg	1.555E-10
442	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to air	kg	8.607E-11
443	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to water	kg	1.568E-11
444	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.356E-12
445	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to air	kg	1.280E-12
446	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to water	kg	9.917E-11
447	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	4.566E-08
448	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.309E-05
449	OUTPUT	Emission	Water	1,1,1-trichloroethane	kg	3.347E-15
450	OUTPUT	Emission	Water	acenaphthylene	kg	2.014E-10
451	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	1.966E-10
452	OUTPUT	Emission	Water	acids (unspecified)	kg	2.110E-10
453	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	5.500E-12
454	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.204E-06
455	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	1.060E-09
456	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	9.730E-11
457	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.654E-07
458	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.984E-11
459	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	2.567E-09
460	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.137E-09

461	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	1.217E-07
462	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.046E-07
463	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	1.679E-12
464	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.077E-09
465	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.308E-06
466	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	3.440E-07
467	OUTPUT	Emission	Water	calcium ions	kg	1.197E-06
468	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.504E-15
469	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.263E-09
470	OUTPUT	Emission	Water	chlorinated solvents	kg	8.170E-13
471	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.102E-20
472	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	3.883E-14
473	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.102E-11
474	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	1.168E-03
475	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	2.510E-09
476	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.282E-05
477	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	6.085E-08
478	OUTPUT	Emission	Water	Cr (III)	kg	9.043E-09
479	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.714E-12
480	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.431E-10
481	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	8.014E-12
482	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	6.393E-09
483	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.460E-06
484	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.195E-09
485	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	1.301E-12
486	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.116E-10
487	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	3.382E-15
488	OUTPUT	Emission	Water	di(2-ethylhexyl)phthalate	kg	1.909E-15
489	OUTPUT	Emission	Water	dibutyl p-phthalate	kg	2.036E-14
490	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	2.251E-11
491	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	7.042E-11
492	OUTPUT	Emission	Water	dimethyl p-phthalate	kg	1.284E-13
493	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.093E-13
494	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.831E-09
495	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.780E-03
496	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	2.206E-05
497	OUTPUT	Emission	Water	DOC	kg	1.416E-09
498	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	1.914E-10
499	OUTPUT	Emission	Water	fats/oils	kg	1.302E-07
500	OUTPUT	Emission	Water	fatty acids as C	kg	3.552E-08
501	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	1.771E-06
502	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	6.400E-07
503	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.833E-13
504	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.338E-13
505	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	2.524E-11
506	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.336E-07
507	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	7.258E-11
508	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	7.524E-14
509	OUTPUT	Emission	Water	hexachloroethane	kg	4.718E-16
510	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.147E-11
511	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	9.199E-09
512	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.233E-15
513	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.267E-22
514	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	7.839E-10
515	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	4.164E-07
516	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.287E-13
517	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.187E-07
518	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.193E-07

519	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	6.921E-15
520	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.209E-12
521	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.069E-06
522	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	1.031E-07
523	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	4.305E-09
524	OUTPUT	Emission	Water	MTBE	kg	2.202E-14
525	OUTPUT	Emission	Water	N organically bound	kg	9.349E-10
526	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.828E-06
527	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.644E-12
528	OUTPUT	Emission	Water	NH3	kg	1.158E-06
529	OUTPUT	Emission	Water	NH3 (as N)	kg	1.769E-08
530	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.034E-12
531	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.585E-08
532	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	1.861E-07
533	OUTPUT	Emission	Water	nitrite	kg	1.874E-09
534	OUTPUT	Emission	Water	N-tot	kg	1.291E-07
535	OUTPUT	Emission	Water	OCl-	kg	7.733E-09
536	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	1.224E-10
537	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	7.383E-09
538	OUTPUT	Emission	Water	P-compounds	kg	5.898E-12
539	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.263E-08
540	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	7.883E-08
541	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	2.006E-09
542	OUTPUT	Emission	Water	Ru	kg	7.078E-11
543	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.749E-11
544	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	2.498E-06
545	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.956E-11
546	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	6.440E-09
547	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	3.705E-10
548	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	1.378E-11
549	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	9.557E-10
550	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	2.045E-07
551	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	1.181E-07
552	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	2.866E-06
553	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	6.519E-12
554	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	5.022E-16
555	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	2.702E-04
556	OUTPUT	Emission	Water	sulphide	kg	2.320E-10
557	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloroethene	kg	5.636E-14
558	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloromethane	kg	8.563E-14
559	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.119E-21
560	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	7.549E-08
561	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.785E-07
562	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	9.320E-10
563	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.074E-11
564	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	3.758E-12
565	OUTPUT	Emission	Water	trichloromethane	kg	1.302E-11
566	OUTPUT	Emission	Water	triethylene glycol	kg	1.416E-09
567	OUTPUT	Emission	Water	undissolved substances	kg	5.811E-07
568	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	6.676E-09
569	OUTPUT	Emission	Water	vinyl chloride	kg	1.595E-14
570	OUTPUT	Emission	Water	VOC as C	kg	2.438E-09
571	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	4.582E-11
572	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.706E-03
573	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	1.494E-04
574	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	8.669E-10
575	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	4.788E-08
576	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	8.965E-05

577	OUTPUT	Waste	Technosphere	Fly ash	kg	3.051E-02
578	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.185E-02
579	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	2.564E-13
580	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.221E-01
581	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.788E-07
582	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.389E-05
583	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	5.767E-11
584	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	5.138E-06
585	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.937E-05
586	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	4.034E-02
587	OUTPUT	Waste	Technosphere	waste molding sand	kg	2.097E+00
588	OUTPUT	Product	Technosphere	Journal box	kg	1.000E+00

부록 1-1-2. Disc Assembly LCI DB

Disc Assembly LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	4.270E-02
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	2.828E-08
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.247E-08
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	9.860E-09
5	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.507E-09
6	INPUT	Resource	Soil	aluminium (in ore)	kg	6.700E-01
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	3.358E-15
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	3.577E-06
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	2.639E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.291E-07
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	6.186E-11
12	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	3.913E-07
13	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.005E-05
14	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	9.900E-03
15	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	5.604E-09
16	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	2.437E-02
17	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	2.710E-07
18	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	1.010E-06
19	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	2.365E-12
20	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	1.232E-02
21	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	9.876E-09
22	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	5.437E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	2.095E-09
24	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	5.326E-03
25	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	2.310E-01
26	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	9.732E-03
27	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	1.716E-14
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	5.068E-08
29	INPUT	Resource	Soil	Kraft paper	kg	8.204E-07
30	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	2.785E-12
31	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	1.297E-08
32	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	9.526E-13
33	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	1.710E-04
34	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	2.383E-03
35	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	6.600E-03
36	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	1.070E-07
37	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	3.404E-03
38	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	6.410E-03
39	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.020E-01
40	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	2.237E-13
41	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	5.298E-09
42	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	1.170E-08
43	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	4.254E-10
44	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	2.280E-08
45	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	6.650E-09
46	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	9.960E-09
47	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.432E-09
48	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.098E-06
49	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	4.433E-12
50	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	4.362E-04
51	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	9.542E-05
52	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	8.174E-06
53	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	1.520E-09
54	INPUT	Resource	Soil	Tin ore	kg	4.460E-01

55	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	3.324E-08
56	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	9.444E-07
57	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	1.939E-08
58	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.798E-05
59	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-	kg	2.754E-14
60	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper	kg	6.018E-15
61	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	7.927E-09
62	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	1.662E-19
63	INPUT	Resource	Water	Water	kg	9.138E-02
64	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	9.440E-01
65	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	3.650E+00
66	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	3.100E+00
67	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.124E-10
68	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-	kg	1.802E-16
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	3.456E-06
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	1.449E-10
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.074E-09
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium	kg	1.689E-04
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	1.617E-09
74	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.400E-05
75	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	1.900E-05
76	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	3.960E-06
77	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	6.034E-08
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium	kg	2.703E-15
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	3.193E-14
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium compound	kg	2.027E-07
81	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	6.130E-01
82	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	2.353E-01
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2	kg	1.802E-16
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Diisobutyl ketone	kg	6.998E-04
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethane	kg	9.058E-11
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	8.289E-14
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	6.356E-15
88	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	4.470E-05
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	2.947E-13
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrocarbons	kg	7.676E-07
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	5.427E-07
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	7.248E-09
93	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	3.050E-06
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Isopropanol(iso-propanol;	kg	3.499E-04
95	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	3.400E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium	kg	1.972E-11
97	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	2.980E-04
98	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	8.430E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Methane(CH4)	kg	1.450E-06
100	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	2.520E-01
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium	kg	4.290E-18
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	8.204E-07
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	1.471E-10
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Propane(C3H8)	kg	6.185E-08
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	9.016E-09
106	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.970E-06
107	INPUT	Raw material	Technosphere	silicon (in SiO2)	kg	2.640E-02
108	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	2.730E-09
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen	kg	1.203E-11
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	2.447E-11
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium	kg	1.507E-06
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	2.706E-12

113	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	9.716E-12
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	2.721E-11
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	4.947E-04
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	5.311E-10
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.577E-16
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	2.184E-09
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	4.220E-13
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	8.913E-10
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	3.431E-11
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	1.404E-17
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	2.279E-15
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	6.913E-06
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.195E-04
126	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	8.910E-01
127	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	1.260E-04
128	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	5.150E-08
129	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	1.270E-10
130	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.638E-08
131	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.929E-08
132	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	5.324E-09
133	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	3.180E-12
134	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	2.647E-03
135	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	7.400E-07
136	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	6.276E-11
137	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	8.205E-08
138	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.017E-08
139	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	2.849E-06
140	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	2.349E-14
141	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.471E-08
142	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	5.690E-08
143	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	1.391E-08
144	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.713E-11
145	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	1.090E-06
146	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	3.317E-06
147	OUTPUT	Emission	Air	Benzene compounds	kg	5.512E-07
148	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	3.782E-08
149	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	2.380E-08
150	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	3.320E-07
151	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	1.590E-09
152	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	2.110E-11
153	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	9.560E-08
154	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	3.559E-07
155	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	3.827E-12
156	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.919E-12
157	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.580E-10
158	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	8.228E-13
159	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	5.166E-13
160	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.270E-09
161	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	5.287E-13
162	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	1.838E-11
163	OUTPUT	Emission	Air	Cl2	kg	1.510E-04
164	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	5.362E-03
165	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	3.226E+00
166	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	1.471E-09
167	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban	kg	5.820E-08
168	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.820E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	1.917E-08
170	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	2.420E-07

171	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	8.799E-04
172	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	2.164E-08
173	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.880E-11
174	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	8.960E-10
175	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	6.053E-16
176	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	8.564E-04
177	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	1.306E-06
178	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	1.059E-08
179	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	4.310E-08
180	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	7.331E-07
181	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	1.570E-09
182	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	3.045E-03
183	OUTPUT	Emission	Air	F2	kg	1.755E-06
184	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.671E-07
185	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.023E-07
186	OUTPUT	Emission	Air	fluoranthene	kg	1.130E-07
187	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	1.893E-11
188	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.330E-06
189	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	2.670E-05
190	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.000E-15
191	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	4.206E-10
192	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.343E-09
193	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.511E-06
194	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	3.550E-01
195	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	1.390E-04
196	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	2.730E-02
197	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	3.903E-08
198	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	1.590E-08
199	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	3.341E-08
200	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	7.450E-07
201	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.548E-08
202	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.513E-15
203	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	3.260E-09
204	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	7.990E-09
205	OUTPUT	Emission	Air	i-Propylbenzene	kg	3.848E-07
206	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.430E-08
207	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.230E-10
208	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	4.827E-14
209	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	3.312E-07
210	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	1.964E-04
211	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	1.075E-08
212	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.980E-07
213	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	1.007E-08
214	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	5.437E-10
215	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	4.744E-07
216	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	5.720E-08
217	OUTPUT	Emission	Air	naphthalene	kg	1.190E-07
218	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	3.336E-08
219	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	6.281E-08
220	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.372E-01
221	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.888E-10
222	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	5.600E-03
223	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	2.127E-05
224	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.755E-09
225	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	2.570E-08
226	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable	kg	5.760E-07
227	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	6.650E-11
228	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	2.280E-07

229	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	7.740E-08
230	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	6.830E-09
231	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	2.967E-09
232	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	1.494E-06
233	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.780E-06
234	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	2.402E-10
235	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	5.109E-07
236	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	8.756E-09
237	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	4.873E-09
238	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	1.150E-09
239	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	1.462E-10
240	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	9.572E-11
241	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	2.909E-09
242	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	9.430E-07
243	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	2.086E-10
244	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	1.541E-01
245	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	4.020E-03
246	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	9.301E-09
247	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	1.503E-01
248	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.293E-07
249	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	5.370E-10
250	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.174E-14
251	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.880E-08
252	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	1.874E-10
253	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	7.860E-06
254	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	2.420E-10
255	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	6.928E-08
256	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	5.034E-03
257	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	7.260E-11
258	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	4.707E-06
259	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	2.425E-03
260	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.683E-07
261	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	3.272E-06
262	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	3.930E-11
263	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.417E-06
264	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	9.844E-09
265	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	6.373E-11
266	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.696E-05
267	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	7.130E-09
268	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	6.470E-10
269	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	9.379E-09
270	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	7.138E-08
271	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.277E-09
272	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	5.423E-08
273	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.909E-07
274	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	2.309E-06
275	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.890E-06
276	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	9.880E-07
277	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.494E-08
278	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	1.057E-06
279	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	1.775E-05
280	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.882E-11
281	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.560E-09
282	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.390E-18
283	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	4.788E-10
284	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.190E-10
285	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	9.223E-13
286	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	3.317E-04

287	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	3.810E-08
288	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.577E+00
289	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	2.765E-07
290	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	4.580E-11
291	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	7.260E-07
292	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	4.600E-11
293	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	1.681E-07
294	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.222E-06
295	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.334E-08
296	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	9.579E-11
297	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.484E-09
298	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.597E-11
299	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	6.350E-11
300	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	1.390E-10
301	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	3.179E-05
302	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.011E-07
303	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.222E-04
304	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	2.543E-09
305	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	9.291E-06
306	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	2.995E-07
307	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	5.533E-11
308	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.980E-12
309	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	3.570E-10
310	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.270E-06
311	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	1.970E-09
312	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.010E-10
313	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.383E-09
314	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	7.550E-08
315	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	8.384E-14
316	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.050E-20
317	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	4.600E-09
318	OUTPUT	Emission	Water	Industrial wastes(domestic)	kg	7.309E-01
319	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	5.968E-06
320	OUTPUT	Emission	Water	Kjeldahl-N	kg	5.709E-05
321	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	6.744E-11
322	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	2.120E-07
323	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	9.050E-07
324	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	1.336E-10
325	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	1.227E-09
326	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.610E-05
327	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	4.064E-07
328	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	5.091E-08
329	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.547E-05
330	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	5.170E-09
331	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	3.075E-09
332	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.373E-07
333	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	4.639E-07
334	OUTPUT	Emission	Water	oil	kg	1.190E-07
335	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	9.046E-09
336	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	1.387E-07
337	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.535E-08
338	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	1.738E-06
339	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	1.382E-09
340	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	1.420E-09
341	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	1.310E-06
342	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	2.810E-10
343	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	9.550E-08
344	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	6.890E-11

345	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	3.673E-08
346	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	7.830E-09
347	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	3.863E-10
348	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	3.543E-07
349	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	6.182E-07
350	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	1.420E+00
351	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	5.866E-10
352	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	7.709E-11
353	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	1.444E-04
354	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	4.772E-19
355	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	1.140E-06
356	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	7.808E-06
357	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	1.463E-08
358	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	4.320E-10
359	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	1.090E-11
360	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	9.630E-08
361	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	1.910E-10
362	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	6.758E-03
363	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	5.649E-08
364	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	5.048E-07
365	OUTPUT	Emission	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	2.415E-05
366	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.265E-04
367	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	7.178E-05
368	OUTPUT	Emission	Technosphere	Unspecified wastes	kg	1.237E-05
369	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	4.590E-03
370	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	2.050E-03
371	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	1.320E-11
372	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.350E-02
373	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	5.898E-03
374	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	6.550E-04
375	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	2.980E-09
376	OUTPUT	Waste	Technosphere	mineral waste	kg	2.870E-05
377	OUTPUT	Waste	Technosphere	oil	kg	2.830E-04
378	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	2.650E-04
379	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.000E-02
380	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.594E-02
381	OUTPUT	Product	Technosphere	Disc Assembly	kg	1.000E+00

부록 1-1-3. Center Pivot Box LCI DB

Center Pivot LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Energy ware	Soil	potential energy water ETH	MJ	3.106E-03
2	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.621E-04
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.017E-09
4	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	1.732E-14
5	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.540E-12
6	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.954E-09
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.526E-16
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.851E-08
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.039E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.189E-09
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	9.784E-10
12	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	1.249E-11
13	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	6.187E-06
14	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.646E-12
15	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.922E-03
16	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.568E-07
17	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	1.556E-01
18	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	5.638E-14
19	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	5.264E-07
20	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.374E-13
21	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	4.070E-02
22	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.256E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.691E-14
24	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	5.650E-16
25	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.259E-13
26	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.637E-08
27	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	9.549E-06
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.792E-10
29	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.371E-17
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.004E-11
31	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.972E-13
32	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	3.783E-08
33	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	4.101E-14
34	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	7.067E-04
35	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	4.007E-07
36	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.369E-04
37	INPUT	Resource	Soil	methane (kg) ETH	kg	3.731E-06
38	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	2.080E-09
39	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.100E-02
40	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	2.204E-04
41	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.783E-03
42	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.191E-14
43	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.040E-13
44	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	2.265E-10
45	INPUT	Resource	Soil	petroleum gas ETH	m3	9.524E-06
46	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.946E-09
47	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	4.421E-10
48	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	4.804E-16
49	INPUT	Resource	Soil	reservoir content ETH	kg	6.772E-14
50	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	1.290E-10
51	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.933E-10
52	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	5.366E-09
53	INPUT	Resource	Soil	silver (in ore)	kg	4.369E-10
54	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.729E-05
55	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.904E-11
56	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.421E-08

57	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	7.322E-09
58	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	2.724E-10
59	INPUT	Resource	Soil	turbine water ETH	m3	1.634E-02
60	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	8.370E-11
61	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	1.085E-05
62	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore) ETH	kg	4.772E-08
63	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.309E-08
64	INPUT	Resource	Soil	wood (dry matter) ETH	kg	6.859E-06
65	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-	kg	1.926E-13
66	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper	kg	4.208E-14
67	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	2.997E-10
68	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.150E-02
69	INPUT	Ancillary	Technosphere	Sodium silicate	kg	2.184E-01
70	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.888E-01
71	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	1.028E-01
72	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	7.777E-02
73	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.284E-13
74	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-	kg	7.948E-22
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.290E-02
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium	kg	2.225E-11
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium(Al)	kg	1.602E-04
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.490E-13
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium	kg	2.955E-12
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.482E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.015E-06
82	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	4.772E-05
83	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	7.714E-07
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium	kg	1.192E-20
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium oxide(CaO)	kg	2.184E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbon(C)	kg	3.693E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.843E-16
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.398E-03
89	INPUT	Raw material	Technosphere	clay	kg	1.088E-06
90	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	1.086E-02
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(Cu)	kg	4.733E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Cr2O3	kg	2.010E-02
93	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	1.244E-01
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2	kg	1.810E-22
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric oxide(Fe2O3)	kg	3.265E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	9.763E-16
97	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	8.685E-07
98	INPUT	Raw material	Technosphere	gravel	kg	3.246E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.525E-14
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.422E-10
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.491E-09
102	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	2.324E-05
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	3.190E-03
104	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	8.318E-08
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium	kg	3.028E-12
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	6.990E-03
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Manganese(Mn)	kg	1.052E-03
108	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.948E-05
109	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.637E-06
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum(Mo)	kg	5.869E-04
111	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	6.361E-03
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus(P)	kg	9.560E-06
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium	kg	1.892E-23
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.259E-11
115	INPUT	Raw material	Technosphere	pure iron	kg	1.311E-03
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.385E-09

117	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.702E-07
118	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.914E+00
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Silica(SiO2)	kg	6.185E-03
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(Si)	kg	6.068E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	5.313E-11
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.422E-09
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen	kg	1.724E-12
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.759E-12
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.157E-13
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.364E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.782E-10
128	INPUT	Raw material	Technosphere	stainless steel scrap	kg	3.353E-02
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel scrap	kg	9.487E-01
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	1.791E-05
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.792E-11
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.295E-18
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	3.033E-13
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.196E-11
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	5.534E-11
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.205E-05
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.665E-05
138	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.237E-01
139	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	2.454E-06
140	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	9.978E-10
141	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	2.468E-12
142	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.358E-07
143	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.821E-09
144	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	1.138E-09
145	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	9.118E-14
146	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to air	kg	1.975E-11
147	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to water	kg	1.346E-10
148	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.104E-07
149	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	4.713E-08
150	OUTPUT	Emission	Air	Al (ind.)	kg	9.743E-09
151	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	3.926E-11
152	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	1.141E-08
153	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.004E-09
154	OUTPUT	Emission	Air	alpha radiation (unspecified)	kg	1.595E-11
155	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to air	kg	3.670E-10
156	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to water	kg	4.849E-11
157	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	1.001E-06
158	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	1.869E-18
159	OUTPUT	Emission	Air	Ar41 to air	Bq	4.286E-02
160	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.963E-10
161	OUTPUT	Emission	Air	As (ind.)	kg	3.893E-12
162	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	2.792E-08
163	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	7.348E-10
164	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to air	kg	7.689E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to water	kg	2.412E-10
166	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.658E-12
167	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	3.132E-14
168	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	1.034E-07
169	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	2.289E-12
170	OUTPUT	Emission	Air	beta radiation (unspecified)	kg	2.468E-12
171	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	3.207E-09
172	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.187E-08
173	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	3.218E-10
174	OUTPUT	Emission	Air	C (ind.)	kg	3.001E-08
175	OUTPUT	Emission	Air	C14 to air	Bq	2.953E-02
176	OUTPUT	Emission	Air	C14 to water	Bq	2.447E-03

177	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	4.323E-08
178	OUTPUT	Emission	Air	Ca (ind.)	kg	3.893E-08
179	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	9.029E-11
180	OUTPUT	Emission	Air	Cd (ind.)	kg	1.477E-13
181	OUTPUT	Emission	Air	Cd109 to water	kg	1.394E-12
182	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to air	kg	1.831E-12
183	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to water	kg	3.604E-11
184	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to air	kg	3.901E-12
185	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to water	Bq	1.105E-03
186	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.512E-11
187	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.989E-10
188	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.557E-11
189	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	3.250E-12
190	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	2.040E-12
191	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.368E-10
192	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.324E-14
193	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	5.963E-17
194	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.834E-10
195	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to air	kg	5.811E-13
196	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to water	kg	6.422E-11
197	OUTPUT	Emission	Air	Cm242 to air	kg	1.935E-12
198	OUTPUT	Emission	Air	Cm244 to air	kg	1.761E-11
199	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	6.322E-05
200	OUTPUT	Emission	Air	Co (ind.)	kg	1.896E-13
201	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	5.323E-01
202	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to air	kg	3.386E-11
203	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to water	kg	2.473E-10
204	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to air	kg	5.592E-13
205	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to water	kg	2.097E-10
206	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to air	kg	8.344E-13
207	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to water	Bq	1.070E-02
208	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	3.098E-10
209	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban	kg	8.650E-10
210	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.720E-10
211	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	4.067E-10
212	OUTPUT	Emission	Air	Cr (ind.)	kg	4.849E-11
213	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to air	kg	6.946E-11
214	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to water	kg	5.286E-12
215	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to air	kg	1.394E-11
216	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to water	Bq	2.473E-03
217	OUTPUT	Emission	Air	Cs136 to water	kg	1.293E-12
218	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to air	kg	2.691E-11
219	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to water	Bq	2.276E-02
220	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	7.642E-10
221	OUTPUT	Emission	Air	Cu (ind.)	kg	9.480E-13
222	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.248E-03
223	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	6.616E-10
224	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.097E-12
225	OUTPUT	Emission	Air	dichloroethane	kg	4.137E-11
226	OUTPUT	Emission	Air	dichloromethane	kg	1.796E-12
227	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.629E-10
228	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.408E-19
229	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.483E-11
230	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.466E-04
231	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse) process	kg	1.040E-06
232	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) mobile	kg	1.394E-08
233	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) stationary	kg	6.029E-07
234	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	4.253E-08
235	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	2.289E-09
236	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	3.327E-09

237	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	3.996E-09
238	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	6.645E-11
239	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.065E-07
240	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.938E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	Fe (ind.)	kg	1.949E-08
242	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to air	kg	7.645E-13
243	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to water	kg	4.268E-12
244	OUTPUT	Emission	Air	Fission and activation	kg	1.450E-10
245	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.495E-11
246	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	7.424E-15
247	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	7.590E-18
248	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.265E-08
249	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	4.403E-07
250	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	3.871E-07
251	OUTPUT	Emission	Air	H3 to air	Bq	3.045E-01
252	OUTPUT	Emission	Air	H3 to water	Bq	7.252E+01
253	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.252E-14
254	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	5.922E-11
255	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-21	kg	1.385E-11
256	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	3.574E-12
257	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.309E-07
258	OUTPUT	Emission	Air	He	kg	9.639E-09
259	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	6.903E-03
260	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	2.702E-06
261	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	5.295E-04
262	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	2.816E-09
263	OUTPUT	Emission	Air	hexachlorobenzene	kg	2.311E-15
264	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	5.891E-09
265	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	6.839E-08
266	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.442E-10
267	OUTPUT	Emission	Air	Hg (ind.)	kg	2.814E-14
268	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.349E-19
269	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	1.400E-09
270	OUTPUT	Emission	Air	I129 to air	kg	1.049E-10
271	OUTPUT	Emission	Air	I129 to water	Bq	6.990E-03
272	OUTPUT	Emission	Air	I131 to air	kg	1.162E-11
273	OUTPUT	Emission	Air	I131 to water	kg	4.631E-12
274	OUTPUT	Emission	Air	I133 to air	kg	6.510E-12
275	OUTPUT	Emission	Air	I133 to water	kg	1.101E-12
276	OUTPUT	Emission	Air	I135 to air	kg	9.786E-12
277	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.254E-09
278	OUTPUT	Emission	Air	K40 to air	kg	5.505E-11
279	OUTPUT	Emission	Air	K40 to water	kg	1.756E-10
280	OUTPUT	Emission	Air	Kr85 to air	Bq	1.804E+03
281	OUTPUT	Emission	Air	Kr85m to air	Bq	2.132E-03
282	OUTPUT	Emission	Air	Kr87 to air	Bq	9.524E-04
283	OUTPUT	Emission	Air	Kr88 to air	Bq	8.519E-02
284	OUTPUT	Emission	Air	Kr89 to air	Bq	6.684E-04
285	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.094E-11
286	OUTPUT	Emission	Air	La140 to air	kg	4.893E-11
287	OUTPUT	Emission	Air	La140 to water	kg	4.980E-11
288	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-III	kg	1.193E-10
289	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-IV	kg	1.228E-11
290	OUTPUT	Emission	Air	land use II-III	kg	2.145E-13
291	OUTPUT	Emission	Air	land use III-IV	kg	1.538E-11
292	OUTPUT	Emission	Air	land use II-IV	kg	1.324E-10
293	OUTPUT	Emission	Air	land use IV-IV	kg	7.864E-12
294	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.614E-17
295	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	6.407E-10
296	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	3.177E-04

297	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	2.295E-09
298	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.637E-08
299	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	5.925E-10
300	OUTPUT	Emission	Air	Mn (ind.)	kg	3.893E-10
301	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to air	kg	2.001E-11
302	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to water	Bq	1.643E-03
303	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	1.061E-10
304	OUTPUT	Emission	Air	Mo99 to water	kg	1.686E-11
305	OUTPUT	Emission	Air	MTBE	kg	2.460E-13
306	OUTPUT	Emission	Air	N	kg	9.043E-12
307	OUTPUT	Emission	Air	N2	kg	2.595E-08
308	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	1.455E-06
309	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	7.490E-09
310	OUTPUT	Emission	Air	Na24 to water	kg	7.427E-12
311	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to air	kg	3.539E-12
312	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to water	kg	1.367E-10
313	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.591E-11
314	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	2.566E-09
315	OUTPUT	Emission	Air	Ni (ind.)	kg	1.424E-12
316	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.332E-04
317	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	1.371E-06
318	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	1.411E-03
319	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to air	kg	1.922E-11
320	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to water	kg	3.089E-12
321	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.955E-13
322	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban	kg	9.140E-10
323	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable	kg	1.118E-10
324	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	1.291E-12
325	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	7.295E-09
326	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	6.833E-10
327	OUTPUT	Emission	Air	oil (ind.)	kg	6.160E-09
328	OUTPUT	Emission	Air	oil biodegradable	kg	1.079E-10
329	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	1.326E-10
330	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to air	kg	1.166E-11
331	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to water	kg	2.158E-10
332	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	1.282E-10
333	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	7.140E-10
334	OUTPUT	Emission	Air	Pb (ind.)	kg	4.325E-12
335	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to air	kg	3.229E-10
336	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to water	kg	1.398E-10
337	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorobenzene	kg	6.204E-15
338	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorophenol	kg	1.000E-15
339	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.833E-08
340	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	1.522E-09
341	OUTPUT	Emission	Air	phosphor (ind.)	kg	5.024E-10
342	OUTPUT	Emission	Air	Pm147 to air	kg	9.917E-12
343	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to air	Bq	4.806E-04
344	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to water	kg	1.398E-10
345	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	2.570E-08
346	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	9.561E-10
347	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	1.629E-10
348	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	2.229E-11
349	OUTPUT	Emission	Air	P-tot	kg	5.068E-10
350	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to air	kg	1.166E-12
351	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to water	kg	1.922E-10
352	OUTPUT	Emission	Air	Pu238 to air	kg	4.369E-11
353	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 Beta to air	kg	3.202E-11
354	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 beta to water	Bq	4.762E-03
355	OUTPUT	Emission	Air	Ra224 to water	kg	3.482E-10
356	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to air	kg	4.155E-10

357	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to water	Bq	8.912E-01
358	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to air	kg	2.696E-11
359	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to water	Bq	6.946E-04
360	OUTPUT	Emission	Air	radio active noble gases to	Bq	2.547E-03
361	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.314E+02
362	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to	Bq	1.209E+00
363	OUTPUT	Emission	Air	radionuclides (mixed) to	kg	1.044E-10
364	OUTPUT	Emission	Air	Rn220 to air	Bq	2.556E-03
365	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 (long term) to air	Bq	2.595E+03
366	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 to air	Bq	2.818E+01
367	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to air	kg	2.001E-10
368	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to water	kg	8.082E-11
369	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to air	kg	1.166E-10
370	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to water	Bq	1.166E-02
371	OUTPUT	Emission	Air	S (ind.)	kg	5.854E-09
372	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	3.625E-11
373	OUTPUT	Emission	Air	Sb122 to water	kg	2.412E-10
374	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to air	kg	5.417E-12
375	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to water	kg	3.464E-11
376	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to air	kg	6.859E-13
377	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to water	kg	1.966E-12
378	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	7.404E-12
379	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.501E-17
380	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	4.075E-10
381	OUTPUT	Emission	Air	Si	kg	1.293E-07
382	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	1.830E-08
383	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	1.622E-11
384	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	2.802E-03
385	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	9.210E-05
386	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	1.673E-03
387	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	7.485E-10
388	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to air	kg	3.499E-11
389	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to water	kg	5.461E-13
390	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to air	kg	1.922E-11
391	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to water	Bq	2.329E-03
392	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.437E-17
393	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to air	kg	8.170E-13
394	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to water	Bq	1.223E-03
395	OUTPUT	Emission	Air	Tc99m to water	kg	1.136E-10
396	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to air	kg	8.781E-11
397	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to water	kg	1.018E-11
398	OUTPUT	Emission	Air	Te132 to water	kg	4.168E-12
399	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	3.489E-13
400	OUTPUT	Emission	Air	tetrachloromethane	kg	1.005E-11
401	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	2.109E-11
402	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to air	kg	2.281E-11
403	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to water	Bq	1.394E-03
404	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to air	kg	1.298E-10
405	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to water	Bq	3.377E-02
406	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to air	kg	1.446E-11
407	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to water	kg	3.272E-11
408	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to air	kg	1.166E-11
409	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to water	kg	2.180E-10
410	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	9.349E-19
411	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.145E-09
412	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	4.544E-12
413	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	2.446E-07
414	OUTPUT	Emission	Air	trichloromethane	kg	1.092E-12
415	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	1.663E-11
416	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to air	kg	4.177E-10

417	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to water	Bq	1.411E-02
418	OUTPUT	Emission	Air	U234 to air	kg	1.398E-10
419	OUTPUT	Emission	Air	U234 to water	kg	2.888E-10
420	OUTPUT	Emission	Air	U235 to air	kg	6.772E-12
421	OUTPUT	Emission	Air	U235 to water	kg	4.299E-10
422	OUTPUT	Emission	Air	U238 to air	kg	1.791E-10
423	OUTPUT	Emission	Air	U238 to water	Bq	7.296E-04
424	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	8.496E-09
425	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	2.538E-05
426	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	8.138E-12
427	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.542E-05
428	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to air	MJ	4.544E-02
429	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to soil	MJ	1.276E-04
430	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to water	MJ	4.937E-04
431	OUTPUT	Emission	Air	Xe131m to air	Bq	4.413E-03
432	OUTPUT	Emission	Air	Xe133 to air	Bq	1.298E+00
433	OUTPUT	Emission	Air	Xe133m to air	Bq	6.510E-04
434	OUTPUT	Emission	Air	Xe135 to air	Bq	2.211E-01
435	OUTPUT	Emission	Air	Xe135m to air	Bq	2.180E-02
436	OUTPUT	Emission	Air	Xe137 to air	Bq	5.417E-04
437	OUTPUT	Emission	Air	Xe138 to air	Bq	5.898E-03
438	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.707E-08
439	OUTPUT	Emission	Air	Y90 to water	kg	2.783E-11
440	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	9.461E-08
441	OUTPUT	Emission	Air	Zn (ind.)	kg	1.555E-10
442	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to air	kg	8.607E-11
443	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to water	kg	1.568E-11
444	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.356E-12
445	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to air	kg	1.280E-12
446	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to water	kg	9.917E-11
447	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	4.566E-08
448	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.309E-05
449	OUTPUT	Emission	Water	1,1,1-trichloroethane	kg	3.347E-15
450	OUTPUT	Emission	Water	acenaphthylene	kg	2.014E-10
451	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	1.966E-10
452	OUTPUT	Emission	Water	acids (unspecified)	kg	2.110E-10
453	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	5.500E-12
454	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.204E-06
455	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	1.060E-09
456	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	9.730E-11
457	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.654E-07
458	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.984E-11
459	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	2.567E-09
460	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.137E-09
461	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	1.217E-07
462	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.046E-07
463	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	1.679E-12
464	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.077E-09
465	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.308E-06
466	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	3.440E-07
467	OUTPUT	Emission	Water	calcium ions	kg	1.197E-06
468	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.504E-15
469	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.263E-09
470	OUTPUT	Emission	Water	chlorinated solvents	kg	8.170E-13
471	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.102E-20
472	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	3.883E-14
473	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.102E-11
474	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	1.168E-03
475	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	2.510E-09
476	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.282E-05

477	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	6.085E-08
478	OUTPUT	Emission	Water	Cr (III)	kg	9.043E-09
479	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.714E-12
480	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.431E-10
481	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	8.014E-12
482	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	6.393E-09
483	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.460E-06
484	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.195E-09
485	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	1.301E-12
486	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.116E-10
487	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	3.382E-15
488	OUTPUT	Emission	Water	di(2-ethylhexyl)phthalate	kg	1.909E-15
489	OUTPUT	Emission	Water	dibutyl p-phthalate	kg	2.036E-14
490	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	2.251E-11
491	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	7.042E-11
492	OUTPUT	Emission	Water	dimethyl p-phthalate	kg	1.284E-13
493	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.093E-13
494	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.831E-09
495	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.780E-03
496	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	2.206E-05
497	OUTPUT	Emission	Water	DOC	kg	1.416E-09
498	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	1.914E-10
499	OUTPUT	Emission	Water	fats/oils	kg	1.302E-07
500	OUTPUT	Emission	Water	fatty acids as C	kg	3.552E-08
501	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	1.771E-06
502	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	6.400E-07
503	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.833E-13
504	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.338E-13
505	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	2.524E-11
506	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.336E-07
507	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	7.258E-11
508	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	7.524E-14
509	OUTPUT	Emission	Water	hexachloroethane	kg	4.718E-16
510	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.147E-11
511	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	9.199E-09
512	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.233E-15
513	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.267E-22
514	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	7.839E-10
515	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	4.164E-07
516	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.287E-13
517	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.187E-07
518	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.193E-07
519	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	6.921E-15
520	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.209E-12
521	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.069E-06
522	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	1.031E-07
523	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	4.305E-09
524	OUTPUT	Emission	Water	MTBE	kg	2.202E-14
525	OUTPUT	Emission	Water	N organically bound	kg	9.349E-10
526	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.828E-06
527	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.644E-12
528	OUTPUT	Emission	Water	NH3	kg	1.158E-06
529	OUTPUT	Emission	Water	NH3 (as N)	kg	1.769E-08
530	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.034E-12
531	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.585E-08
532	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	1.861E-07
533	OUTPUT	Emission	Water	nitrite	kg	1.874E-09
534	OUTPUT	Emission	Water	N-tot	kg	1.291E-07
535	OUTPUT	Emission	Water	OCl-	kg	7.733E-09
536	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	1.224E-10

537	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	7.383E-09
538	OUTPUT	Emission	Water	P-compounds	kg	5.898E-12
539	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.263E-08
540	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	7.883E-08
541	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	2.006E-09
542	OUTPUT	Emission	Water	Ru	kg	7.078E-11
543	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.749E-11
544	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	2.498E-06
545	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.956E-11
546	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	6.440E-09
547	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	3.705E-10
548	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	1.378E-11
549	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	9.557E-10
550	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	2.045E-07
551	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	1.181E-07
552	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	2.866E-06
553	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	6.519E-12
554	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	5.022E-16
555	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	2.702E-04
556	OUTPUT	Emission	Water	sulphide	kg	2.320E-10
557	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloroethene	kg	5.636E-14
558	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloromethane	kg	8.563E-14
559	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.119E-21
560	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	7.549E-08
561	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.785E-07
562	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	9.320E-10
563	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.074E-11
564	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	3.758E-12
565	OUTPUT	Emission	Water	trichloromethane	kg	1.302E-11
566	OUTPUT	Emission	Water	triethylene glycol	kg	1.416E-09
567	OUTPUT	Emission	Water	undissolved substances	kg	5.811E-07
568	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	6.676E-09
569	OUTPUT	Emission	Water	vinyl chloride	kg	1.595E-14
570	OUTPUT	Emission	Water	VOC as C	kg	2.438E-09
571	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	4.582E-11
572	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.706E-03
573	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	1.494E-04
574	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	8.669E-10
575	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	4.788E-08
576	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	8.965E-05
577	OUTPUT	Waste	Technosphere	Fly ash	kg	3.051E-02
578	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.185E-02
579	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	2.564E-13
580	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.221E-01
581	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.788E-07
582	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.389E-05
583	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	5.767E-11
584	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	5.138E-06
585	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.937E-05
586	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	4.034E-02
587	OUTPUT	Waste	Technosphere	waste molding sand	kg	2.097E+00
588	OUTPUT	Product	Technosphere	Center pivot	kg	1.000E+00

부록 1-1-4. Wheel LCI DB

Wheel LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	4.082E-10
2	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	3.330E-08
3	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	6.734E-11
4	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	4.259E-07
5	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	2.033E-07
6	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.080E-08
7	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	2.843E-02
8	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	4.045E-07
9	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	1.511E-06
10	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	2.693E-03
11	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	9.750E-01
12	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	1.299E-08
13	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	2.554E-04
14	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	2.754E-08
15	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	7.663E-03
16	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	1.597E-07
17	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	1.365E-03
18	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	9.547E-03
19	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	8.664E-08
20	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	1.735E-08
21	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	3.406E-08
22	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	9.909E-09
23	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.490E-08
24	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	8.648E-07
25	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	2.267E-09
26	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	8.625E-07
27	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.515E-10
28	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	6.674E-09
29	INPUT	Resource	Water	Water	kg	1.259E-03
30	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.097E-01
31	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	3.800E-02
32	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	2.193E-02
33	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	2.086E-05
34	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	4.194E-05
35	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	5.897E-06
36	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	5.833E-01
37	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	1.045E-01
38	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	6.674E-05
39	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	1.682E-06
40	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	1.714E-01
41	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	4.449E-04
42	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.256E-04
43	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	1.213E-02
44	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	8.898E-06
45	INPUT	Raw material	Technosphere	silicon (in SiO2)	kg	3.161E-03
46	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	4.077E-09
47	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.320E+00
48	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	1.884E-04
49	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	7.674E-08
50	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	1.895E-10
51	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.757E-08
52	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	8.802E-08
53	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	7.866E-09
54	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	4.736E-12

55	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	2.288E-06
56	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	9.260E-11
57	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	1.150E-07
58	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	5.982E-08
59	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	2.297E-07
60	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	8.664E-08
61	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	8.451E-08
62	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	1.128E-08
63	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	1.150E-10
64	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	1.628E-12
65	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	6.184E-07
66	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	1.895E-07
67	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	3.555E-08
68	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	4.949E-07
69	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	2.374E-09
70	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	1.426E-07
71	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	2.640E-07
72	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	2.363E-10
73	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.884E-09
74	OUTPUT	Emission	Air	Cl2	kg	7.600E-04
75	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	3.566E-02
76	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	1.147E+00
77	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	2.182E-09
78	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban	kg	1.660E-07
79	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	2.352E-09
80	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	1.107E-07
81	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	1.597E-06
82	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.317E-03
83	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	4.468E-10
84	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	1.025E-10
85	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.055E-10
86	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.047E-03
87	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	1.756E-06
88	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	1.575E-08
89	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	6.429E-08
90	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	1.746E-07
91	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	2.342E-09
92	OUTPUT	Emission	Air	F2	kg	8.973E-06
93	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	3.981E-07
94	OUTPUT	Emission	Air	fluoranthene	kg	5.694E-07
95	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	5.897E-07
96	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	1.015E-04
97	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	8.619E-16
98	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	3.279E-10
99	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	7.696E-06
100	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	5.290E-01
101	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	2.076E-04
102	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	4.066E-02
103	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	2.374E-08
104	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	4.981E-08
105	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	8.113E-07
106	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	7.493E-08
107	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	1.192E-08
108	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	1.107E-07
109	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	3.321E-10
110	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	8.228E-07
111	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	2.045E-04
112	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	1.586E-08

113	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	2.948E-07
114	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	4.481E-09
115	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	8.036E-10
116	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	5.335E-07
117	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	8.536E-08
118	OUTPUT	Emission	Air	naphthalene	kg	2.001E-08
119	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	3.438E-08
120	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.299E-03
121	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	1.213E-05
122	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	5.320E-03
123	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	1.277E-07
124	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable	kg	8.589E-07
125	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	9.909E-11
126	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	6.503E-07
127	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	5.375E-08
128	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	1.019E-08
129	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	4.194E-09
130	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	9.505E-06
131	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	9.856E-07
132	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	2.821E-10
133	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	6.705E-07
134	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	1.309E-08
135	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	7.270E-09
136	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	1.714E-09
137	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.010E+04
138	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to	Bq	9.292E+01
139	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	2.171E-10
140	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	1.426E-10
141	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	4.321E-09
142	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	1.405E-06
143	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	3.097E-10
144	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	5.897E-03
145	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	6.567E-05
146	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	4.628E-04
147	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	1.384E-08
148	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	8.004E-10
149	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	4.300E-08
150	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	3.757E-11
151	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	1.203E-06
152	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	3.608E-10
153	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	1.022E-07
154	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	1.086E-10
155	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.511E-05
156	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	2.512E-07
157	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	4.679E-06
158	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	5.854E-11
159	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.589E-06
160	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	1.469E-08
161	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	4.162E-11
162	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.848E-05
163	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	1.062E-08
164	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	9.643E-10
165	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	1.826E-08
166	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.406E-10
167	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	5.748E-08
168	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	4.066E-08
169	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	2.448E-06
170	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	4.311E-06

171	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	1.469E-12
172	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.064E-08
173	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	1.461E-07
174	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	2.650E-05
175	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	9.022E-09
176	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	3.268E-10
177	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	2.975E-04
178	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	5.684E-08
179	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	9.306E-07
180	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	3.956E-07
181	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	6.823E-11
182	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	3.055E-06
183	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	6.865E-11
184	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	3.119E-07
185	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	3.842E-06
186	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.557E-08
187	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	8.229E-11
188	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.982E-09
189	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	9.473E-11
190	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	2.076E-10
191	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.405E-07
192	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	1.914E-04
193	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	2.754E-05
194	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	1.650E-09
195	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	9.000E-06
196	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	1.152E-07
197	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	2.959E-12
198	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	5.322E-10
199	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	2.789E-06
200	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	2.927E-09
201	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	6.397E-09
202	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	1.128E-07
203	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	6.865E-09
204	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	8.866E-06
205	OUTPUT	Emission	Water	Kjeldahl-N	kg	2.865E-04
206	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	4.651E-07
207	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	8.586E-10
208	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	2.405E-05
209	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	5.979E-07
210	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	7.600E-08
211	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	4.747E-05
212	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.443E-07
213	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	6.450E-07
214	OUTPUT	Emission	Water	oil	kg	4.715E-07
215	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	9.145E-10
216	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	3.587E-07
217	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	1.267E-08
218	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	1.703E-06
219	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	7.610E-12
220	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.107E-09
221	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	1.958E-06
222	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	4.183E-10
223	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	1.426E-07
224	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	1.027E-10
225	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	3.502E-10
226	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	1.171E-08
227	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.407E-08
228	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	7.584E-07

229	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	4.415E-13
230	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	1.562E-04
231	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	1.703E-06
232	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	9.995E-06
233	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	9.666E-09
234	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	6.439E-10
235	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	1.618E-11
236	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	1.437E-07
237	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	2.842E-10
238	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	7.695E-09
239	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	1.450E-06
240	OUTPUT	Waste	Technosphere	dust - not specified	kg	3.161E-04
241	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	6.801E-03
242	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	8.154E-04
243	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.070E-07
244	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	1.969E-11
245	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.529E-02
246	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	3.289E-03
247	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	4.438E-09
248	OUTPUT	Waste	Technosphere	mineral waste	kg	1.139E-04
249	OUTPUT	Waste	Technosphere	oil	kg	1.118E-03
250	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	3.949E-04
251	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	3.012E-05
252	OUTPUT	Waste	Technosphere	Steel scrap	kg	6.436E-02
253	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	2.777E-03
254	OUTPUT	Product	Technosphere	wheel	kg	1.000E+00

부록 1-1-5. Caliper Assembly LCI DB

Caliper Assembly LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/영문	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	4.270E-02
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	2.828E-08
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.247E-08
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	9.860E-09
5	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.507E-09
6	INPUT	Resource	Soil	aluminium (in ore)	kg	6.700E-01
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	3.358E-15
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	3.577E-06
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	2.639E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.291E-07
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	6.186E-11
12	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	3.913E-07
13	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.005E-05
14	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	9.900E-03
15	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	5.604E-09
16	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	2.437E-02
17	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	2.710E-07
18	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	1.010E-06
19	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	2.365E-12
20	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	1.232E-02
21	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	9.876E-09
22	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	5.437E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	2.095E-09
24	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	5.326E-03
25	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	2.310E-01
26	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	9.732E-03
27	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	1.716E-14
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	5.068E-08
29	INPUT	Resource	Soil	Kraft paper	kg	8.204E-07
30	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	2.785E-12
31	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	1.297E-08
32	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	9.526E-13
33	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	1.710E-04
34	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	2.383E-03
35	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	6.600E-03
36	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	1.070E-07
37	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	3.404E-03
38	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	6.410E-03
39	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.020E-01
40	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	2.237E-13
41	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	5.298E-09
42	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	1.170E-08
43	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	4.254E-10
44	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	2.280E-08
45	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	6.650E-09
46	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	9.960E-09
47	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.432E-09
48	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.098E-06
49	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	4.433E-12
50	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	4.362E-04
51	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	9.542E-05
52	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	8.174E-06
53	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	1.520E-09
54	INPUT	Resource	Soil	Tin ore	kg	4.460E-01
55	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	3.324E-08
56	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	9.444E-07
57	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	1.939E-08
58	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.798E-05
59	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	2.754E-14
60	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	6.018E-15
61	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	7.927E-09
62	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	1.662E-19
63	INPUT	Resource	Water	Water	kg	9.138E-02
64	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	9.440E-01

65	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	3.650E+00
66	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	3.100E+00
67	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.124E-10
68	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	1.802E-16
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	3.456E-06
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	1.449E-10
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.074E-09
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	1.689E-04
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	1.617E-09
74	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.400E-05
75	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	1.900E-05
76	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	3.960E-06
77	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	6.034E-08
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	2.703E-15
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	3.193E-14
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium compound	kg	2.027E-07
81	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	6.130E-01
82	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	2.353E-01
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.802E-16
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Diisobutyl ketone	kg	6.998E-04
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethane	kg	9.058E-11
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	8.289E-14
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	6.356E-15
88	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	4.470E-05
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	2.947E-13
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrocarbons	kg	7.676E-07
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	5.427E-07
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	2.828E-10
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	6.750E-09
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	3.367E-17
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	2.145E-10
96	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	3.050E-06
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Isopropanol(iso-propanol: 2-propanol)	kg	3.499E-04
98	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	3.400E-02
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	1.972E-11
100	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	2.980E-04
101	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	8.430E-05
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Methane(CH4)	kg	1.450E-06
103	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	2.520E-01
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	4.290E-18
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	8.204E-07
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	1.471E-10
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.534E-14
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Propane(C3H8)	kg	6.185E-08
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	9.016E-09
110	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.970E-06
111	INPUT	Raw material	Technosphere	silicon (in SiO2)	kg	2.640E-02
112	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	2.730E-09
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	9.260E-09
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.203E-11
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	2.447E-11
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	7.349E-12
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	1.498E-06
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	1.842E-12
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	2.706E-12
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	9.716E-12
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	2.721E-11
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	4.947E-04
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	5.311E-10
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.577E-16
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	2.184E-09
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	4.220E-13
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	8.913E-10
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	3.431E-11
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	1.404E-17
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	2.279E-15
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	6.913E-06

132	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.195E-04
133	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	8.910E-01
134	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	1.260E-04
135	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	5.150E-08
136	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	1.270E-10
137	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.638E-08
138	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.929E-08
139	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	5.324E-09
140	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	3.180E-12
141	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	2.647E-03
142	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	7.400E-07
143	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	6.276E-11
144	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	8.205E-08
145	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.017E-08
146	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	2.849E-06
147	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	2.349E-14
148	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.471E-08
149	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	5.690E-08
150	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	1.391E-08
151	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.713E-11
152	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	1.090E-06
153	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	3.317E-06
154	OUTPUT	Emission	Air	Benzene compounds	kg	5.512E-07
155	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	3.782E-08
156	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	2.382E-08
157	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	3.320E-07
158	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	1.590E-09
159	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	2.110E-11
160	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	9.560E-08
161	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	3.559E-07
162	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	3.827E-12
163	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.919E-12
164	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.580E-10
165	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	8.228E-13
166	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	5.166E-13
167	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.270E-09
168	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	5.287E-13
169	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	1.838E-11
170	OUTPUT	Emission	Air	Cl2	kg	1.510E-04
171	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	5.362E-03
172	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	3.226E+00
173	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	1.471E-09
174	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban land	kg	5.820E-08
175	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.820E-10
176	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	1.917E-08
177	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	2.420E-07
178	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	8.799E-04
179	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	2.164E-08
180	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.880E-11
181	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	8.960E-10
182	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	6.053E-16
183	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	8.564E-04
184	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	1.306E-06
185	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	1.059E-08
186	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	4.310E-08
187	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	7.331E-07
188	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	1.570E-09
189	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	3.045E-03
190	OUTPUT	Emission	Air	F2	kg	1.755E-06
191	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.671E-07
192	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.023E-07
193	OUTPUT	Emission	Air	fluoranthene	kg	1.130E-07
194	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	1.893E-11
195	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.330E-06
196	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	2.670E-05
197	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.000E-15
198	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	4.206E-10

199	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.343E-09
200	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.511E-06
201	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	3.550E-01
202	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	1.390E-04
203	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	2.730E-02
204	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	3.903E-08
205	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	1.590E-08
206	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	3.341E-08
207	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	7.450E-07
208	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.548E-08
209	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.513E-15
210	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	3.260E-09
211	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	7.990E-09
212	OUTPUT	Emission	Air	i-Propylbenzene	kg	3.848E-07
213	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.430E-08
214	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.230E-10
215	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	4.827E-14
216	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	3.312E-07
217	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	1.964E-04
218	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	1.075E-08
219	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.980E-07
220	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	1.007E-08
221	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	5.436E-10
222	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	4.744E-07
223	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	5.720E-08
224	OUTPUT	Emission	Air	naphthalene	kg	1.190E-07
225	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	3.336E-08
226	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	6.281E-08
227	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.372E-01
228	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.888E-10
229	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	5.600E-03
230	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	2.127E-05
231	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.755E-09
232	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	2.570E-08
233	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	5.760E-07
234	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	6.650E-11
235	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	2.280E-07
236	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	7.740E-08
237	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	6.830E-09
238	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	2.967E-09
239	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	1.494E-06
240	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.780E-06
241	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	2.402E-10
242	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	5.109E-07
243	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	8.756E-09
244	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	4.873E-09
245	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	1.150E-09
246	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	1.462E-10
247	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	9.572E-11
248	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	2.909E-09
249	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	9.430E-07
250	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	2.086E-10
251	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	1.541E-01
252	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	4.020E-03
253	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	9.301E-09
254	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	1.503E-01
255	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.293E-07
256	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	5.370E-10
257	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.174E-14
258	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.880E-08
259	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	1.874E-10
260	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	7.860E-06
261	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	2.420E-10
262	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	6.928E-08
263	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	5.034E-03
264	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	7.260E-11
265	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	4.707E-06

266	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	2.425E-03
267	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.683E-07
268	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	3.272E-06
269	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	3.930E-11
270	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.417E-06
271	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	9.844E-09
272	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	6.373E-11
273	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.696E-05
274	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	7.130E-09
275	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	6.470E-10
276	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	9.379E-09
277	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	7.138E-08
278	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.277E-09
279	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	5.423E-08
280	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.909E-07
281	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	2.309E-06
282	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.890E-06
283	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	9.880E-07
284	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.494E-08
285	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	1.057E-06
286	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	1.775E-05
287	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.882E-11
288	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.560E-09
289	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.390E-18
290	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	4.788E-10
291	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.190E-10
292	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	9.223E-13
293	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	3.317E-04
294	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	3.810E-08
295	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.577E+00
296	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	2.765E-07
297	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	4.580E-11
298	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	7.260E-07
299	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	4.600E-11
300	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	1.681E-07
301	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.222E-06
302	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.334E-08
303	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	9.579E-11
304	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.484E-09
305	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.597E-11
306	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	6.350E-11
307	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	1.390E-10
308	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	3.179E-05
309	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.011E-07
310	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.222E-04
311	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	2.543E-09
312	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	9.291E-06
313	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	2.995E-07
314	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	5.533E-11
315	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.980E-12
316	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	3.570E-10
317	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.270E-06
318	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	1.970E-09
319	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.010E-10
320	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.383E-09
321	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	7.550E-08
322	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	8.384E-14
323	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.050E-20
324	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	4.600E-09
325	OUTPUT	Emission	Water	Industrial wastes(domestic)	kg	7.309E-01
326	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	5.968E-06
327	OUTPUT	Emission	Water	Kjeldahl-N	kg	5.709E-05
328	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	6.744E-11
329	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	2.120E-07
330	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	9.050E-07
331	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	1.336E-10
332	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	1.227E-09

333	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.610E-05
334	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	4.064E-07
335	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	5.090E-08
336	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	1.011E-11
337	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.547E-05
338	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	5.170E-09
339	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	3.075E-09
340	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.373E-07
341	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	4.639E-07
342	OUTPUT	Emission	Water	oil	kg	1.190E-07
343	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	9.046E-09
344	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	1.387E-07
345	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.535E-08
346	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	1.738E-06
347	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	1.382E-09
348	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	1.420E-09
349	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	1.310E-06
350	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	2.810E-10
351	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	9.550E-08
352	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	6.890E-11
353	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	3.673E-08
354	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	7.830E-09
355	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	3.863E-10
356	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	3.543E-07
357	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	6.182E-07
358	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	1.420E+00
359	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	5.866E-10
360	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	7.709E-11
361	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	1.444E-04
362	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	4.772E-19
363	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	1.140E-06
364	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	7.808E-06
365	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	1.463E-08
366	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	4.320E-10
367	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	1.090E-11
368	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	9.630E-08
369	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	1.910E-10
370	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	6.758E-03
371	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	5.649E-08
372	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	5.048E-07
373	OUTPUT	Emission	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	2.415E-05
374	OUTPUT	Emission	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	4.759E-10
375	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.265E-04
376	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	7.178E-05
377	OUTPUT	Emission	Technosphere	Unspecified wastes	kg	1.237E-05
378	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	4.590E-03
379	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	4.265E-04
380	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.624E-03
381	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	1.320E-11
382	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.350E-02
383	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	5.898E-03
384	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	6.550E-04
385	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	2.980E-09
386	OUTPUT	Waste	Technosphere	mineral waste	kg	2.870E-05
387	OUTPUT	Waste	Technosphere	oil	kg	2.830E-04
388	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	2.650E-04
389	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.000E-02
390	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.594E-02
391	OUTPUT	Product	Technosphere	Caliper Assembly	kg	1.000E+00

부록 1-1-6. Bogie Frame LCI DB

Bogie frame LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.364E-01
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	3.883E-06
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	3.949E-13
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	5.295E-04
5	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.546E-03
6	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.277E-05
7	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	6.795E-03
8	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	5.358E-06
9	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	1.815E-10
10	INPUT	Resource	Soil	Bleach(NaClO)	kg	6.539E-13
11	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	1.148E-06
12	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	6.833E-10
13	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.251E-09
14	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	6.449E-10
15	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	1.356E-01
16	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	2.484E-09
17	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	3.550E-06
18	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	1.855E-04
19	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	3.038E-02
20	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	5.000E-02
21	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	6.136E-03
22	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	9.037E-02
23	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	1.408E-01
24	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	1.442E-16
25	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	4.956E-01
26	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.178E+00
27	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	3.470E-14
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	8.867E-11
29	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	7.741E-02
30	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	8.005E-11
31	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	7.529E-18
32	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	1.569E-06
33	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	6.061E-03
34	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	2.594E-01
35	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.666E-05
36	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	3.011E-03
37	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	9.835E-10
38	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	6.426E-05
39	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	1.736E-02
40	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	5.869E-05
41	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	5.327E-10
42	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	3.543E-05
43	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	3.664E-16
44	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	1.070E-10
45	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	2.090E-10
46	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	8.539E-02
47	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	1.378E-06
48	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	6.093E-11
49	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	9.149E-11
50	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	9.183E-03
51	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	1.750E-02
52	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.871E-04
53	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	4.912E-03
54	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	1.180E-10
55	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	3.483E-06
56	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	3.298E-08
57	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	3.915E-08
58	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	3.317E-06
59	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	4.791E-05
60	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	6.296E-04

61	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	4.231E-07
62	INPUT	Resource	Water	Water	kg	3.483E+00
63	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.241E-02
64	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	3.021E-04
65	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	1.761E-04
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	3.215E-04
67	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	2.504E-09
68	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	3.219E-07
69	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.281E-07
70	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	3.837E-06
71	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	3.625E-08
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	6.743E-09
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	2.472E-03
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	5.474E-06
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	1.191E-04
76	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	3.589E-03
77	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	9.862E-03
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	2.609E-10
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	1.510E-02
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	5.851E-04
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	3.027E-04
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	3.727E-06
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	1.838E-05
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	3.683E-05
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	1.618E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	1.127E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	3.809E-05
88	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	4.101E-07
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	3.225E-02
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	6.439E-07
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.338E-08
92	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	1.800E-06
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	2.989E-02
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	6.093E-05
95	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	1.050E-03
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	2.427E-03
97	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	2.731E-06
98	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	7.731E-07
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	6.975E-05
100	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	7.799E-05
101	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (feedstock)	m3	2.246E-02
102	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (vol)	m3	5.843E-03
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	5.711E-04
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	3.977E-03
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	1.053E-02
106	INPUT	Raw material	Technosphere	process water	m3	3.570E-05
107	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.469E-08
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	3.917E-04
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	1.494E-03
110	INPUT	Raw material	Technosphere	silicon (in SiO2)	kg	2.541E-05
111	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	2.504E-11
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.553E-12
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	6.068E-09
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	2.312E-07
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	4.064E-07
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	3.341E-07
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	5.092E-09
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	3.177E-09
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	2.593E-04
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	4.440E-05
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	1.212E-05
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	1.098E-07
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.596E-04
124	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	8.635E-03

125	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	1.160E-06
126	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	4.716E-10
127	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.747E-07
128	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	1.166E-12
129	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	1.369E-13
130	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	3.258E-08
131	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	3.307E-08
132	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	7.558E-09
133	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	2.914E-14
134	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	2.872E-08
135	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	5.127E-06
136	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	6.240E-07
137	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	4.800E-08
138	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	7.332E-10
139	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	2.690E-07
140	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	2.464E-06
141	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	2.434E-16
142	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	3.358E-10
143	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	2.045E-09
144	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	8.684E-09
145	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.087E-13
146	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	7.988E-14
147	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	2.496E-08
148	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	1.180E-09
149	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.888E-07
150	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	2.182E-10
151	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	2.393E-13
152	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	1.937E-08
153	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	3.040E-09
154	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	1.457E-11
155	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	1.827E-09
156	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	2.903E-07
157	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.992E+00
158	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	1.935E-12
159	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	1.972E-02
160	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.387E-12
161	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.586E-11
162	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.450E-12
163	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	2.989E-13
164	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	1.878E-13
165	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.160E-11
166	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.815E-07
167	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	1.234E-16
168	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	7.588E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	Cl2	kg	4.666E-06
170	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	1.074E-10
171	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban land	kg	1.020E-09
172	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	8.866E-11
173	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	3.369E-08
174	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	2.203E-04
175	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.303E-13
176	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	6.486E-13
177	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	1.154E-16
178	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	3.231E-07
179	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	1.069E-03
180	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	5.397E-08
181	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	1.519E-08
182	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.379E-08
183	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.128E-09
184	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	1.443E-11
185	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	3.719E-04
186	OUTPUT	Emission	Air	F2	kg	5.510E-08
187	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	2.383E-07
188	OUTPUT	Emission	Air	fluoranthene	kg	3.504E-09

189	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	3.350E-07
190	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	3.737E-09
191	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	3.400E-08
192	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	2.323E-15
193	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	4.825E-10
194	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	9.366E-15
195	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	3.252E-03
196	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	1.274E-06
197	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	2.500E-04
198	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	2.820E-08
199	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	1.457E-10
200	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	3.063E-10
201	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	9.633E-06
202	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.066E-16
203	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.495E-06
204	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	6.804E-07
205	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	7.319E-11
206	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	1.761E-07
207	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.042E-12
208	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	1.015E-14
209	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	7.304E-08
210	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	9.285E-08
211	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	3.889E-09
212	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	5.475E-10
213	OUTPUT	Emission	Air	Metal	kg	1.310E-09
214	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	5.180E-09
215	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	3.894E-04
216	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	1.567E-08
217	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	5.008E-11
218	OUTPUT	Emission	Air	naphthalene	kg	1.240E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	2.207E-08
220	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	2.450E-08
221	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	9.392E-04
222	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	4.823E-05
223	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	1.071E-02
224	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.977E-05
225	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	1.156E-10
226	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	7.822E-10
227	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	5.277E-09
228	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	6.093E-13
229	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	4.499E-09
230	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	3.310E-10
231	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	6.262E-11
232	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	4.712E-11
233	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	6.976E-16
234	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	1.135E-16
235	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	6.077E-09
236	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	2.828E-10
237	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	4.308E-08
238	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	3.309E-08
239	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	8.034E-11
240	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	4.659E-11
241	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	1.054E-11
242	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	6.212E+01
243	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to water	Bq	5.713E-01
244	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	1.347E-12
245	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	8.783E-13
246	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	3.829E-11
247	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	2.456E-09
248	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	8.646E-09
249	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	9.194E-07
250	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	4.449E-08
251	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	4.428E-07
252	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	2.688E-04

253	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	4.236E-09
254	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	1.708E-03
255	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	5.325E-15
256	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	4.920E-12
257	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.217E-16
258	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	8.594E-11
259	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.173E-08
260	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	2.337E-13
261	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	3.455E-08
262	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	2.216E-12
263	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	5.581E-08
264	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	8.559E-01
265	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	6.660E-13
266	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	3.839E-06
267	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	3.473E-08
268	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	1.118E-07
269	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	3.598E-13
270	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.598E-02
271	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	1.524E-07
272	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	6.810E-09
273	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	6.281E-10
274	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	6.855E-06
275	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	4.082E-07
276	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	4.971E-08
277	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.927E-10
278	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	2.280E-09
279	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	1.474E-08
280	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	6.621E-07
281	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.113E-06
282	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	9.220E-15
283	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	1.244E-08
284	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	5.625E-07
285	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	1.160E-08
286	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	8.805E-10
287	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	9.579E-05
288	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.959E-13
289	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	3.710E-04
290	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	1.747E-08
291	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	4.986E-12
292	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.010E-12
293	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	5.972E-09
294	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	3.550E-10
295	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	1.371E-08
296	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.438E-05
297	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	3.666E-08
298	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	1.336E-08
299	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	4.195E-13
300	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.880E-08
301	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	4.215E-13
302	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	3.162E-09
303	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	2.499E-03
304	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	5.821E-13
305	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	1.274E-12
306	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	5.709E-07
307	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	1.300E-07
308	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	6.327E-04
309	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	2.270E-09
310	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	4.452E-06
311	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	3.286E-11
312	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	6.949E-13
313	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	3.273E-12
314	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	2.610E-08
315	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	1.802E-11
316	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	2.682E-11

317	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	6.926E-10
318	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	2.114E-07
319	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	4.220E-11
320	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	9.970E-06
321	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	4.490E-08
322	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	1.362E-10
323	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	1.580E-05
324	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.972E-07
325	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	2.319E-10
326	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.181E-08
327	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.919E-07
328	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	1.256E-12
329	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	8.718E-10
330	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	2.395E-08
331	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	1.879E-09
332	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.850E-10
333	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	3.878E-08
334	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	6.485E-06
335	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	1.313E-08
336	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	2.483E-06
337	OUTPUT	Emission	Water	oil	kg	2.900E-09
338	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	4.287E-09
339	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	1.321E-08
340	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	3.956E-07
341	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	1.303E-08
342	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	1.777E-05
343	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	1.297E-11
344	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	1.203E-08
345	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	2.259E-06
346	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	2.604E-07
347	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	2.575E-12
348	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	3.337E-08
349	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	6.317E-13
350	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	5.986E-11
351	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	2.155E-12
352	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	7.182E-11
353	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	3.794E-08
354	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	6.545E-05
355	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	2.961E-05
356	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	9.681E-07
357	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	3.432E-04
358	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	7.579E-05
359	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	5.642E-09
360	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	2.503E-09
361	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	3.878E-07
362	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	1.449E-06
363	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	5.065E-09
364	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.955E-12
365	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	9.972E-14
366	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	3.494E-08
367	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	1.752E-12
368	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	2.690E-03
369	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	4.547E-08
370	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	2.171E-05
371	OUTPUT	Waste	Technosphere	dust - not specified	kg	1.944E-06
372	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	4.181E-05
373	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	2.858E-01
374	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	2.879E-07
375	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	1.210E-13
376	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.523E-02
377	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	4.245E-02
378	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	2.134E-05
379	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	2.729E-11
380	OUTPUT	Waste	Technosphere	mineral waste	kg	6.985E-07

381	OUTPUT	Waste	Technosphere	oil	kg	6.880E-06
382	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	2.427E-06
383	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	4.660E-06
384	OUTPUT	Waste	Technosphere	Steel scrap	kg	2.237E-02
385	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	3.323E-01
386	OUTPUT	Product	Technosphere	Bogie frame main part	kg	1.000E+00

부록 1-1-7. Axel Housing LCI DB

Axle Housing LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/영칭	값
1	INPUT	Energy ware	Soil	potential energy water ETH	MJ	3.106E-03
2	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.621E-04
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.017E-09
4	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	1.732E-14
5	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.540E-12
6	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.955E-09
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.526E-16
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.851E-08
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.039E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.189E-09
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	9.784E-10
12	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	1.249E-11
13	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	6.187E-06
14	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.646E-12
15	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.922E-03
16	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.568E-07
17	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	1.556E-01
18	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	5.638E-14
19	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	5.264E-07
20	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.374E-13
21	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	4.070E-02
22	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.256E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.691E-14
24	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	5.650E-16
25	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.259E-13
26	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.637E-08
27	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	9.549E-06
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.792E-10
29	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.371E-17
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.004E-11
31	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.972E-13
32	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	3.783E-08
33	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	4.101E-14
34	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	7.067E-04
35	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	4.007E-07
36	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.369E-04
37	INPUT	Resource	Soil	methane (kg) ETH	kg	3.731E-06
38	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	2.080E-09
39	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.100E-02
40	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	2.204E-04
41	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.783E-03
42	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.191E-14
43	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.040E-13
44	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	2.265E-10
45	INPUT	Resource	Soil	petroleum gas ETH	m3	9.524E-06
46	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.946E-09
47	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	4.421E-10
48	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	4.804E-16
49	INPUT	Resource	Soil	reservoir content ETH	kg	6.772E-14
50	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	1.290E-10
51	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.933E-10
52	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	5.366E-09
53	INPUT	Resource	Soil	silver (in ore)	kg	4.369E-10
54	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.729E-05
55	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.904E-11
56	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.421E-08
57	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	7.322E-09
58	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	2.724E-10
59	INPUT	Resource	Soil	turbine water ETH	m3	1.634E-02
60	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	8.370E-11
61	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	1.085E-05
62	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore) ETH	kg	4.772E-08
63	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.309E-08
64	INPUT	Resource	Soil	wood (dry matter) ETH	kg	6.859E-06
65	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.926E-13
66	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.208E-14
67	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	2.997E-10
68	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.150E-02

69	INPUT	Ancillary	Technosphere	Sodium silicate	kg	2.184E-01
70	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.888E-01
71	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	1.028E-01
72	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	7.777E-02
73	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.284E-13
74	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	7.948E-22
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.290E-02
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.225E-11
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium(Al)	kg	1.602E-04
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.490E-13
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	2.955E-12
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.482E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.015E-06
82	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	4.772E-05
83	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	7.714E-07
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.192E-20
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium oxide(CaO)	kg	2.184E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbon(C)	kg	3.693E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.843E-16
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.398E-03
89	INPUT	Raw material	Technosphere	clay	kg	1.088E-06
90	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	1.086E-02
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(Cu)	kg	4.733E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Cr2O3	kg	2.010E-02
93	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	1.244E-01
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.810E-22
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric oxide(Fe2O3)	kg	3.265E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	9.763E-16
97	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	8.685E-07
98	INPUT	Raw material	Technosphere	gravel	kg	3.246E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.525E-14
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.422E-10
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,100%)	kg	5.493E-11
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	4.345E-11
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.360E-09
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.998E-19
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	3.295E-11
106	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	2.324E-05
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	3.190E-03
108	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	8.318E-08
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	3.028E-12
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	6.990E-03
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Manganese(Mn)	kg	1.052E-03
112	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.948E-05
113	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.637E-06
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum(Mo)	kg	5.869E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	6.361E-03
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus(P)	kg	9.560E-06
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	1.892E-23
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.259E-11
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.366E-16
120	INPUT	Raw material	Technosphere	pure iron	kg	1.311E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.385E-09
122	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.702E-07
123	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.914E+00
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Silica(SiO2)	kg	6.185E-03
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(Si)	kg	6.068E-03
126	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	5.313E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.422E-09
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.724E-12
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.759E-12
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	6.544E-14
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	5.504E-10
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	2.828E-13
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.157E-13
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.364E-11
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.782E-10
136	INPUT	Raw material	Technosphere	stainless steel scrap	kg	3.353E-02
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel scrap	kg	9.487E-01
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	1.791E-05
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.792E-11

140	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.295E-18
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	3.033E-13
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.196E-11
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	5.534E-11
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.205E-05
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.665E-05
146	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.237E-01
147	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	2.454E-06
148	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	9.978E-10
149	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	2.468E-12
150	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.358E-07
151	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.821E-09
152	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	1.138E-09
153	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	9.118E-14
154	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to air	kg	1.975E-11
155	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to water	kg	1.346E-10
156	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.104E-07
157	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	4.713E-08
158	OUTPUT	Emission	Air	Al (ind.)	kg	9.743E-09
159	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	3.926E-11
160	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	1.141E-08
161	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.004E-09
162	OUTPUT	Emission	Air	alpha radiation (unspecified) to water	kg	1.595E-11
163	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to air	kg	3.670E-10
164	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to water	kg	4.849E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	1.001E-06
166	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	1.869E-18
167	OUTPUT	Emission	Air	Ar41 to air	Bq	4.286E-02
168	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.963E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	As (ind.)	kg	3.893E-12
170	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	2.792E-08
171	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	7.348E-10
172	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to air	kg	7.689E-11
173	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to water	kg	2.412E-10
174	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.658E-12
175	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	3.132E-14
176	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	1.034E-07
177	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	2.289E-12
178	OUTPUT	Emission	Air	beta radiation (unspecified) to air	kg	2.468E-12
179	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	3.207E-09
180	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	1.848E-15
181	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.187E-08
182	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	3.218E-10
183	OUTPUT	Emission	Air	C (ind.)	kg	3.001E-08
184	OUTPUT	Emission	Air	C14 to air	Bq	2.953E-02
185	OUTPUT	Emission	Air	C14 to water	Bq	2.447E-03
186	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	4.323E-08
187	OUTPUT	Emission	Air	Ca (ind.)	kg	3.893E-08
188	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	9.029E-11
189	OUTPUT	Emission	Air	Cd (ind.)	kg	1.477E-13
190	OUTPUT	Emission	Air	Cd109 to water	kg	1.394E-12
191	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to air	kg	1.831E-12
192	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to water	kg	3.604E-11
193	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to air	kg	3.901E-12
194	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to water	Bq	1.105E-03
195	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.512E-11
196	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.989E-10
197	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.557E-11
198	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	3.250E-12
199	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	2.040E-12
200	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.368E-10
201	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.324E-14
202	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	5.963E-17
203	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.834E-10
204	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to air	kg	5.811E-13
205	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to water	kg	6.422E-11
206	OUTPUT	Emission	Air	Cm242 to air	kg	1.935E-12
207	OUTPUT	Emission	Air	Cm244 to air	kg	1.761E-11
208	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	6.322E-05
209	OUTPUT	Emission	Air	Co (ind.)	kg	1.896E-13
210	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	5.323E-01

211	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to air	kg	3.386E-11
212	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to water	kg	2.473E-10
213	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to air	kg	5.592E-13
214	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to water	kg	2.097E-10
215	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to air	kg	8.344E-13
216	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to water	Bq	1.070E-02
217	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	3.098E-10
218	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban land	kg	8.650E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.720E-10
220	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	4.067E-10
221	OUTPUT	Emission	Air	Cr (ind.)	kg	4.849E-11
222	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to air	kg	6.946E-11
223	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to water	kg	5.286E-12
224	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to air	kg	1.394E-11
225	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to water	Bq	2.473E-03
226	OUTPUT	Emission	Air	Cs136 to water	kg	1.293E-12
227	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to air	kg	2.691E-11
228	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to water	Bq	2.276E-02
229	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	7.642E-10
230	OUTPUT	Emission	Air	Cu (ind.)	kg	9.480E-13
231	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.248E-03
232	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	6.616E-10
233	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.097E-12
234	OUTPUT	Emission	Air	dichloroethane	kg	4.137E-11
235	OUTPUT	Emission	Air	dichloromethane	kg	1.796E-12
236	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.629E-10
237	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.408E-19
238	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.483E-11
239	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.466E-04
240	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse) process	kg	1.040E-06
241	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) mobile	kg	1.394E-08
242	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) stationary	kg	6.029E-07
243	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	4.253E-08
244	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	2.289E-09
245	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	3.327E-09
246	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	3.996E-09
247	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	6.645E-11
248	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.065E-07
249	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.938E-08
250	OUTPUT	Emission	Air	Fe (ind.)	kg	1.949E-08
251	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to air	kg	7.645E-13
252	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to water	kg	4.268E-12
253	OUTPUT	Emission	Air	Fission and activation products (RA) to water	kg	1.450E-10
254	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.495E-11
255	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	7.424E-15
256	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	7.590E-18
257	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.265E-08
258	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	4.403E-07
259	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	3.871E-07
260	OUTPUT	Emission	Air	H3 to air	Bq	3.045E-01
261	OUTPUT	Emission	Air	H3 to water	Bq	7.252E+01
262	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.252E-14
263	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	5.922E-11
264	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-21	kg	1.385E-11
265	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	3.574E-12
266	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.309E-07
267	OUTPUT	Emission	Air	He	kg	9.639E-09
268	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	6.903E-03
269	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	2.702E-06
270	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	5.295E-04
271	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	2.816E-09
272	OUTPUT	Emission	Air	hexachlorobenzene	kg	2.311E-15
273	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	5.891E-09
274	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	6.839E-08
275	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.442E-10
276	OUTPUT	Emission	Air	Hg (ind.)	kg	2.814E-14
277	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.349E-19
278	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	1.400E-09
279	OUTPUT	Emission	Air	I129 to air	kg	1.049E-10
280	OUTPUT	Emission	Air	I129 to water	Bq	6.990E-03
281	OUTPUT	Emission	Air	I131 to air	kg	1.162E-11

282	OUTPUT	Emission	Air	I131 to water	kg	4.631E-12
283	OUTPUT	Emission	Air	I133 to air	kg	6.510E-12
284	OUTPUT	Emission	Air	I133 to water	kg	1.101E-12
285	OUTPUT	Emission	Air	I135 to air	kg	9.786E-12
286	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.254E-09
287	OUTPUT	Emission	Air	K40 to air	kg	5.505E-11
288	OUTPUT	Emission	Air	K40 to water	kg	1.756E-10
289	OUTPUT	Emission	Air	Kr85 to air	Bq	1.804E+03
290	OUTPUT	Emission	Air	Kr85m to air	Bq	2.132E-03
291	OUTPUT	Emission	Air	Kr87 to air	Bq	9.524E-04
292	OUTPUT	Emission	Air	Kr88 to air	Bq	8.519E-02
293	OUTPUT	Emission	Air	Kr89 to air	Bq	6.684E-04
294	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.094E-11
295	OUTPUT	Emission	Air	La140 to air	kg	4.893E-11
296	OUTPUT	Emission	Air	La140 to water	kg	4.980E-11
297	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-III	kg	1.193E-10
298	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-IV	kg	1.228E-11
299	OUTPUT	Emission	Air	land use II-III	kg	2.145E-13
300	OUTPUT	Emission	Air	land use III-IV	kg	1.538E-11
301	OUTPUT	Emission	Air	land use II-IV	kg	1.324E-10
302	OUTPUT	Emission	Air	land use IV-IV	kg	7.864E-12
303	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.614E-17
304	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	6.407E-10
305	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	3.177E-04
306	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	2.295E-09
307	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.637E-08
308	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	5.925E-10
309	OUTPUT	Emission	Air	Mn (ind.)	kg	3.893E-10
310	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to air	kg	2.001E-11
311	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to water	Bq	1.643E-03
312	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	1.061E-10
313	OUTPUT	Emission	Air	Mo99 to water	kg	1.686E-11
314	OUTPUT	Emission	Air	MTBE	kg	2.460E-13
315	OUTPUT	Emission	Air	N	kg	9.043E-12
316	OUTPUT	Emission	Air	N2	kg	2.595E-08
317	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	1.455E-06
318	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	7.490E-09
319	OUTPUT	Emission	Air	Na24 to water	kg	7.427E-12
320	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to air	kg	3.539E-12
321	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to water	kg	1.367E-10
322	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.591E-11
323	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	2.566E-09
324	OUTPUT	Emission	Air	Ni (ind.)	kg	1.424E-12
325	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.332E-04
326	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	1.371E-06
327	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	1.411E-03
328	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to air	kg	1.922E-11
329	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to water	kg	3.089E-12
330	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.955E-13
331	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	9.140E-10
332	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	1.118E-10
333	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	1.291E-12
334	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	7.295E-09
335	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	6.833E-10
336	OUTPUT	Emission	Air	oil (ind.)	kg	6.160E-09
337	OUTPUT	Emission	Air	oil biodegradable	kg	1.079E-10
338	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	1.326E-10
339	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to air	kg	1.166E-11
340	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to water	kg	2.158E-10
341	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	1.282E-10
342	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	7.140E-10
343	OUTPUT	Emission	Air	Pb (ind.)	kg	4.325E-12
344	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to air	kg	3.229E-10
345	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to water	kg	1.398E-10
346	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorobenzene	kg	6.204E-15
347	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorophenol	kg	1.000E-15
348	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.833E-08
349	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	1.522E-09
350	OUTPUT	Emission	Air	phosphor (ind.)	kg	5.024E-10
351	OUTPUT	Emission	Air	Pm147 to air	kg	9.917E-12
352	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to air	Bq	4.806E-04

353	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to water	kg	1.398E-10
354	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	2.570E-08
355	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	9.561E-10
356	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	1.629E-10
357	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	2.229E-11
358	OUTPUT	Emission	Air	P-tot	kg	5.068E-10
359	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to air	kg	1.166E-12
360	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to water	kg	1.922E-10
361	OUTPUT	Emission	Air	Pu238 to air	kg	4.369E-11
362	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 Beta to air	kg	3.202E-11
363	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 beta to water	Bq	4.762E-03
364	OUTPUT	Emission	Air	Ra224 to water	kg	3.482E-10
365	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to air	kg	4.155E-10
366	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to water	Bq	8.912E-01
367	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to air	kg	2.696E-11
368	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to water	Bq	6.946E-04
369	OUTPUT	Emission	Air	radio active noble gases to air	Bq	2.547E-03
370	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.314E+02
371	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to water	Bq	1.209E+00
372	OUTPUT	Emission	Air	radionuclides (mixed) to water	kg	1.044E-10
373	OUTPUT	Emission	Air	Rn220 to air	Bq	2.556E-03
374	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 (long term) to air	Bq	2.595E+03
375	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 to air	Bq	2.818E+01
376	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to air	kg	2.001E-10
377	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to water	kg	8.082E-11
378	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to air	kg	1.166E-10
379	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to water	Bq	1.166E-02
380	OUTPUT	Emission	Air	S (ind.)	kg	5.854E-09
381	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	3.625E-11
382	OUTPUT	Emission	Air	Sb122 to water	kg	2.412E-10
383	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to air	kg	5.417E-12
384	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to water	kg	3.464E-11
385	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to air	kg	6.859E-13
386	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to water	kg	1.966E-12
387	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	7.404E-12
388	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	4.075E-10
389	OUTPUT	Emission	Air	Si	kg	1.293E-07
390	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	1.830E-08
391	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	1.622E-11
392	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	2.802E-03
393	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	9.210E-05
394	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	1.673E-03
395	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	7.485E-10
396	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to air	kg	3.499E-11
397	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to water	kg	5.461E-13
398	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to air	kg	1.922E-11
399	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to water	Bq	2.329E-03
400	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.437E-17
401	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to air	kg	8.170E-13
402	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to water	Bq	1.223E-03
403	OUTPUT	Emission	Air	Tc99m to water	kg	1.136E-10
404	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to air	kg	8.781E-11
405	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to water	kg	1.018E-11
406	OUTPUT	Emission	Air	Te132 to water	kg	4.168E-12
407	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	3.489E-13
408	OUTPUT	Emission	Air	tetrachloromethane	kg	1.005E-11
409	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	2.109E-11
410	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to air	kg	2.281E-11
411	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to water	Bq	1.394E-03
412	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to air	kg	1.298E-10
413	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to water	Bq	3.377E-02
414	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to air	kg	1.446E-11
415	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to water	kg	3.272E-11
416	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to air	kg	1.166E-11
417	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to water	kg	2.180E-10
418	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	9.349E-19
419	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.145E-09
420	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	4.544E-12
421	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	2.446E-07
422	OUTPUT	Emission	Air	trichloromethane	kg	1.092E-12
423	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	1.663E-11

424	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to air	kg	4.177E-10
425	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to water	Bq	1.411E-02
426	OUTPUT	Emission	Air	U234 to air	kg	1.398E-10
427	OUTPUT	Emission	Air	U234 to water	kg	2.888E-10
428	OUTPUT	Emission	Air	U235 to air	kg	6.772E-12
429	OUTPUT	Emission	Air	U235 to water	kg	4.299E-10
430	OUTPUT	Emission	Air	U238 to air	kg	1.791E-10
431	OUTPUT	Emission	Air	U238 to water	Bq	7.296E-04
432	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	8.496E-09
433	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	2.538E-05
434	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	8.138E-12
435	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.542E-05
436	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to air	MJ	4.544E-02
437	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to soil	MJ	1.276E-04
438	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to water	MJ	4.937E-04
439	OUTPUT	Emission	Air	Xe131m to air	Bq	4.413E-03
440	OUTPUT	Emission	Air	Xe133 to air	Bq	1.298E+00
441	OUTPUT	Emission	Air	Xe133m to air	Bq	6.510E-04
442	OUTPUT	Emission	Air	Xe135 to air	Bq	2.211E-01
443	OUTPUT	Emission	Air	Xe135m to air	Bq	2.180E-02
444	OUTPUT	Emission	Air	Xe137 to air	Bq	5.417E-04
445	OUTPUT	Emission	Air	Xe138 to air	Bq	5.898E-03
446	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.707E-08
447	OUTPUT	Emission	Air	Y90 to water	kg	2.783E-11
448	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	9.461E-08
449	OUTPUT	Emission	Air	Zn (ind.)	kg	1.555E-10
450	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to air	kg	8.607E-11
451	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to water	kg	1.568E-11
452	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.356E-12
453	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to air	kg	1.280E-12
454	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to water	kg	9.917E-11
455	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	4.566E-08
456	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.309E-05
457	OUTPUT	Emission	Water	1,1,1-trichloroethane	kg	3.347E-15
458	OUTPUT	Emission	Water	acenaphthylene	kg	2.014E-10
459	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	1.966E-10
460	OUTPUT	Emission	Water	acids (unspecified)	kg	2.110E-10
461	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	5.500E-12
462	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.204E-06
463	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	1.060E-09
464	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	9.730E-11
465	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.654E-07
466	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.984E-11
467	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	2.567E-09
468	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.137E-09
469	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	1.217E-07
470	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.046E-07
471	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	1.679E-12
472	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.077E-09
473	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.308E-06
474	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	3.440E-07
475	OUTPUT	Emission	Water	calcium ions	kg	1.197E-06
476	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.504E-15
477	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.263E-09
478	OUTPUT	Emission	Water	chlorinated solvents (unspec.)	kg	8.170E-13
479	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.102E-20
480	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	3.883E-14
481	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.102E-11
482	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	1.168E-03
483	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	2.510E-09
484	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.282E-05
485	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	6.085E-08
486	OUTPUT	Emission	Water	Cr (III)	kg	9.043E-09
487	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.714E-12
488	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.431E-10
489	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	8.014E-12
490	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	6.393E-09
491	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.460E-06
492	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.195E-09
493	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	1.301E-12
494	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.116E-10

495	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	3.382E-15
496	OUTPUT	Emission	Water	di(2-ethylhexyl)phthalate	kg	1.909E-15
497	OUTPUT	Emission	Water	dibutyl p-phthalate	kg	2.036E-14
498	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	2.251E-11
499	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	7.042E-11
500	OUTPUT	Emission	Water	dimethyl p-phthalate	kg	1.284E-13
501	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.093E-13
502	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.831E-09
503	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.780E-03
504	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	2.206E-05
505	OUTPUT	Emission	Water	DOC	kg	1.416E-09
506	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	1.914E-10
507	OUTPUT	Emission	Water	fats/oils	kg	1.302E-07
508	OUTPUT	Emission	Water	fatty acids as C	kg	3.552E-08
509	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	1.771E-06
510	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	6.400E-07
511	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.833E-13
512	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.338E-13
513	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	2.524E-11
514	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.336E-07
515	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	7.258E-11
516	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	7.524E-14
517	OUTPUT	Emission	Water	hexachloroethane	kg	4.718E-16
518	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.147E-11
519	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	9.199E-09
520	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.233E-15
521	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.267E-22
522	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	7.839E-10
523	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	4.164E-07
524	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.287E-13
525	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.187E-07
526	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.193E-07
527	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	6.921E-15
528	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.209E-12
529	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.069E-06
530	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	1.031E-07
531	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	4.305E-09
532	OUTPUT	Emission	Water	MTBE	kg	2.202E-14
533	OUTPUT	Emission	Water	N organically bound	kg	9.349E-10
534	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.828E-06
535	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.644E-12
536	OUTPUT	Emission	Water	NH3	kg	1.158E-06
537	OUTPUT	Emission	Water	NH3 (as N)	kg	1.769E-08
538	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.034E-12
539	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.585E-08
540	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	1.861E-07
541	OUTPUT	Emission	Water	nitrite	kg	1.874E-09
542	OUTPUT	Emission	Water	N-tot	kg	1.291E-07
543	OUTPUT	Emission	Water	OCl-	kg	7.733E-09
544	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	1.224E-10
545	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	7.383E-09
546	OUTPUT	Emission	Water	P-compounds	kg	5.898E-12
547	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.263E-08
548	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	7.883E-08
549	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	2.006E-09
550	OUTPUT	Emission	Water	Ru	kg	7.078E-11
551	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.749E-11
552	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	2.498E-06
553	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.956E-11
554	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	6.440E-09
555	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	3.705E-10
556	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	1.378E-11
557	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	9.557E-10
558	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	2.045E-07
559	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	1.181E-07
560	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	2.866E-06
561	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	6.519E-12
562	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	5.022E-16
563	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	2.702E-04
564	OUTPUT	Emission	Water	sulphide	kg	2.320E-10
565	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloroethene	kg	5.636E-14

566	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloromethane	kg	8.563E-14
567	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.119E-21
568	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	7.549E-08
569	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.785E-07
570	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	9.320E-10
571	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.074E-11
572	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	3.758E-12
573	OUTPUT	Emission	Water	trichloromethane	kg	1.302E-11
574	OUTPUT	Emission	Water	triethylene glycol	kg	1.416E-09
575	OUTPUT	Emission	Water	undissolved substances	kg	5.811E-07
576	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	6.676E-09
577	OUTPUT	Emission	Water	vinyl chloride	kg	1.595E-14
578	OUTPUT	Emission	Water	VOC as C	kg	2.438E-09
579	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	4.582E-11
580	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.706E-03
581	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	1.494E-04
582	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	8.669E-10
583	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	4.788E-08
584	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	8.965E-05
585	OUTPUT	Waste	Technosphere	Fly ash	kg	3.051E-02
586	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.185E-02
587	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.560E-06
588	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	2.564E-13
589	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.221E-01
590	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.788E-07
591	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.389E-05
592	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	5.767E-11
593	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	5.138E-06
594	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.937E-05
595	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	4.034E-02
596	OUTPUT	Waste	Technosphere	waste molding sand	kg	2.097E+00
597	OUTPUT	Product	Technosphere	Axle Housing	kg	1.000E+00

부록 1-1-8. Angle Valve LCI DB

Angle valve LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Ancillary	Technosphere	Sodium silicate	kg	2.184E-01
2	INPUT	Energy ware	Soil	potential energy water ETH	MJ	3.106E-03
3	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.621E-04
4	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.017E-09
5	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	1.732E-14
6	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.540E-12
7	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.955E-09
8	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.526E-16
9	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.851E-08
10	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.039E-06
11	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.189E-09
12	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	9.784E-10
13	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	1.249E-11
14	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	6.187E-06
15	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.646E-12
16	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.922E-03
17	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.568E-07
18	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	1.556E-01
19	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	5.638E-14
20	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	5.264E-07
21	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.374E-13
22	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	4.070E-02
23	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.256E-10
24	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.691E-14
25	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	5.650E-16
26	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.259E-13
27	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.637E-08
28	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	9.549E-06
29	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.792E-10
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.371E-17
31	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.004E-11
32	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.972E-13
33	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	3.783E-08
34	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	4.101E-14
35	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	7.067E-04
36	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	4.007E-07
37	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.369E-04
38	INPUT	Resource	Soil	methane (kg) ETH	kg	3.731E-06
39	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	2.080E-09
40	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.100E-02
41	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	2.204E-04
42	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.783E-03
43	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.191E-14
44	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.040E-13
45	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	2.265E-10
46	INPUT	Resource	Soil	petroleum gas ETH	m3	9.524E-06
47	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.946E-09
48	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	4.421E-10
49	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	4.804E-16
50	INPUT	Resource	Soil	reservoir content ETH	kg	6.772E-14
51	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	1.290E-10
52	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.933E-10
53	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	5.366E-09
54	INPUT	Resource	Soil	silver (in ore)	kg	4.369E-10
55	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.729E-05
56	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.904E-11
57	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.421E-08
58	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	7.322E-09
59	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	2.724E-10
60	INPUT	Resource	Soil	turbine water ETH	m3	1.634E-02
61	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	8.370E-11
62	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	1.085E-05
63	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore) ETH	kg	4.772E-08
64	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.309E-08
65	INPUT	Resource	Soil	wood (dry matter) ETH	kg	6.859E-06
66	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.926E-13
67	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.208E-14
68	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	2.997E-10
69	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.150E-02
70	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.888E-01
71	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	1.028E-01
72	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	7.777E-02

73	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.284E-13
74	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	7.948E-22
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.290E-02
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.225E-11
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium(Al)	kg	1.602E-04
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.490E-13
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	2.955E-12
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.482E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.015E-06
82	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	4.772E-05
83	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	7.714E-07
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.192E-20
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium oxide(CaO)	kg	2.184E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbon(C)	kg	3.693E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.843E-16
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.398E-03
89	INPUT	Raw material	Technosphere	clay	kg	1.088E-06
90	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	1.086E-02
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(Cu)	kg	4.733E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Cr2O3	kg	2.010E-02
93	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	1.244E-01
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.810E-22
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric oxide(Fe2O3)	kg	3.265E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	9.763E-16
97	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	8.685E-07
98	INPUT	Raw material	Technosphere	gravel	kg	3.246E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.525E-14
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.422E-10
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,100%)	kg	5.493E-11
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	4.345E-11
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.360E-09
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.998E-19
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	3.295E-11
106	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	2.324E-05
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	3.190E-03
108	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	8.318E-08
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	3.028E-12
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	6.990E-03
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Manganese(Mn)	kg	1.052E-03
112	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.948E-05
113	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.637E-06
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum(Mo)	kg	5.869E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	6.361E-03
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus(P)	kg	9.560E-06
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	1.892E-23
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.259E-11
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.366E-16
120	INPUT	Raw material	Technosphere	pure iron	kg	1.311E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.385E-09
122	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.702E-07
123	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.914E+00
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Silica(SiO2)	kg	6.185E-03
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(Si)	kg	6.068E-03
126	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	5.313E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.422E-09
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.724E-12
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.759E-12
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	6.544E-14
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	5.504E-10
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	2.828E-13
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.157E-13
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.364E-11
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.782E-10
136	INPUT	Raw material	Technosphere	stainless steel scrap	kg	3.353E-02
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel scrap	kg	9.487E-01
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	1.791E-05
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.792E-11
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.295E-18
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	3.033E-13
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.196E-11
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	5.534E-11
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.205E-05
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.665E-05
146	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.237E-01
147	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	2.454E-06
148	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	9.978E-10

149	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	2.468E-12
150	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.358E-07
151	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.821E-09
152	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	1.138E-09
153	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	9.118E-14
154	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to air	kg	1.975E-11
155	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to water	kg	1.346E-10
156	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.104E-07
157	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	4.713E-08
158	OUTPUT	Emission	Air	Al (ind.)	kg	9.743E-09
159	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	3.926E-11
160	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	1.141E-08
161	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.004E-09
162	OUTPUT	Emission	Air	alpha radiation (unspecified) to water	kg	1.595E-11
163	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to air	kg	3.670E-10
164	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to water	kg	4.849E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	1.001E-06
166	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	1.869E-18
167	OUTPUT	Emission	Air	Ar41 to air	Bq	4.286E-02
168	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.963E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	As (ind.)	kg	3.893E-12
170	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	2.792E-08
171	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	7.348E-10
172	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to air	kg	7.689E-11
173	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to water	kg	2.412E-10
174	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.658E-12
175	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	3.132E-14
176	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	1.034E-07
177	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	2.289E-12
178	OUTPUT	Emission	Air	beta radiation (unspecified) to air	kg	2.468E-12
179	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	3.207E-09
181	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.187E-08
182	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	3.218E-10
183	OUTPUT	Emission	Air	C (ind.)	kg	3.001E-08
184	OUTPUT	Emission	Air	C14 to air	Bq	2.953E-02
185	OUTPUT	Emission	Air	C14 to water	Bq	2.447E-03
186	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	4.323E-08
187	OUTPUT	Emission	Air	Ca (ind.)	kg	3.893E-08
188	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	9.029E-11
189	OUTPUT	Emission	Air	Cd (ind.)	kg	1.477E-13
190	OUTPUT	Emission	Air	Cd109 to water	kg	1.394E-12
191	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to air	kg	1.831E-12
192	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to water	kg	3.604E-11
193	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to air	kg	3.901E-12
194	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to water	Bq	1.105E-03
195	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.512E-11
196	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.989E-10
197	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.557E-11
198	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	3.250E-12
199	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	2.040E-12
200	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.368E-10
201	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.324E-14
202	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	5.963E-17
203	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.834E-10
204	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to air	kg	5.811E-13
205	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to water	kg	6.422E-11
206	OUTPUT	Emission	Air	Cm242 to air	kg	1.935E-12
207	OUTPUT	Emission	Air	Cm244 to air	kg	1.761E-11
208	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	6.322E-05
209	OUTPUT	Emission	Air	Co (ind.)	kg	1.896E-13
210	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	5.323E-01
211	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to air	kg	3.386E-11
212	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to water	kg	2.473E-10
213	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to air	kg	5.592E-13
214	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to water	kg	2.097E-10
215	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to air	kg	8.344E-13
216	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to water	Bq	1.070E-02
217	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	3.098E-10
218	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban land	kg	8.650E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.720E-10
220	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	4.067E-10
221	OUTPUT	Emission	Air	Cr (ind.)	kg	4.849E-11
222	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to air	kg	6.946E-11
223	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to water	kg	5.286E-12
224	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to air	kg	1.394E-11
225	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to water	Bq	2.473E-03

226	OUTPUT	Emission	Air	Cs136 to water	kg	1.293E-12
227	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to air	kg	2.691E-11
228	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to water	Bq	2.276E-02
229	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	7.642E-10
230	OUTPUT	Emission	Air	Cu (ind.)	kg	9.480E-13
231	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.248E-03
232	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	6.616E-10
233	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.097E-12
234	OUTPUT	Emission	Air	dichloroethane	kg	4.137E-11
235	OUTPUT	Emission	Air	dichloromethane	kg	1.796E-12
236	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.629E-10
237	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.408E-19
238	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.483E-11
239	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.466E-04
240	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse) process	kg	1.040E-06
241	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) mobile	kg	1.394E-08
242	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) stationary	kg	6.029E-07
243	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	4.253E-08
244	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	2.289E-09
245	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	3.327E-09
246	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	3.996E-09
247	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	6.645E-11
248	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.065E-07
249	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.938E-08
250	OUTPUT	Emission	Air	Fe (ind.)	kg	1.949E-08
251	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to air	kg	7.645E-13
252	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to water	kg	4.268E-12
253	OUTPUT	Emission	Air	Fission and activation products (RA) to water	kg	1.450E-10
254	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.495E-11
255	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	7.424E-15
256	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	7.590E-18
257	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.265E-08
258	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	4.403E-07
259	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	3.871E-07
260	OUTPUT	Emission	Air	H3 to air	Bq	3.045E-01
261	OUTPUT	Emission	Air	H3 to water	Bq	7.252E+01
262	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.252E-14
263	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	5.922E-11
264	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-21	kg	1.385E-11
265	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	3.574E-12
266	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.309E-07
267	OUTPUT	Emission	Air	He	kg	9.639E-09
268	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	6.903E-03
269	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	2.702E-06
270	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	5.295E-04
271	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	2.816E-09
272	OUTPUT	Emission	Air	hexachlorobenzene	kg	2.311E-15
273	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	5.891E-09
274	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	6.839E-08
275	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.442E-10
276	OUTPUT	Emission	Air	Hg (ind.)	kg	2.814E-14
277	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.349E-19
278	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	1.400E-09
279	OUTPUT	Emission	Air	I129 to air	kg	1.049E-10
280	OUTPUT	Emission	Air	I129 to water	Bq	6.990E-03
281	OUTPUT	Emission	Air	I131 to air	kg	1.162E-11
282	OUTPUT	Emission	Air	I131 to water	kg	4.631E-12
283	OUTPUT	Emission	Air	I133 to air	kg	6.510E-12
284	OUTPUT	Emission	Air	I133 to water	kg	1.101E-12
285	OUTPUT	Emission	Air	I135 to air	kg	9.786E-12
286	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.254E-09
287	OUTPUT	Emission	Air	K40 to air	kg	5.505E-11
288	OUTPUT	Emission	Air	K40 to water	kg	1.756E-10
289	OUTPUT	Emission	Air	Kr85 to air	Bq	1.804E+03
290	OUTPUT	Emission	Air	Kr85m to air	Bq	2.132E-03
291	OUTPUT	Emission	Air	Kr87 to air	Bq	9.524E-04
292	OUTPUT	Emission	Air	Kr88 to air	Bq	8.519E-02
293	OUTPUT	Emission	Air	Kr89 to air	Bq	6.684E-04
294	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.094E-11
295	OUTPUT	Emission	Air	La140 to air	kg	4.893E-11
296	OUTPUT	Emission	Air	La140 to water	kg	4.980E-11
297	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-III	kg	1.193E-10
298	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-IV	kg	1.228E-11
299	OUTPUT	Emission	Air	land use II-III	kg	2.145E-13
300	OUTPUT	Emission	Air	land use III-IV	kg	1.538E-11
301	OUTPUT	Emission	Air	land use II-IV	kg	1.324E-10

302	OUTPUT	Emission	Air	land use IV-IV	kg	7.864E-12
303	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.614E-17
304	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	6.407E-10
305	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	3.177E-04
306	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	2.295E-09
307	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.637E-08
308	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	5.925E-10
309	OUTPUT	Emission	Air	Mn (ind.)	kg	3.893E-10
310	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to air	kg	2.001E-11
311	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to water	Bq	1.643E-03
312	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	1.061E-10
313	OUTPUT	Emission	Air	Mo99 to water	kg	1.686E-11
315	OUTPUT	Emission	Air	MTBE	kg	2.460E-13
316	OUTPUT	Emission	Air	N	kg	9.043E-12
317	OUTPUT	Emission	Air	N2	kg	2.595E-08
318	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	1.455E-06
319	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	7.490E-09
320	OUTPUT	Emission	Air	Na24 to water	kg	7.427E-12
321	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to air	kg	3.539E-12
322	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to water	kg	1.367E-10
323	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.591E-11
324	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	2.566E-09
325	OUTPUT	Emission	Air	Ni (ind.)	kg	1.424E-12
326	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.332E-04
327	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	1.371E-06
328	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	1.411E-03
329	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to air	kg	1.922E-11
330	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to water	kg	3.089E-12
331	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.955E-13
332	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	9.140E-10
333	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	1.118E-10
334	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	1.291E-12
335	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	7.295E-09
336	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	6.833E-10
337	OUTPUT	Emission	Air	oil (ind.)	kg	6.160E-09
338	OUTPUT	Emission	Air	oil biodegradable	kg	1.079E-10
339	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	1.326E-10
340	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to air	kg	1.166E-11
341	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to water	kg	2.158E-10
342	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	1.282E-10
343	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	7.140E-10
344	OUTPUT	Emission	Air	Pb (ind.)	kg	4.325E-12
345	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to air	kg	3.229E-10
346	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to water	kg	1.398E-10
347	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorobenzene	kg	6.204E-15
348	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorophenol	kg	1.000E-15
349	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.833E-08
350	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	1.522E-09
351	OUTPUT	Emission	Air	phosphor (ind.)	kg	5.024E-10
352	OUTPUT	Emission	Air	Pm147 to air	kg	9.917E-12
353	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to air	Bq	4.806E-04
354	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to water	kg	1.398E-10
355	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	2.570E-08
356	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	9.561E-10
357	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	1.629E-10
358	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	2.229E-11
359	OUTPUT	Emission	Air	P-tot	kg	5.068E-10
360	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to air	kg	1.166E-12
361	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to water	kg	1.922E-10
362	OUTPUT	Emission	Air	Pu238 to air	kg	4.369E-11
363	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 Beta to air	kg	3.202E-11
364	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 beta to water	Bq	4.762E-03
365	OUTPUT	Emission	Air	Ra224 to water	kg	3.482E-10
366	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to air	kg	4.155E-10
367	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to water	Bq	8.912E-01
368	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to air	kg	2.696E-11
369	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to water	Bq	6.946E-04
370	OUTPUT	Emission	Air	radio active noble gases to air	Bq	2.547E-03
371	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.314E+02
372	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to water	Bq	1.209E+00
373	OUTPUT	Emission	Air	radionuclides (mixed) to water	kg	1.044E-10
374	OUTPUT	Emission	Air	Rn220 to air	Bq	2.556E-03
375	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 (long term) to air	Bq	2.595E+03
376	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 to air	Bq	2.818E+01
377	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to air	kg	2.001E-10
378	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to water	kg	8.082E-11

379	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to air	kg	1.166E-10
380	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to water	Bq	1.166E-02
381	OUTPUT	Emission	Air	S (ind.)	kg	5.854E-09
382	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	3.625E-11
383	OUTPUT	Emission	Air	Sb122 to water	kg	2.412E-10
384	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to air	kg	5.417E-12
385	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to water	kg	3.464E-11
386	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to air	kg	6.859E-13
387	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to water	kg	1.966E-12
388	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	7.404E-12
389	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.501E-17
390	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	4.075E-10
391	OUTPUT	Emission	Air	Si	kg	1.293E-07
392	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	1.830E-08
393	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	1.622E-11
394	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	2.802E-03
395	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	9.210E-05
396	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	1.673E-03
397	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	7.485E-10
398	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to air	kg	3.499E-11
399	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to water	kg	5.461E-13
400	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to air	kg	1.922E-11
401	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to water	Bq	2.329E-03
402	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.437E-17
403	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to air	kg	8.170E-13
404	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to water	Bq	1.223E-03
405	OUTPUT	Emission	Air	Tc99m to water	kg	1.136E-10
406	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to air	kg	8.781E-11
407	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to water	kg	1.018E-11
408	OUTPUT	Emission	Air	Te132 to water	kg	4.168E-12
409	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	3.489E-13
410	OUTPUT	Emission	Air	tetrachloromethane	kg	1.005E-11
411	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	2.109E-11
412	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to air	kg	2.281E-11
413	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to water	Bq	1.394E-03
414	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to air	kg	1.298E-10
415	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to water	Bq	3.377E-02
416	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to air	kg	1.446E-11
417	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to water	kg	3.272E-11
418	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to air	kg	1.166E-11
419	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to water	kg	2.180E-10
420	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	9.349E-19
421	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.145E-09
422	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	4.544E-12
423	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	2.446E-07
424	OUTPUT	Emission	Air	trichloromethane	kg	1.092E-12
425	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	1.663E-11
426	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to air	kg	4.177E-10
427	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to water	Bq	1.411E-02
428	OUTPUT	Emission	Air	U234 to air	kg	1.398E-10
429	OUTPUT	Emission	Air	U234 to water	kg	2.888E-10
430	OUTPUT	Emission	Air	U235 to air	kg	6.772E-12
431	OUTPUT	Emission	Air	U235 to water	kg	4.299E-10
432	OUTPUT	Emission	Air	U238 to air	kg	1.791E-10
433	OUTPUT	Emission	Air	U238 to water	Bq	7.296E-04
434	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	8.496E-09
435	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	2.538E-05
436	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	8.138E-12
437	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.542E-05
438	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to air	MJ	4.544E-02
439	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to soil	MJ	1.276E-04
440	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to water	MJ	4.937E-04
441	OUTPUT	Emission	Air	Xe131m to air	Bq	4.413E-03
442	OUTPUT	Emission	Air	Xe133 to air	Bq	1.298E+00
443	OUTPUT	Emission	Air	Xe133m to air	Bq	6.510E-04
444	OUTPUT	Emission	Air	Xe135 to air	Bq	2.211E-01
445	OUTPUT	Emission	Air	Xe135m to air	Bq	2.180E-02
446	OUTPUT	Emission	Air	Xe137 to air	Bq	5.417E-04
447	OUTPUT	Emission	Air	Xe138 to air	Bq	5.898E-03
448	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.707E-08
449	OUTPUT	Emission	Air	Y90 to water	kg	2.783E-11
450	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	9.461E-08
451	OUTPUT	Emission	Air	Zn (ind.)	kg	1.555E-10
452	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to air	kg	8.607E-11
453	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to water	kg	1.568E-11
454	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.356E-12

455	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to air	kg	1.280E-12
456	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to water	kg	9.917E-11
457	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	4.566E-08
458	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.309E-05
459	OUTPUT	Emission	Water	1,1,1-trichloroethane	kg	3.347E-15
460	OUTPUT	Emission	Water	acenaphthylene	kg	2.014E-10
461	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	1.966E-10
462	OUTPUT	Emission	Water	acids (unspecified)	kg	2.110E-10
463	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	5.500E-12
464	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.204E-06
465	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	1.060E-09
466	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	9.730E-11
467	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.654E-07
468	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.984E-11
469	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	2.567E-09
470	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.137E-09
471	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	1.217E-07
472	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.046E-07
473	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	1.679E-12
474	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.077E-09
475	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.308E-06
476	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	3.440E-07
477	OUTPUT	Emission	Water	calcium ions	kg	1.197E-06
478	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.504E-15
479	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.263E-09
480	OUTPUT	Emission	Water	chlorinated solvents (unspec.)	kg	8.170E-13
481	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.102E-20
482	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	3.883E-14
483	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.102E-11
484	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	1.168E-03
485	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	2.510E-09
486	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.282E-05
487	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	6.085E-08
488	OUTPUT	Emission	Water	Cr (III)	kg	9.043E-09
489	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.714E-12
490	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.431E-10
491	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	8.014E-12
492	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	6.393E-09
493	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.460E-06
494	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.195E-09
495	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	1.301E-12
496	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.116E-10
497	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	3.382E-15
498	OUTPUT	Emission	Water	di(2-ethylhexyl)phthalate	kg	1.909E-15
499	OUTPUT	Emission	Water	dibutyl p-phthalate	kg	2.036E-14
500	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	2.251E-11
501	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	7.042E-11
502	OUTPUT	Emission	Water	dimethyl p-phthalate	kg	1.284E-13
503	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.093E-13
504	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.831E-09
505	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.780E-03
506	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	2.206E-05
507	OUTPUT	Emission	Water	DOC	kg	1.416E-09
508	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	1.914E-10
509	OUTPUT	Emission	Water	fats/oils	kg	1.302E-07
510	OUTPUT	Emission	Water	fatty acids as C	kg	3.552E-08
511	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	1.771E-06
512	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	6.400E-07
513	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.833E-13
514	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.338E-13
515	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	2.524E-11
516	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.336E-07
517	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	7.258E-11
518	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	7.524E-14
519	OUTPUT	Emission	Water	hexachloroethane	kg	4.718E-16
520	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.147E-11
521	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	9.199E-09
522	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.233E-15
523	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.267E-22
524	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	7.839E-10
525	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	4.164E-07
526	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.287E-13
527	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.187E-07
528	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.193E-07
529	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	6.921E-15
530	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.209E-12

531	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.069E-06
532	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	1.031E-07
533	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	4.305E-09
535	OUTPUT	Emission	Water	MTBE	kg	2.202E-14
536	OUTPUT	Emission	Water	N organically bound	kg	9.349E-10
537	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.828E-06
538	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.644E-12
539	OUTPUT	Emission	Water	NH3	kg	1.158E-06
540	OUTPUT	Emission	Water	NH3 (as N)	kg	1.769E-08
541	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.034E-12
542	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.585E-08
543	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	1.861E-07
544	OUTPUT	Emission	Water	nitrite	kg	1.874E-09
545	OUTPUT	Emission	Water	N-tot	kg	1.291E-07
546	OUTPUT	Emission	Water	OCl-	kg	7.733E-09
547	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	1.224E-10
548	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	7.383E-09
549	OUTPUT	Emission	Water	P-compounds	kg	5.898E-12
550	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.263E-08
551	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	7.883E-08
552	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	2.006E-09
553	OUTPUT	Emission	Water	Ru	kg	7.078E-11
554	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.749E-11
555	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	2.498E-06
556	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.956E-11
557	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	6.440E-09
558	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	3.705E-10
559	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	1.378E-11
560	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	9.557E-10
561	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	2.045E-07
562	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	1.181E-07
563	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	2.866E-06
564	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	6.519E-12
565	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	5.022E-16
566	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	2.702E-04
567	OUTPUT	Emission	Water	sulphide	kg	2.320E-10
568	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloroethene	kg	5.636E-14
569	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloromethane	kg	8.563E-14
570	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.119E-21
571	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	7.549E-08
572	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.785E-07
573	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	9.320E-10
574	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.074E-11
575	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	3.758E-12
576	OUTPUT	Emission	Water	trichloromethane	kg	1.302E-11
577	OUTPUT	Emission	Water	triethylene glycol	kg	1.416E-09
578	OUTPUT	Emission	Water	undissolved substances	kg	5.811E-07
579	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	6.676E-09
580	OUTPUT	Emission	Water	vinyl chloride	kg	1.595E-14
581	OUTPUT	Emission	Water	VOC as C	kg	2.438E-09
582	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	4.582E-11
583	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.706E-03
584	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	1.494E-04
585	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	8.669E-10
586	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	4.788E-08
587	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	8.965E-05
588	OUTPUT	Waste	Technosphere	Fly ash	kg	3.051E-02
589	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.185E-02
590	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.560E-06
591	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	2.564E-13
592	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.221E-01
593	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.788E-07
594	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.389E-05
595	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	5.767E-11
596	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	5.138E-06
597	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.937E-05
598	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	4.034E-02
599	OUTPUT	Waste	Technosphere	waste molding sand	kg	2.097E+00
600	OUTPUT	Product	Technosphere	Angle Valve	kg	1.000E+00

부록 1-1-9. Body(Bogie) LCI DB

Body(Bogie) LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Energy ware	Soil	potential energy water ETH	MJ	3.106E-03
2	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.621E-04
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.017E-09
4	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	1.732E-14
5	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.540E-12
6	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.955E-09
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.526E-16
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.851E-08
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.039E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.189E-09
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	9.784E-10
12	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	1.249E-11
13	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	6.187E-06
14	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.646E-12
15	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.922E-03
16	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.568E-07
17	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	1.556E-01
18	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	5.638E-14
19	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	5.264E-07
20	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.374E-13
21	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	4.070E-02
22	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.256E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.691E-14
24	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	5.650E-16
25	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.259E-13
26	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.637E-08
27	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	9.549E-06
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.792E-10
29	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.371E-17
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.004E-11
31	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.972E-13
32	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	3.783E-08
33	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	4.101E-14
34	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	7.067E-04
35	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	4.007E-07
36	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.369E-04
37	INPUT	Resource	Soil	methane (kg) ETH	kg	3.731E-06
38	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	2.080E-09
39	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.100E-02
40	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	2.204E-04
41	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.783E-03
42	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.191E-14
43	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.040E-13
44	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	2.265E-10
45	INPUT	Resource	Soil	petroleum gas ETH	m3	9.524E-06
46	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.946E-09
47	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	4.421E-10
48	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	4.804E-16
49	INPUT	Resource	Soil	reservoir content ETH	kg	6.772E-14
50	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	1.290E-10
51	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.933E-10
52	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	5.366E-09
53	INPUT	Resource	Soil	silver (in ore)	kg	4.369E-10
54	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.729E-05
55	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.904E-11
56	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.421E-08
57	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	7.322E-09
58	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	2.724E-10
59	INPUT	Resource	Soil	turbine water ETH	m3	1.634E-02
60	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	8.370E-11
61	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	1.085E-05
62	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore) ETH	kg	4.772E-08
63	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.309E-08
64	INPUT	Resource	Soil	wood (dry matter) ETH	kg	6.859E-06
65	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.926E-13
66	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.208E-14
67	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	2.997E-10
68	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.150E-02

69	INPUT	Ancillary	Technosphere	Sodium silicate	kg	2.184E-01
70	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.888E-01
71	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	1.028E-01
72	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	7.777E-02
73	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.284E-13
74	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	7.948E-22
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.290E-02
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.225E-11
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium(Al)	kg	1.602E-04
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.490E-13
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	2.955E-12
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.482E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.015E-06
82	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	4.772E-05
83	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	7.714E-07
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.192E-20
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium oxide(CaO)	kg	2.184E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbon(C)	kg	3.693E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.843E-16
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.398E-03
89	INPUT	Raw material	Technosphere	clay	kg	1.088E-06
90	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	1.086E-02
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(Cu)	kg	4.733E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Cr2O3	kg	2.010E-02
93	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	1.244E-01
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.810E-22
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric oxide(Fe2O3)	kg	3.265E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	9.763E-16
97	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	8.685E-07
98	INPUT	Raw material	Technosphere	gravel	kg	3.246E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.525E-14
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.422E-10
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,100%)	kg	5.493E-11
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	4.345E-11
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.360E-09
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.998E-19
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	3.295E-11
106	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	2.324E-05
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	3.190E-03
108	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	8.318E-08
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	3.028E-12
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	6.990E-03
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Manganese(Mn)	kg	1.052E-03
112	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.948E-05
113	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.637E-06
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum(Mo)	kg	5.869E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	6.361E-03
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus(P)	kg	9.560E-06
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	1.892E-23
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.259E-11
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.366E-16
120	INPUT	Raw material	Technosphere	pure iron	kg	1.311E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.385E-09
122	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.702E-07
123	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.914E+00
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Silica(SiO2)	kg	6.185E-03
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(Si)	kg	6.068E-03
126	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	5.313E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.422E-09
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.724E-12
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.759E-12
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	6.544E-14
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	5.504E-10
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	2.828E-13
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.157E-13
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.364E-11
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.782E-10
136	INPUT	Raw material	Technosphere	stainless steel scrap	kg	3.353E-02
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel scrap	kg	9.487E-01
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	1.791E-05
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.792E-11

140	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.295E-18
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	3.033E-13
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.196E-11
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	5.534E-11
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.205E-05
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.665E-05
146	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.237E-01
147	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	2.454E-06
148	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	9.978E-10
149	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	2.468E-12
150	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.358E-07
151	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.821E-09
152	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	1.138E-09
153	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	9.118E-14
154	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to air	kg	1.975E-11
155	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to water	kg	1.346E-10
156	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.104E-07
157	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	4.713E-08
158	OUTPUT	Emission	Air	Al (ind.)	kg	9.743E-09
159	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	3.926E-11
160	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	1.141E-08
161	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.004E-09
162	OUTPUT	Emission	Air	alpha radiation (unspecified) to water	kg	1.595E-11
163	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to air	kg	3.670E-10
164	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to water	kg	4.849E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	1.001E-06
166	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	1.869E-18
167	OUTPUT	Emission	Air	Ar41 to air	Bq	4.286E-02
168	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.963E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	As (ind.)	kg	3.893E-12
170	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	2.792E-08
171	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	7.348E-10
172	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to air	kg	7.689E-11
173	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to water	kg	2.412E-10
174	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.658E-12
175	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	3.132E-14
176	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	1.034E-07
177	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	2.289E-12
178	OUTPUT	Emission	Air	beta radiation (unspecified) to air	kg	2.468E-12
179	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	3.207E-09
180	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.187E-08
181	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	3.218E-10
182	OUTPUT	Emission	Air	C (ind.)	kg	3.001E-08
183	OUTPUT	Emission	Air	C14 to air	Bq	2.953E-02
184	OUTPUT	Emission	Air	C14 to water	Bq	2.447E-03
185	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	4.323E-08
186	OUTPUT	Emission	Air	Ca (ind.)	kg	3.893E-08
187	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	9.029E-11
188	OUTPUT	Emission	Air	Cd (ind.)	kg	1.477E-13
189	OUTPUT	Emission	Air	Cd109 to water	kg	1.394E-12
190	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to air	kg	1.831E-12
191	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to water	kg	3.604E-11
192	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to air	kg	3.901E-12
193	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to water	Bq	1.105E-03
194	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.512E-11
195	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.989E-10
196	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.557E-11
197	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	3.250E-12
198	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	2.040E-12
199	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.368E-10
200	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.324E-14
201	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	5.963E-17
202	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.834E-10
203	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to air	kg	5.811E-13
204	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to water	kg	6.422E-11
205	OUTPUT	Emission	Air	Cm242 to air	kg	1.935E-12
206	OUTPUT	Emission	Air	Cm244 to air	kg	1.761E-11
207	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	6.322E-05
208	OUTPUT	Emission	Air	Co (ind.)	kg	1.896E-13
209	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	5.323E-01
210	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to air	kg	3.386E-11

211	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to water	kg	2.473E-10
212	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to air	kg	5.592E-13
213	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to water	kg	2.097E-10
214	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to air	kg	8.344E-13
215	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to water	Bq	1.070E-02
216	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	3.098E-10
217	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban land	kg	8.650E-10
218	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.720E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	4.067E-10
220	OUTPUT	Emission	Air	Cr (ind.)	kg	4.849E-11
221	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to air	kg	6.946E-11
222	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to water	kg	5.286E-12
223	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to air	kg	1.394E-11
224	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to water	Bq	2.473E-03
225	OUTPUT	Emission	Air	Cs136 to water	kg	1.293E-12
226	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to air	kg	2.691E-11
227	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to water	Bq	2.276E-02
228	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	7.642E-10
229	OUTPUT	Emission	Air	Cu (ind.)	kg	9.480E-13
230	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.248E-03
231	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	6.616E-10
232	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.097E-12
233	OUTPUT	Emission	Air	dichloroethane	kg	4.137E-11
234	OUTPUT	Emission	Air	dichloromethane	kg	1.796E-12
235	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.629E-10
236	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.408E-19
237	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.483E-11
238	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.466E-04
239	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse) process	kg	1.040E-06
240	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) mobile	kg	1.394E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) stationary	kg	6.029E-07
242	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	4.253E-08
243	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	2.289E-09
244	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	3.327E-09
245	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	3.996E-09
246	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	6.645E-11
247	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.065E-07
248	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.938E-08
249	OUTPUT	Emission	Air	Fe (ind.)	kg	1.949E-08
250	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to air	kg	7.645E-13
251	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to water	kg	4.268E-12
252	OUTPUT	Emission	Air	Fission and activation products (RA) to water	kg	1.450E-10
253	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.495E-11
254	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	7.424E-15
255	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	7.590E-18
256	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.265E-08
257	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	4.403E-07
258	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	3.871E-07
259	OUTPUT	Emission	Air	H3 to air	Bq	3.045E-01
260	OUTPUT	Emission	Air	H3 to water	Bq	7.252E+01
261	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.252E-14
262	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	5.922E-11
263	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-21	kg	1.385E-11
264	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	3.574E-12
265	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.309E-07
266	OUTPUT	Emission	Air	He	kg	9.639E-09
267	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	6.903E-03
268	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	2.702E-06
269	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	5.295E-04
270	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	2.816E-09
271	OUTPUT	Emission	Air	hexachlorobenzene	kg	2.311E-15
272	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	5.891E-09
273	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	6.839E-08
274	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.442E-10
275	OUTPUT	Emission	Air	Hg (ind.)	kg	2.814E-14
276	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.349E-19
277	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	1.400E-09
278	OUTPUT	Emission	Air	I129 to air	kg	1.049E-10
279	OUTPUT	Emission	Air	I129 to water	Bq	6.990E-03
280	OUTPUT	Emission	Air	I131 to air	kg	1.162E-11
281	OUTPUT	Emission	Air	I131 to water	kg	4.631E-12

282	OUTPUT	Emission	Air	I133 to air	kg	6.510E-12
283	OUTPUT	Emission	Air	I133 to water	kg	1.101E-12
284	OUTPUT	Emission	Air	I135 to air	kg	9.786E-12
285	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.254E-09
286	OUTPUT	Emission	Air	K40 to air	kg	5.505E-11
287	OUTPUT	Emission	Air	K40 to water	kg	1.756E-10
288	OUTPUT	Emission	Air	Kr85 to air	Bq	1.804E+03
289	OUTPUT	Emission	Air	Kr85m to air	Bq	2.132E-03
290	OUTPUT	Emission	Air	Kr87 to air	Bq	9.524E-04
291	OUTPUT	Emission	Air	Kr88 to air	Bq	8.519E-02
292	OUTPUT	Emission	Air	Kr89 to air	Bq	6.684E-04
293	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.094E-11
294	OUTPUT	Emission	Air	La140 to air	kg	4.893E-11
295	OUTPUT	Emission	Air	La140 to water	kg	4.980E-11
296	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-III	kg	1.193E-10
297	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-IV	kg	1.228E-11
298	OUTPUT	Emission	Air	land use II-III	kg	2.145E-13
299	OUTPUT	Emission	Air	land use III-IV	kg	1.538E-11
300	OUTPUT	Emission	Air	land use II-IV	kg	1.324E-10
301	OUTPUT	Emission	Air	land use IV-IV	kg	7.864E-12
302	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.614E-17
303	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	6.407E-10
304	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	3.177E-04
305	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	2.295E-09
306	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.637E-08
307	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	5.925E-10
308	OUTPUT	Emission	Air	Mn (ind.)	kg	3.893E-10
309	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to air	kg	2.001E-11
310	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to water	Bq	1.643E-03
311	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	1.061E-10
312	OUTPUT	Emission	Air	Mo99 to water	kg	1.686E-11
313	OUTPUT	Emission	Air	MTBE	kg	2.460E-13
314	OUTPUT	Emission	Air	N	kg	9.043E-12
315	OUTPUT	Emission	Air	N2	kg	2.595E-08
316	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	1.455E-06
317	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	7.490E-09
318	OUTPUT	Emission	Air	Na24 to water	kg	7.427E-12
319	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to air	kg	3.539E-12
320	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to water	kg	1.367E-10
321	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.591E-11
322	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	2.566E-09
323	OUTPUT	Emission	Air	Ni (ind.)	kg	1.424E-12
324	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.332E-04
325	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	1.371E-06
326	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	1.411E-03
327	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to air	kg	1.922E-11
328	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to water	kg	3.089E-12
329	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.955E-13
330	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	9.140E-10
331	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	1.118E-10
332	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	1.291E-12
333	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	7.295E-09
334	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	6.833E-10
335	OUTPUT	Emission	Air	oil (ind.)	kg	6.160E-09
336	OUTPUT	Emission	Air	oil biodegradable	kg	1.079E-10
337	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	1.326E-10
338	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to air	kg	1.166E-11
339	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to water	kg	2.158E-10
340	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	1.282E-10
341	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	7.140E-10
342	OUTPUT	Emission	Air	Pb (ind.)	kg	4.325E-12
343	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to air	kg	3.229E-10
344	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to water	kg	1.398E-10
345	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorobenzene	kg	6.204E-15
346	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorophenol	kg	1.000E-15
347	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.833E-08
348	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	1.522E-09
349	OUTPUT	Emission	Air	phosphor (ind.)	kg	5.024E-10
350	OUTPUT	Emission	Air	Pm147 to air	kg	9.917E-12
351	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to air	Bq	4.806E-04
352	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to water	kg	1.398E-10

353	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	2.570E-08
354	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	9.561E-10
355	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	1.629E-10
356	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	2.229E-11
357	OUTPUT	Emission	Air	P-tot	kg	5.068E-10
358	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to air	kg	1.166E-12
359	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to water	kg	1.922E-10
360	OUTPUT	Emission	Air	Pu238 to air	kg	4.369E-11
361	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 Beta to air	kg	3.202E-11
362	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 beta to water	Bq	4.762E-03
363	OUTPUT	Emission	Air	Ra224 to water	kg	3.482E-10
364	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to air	kg	4.155E-10
365	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to water	Bq	8.912E-01
366	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to air	kg	2.696E-11
367	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to water	Bq	6.946E-04
368	OUTPUT	Emission	Air	radio active noble gases to air	Bq	2.547E-03
369	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.314E+02
370	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to water	Bq	1.209E+00
371	OUTPUT	Emission	Air	radionuclides (mixed) to water	kg	1.044E-10
372	OUTPUT	Emission	Air	Rn220 to air	Bq	2.556E-03
373	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 (long term) to air	Bq	2.595E+03
374	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 to air	Bq	2.818E+01
375	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to air	kg	2.001E-10
376	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to water	kg	8.082E-11
377	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to air	kg	1.166E-10
378	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to water	Bq	1.166E-02
379	OUTPUT	Emission	Air	S (ind.)	kg	5.854E-09
380	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	3.625E-11
381	OUTPUT	Emission	Air	Sb122 to water	kg	2.412E-10
382	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to air	kg	5.417E-12
383	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to water	kg	3.464E-11
384	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to air	kg	6.859E-13
385	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to water	kg	1.966E-12
386	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	7.404E-12
387	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.501E-17
388	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	4.075E-10
389	OUTPUT	Emission	Air	Si	kg	1.293E-07
390	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	1.830E-08
391	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	1.622E-11
392	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	2.802E-03
393	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	9.210E-05
394	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	1.673E-03
395	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	7.485E-10
396	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to air	kg	3.499E-11
397	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to water	kg	5.461E-13
398	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to air	kg	1.922E-11
399	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to water	Bq	2.329E-03
400	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.437E-17
401	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to air	kg	8.170E-13
402	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to water	Bq	1.223E-03
403	OUTPUT	Emission	Air	Tc99m to water	kg	1.136E-10
404	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to air	kg	8.781E-11
405	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to water	kg	1.018E-11
406	OUTPUT	Emission	Air	Te132 to water	kg	4.168E-12
407	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	3.489E-13
408	OUTPUT	Emission	Air	tetrachloromethane	kg	1.005E-11
409	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	2.109E-11
410	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to air	kg	2.281E-11
411	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to water	Bq	1.394E-03
412	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to air	kg	1.298E-10
413	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to water	Bq	3.377E-02
414	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to air	kg	1.446E-11
415	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to water	kg	3.272E-11
416	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to air	kg	1.166E-11
417	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to water	kg	2.180E-10
418	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	9.349E-19
419	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.145E-09
420	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	4.544E-12
421	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	2.446E-07
422	OUTPUT	Emission	Air	trichloromethane	kg	1.092E-12
423	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	1.663E-11

424	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to air	kg	4.177E-10
425	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to water	Bq	1.411E-02
426	OUTPUT	Emission	Air	U234 to air	kg	1.398E-10
427	OUTPUT	Emission	Air	U234 to water	kg	2.888E-10
428	OUTPUT	Emission	Air	U235 to air	kg	6.772E-12
429	OUTPUT	Emission	Air	U235 to water	kg	4.299E-10
430	OUTPUT	Emission	Air	U238 to air	kg	1.791E-10
431	OUTPUT	Emission	Air	U238 to water	Bq	7.296E-04
432	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	8.496E-09
433	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	2.538E-05
434	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	8.138E-12
435	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.542E-05
436	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to air	MJ	4.544E-02
437	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to soil	MJ	1.276E-04
438	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to water	MJ	4.937E-04
439	OUTPUT	Emission	Air	Xe131m to air	Bq	4.413E-03
440	OUTPUT	Emission	Air	Xe133 to air	Bq	1.298E+00
441	OUTPUT	Emission	Air	Xe133m to air	Bq	6.510E-04
442	OUTPUT	Emission	Air	Xe135 to air	Bq	2.211E-01
443	OUTPUT	Emission	Air	Xe135m to air	Bq	2.180E-02
444	OUTPUT	Emission	Air	Xe137 to air	Bq	5.417E-04
445	OUTPUT	Emission	Air	Xe138 to air	Bq	5.898E-03
446	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.707E-08
447	OUTPUT	Emission	Air	Y90 to water	kg	2.783E-11
448	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	9.461E-08
449	OUTPUT	Emission	Air	Zn (ind.)	kg	1.555E-10
450	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to air	kg	8.607E-11
451	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to water	kg	1.568E-11
452	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.356E-12
453	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to air	kg	1.280E-12
454	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to water	kg	9.917E-11
455	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	4.566E-08
456	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.309E-05
457	OUTPUT	Emission	Water	1,1,1-trichloroethane	kg	3.347E-15
458	OUTPUT	Emission	Water	acenaphthylene	kg	2.014E-10
459	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	1.966E-10
460	OUTPUT	Emission	Water	acids (unspecified)	kg	2.110E-10
461	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	5.500E-12
462	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.204E-06
463	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	1.060E-09
464	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	9.730E-11
465	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.654E-07
466	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.984E-11
467	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	2.567E-09
468	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.137E-09
469	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	1.217E-07
470	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.046E-07
471	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	1.679E-12
472	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.077E-09
473	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.308E-06
474	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	3.440E-07
475	OUTPUT	Emission	Water	calcium ions	kg	1.197E-06
476	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.504E-15
477	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.263E-09
478	OUTPUT	Emission	Water	chlorinated solvents (unspec.)	kg	8.170E-13
479	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.102E-20
480	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	3.883E-14
481	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.102E-11
482	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	1.168E-03
483	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	2.510E-09
484	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.282E-05
485	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	6.085E-08
486	OUTPUT	Emission	Water	Cr (III)	kg	9.043E-09
487	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.714E-12
488	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.431E-10
489	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	8.014E-12
490	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	6.393E-09
491	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.460E-06
492	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.195E-09
493	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	1.301E-12
494	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.116E-10

495	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	3.382E-15
496	OUTPUT	Emission	Water	di(2-ethylhexyl)phthalate	kg	1.909E-15
497	OUTPUT	Emission	Water	dibutyl p-phthalate	kg	2.036E-14
498	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	2.251E-11
499	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	7.042E-11
500	OUTPUT	Emission	Water	dimethyl p-phthalate	kg	1.284E-13
501	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.093E-13
502	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.831E-09
503	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.780E-03
504	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	2.206E-05
505	OUTPUT	Emission	Water	DOC	kg	1.416E-09
506	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	1.914E-10
507	OUTPUT	Emission	Water	fats/oils	kg	1.302E-07
508	OUTPUT	Emission	Water	fatty acids as C	kg	3.552E-08
509	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	1.771E-06
510	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	6.400E-07
511	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.833E-13
512	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.338E-13
513	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	2.524E-11
514	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.336E-07
515	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	7.258E-11
516	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	7.524E-14
517	OUTPUT	Emission	Water	hexachloroethane	kg	4.718E-16
518	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.147E-11
519	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	9.199E-09
520	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.233E-15
521	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.267E-22
522	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	7.839E-10
523	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	4.164E-07
524	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.287E-13
525	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.187E-07
526	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.193E-07
527	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	6.921E-15
528	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.209E-12
529	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.069E-06
530	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	1.031E-07
531	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	4.305E-09
532	OUTPUT	Emission	Water	MTBE	kg	2.202E-14
533	OUTPUT	Emission	Water	N organically bound	kg	9.349E-10
534	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.828E-06
535	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.644E-12
536	OUTPUT	Emission	Water	NH3	kg	1.158E-06
537	OUTPUT	Emission	Water	NH3 (as N)	kg	1.769E-08
538	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.034E-12
539	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.585E-08
540	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	1.861E-07
541	OUTPUT	Emission	Water	nitrite	kg	1.874E-09
542	OUTPUT	Emission	Water	N-tot	kg	1.291E-07
543	OUTPUT	Emission	Water	OCl-	kg	7.733E-09
544	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	1.224E-10
545	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	7.383E-09
546	OUTPUT	Emission	Water	P-compounds	kg	5.898E-12
547	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.263E-08
548	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	7.883E-08
549	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	2.006E-09
550	OUTPUT	Emission	Water	Ru	kg	7.078E-11
551	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.749E-11
552	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	2.498E-06
553	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.956E-11
554	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	6.440E-09
555	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	3.705E-10
556	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	1.378E-11
557	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	9.557E-10
558	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	2.045E-07
559	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	1.181E-07
560	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	2.866E-06
561	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	6.519E-12
562	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	5.022E-16
563	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	2.702E-04
564	OUTPUT	Emission	Water	sulphide	kg	2.320E-10
565	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloroethene	kg	5.636E-14

566	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloromethane	kg	8.563E-14
567	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.119E-21
568	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	7.549E-08
569	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.785E-07
570	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	9.320E-10
571	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.074E-11
572	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	3.758E-12
573	OUTPUT	Emission	Water	trichloromethane	kg	1.302E-11
574	OUTPUT	Emission	Water	triethylene glycol	kg	1.416E-09
575	OUTPUT	Emission	Water	undissolved substances	kg	5.811E-07
576	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	6.676E-09
577	OUTPUT	Emission	Water	vinyl chloride	kg	1.595E-14
578	OUTPUT	Emission	Water	VOC as C	kg	2.438E-09
579	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	4.582E-11
580	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.706E-03
581	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	1.494E-04
582	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	8.669E-10
583	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	4.788E-08
584	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	8.965E-05
585	OUTPUT	Waste	Technosphere	Fly ash	kg	3.051E-02
586	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.185E-02
587	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.560E-06
588	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	2.564E-13
589	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.221E-01
590	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.788E-07
591	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.389E-05
592	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	5.767E-11
593	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	5.138E-06
594	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.937E-05
595	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	4.034E-02
596	OUTPUT	Waste	Technosphere	waste molding sand	kg	2.097E+00
597	OUTPUT	Product	Technosphere	Body(Bogie)	kg	1.000E+00

부록 1-1-10. Mono Link LCI DB

Mono Link LCI DB

번호	방향	그룹	환경	영칭	기호/영칭	값
1	INPUT	Energy ware	Soil	potential energy water ETH	MJ	3.106E-03
2	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.621E-04
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.017E-09
4	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	1.732E-14
5	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.540E-12
6	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.955E-09
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.526E-16
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.851E-08
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.039E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.189E-09
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	9.784E-10
12	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	1.249E-11
13	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	6.187E-06
14	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.646E-12
15	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.922E-03
16	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.568E-07
17	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	1.556E-01
18	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	5.638E-14
19	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	5.264E-07
20	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.374E-13
21	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	4.070E-02
22	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.256E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.691E-14
24	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	5.650E-16
25	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.259E-13
26	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.637E-08
27	INPUT	Resource	Soil	iron (in ore)	kg	9.549E-06
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.792E-10
29	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.371E-17
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.004E-11
31	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.972E-13
32	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	3.783E-08
33	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	4.101E-14
34	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	7.067E-04
35	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	4.007E-07
36	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.369E-04
37	INPUT	Resource	Soil	methane (kg) ETH	kg	3.731E-06
38	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	2.080E-09
39	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.100E-02
40	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	2.204E-04
41	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	1.783E-03
42	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.191E-14
43	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.040E-13
44	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	2.265E-10
45	INPUT	Resource	Soil	petroleum gas ETH	m3	9.524E-06
46	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.946E-09
47	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	4.421E-10
48	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	4.804E-16
49	INPUT	Resource	Soil	reservoir content ETH	kg	6.772E-14
50	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	1.290E-10
51	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.933E-10
52	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	5.366E-09
53	INPUT	Resource	Soil	silver (in ore)	kg	4.369E-10
54	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.729E-05
55	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.904E-11
56	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.421E-08
57	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	7.322E-09
58	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	2.724E-10
59	INPUT	Resource	Soil	turbine water ETH	m3	1.634E-02
60	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	8.370E-11
61	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	1.085E-05
62	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore) ETH	kg	4.772E-08
63	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	5.309E-08
64	INPUT	Resource	Soil	wood (dry matter) ETH	kg	6.859E-06
65	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.926E-13
66	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.208E-14
67	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	2.997E-10
68	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.150E-02

69	INPUT	Ancillary	Technosphere	Sodium silicate	kg	2.184E-01
70	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	2.888E-01
71	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	1.028E-01
72	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	7.777E-02
73	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.284E-13
74	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	7.948E-22
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.290E-02
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.225E-11
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium(Al)	kg	1.602E-04
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.490E-13
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	2.955E-12
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.482E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.015E-06
82	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	4.772E-05
83	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	7.714E-07
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.192E-20
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium oxide(CaO)	kg	2.184E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbon(C)	kg	3.693E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.843E-16
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.398E-03
89	INPUT	Raw material	Technosphere	clay	kg	1.088E-06
90	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	1.086E-02
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(Cu)	kg	4.733E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Cr2O3	kg	2.010E-02
93	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	1.244E-01
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.810E-22
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric oxide(Fe2O3)	kg	3.265E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	9.763E-16
97	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	8.685E-07
98	INPUT	Raw material	Technosphere	gravel	kg	3.246E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.525E-14
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.422E-10
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,100%)	kg	5.493E-11
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	4.345E-11
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.360E-09
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.998E-19
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	3.295E-11
106	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	2.324E-05
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	3.190E-03
108	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	8.318E-08
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	3.028E-12
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	6.990E-03
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Manganese(Mn)	kg	1.052E-03
112	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.948E-05
113	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.637E-06
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum(Mo)	kg	5.869E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	6.361E-03
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus(P)	kg	9.560E-06
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	1.892E-23
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.259E-11
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.366E-16
120	INPUT	Raw material	Technosphere	pure iron	kg	1.311E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.385E-09
122	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	5.702E-07
123	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.914E+00
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Silica(SiO2)	kg	6.185E-03
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(Si)	kg	6.068E-03
126	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	5.313E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.422E-09
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.724E-12
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.759E-12
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	6.544E-14
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	5.504E-10
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	2.828E-13
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.157E-13
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.364E-11
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.782E-10
136	INPUT	Raw material	Technosphere	stainless steel scrap	kg	3.353E-02
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel scrap	kg	9.487E-01
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	1.791E-05
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.792E-11

140	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.295E-18
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	3.033E-13
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.196E-11
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	5.534E-11
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.205E-05
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.665E-05
146	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.237E-01
147	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	2.454E-06
148	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	9.978E-10
149	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	2.468E-12
150	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	1.358E-07
151	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	5.821E-09
152	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	1.138E-09
153	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	9.118E-14
154	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to air	kg	1.975E-11
155	OUTPUT	Emission	Air	Ag110m to water	kg	1.346E-10
156	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.104E-07
157	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	4.713E-08
158	OUTPUT	Emission	Air	Al (ind.)	kg	9.743E-09
159	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	3.926E-11
160	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	1.141E-08
161	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	4.004E-09
162	OUTPUT	Emission	Air	alpha radiation (unspecified) to water	kg	1.595E-11
163	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to air	kg	3.670E-10
164	OUTPUT	Emission	Air	Am241 to water	kg	4.849E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	1.001E-06
166	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	1.869E-18
167	OUTPUT	Emission	Air	Ar41 to air	Bq	4.286E-02
168	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	1.963E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	As (ind.)	kg	3.893E-12
170	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	2.792E-08
171	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	7.348E-10
172	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to air	kg	7.689E-11
173	OUTPUT	Emission	Air	Ba140 to water	kg	2.412E-10
174	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	7.658E-12
175	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	3.132E-14
176	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	1.034E-07
177	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	2.289E-12
178	OUTPUT	Emission	Air	beta radiation (unspecified) to air	kg	2.468E-12
179	OUTPUT	Emission	Air	Br	kg	3.207E-09
180	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.187E-08
181	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	3.218E-10
182	OUTPUT	Emission	Air	C (ind.)	kg	3.001E-08
183	OUTPUT	Emission	Air	C14 to air	Bq	2.953E-02
184	OUTPUT	Emission	Air	C14 to water	Bq	2.447E-03
185	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	4.323E-08
186	OUTPUT	Emission	Air	Ca (ind.)	kg	3.893E-08
187	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	9.029E-11
188	OUTPUT	Emission	Air	Cd (ind.)	kg	1.477E-13
189	OUTPUT	Emission	Air	Cd109 to water	kg	1.394E-12
190	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to air	kg	1.831E-12
191	OUTPUT	Emission	Air	Ce141 to water	kg	3.604E-11
192	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to air	kg	3.901E-12
193	OUTPUT	Emission	Air	Ce144 to water	Bq	1.105E-03
194	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.512E-11
195	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	3.989E-10
196	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.557E-11
197	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	3.250E-12
198	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	2.040E-12
199	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.368E-10
200	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.324E-14
201	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	5.963E-17
202	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.834E-10
203	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to air	kg	5.811E-13
204	OUTPUT	Emission	Air	Cm (alpha) to water	kg	6.422E-11
205	OUTPUT	Emission	Air	Cm242 to air	kg	1.935E-12
206	OUTPUT	Emission	Air	Cm244 to air	kg	1.761E-11
207	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	6.322E-05
208	OUTPUT	Emission	Air	Co (ind.)	kg	1.896E-13
209	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	5.323E-01
210	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to air	kg	3.386E-11

211	OUTPUT	Emission	Air	Co57 to water	kg	2.473E-10
212	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to air	kg	5.592E-13
213	OUTPUT	Emission	Air	Co58 to water	kg	2.097E-10
214	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to air	kg	8.344E-13
215	OUTPUT	Emission	Air	Co60 to water	Bq	1.070E-02
216	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	3.098E-10
217	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to continuous urban land	kg	8.650E-10
218	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	9.720E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	4.067E-10
220	OUTPUT	Emission	Air	Cr (ind.)	kg	4.849E-11
221	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to air	kg	6.946E-11
222	OUTPUT	Emission	Air	Cr51 to water	kg	5.286E-12
223	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to air	kg	1.394E-11
224	OUTPUT	Emission	Air	Cs134 to water	Bq	2.473E-03
225	OUTPUT	Emission	Air	Cs136 to water	kg	1.293E-12
226	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to air	kg	2.691E-11
227	OUTPUT	Emission	Air	Cs137 to water	Bq	2.276E-02
228	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	7.642E-10
229	OUTPUT	Emission	Air	Cu (ind.)	kg	9.480E-13
230	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.248E-03
231	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	6.616E-10
232	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	6.097E-12
233	OUTPUT	Emission	Air	dichloroethane	kg	4.137E-11
234	OUTPUT	Emission	Air	dichloromethane	kg	1.796E-12
235	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.629E-10
236	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.408E-19
237	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.483E-11
238	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.466E-04
239	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse) process	kg	1.040E-06
240	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) mobile	kg	1.394E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	dust (PM10) stationary	kg	6.029E-07
242	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	4.253E-08
243	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	2.289E-09
244	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	3.327E-09
245	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	3.996E-09
246	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	6.645E-11
247	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.065E-07
248	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	2.938E-08
249	OUTPUT	Emission	Air	Fe (ind.)	kg	1.949E-08
250	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to air	kg	7.645E-13
251	OUTPUT	Emission	Air	Fe59 to water	kg	4.268E-12
252	OUTPUT	Emission	Air	Fission and activation products (RA) to water	kg	1.450E-10
253	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.495E-11
254	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	7.424E-15
255	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	7.590E-18
256	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	1.265E-08
257	OUTPUT	Emission	Air	H2	kg	4.403E-07
258	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	3.871E-07
259	OUTPUT	Emission	Air	H3 to air	Bq	3.045E-01
260	OUTPUT	Emission	Air	H3 to water	Bq	7.252E+01
261	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.252E-14
262	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	5.922E-11
263	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-21	kg	1.385E-11
264	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	3.574E-12
265	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	6.309E-07
266	OUTPUT	Emission	Air	He	kg	9.639E-09
267	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	6.903E-03
268	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	2.702E-06
269	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	5.295E-04
270	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	2.816E-09
271	OUTPUT	Emission	Air	hexachlorobenzene	kg	2.311E-15
272	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	5.891E-09
273	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	6.839E-08
274	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	1.442E-10
275	OUTPUT	Emission	Air	Hg (ind.)	kg	2.814E-14
276	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.349E-19
277	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	1.400E-09
278	OUTPUT	Emission	Air	I129 to air	kg	1.049E-10
279	OUTPUT	Emission	Air	I129 to water	Bq	6.990E-03
280	OUTPUT	Emission	Air	I131 to air	kg	1.162E-11
281	OUTPUT	Emission	Air	I131 to water	kg	4.631E-12

282	OUTPUT	Emission	Air	I133 to air	kg	6.510E-12
283	OUTPUT	Emission	Air	I133 to water	kg	1.101E-12
284	OUTPUT	Emission	Air	I135 to air	kg	9.786E-12
285	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	7.254E-09
286	OUTPUT	Emission	Air	K40 to air	kg	5.505E-11
287	OUTPUT	Emission	Air	K40 to water	kg	1.756E-10
288	OUTPUT	Emission	Air	Kr85 to air	Bq	1.804E+03
289	OUTPUT	Emission	Air	Kr85m to air	Bq	2.132E-03
290	OUTPUT	Emission	Air	Kr87 to air	Bq	9.524E-04
291	OUTPUT	Emission	Air	Kr88 to air	Bq	8.519E-02
292	OUTPUT	Emission	Air	Kr89 to air	Bq	6.684E-04
293	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.094E-11
294	OUTPUT	Emission	Air	La140 to air	kg	4.893E-11
295	OUTPUT	Emission	Air	La140 to water	kg	4.980E-11
296	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-III	kg	1.193E-10
297	OUTPUT	Emission	Air	land use (sea floor) II-IV	kg	1.228E-11
298	OUTPUT	Emission	Air	land use II-III	kg	2.145E-13
299	OUTPUT	Emission	Air	land use III-IV	kg	1.538E-11
300	OUTPUT	Emission	Air	land use II-IV	kg	1.324E-10
301	OUTPUT	Emission	Air	land use IV-IV	kg	7.864E-12
302	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.614E-17
303	OUTPUT	Emission	Air	metals	kg	6.407E-10
304	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	3.177E-04
305	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	2.295E-09
306	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.637E-08
307	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	5.925E-10
308	OUTPUT	Emission	Air	Mn (ind.)	kg	3.893E-10
309	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to air	kg	2.001E-11
310	OUTPUT	Emission	Air	Mn54 to water	Bq	1.643E-03
311	OUTPUT	Emission	Air	Mo	kg	1.061E-10
312	OUTPUT	Emission	Air	Mo99 to water	kg	1.686E-11
313	OUTPUT	Emission	Air	MTBE	kg	2.460E-13
314	OUTPUT	Emission	Air	N	kg	9.043E-12
315	OUTPUT	Emission	Air	N2	kg	2.595E-08
316	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	1.455E-06
317	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	7.490E-09
318	OUTPUT	Emission	Air	Na24 to water	kg	7.427E-12
319	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to air	kg	3.539E-12
320	OUTPUT	Emission	Air	Nb95 to water	kg	1.367E-10
321	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.591E-11
322	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	2.566E-09
323	OUTPUT	Emission	Air	Ni (ind.)	kg	1.424E-12
324	OUTPUT	Emission	Air	NO2	kg	1.332E-04
325	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	1.371E-06
326	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	1.411E-03
327	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to air	kg	1.922E-11
328	OUTPUT	Emission	Air	Np237 to water	kg	3.089E-12
329	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.955E-13
330	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	9.140E-10
331	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	1.118E-10
332	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	1.291E-12
333	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	7.295E-09
334	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	6.833E-10
335	OUTPUT	Emission	Air	oil (ind.)	kg	6.160E-09
336	OUTPUT	Emission	Air	oil biodegradable	kg	1.079E-10
337	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	1.326E-10
338	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to air	kg	1.166E-11
339	OUTPUT	Emission	Air	Pa234m to water	kg	2.158E-10
340	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	1.282E-10
341	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	7.140E-10
342	OUTPUT	Emission	Air	Pb (ind.)	kg	4.325E-12
343	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to air	kg	3.229E-10
344	OUTPUT	Emission	Air	Pb210 to water	kg	1.398E-10
345	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorobenzene	kg	6.204E-15
346	OUTPUT	Emission	Air	pentachlorophenol	kg	1.000E-15
347	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	2.833E-08
348	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	1.522E-09
349	OUTPUT	Emission	Air	phosphor (ind.)	kg	5.024E-10
350	OUTPUT	Emission	Air	Pm147 to air	kg	9.917E-12
351	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to air	Bq	4.806E-04
352	OUTPUT	Emission	Air	Po210 to water	kg	1.398E-10

353	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	2.570E-08
354	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	9.561E-10
355	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	1.629E-10
356	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	2.229E-11
357	OUTPUT	Emission	Air	P-tot	kg	5.068E-10
358	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to air	kg	1.166E-12
359	OUTPUT	Emission	Air	Pu alpha to water	kg	1.922E-10
360	OUTPUT	Emission	Air	Pu238 to air	kg	4.369E-11
361	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 Beta to air	kg	3.202E-11
362	OUTPUT	Emission	Air	Pu241 beta to water	Bq	4.762E-03
363	OUTPUT	Emission	Air	Ra224 to water	kg	3.482E-10
364	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to air	kg	4.155E-10
365	OUTPUT	Emission	Air	Ra226 to water	Bq	8.912E-01
366	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to air	kg	2.696E-11
367	OUTPUT	Emission	Air	Ra228 to water	Bq	6.946E-04
368	OUTPUT	Emission	Air	radio active noble gases to air	Bq	2.547E-03
369	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.314E+02
370	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to water	Bq	1.209E+00
371	OUTPUT	Emission	Air	radionuclides (mixed) to water	kg	1.044E-10
372	OUTPUT	Emission	Air	Rn220 to air	Bq	2.556E-03
373	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 (long term) to air	Bq	2.595E+03
374	OUTPUT	Emission	Air	Rn222 to air	Bq	2.818E+01
375	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to air	kg	2.001E-10
376	OUTPUT	Emission	Air	Ru103 to water	kg	8.082E-11
377	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to air	kg	1.166E-10
378	OUTPUT	Emission	Air	Ru106 to water	Bq	1.166E-02
379	OUTPUT	Emission	Air	S (ind.)	kg	5.854E-09
380	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	3.625E-11
381	OUTPUT	Emission	Air	Sb122 to water	kg	2.412E-10
382	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to air	kg	5.417E-12
383	OUTPUT	Emission	Air	Sb124 to water	kg	3.464E-11
384	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to air	kg	6.859E-13
385	OUTPUT	Emission	Air	Sb125 to water	kg	1.966E-12
386	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	7.404E-12
387	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	4.075E-10
388	OUTPUT	Emission	Air	Si	kg	1.293E-07
389	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	1.830E-08
390	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	1.622E-11
391	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	2.802E-03
392	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	9.210E-05
393	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	1.673E-03
394	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	7.485E-10
395	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to air	kg	3.499E-11
396	OUTPUT	Emission	Air	Sr89 to water	kg	5.461E-13
397	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to air	kg	1.922E-11
398	OUTPUT	Emission	Air	Sr90 to water	Bq	2.329E-03
399	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.437E-17
400	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to air	kg	8.170E-13
401	OUTPUT	Emission	Air	Tc99 to water	Bq	1.223E-03
402	OUTPUT	Emission	Air	Tc99m to water	kg	1.136E-10
403	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to air	kg	8.781E-11
404	OUTPUT	Emission	Air	Te123m to water	kg	1.018E-11
405	OUTPUT	Emission	Air	Te132 to water	kg	4.168E-12
406	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	3.489E-13
407	OUTPUT	Emission	Air	tetrachloromethane	kg	1.005E-11
408	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	2.109E-11
409	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to air	kg	2.281E-11
410	OUTPUT	Emission	Air	Th228 to water	Bq	1.394E-03
411	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to air	kg	1.298E-10
412	OUTPUT	Emission	Air	Th230 to water	Bq	3.377E-02
413	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to air	kg	1.446E-11
414	OUTPUT	Emission	Air	Th232 to water	kg	3.272E-11
415	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to air	kg	1.166E-11
416	OUTPUT	Emission	Air	Th234 to water	kg	2.180E-10
417	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	9.349E-19
418	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.145E-09
419	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	4.544E-12
420	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	2.446E-07
421	OUTPUT	Emission	Air	trichloromethane	kg	1.092E-12
422	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	1.663E-11
423	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to air	kg	4.177E-10

424	OUTPUT	Emission	Air	U alpha to water	Bq	1.411E-02
425	OUTPUT	Emission	Air	U234 to air	kg	1.398E-10
426	OUTPUT	Emission	Air	U234 to water	kg	2.888E-10
427	OUTPUT	Emission	Air	U235 to air	kg	6.772E-12
428	OUTPUT	Emission	Air	U235 to water	kg	4.299E-10
429	OUTPUT	Emission	Air	U238 to air	kg	1.791E-10
430	OUTPUT	Emission	Air	U238 to water	Bq	7.296E-04
431	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	8.496E-09
432	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	2.538E-05
433	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	8.138E-12
434	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.542E-05
435	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to air	MJ	4.544E-02
436	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to soil	MJ	1.276E-04
437	OUTPUT	Emission	Air	waste heat to water	MJ	4.937E-04
438	OUTPUT	Emission	Air	Xe131m to air	Bq	4.413E-03
439	OUTPUT	Emission	Air	Xe133 to air	Bq	1.298E+00
440	OUTPUT	Emission	Air	Xe133m to air	Bq	6.510E-04
441	OUTPUT	Emission	Air	Xe135 to air	Bq	2.211E-01
442	OUTPUT	Emission	Air	Xe135m to air	Bq	2.180E-02
443	OUTPUT	Emission	Air	Xe137 to air	Bq	5.417E-04
444	OUTPUT	Emission	Air	Xe138 to air	Bq	5.898E-03
445	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	1.707E-08
446	OUTPUT	Emission	Air	Y90 to water	kg	2.783E-11
447	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	9.461E-08
448	OUTPUT	Emission	Air	Zn (ind.)	kg	1.555E-10
449	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to air	kg	8.607E-11
450	OUTPUT	Emission	Air	Zn65 to water	kg	1.568E-11
451	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.356E-12
452	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to air	kg	1.280E-12
453	OUTPUT	Emission	Air	Zr95 to water	kg	9.917E-11
454	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	4.566E-08
455	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.309E-05
456	OUTPUT	Emission	Water	1,1,1-trichloroethane	kg	3.347E-15
457	OUTPUT	Emission	Water	acenaphthylene	kg	2.014E-10
458	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	1.966E-10
459	OUTPUT	Emission	Water	acids (unspecified)	kg	2.110E-10
460	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	5.500E-12
461	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	2.204E-06
462	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	1.060E-09
463	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	9.730E-11
464	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.654E-07
465	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.984E-11
466	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	2.567E-09
467	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	2.137E-09
468	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	1.217E-07
469	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.046E-07
470	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	1.679E-12
471	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	1.077E-09
472	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.308E-06
473	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	3.440E-07
474	OUTPUT	Emission	Water	calcium ions	kg	1.197E-06
475	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.504E-15
476	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.263E-09
477	OUTPUT	Emission	Water	chlorinated solvents (unspec.)	kg	8.170E-13
478	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.102E-20
479	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	3.883E-14
480	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	2.102E-11
481	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	1.168E-03
482	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	2.510E-09
483	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	1.282E-05
484	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	6.085E-08
485	OUTPUT	Emission	Water	Cr (III)	kg	9.043E-09
486	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.714E-12
487	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	1.431E-10
488	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	8.014E-12
489	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	6.393E-09
490	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	2.460E-06
491	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	5.195E-09
492	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	1.301E-12
493	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	3.116E-10
494	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	3.382E-15

495	OUTPUT	Emission	Water	di(2-ethylhexyl)phthalate	kg	1.909E-15
496	OUTPUT	Emission	Water	dibutyl p-phthalate	kg	2.036E-14
497	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	2.251E-11
498	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	7.042E-11
499	OUTPUT	Emission	Water	dimethyl p-phthalate	kg	1.284E-13
500	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.093E-13
501	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	1.831E-09
502	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.780E-03
503	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	2.206E-05
504	OUTPUT	Emission	Water	DOC	kg	1.416E-09
505	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	1.914E-10
506	OUTPUT	Emission	Water	fats/oils	kg	1.302E-07
507	OUTPUT	Emission	Water	fatty acids as C	kg	3.552E-08
508	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	1.771E-06
509	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	6.400E-07
510	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.833E-13
511	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	1.338E-13
512	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	2.524E-11
513	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.336E-07
514	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	7.258E-11
515	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	7.524E-14
516	OUTPUT	Emission	Water	hexachloroethane	kg	4.718E-16
517	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.147E-11
518	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	9.199E-09
519	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.233E-15
520	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.267E-22
521	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	7.839E-10
522	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	4.164E-07
523	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.287E-13
524	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.187E-07
525	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.193E-07
526	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	6.921E-15
527	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.209E-12
528	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	1.069E-06
529	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	1.031E-07
530	OUTPUT	Emission	Water	Mo	kg	4.305E-09
531	OUTPUT	Emission	Water	MTBE	kg	2.202E-14
532	OUTPUT	Emission	Water	N organically bound	kg	9.349E-10
533	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	3.828E-06
534	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.644E-12
535	OUTPUT	Emission	Water	NH3	kg	1.158E-06
536	OUTPUT	Emission	Water	NH3 (as N)	kg	1.769E-08
537	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.034E-12
538	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	1.585E-08
539	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	1.861E-07
540	OUTPUT	Emission	Water	nitrite	kg	1.874E-09
541	OUTPUT	Emission	Water	N-tot	kg	1.291E-07
542	OUTPUT	Emission	Water	OCl-	kg	7.733E-09
543	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	1.224E-10
544	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	7.383E-09
545	OUTPUT	Emission	Water	P-compounds	kg	5.898E-12
546	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	2.263E-08
547	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	7.883E-08
548	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	2.006E-09
549	OUTPUT	Emission	Water	Ru	kg	7.078E-11
550	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.749E-11
551	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	2.498E-06
552	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.956E-11
553	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	6.440E-09
554	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	3.705E-10
555	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	1.378E-11
556	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	9.557E-10
557	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	2.045E-07
558	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	1.181E-07
559	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	2.866E-06
560	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	6.519E-12
561	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	5.022E-16
562	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	2.702E-04
563	OUTPUT	Emission	Water	sulphide	kg	2.320E-10
564	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloroethene	kg	5.636E-14
565	OUTPUT	Emission	Water	tetrachloromethane	kg	8.563E-14

566	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.119E-21
567	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	7.549E-08
568	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.785E-07
569	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	9.320E-10
570	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.074E-11
571	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	3.758E-12
572	OUTPUT	Emission	Water	trichloromethane	kg	1.302E-11
573	OUTPUT	Emission	Water	triethylene glycol	kg	1.416E-09
574	OUTPUT	Emission	Water	undissolved substances	kg	5.811E-07
575	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	6.676E-09
576	OUTPUT	Emission	Water	vinyl chloride	kg	1.595E-14
577	OUTPUT	Emission	Water	VOC as C	kg	2.438E-09
578	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	4.582E-11
579	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.706E-03
580	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	1.494E-04
581	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	8.669E-10
582	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	4.788E-08
583	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	8.965E-05
584	OUTPUT	Waste	Technosphere	Fly ash	kg	3.051E-02
585	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.185E-02
586	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.560E-06
587	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	2.564E-13
588	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.221E-01
589	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.788E-07
590	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.389E-05
591	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	5.767E-11
592	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	5.138E-06
593	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	5.937E-05
594	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	4.034E-02
595	OUTPUT	Waste	Technosphere	waste molding sand	kg	2.097E+00
596	OUTPUT	Product	Technosphere	Mono Link	kg	1.000E+00

부록 1-2. Mild 구체 LCI DB

Mild Car-Body LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	7.908E-02
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	6.807E-06
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.735E-04
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.081E-07
5	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.787E-03
6	INPUT	Resource	Soil	Aluminium scrap	kg	4.027E-01
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	7.521E-11
8	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	1.720E-12
9	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	1.383E-09
10	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.219E-03
11	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	1.721E+00
12	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	8.499E-05
13	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	7.175E-08
14	INPUT	Resource	Soil	Boron(B)	kg	5.074E-07
15	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	4.172E-04
16	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	4.333E-09
17	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	2.698E-05
18	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	5.976E-07
19	INPUT	Resource	Soil	Chalk	kg	7.981E-15
20	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.055E-05
21	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	1.020E+01
22	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	4.794E-06
23	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.395E-10
24	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.35%)	kg	2.679E-05
25	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	1.391E-05
26	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	1.669E-05
27	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	2.000E+00
28	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.851E-03
29	INPUT	Resource	Soil	Dos oil	kg	7.568E-09
30	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	1.650E-10
31	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	2.364E-05
32	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	5.760E-03
33	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	8.973E-03
34	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	1.611E-07
35	INPUT	Resource	Soil	Graphite	kg	7.966E-05
36	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	2.340E-08
37	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	5.304E-01
38	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	7.518E-02
39	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.005E-12
40	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	2.711E-08
41	INPUT	Resource	Soil	Iron oxide	kg	8.490E-10
42	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	5.985E-06
43	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	4.255E-03
44	INPUT	Resource	Soil	Kraft paper	kg	3.978E-08
45	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.998E-10
46	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	1.160E-11
47	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	4.680E-08
48	INPUT	Resource	Soil	Light fuel oil	kg	9.612E-14
49	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	2.131E-05
50	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	8.117E-02
51	INPUT	Resource	Soil	Magnesium ore	kg	2.976E-05
52	INPUT	Resource	Soil	magnesium scrap	kg	6.777E-06
53	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	1.936E-04
54	INPUT	Resource	Soil	Naphtha	kg	1.557E-03
55	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	9.301E-07
56	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	6.119E-06
57	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	1.126E+01
58	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	2.788E-03
59	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.212E-11
60	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	5.857E-06
61	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.361E-06
62	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	5.463E-03

63	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	1.006E-07
64	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.815E-03
65	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	1.115E-03
66	INPUT	Resource	Soil	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.606E-10
67	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.287E-03
68	INPUT	Resource	Soil	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	5.068E-14
69	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	1.314E-08
70	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	6.227E-02
71	INPUT	Resource	Soil	Softwood	kg	1.867E-12
72	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	5.000E-06
73	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	1.975E-04
74	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	2.210E-07
75	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	2.537E-06
76	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	1.097E-05
77	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	9.040E-06
78	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	7.315E-04
79	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	1.864E-01
80	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.094E-04
81	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.938E-10
82	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.235E-11
83	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	4.402E-05
84	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore(sulphide)	kg	6.495E-22
85	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	2.789E-05
86	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.091E+00
87	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	kg	4.782E-06
88	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.333E-04
89	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	1.034E-11
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Aliphatics	kg	1.393E-08
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	3.653E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Alum	kg	4.618E-06
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	4.181E-08
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	9.802E-03
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	5.910E-12
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	1.597E-05
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	1.924E-09
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	1.182E-06
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Boric acid	kg	2.458E-08
100	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	1.148E-05
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	1.573E-04
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	5.155E-08
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	6.464E-04
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.551E-10
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	7.463E-06
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	7.045E-07
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard(packaging)	kg	5.498E-06
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.009E-10
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(99.999%; electrolyte copper)	kg	6.055E-10
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.034E-11
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Disodiumphosphate	kg	2.048E-10
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	2.884E-09
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	2.331E-05
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	9.600E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	1.411E-02
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	4.054E-07
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	4.166E-03
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	4.698E-04
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	9.652E-04
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	2.811E-05
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	2.603E-07
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	1.279E-06
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	1.532E-05
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	2.333E-06
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	1.029E-05
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	7.735E-07
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	4.871E-04
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	2.644E-06

129	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	2.051E-03
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.073E-07
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydregen sulfide	kg	1.680E-10
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrochloric acid(20%, recycled)	kg	2.176E-06
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.309E-07
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	2.513E-12
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	2.758E-05
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	1.246E-11
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	1.949E-10
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	7.050E-05
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Hypochloric acid(HCl,12.5%)	kg	1.695E-08
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	1.198E-04
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	6.397E-07
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper	kg	3.207E-09
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	5.299E-08
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	2.840E-10
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	3.025E-06
146	INPUT	Raw material	Technosphere	Methanol(CH3OH)	kg	6.852E-11
147	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	4.689E-05
148	INPUT	Raw material	Technosphere	Na2S2CO3	kg	1.392E-11
149	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	3.653E-05
150	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woodfree coated(t94)	kg	2.238E-08
151	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woody coated(t94)	kg	2.669E-06
152	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	4.917E-07
153	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.520E-05
154	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	6.698E-04
155	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	2.979E-05
156	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium sulfate	kg	1.161E-07
157	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	4.332E-08
158	INPUT	Raw material	Technosphere	Potasium carbonate	kg	2.740E-07
159	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	1.307E-12
160	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	5.674E-09
161	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	8.192E-09
162	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	2.495E-05
163	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	9.504E-05
164	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	9.974E-09
165	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	2.915E-05
166	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	3.475E-06
167	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	1.882E-05
168	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	6.504E-15
169	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	2.212E-04
170	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	4.299E-08
171	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	7.584E-08
172	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	5.392E-05
173	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium orthosilicate	kg	1.735E-05
174	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	2.459E-12
175	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	2.806E-05
176	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfide	kg	7.139E-06
177	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	7.530E-08
178	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium thiosulfate	kg	1.182E-07
179	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	2.542E-02
180	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.027E-05
181	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	9.536E-11
182	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	1.203E-11
183	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	7.733E-09
184	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	1.044E-04
185	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	1.641E-05
186	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.968E-06
187	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.829E-08
188	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	4.593E-06
189	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	4.451E-05
190	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	9.688E-07
191	INPUT	Raw material	Technosphere	Trisodiumphosphate	kg	9.047E-10
192	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	3.730E-03
193	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.276E-02
194	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	9.804E-06

195	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	7.311E-04
196	INPUT	Raw material	Technosphere	Zinc oxide	kg	5.177E-07
197	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	4.811E-07
198	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	2.894E-13
199	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	9.109E-06
200	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	1.502E-08
201	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	3.251E-08
202	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	1.719E-02
203	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	1.901E-09
204	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	7.381E-07
205	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	1.356E-07
206	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	7.036E-08
207	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	3.817E-08
208	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	1.059E-06
209	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	6.718E-05
210	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	6.052E-11
211	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	3.392E-12
212	OUTPUT	Emission	Air	Aromates(C9-C10)	kg	9.286E-12
213	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	4.172E-08
214	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.414E-08
215	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	7.630E-07
216	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	4.499E-15
217	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	3.310E-06
218	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	2.824E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.324E-10
220	OUTPUT	Emission	Air	Bismuth(Bi)	kg	9.144E-11
221	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	8.999E-07
222	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	1.317E-10

부록 1-3. SUS 구체 LCI DB

SUS Car-Body LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	6.069E+00
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.056E-01
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.163E-06
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	5.144E-02
5	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	3.327E+01
6	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.640E+00
7	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	3.408E+01
8	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	3.497E-01
9	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	5.454E-06
10	INPUT	Resource	Soil	Bleach(NaClO)	kg	6.352E-11
11	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	3.450E-02
12	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	1.024E+00
13	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	6.638E-08
14	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	8.732E-04
15	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	8.644E+02
16	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	1.734E-01
17	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	8.076E-02
18	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	6.335E-01
19	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	5.022E+02
20	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	6.309E+01
21	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	3.741E-15
22	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	7.686E-01
23	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	1.197E+00
24	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	1.121E+01
25	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	1.400E-14
26	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.434E+03
27	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	4.886E+01
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	3.371E-12
29	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	2.647E-04
30	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	2.272E-01
31	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	1.018E+00
32	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	3.481E-01
33	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	7.314E-16
34	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	2.780E-14
35	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	5.136E-02
36	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	1.375E+01
37	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	8.945E-02
38	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	3.530E-02
39	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	3.698E-05
40	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	3.222E+02
41	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	1.057E+02
42	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	3.559E-14
43	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	6.820E-01
44	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	1.927E+01
45	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	2.166E-04
46	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	1.896E+01
47	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	1.488E-01
48	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.649E+00
49	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.895E+02
50	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	3.750E-07
51	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	2.953E-05
52	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	4.144E-01
53	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	2.408E-04
54	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	8.424E-02
55	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	3.807E+00
56	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	2.327E-14
57	INPUT	Resource	Water	Water	kg	3.752E+02
58	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	6.216E+01
59	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.585E+00
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	5.675E-02
61	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	3.713E+02

62	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	2.432E-07
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	5.776E-04
64	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	1.054E-02
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	4.487E-02
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	2.095E-02
67	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	4.640E-05
68	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	2.607E+00
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	1.010E-03
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	2.674E-02
71	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	8.956E-03
72	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil IDEMAT	kg	2.713E+01
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	1.095E-04
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	2.534E-08
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	1.280E-01
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	5.356E+02
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	5.684E-02
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	1.574E+02
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	1.783E+01
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	3.664E+01
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	1.067E+00
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	3.458E-08
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	1.704E-07
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	5.813E-01
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	3.125E-04
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	1.370E-03
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	1.044E-07
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	1.849E+01
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	3.527E-07
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	2.733E-01
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.167E-03
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.271E-06
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	2.676E+00
94	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	5.268E-03
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	9.935E-04
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	2.011E-03
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	3.506E-01
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	1.771E+00
99	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (feedstock)	m3	1.322E+01
100	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (vol)	m3	3.440E+00
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	1.729E-02
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	1.866E-02
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.322E-04
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	8.926E-02
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	2.397E+00
106	INPUT	Raw material	Technosphere	process water	m3	2.102E-02
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	3.325E-03
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	1.267E-02
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	8.903E-13
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.096E+00
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	4.273E-02
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	5.894E-07
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	2.246E-05
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	7.778E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	2.047E+00
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfide	kg	2.710E-01
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	9.682E-04
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	9.645E+02
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	4.947E-07
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	3.962E+00
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	2.201E-03
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	6.708E-01
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	8.031E-03
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	1.067E-05
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.111E+01

126	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	3.721E-01
127	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	1.449E+00
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	2.775E+01
129	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.088E-04
130	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	1.065E-08
131	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	2.207E-03
132	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	4.846E-04
133	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.028E-03
134	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	6.395E+02
135	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	8.558E-07
136	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	1.006E-02
137	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	3.635E-03
138	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.552E-03
139	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.447E-03
140	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	3.957E-02
141	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	2.447E-02
142	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	3.428E-09
143	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	6.195E-08
144	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	9.573E-04
145	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.748E-04
146	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.148E-03
147	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	2.078E-12
148	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	4.634E-03
149	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	2.110E-06
150	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.593E-08
151	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.020E-02
152	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	3.373E-06
153	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	1.386E-03
154	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	8.209E-08
155	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	1.951E-04
156	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	1.548E-02
157	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.378E+04
158	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	5.773E-06
159	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	7.660E+01
160	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	4.586E-06
161	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.071E-04
162	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	9.866E-07
163	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	6.193E-07
164	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.869E-04
165	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	2.287E-05
166	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	2.059E-06
167	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	2.249E-04
168	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	2.613E-04
169	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	2.184E-07
170	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	4.724E-02
171	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	3.831E-10
172	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	3.140E-05
173	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	5.633E+00
174	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	6.578E-03
175	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	2.063E-03
176	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.073E-03
177	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.447E-03
178	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	4.334E+01
179	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	7.540E-03
180	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	2.748E-04
181	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	2.907E-05
182	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.155E-05
183	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.087E-10
184	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	8.394E-05
185	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.319E-07
186	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	3.967E-03
187	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	7.787E+00
188	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.858E-01
189	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.130E-08

190	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	3.844E-02
191	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	3.597E-03
192	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	4.580E-03
193	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	5.423E-02
194	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	4.324E-08
195	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	8.453E-04
196	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.373E-02
197	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	5.707E-04
198	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	5.159E-05
199	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	3.722E-04
200	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	7.702E+00
201	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	3.125E-03
202	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.255E-04
203	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	3.099E-03
204	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	2.266E-07
205	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	2.865E-02
206	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	7.001E-03
207	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.401E+02
208	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	4.630E-03
209	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	5.833E-01
210	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	2.687E+01
211	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	3.278E-05
212	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	1.467E-06
213	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	8.093E-05
214	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	2.078E-09
215	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	3.370E-10
216	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	1.443E-05
217	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	6.513E-03
218	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	4.307E-03
219	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	8.729E-07
220	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	4.068E-07
221	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	2.379E-08
222	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	1.866E-06
223	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	7.992E-02
224	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	1.308E-06
225	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	7.441E-04
226	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	3.091E+02
227	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	1.246E+01
228	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	4.035E-05
229	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	9.947E-05
230	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	4.499E-07
231	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.714E-09
232	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.227E-07
233	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.499E-03
234	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	3.591E-03
235	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	1.615E-02
236	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	8.305E+02
237	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.556E-01
238	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	6.561E-01
239	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	5.804E-03
240	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	2.105E-03
241	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	3.598E-01
242	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	2.052E-04
243	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.215E-03
244	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	1.126E-04
245	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	5.813E-01
246	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.211E-02
247	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	3.166E-03
248	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	4.845E-05
249	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	5.718E-03
250	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	1.146E-03
251	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	6.865E-02
252	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.891E-01
253	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	2.041E-03

254	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	1.967E-09
255	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	5.186E+01
256	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	9.324E-04
257	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	6.825E-05
258	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	8.356E-01
259	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	2.760E-06
260	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	2.233E+01
261	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	5.137E-02
262	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	9.835E-17
263	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	7.025E-05
264	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	5.575E-03
265	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	1.627E-05
266	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	8.071E-04
267	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	1.453E-03
268	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	6.950E+01
269	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	4.354E-03
270	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	2.021E-04
271	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	5.030E-01
272	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	1.037E-01
273	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	7.075E-05
274	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.466E+01
275	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	3.668E-04
276	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	3.573E-02
277	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	3.159E-03
278	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	6.236E-08
279	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	2.634E-05
280	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	2.963E-05
281	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	2.349E-03
282	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.721E+03
283	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	7.340E-15
284	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	4.891E-01
285	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	3.334E-03
286	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	4.403E-06
287	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	4.626E-01
288	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.350E-02
289	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	3.061E-07
290	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	2.931E-04
291	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	3.027E-03
292	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	2.041E-04
293	OUTPUT	Emission	Water	Methyl chloride	kg	1.228E-04
294	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	4.770E-09
295	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	1.828E-03
296	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	3.657E-03
297	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	3.939E-04
298	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	6.702E-03
299	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	4.054E-02
300	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	5.016E-04
301	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	1.265E-02
302	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	1.141E-01
303	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	7.226E-04
304	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.133E-03
305	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	3.520E-02
306	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	1.113E-07
307	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	2.123E-01
308	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	3.190E-01
309	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	1.918E-05
310	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	4.700E-02
311	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	2.763E-03
312	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	3.643E-06
313	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.152E-05
314	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.775E-03
315	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	4.161E+00
316	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	7.549E+01
317	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	7.368E-02

318	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	6.382E+00
319	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	9.512E-04
320	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	2.939E-04
321	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	1.329E-06
322	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	2.978E-06
323	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.806E-13
324	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	5.332E-11
325	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	3.275E-02
326	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.709E-01
327	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.668E-03
328	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	6.771E-04
329	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	2.857E-03
330	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	7.900E+00
331	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	6.584E-03
332	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	8.510E-03
333	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	6.763E+01
334	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.349E-02
335	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.237E+03
336	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	7.283E+02
337	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	3.161E-03
338	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	1.317E-02
339	OUTPUT	Waste	Technosphere	stainless steel scrap	kg	6.067E+02
340	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	7.666E+03
341	OUTPUT	Product	Technosphere	구체(SUS)	kg	8.946E+03

부록 1-3-1. Inside Frame LCI DB

Inside frame LCI DB

번호	방향	그룹	환경	영칭	기호/영칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	7.520E-04
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.190E-05
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.312E-10
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.172E-04
5	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	7.251E-03
6	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.864E-04
7	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	3.965E-03
8	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	3.959E-05
9	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	1.273E-09
10	INPUT	Resource	Soil	Bleach(NaClO)	kg	1.447E-13
11	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	8.049E-06
12	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	1.154E-04
13	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.512E-10
14	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	2.013E-07
15	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	2.034E-01
16	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	1.960E-05
17	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	1.249E-05
18	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	7.138E-05
19	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	7.058E-02
20	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	8.027E-03
21	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.522E-18
22	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	1.751E-03
23	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	2.728E-03
24	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.190E-17
25	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.724E-01
26	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	3.349E-02
27	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	7.678E-15
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	2.985E-08
29	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	2.560E-05
30	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	2.320E-03
31	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	1.666E-18
32	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	6.332E-17
33	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	1.170E-04
34	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	6.954E-03
35	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	6.552E-05
36	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	3.978E-06
37	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	8.424E-08
38	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	5.022E-02
39	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	1.191E-02
40	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.108E-17
41	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	1.554E-03
42	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	2.593E-08
43	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	2.305E-03
44	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	3.391E-04
45	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.984E-04
46	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	2.145E-02
47	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	6.707E-11
48	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	6.728E-08
49	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	4.670E-05
50	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	3.536E-08
51	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	1.688E-05
52	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	4.298E-04
53	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	5.302E-17
54	INPUT	Resource	Water	Water	kg	5.500E-01
55	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	1.416E-01
56	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.613E-04
57	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	6.393E-06
58	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	4.184E-02
59	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	5.541E-10
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	6.508E-08
61	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	2.400E-05

62	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	5.055E-06
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	4.772E-05
64	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	1.057E-07
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	2.937E-04
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	2.300E-06
67	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	3.013E-06
68	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	2.040E-05
69	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil IDEMAT	kg	6.180E-02
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	1.233E-08
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	5.773E-11
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	2.916E-04
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	6.034E-02
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	1.295E-04
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	1.774E-02
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	2.009E-03
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	4.128E-03
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	1.202E-04
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	7.878E-11
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	3.881E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	6.550E-05
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	7.118E-07
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	3.120E-06
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	2.379E-10
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	2.083E-03
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	8.034E-10
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	6.225E-04
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.315E-07
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	5.174E-09
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	3.015E-04
91	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	1.200E-05
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	7.204E-07
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	2.266E-07
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	5.500E-04
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	2.008E-04
96	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (feedstock)	m3	3.012E-02
97	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas (vol)	m3	7.836E-03
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	1.256E-05
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	2.103E-06
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	9.588E-08
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	2.033E-04
102	INPUT	Raw material	Technosphere	process water	m3	4.788E-05
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	7.575E-06
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	2.886E-05
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.028E-15
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.235E-04
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	4.815E-06
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	1.343E-09
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	5.117E-08
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	9.022E-08
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	2.306E-04
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfide	kg	3.053E-05
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.091E-07
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.087E-01
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.127E-09
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	4.464E-04
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	5.014E-06
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	7.639E-05
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	1.127E-06
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.431E-08
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.412E-03
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	4.193E-05
123	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	3.300E-03
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	3.126E-03
125	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.668E-08

126	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	1.203E-12
127	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	3.394E-07
128	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	5.523E-08
129	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.159E-07
130	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.205E-02
131	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	6.265E-10
132	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	1.242E-06
133	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	4.211E-07
134	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.883E-07
135	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.630E-07
136	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	4.463E-06
137	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	3.848E-06
138	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	3.863E-13
139	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	6.982E-12
140	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.080E-07
141	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.971E-08
142	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.304E-07
143	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	1.520E-15
144	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	5.225E-07
145	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	2.382E-10
146	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.796E-12
147	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.153E-06
148	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	3.800E-10
149	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	1.565E-07
150	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	9.249E-12
151	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	2.198E-08
152	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	1.749E-06
153	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	6.504E-10
154	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	5.167E-10
155	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.207E-08
156	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	1.112E-10
157	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	6.978E-11
158	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.623E-08
159	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	2.576E-09
160	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	3.553E-10
161	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	2.534E-08
162	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	8.911E-03
163	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	1.905E+00
164	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	2.944E-08
165	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	4.974E-10
166	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	5.323E-06
167	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.319E-14
168	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	7.151E-08
169	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	8.270E-04
170	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	7.502E-07
171	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	2.328E-07
172	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.340E-07
173	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.630E-07
174	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	4.962E-03
175	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	8.996E-07
176	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	3.733E-08
177	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	3.275E-09
178	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.449E-09
179	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	2.067E-14
180	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	9.483E-09
181	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.487E-11
182	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	4.529E-07
183	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	1.651E-03
184	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	4.442E-05
185	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.273E-12
186	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	4.418E-06
187	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	5.951E-07
188	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	7.328E-07
189	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	6.113E-06

190	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	4.873E-12
191	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	9.532E-08
192	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.548E-06
193	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	6.437E-08
194	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	5.813E-09
195	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	4.199E-08
196	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	1.432E-03
197	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	3.523E-07
198	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.414E-08
199	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	3.538E-07
200	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	2.554E-11
201	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	3.229E-06
202	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.668E-02
203	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	5.216E-07
204	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	6.689E-05
205	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	3.290E-03
206	OUTPUT	Emission	Air	NOx (as NO2)	kg	1.573E-05
207	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	3.718E-09
208	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	3.342E-09
209	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	9.119E-09
210	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	2.341E-13
211	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	3.797E-14
212	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	2.646E-09
213	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	7.346E-07
214	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	4.914E-07
215	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	9.836E-11
216	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	4.624E-11
217	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	3.386E-12
218	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	2.555E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	9.022E-06
220	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	9.574E-10
221	OUTPUT	Emission	Air	SOx (as SO2)	kg	3.493E-02
222	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	8.391E-08
223	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	2.370E-03
224	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	4.546E-09
225	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	5.069E-11
226	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.932E-13
227	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.538E-11
228	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.691E-07
229	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	4.051E-07
230	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	1.820E-06
231	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	2.736E-01
232	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	2.807E-05
233	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	7.392E-05
234	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	6.557E-07
235	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	3.002E-07
236	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.049E-04
237	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	2.547E-08
238	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.370E-07
239	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	1.270E-08
240	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	6.623E-05
241	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.973E-06
242	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	5.353E-07
243	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	5.464E-09
244	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	6.444E-07
245	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	1.294E-07
246	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	7.747E-06
247	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	2.132E-05
248	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	2.313E-07
249	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	2.216E-13
250	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	5.844E-03
251	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	1.053E-07
252	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	8.497E-09
253	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	9.591E-05

254	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	3.110E-10
255	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	3.299E-03
256	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	5.788E-06
257	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.108E-20
258	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	7.916E-09
259	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	6.293E-07
260	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	1.840E-09
261	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	1.294E-07
262	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	1.640E-07
263	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	7.838E-03
264	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	4.913E-07
265	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	2.342E-08
266	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	5.824E-04
267	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	1.169E-05
268	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	1.250E-08
269	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	4.649E-03
270	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	4.156E-08
271	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	4.614E-06
272	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	3.560E-07
273	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	7.039E-12
274	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	6.000E-08
275	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	3.343E-09
276	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	1.406E-06
277	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.939E-01
278	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	8.269E-19
279	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	5.546E-05
280	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	3.764E-07
281	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	5.247E-10
282	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	5.242E-05
283	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.575E-06
284	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	4.273E-11
285	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	6.000E-08
286	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	3.526E-07
287	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	2.300E-08
288	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	1.402E-08
289	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	2.064E-07
290	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.124E-07
291	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	4.442E-08
292	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	7.621E-07
293	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	4.790E-06
294	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	5.675E-08
295	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	1.471E-06
296	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	8.231E-08
297	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.431E-07
298	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	3.976E-06
299	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	2.535E-10
300	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	2.425E-05
301	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	4.368E-08
302	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	5.300E-06
303	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	3.119E-07
304	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	4.165E-10
305	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.298E-09
306	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	3.375E-07
307	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	4.706E-04
308	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	8.521E-03
309	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	8.405E-06
310	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	8.987E-04
311	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	1.503E-06
312	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	3.321E-08
313	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	3.815E-10
314	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	2.035E-17
315	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	6.008E-15
316	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	3.696E-06
317	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	3.063E-05

318	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.889E-07
319	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	3.225E-07
320	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.213E-03
321	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	7.504E-07
322	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	5.492E-06
323	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.897E-02
324	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	2.566E-06
325	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.853E-01
326	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	8.597E-02
327	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	7.200E-06
328	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	3.000E-05
329	OUTPUT	Waste	Technosphere	stainless steel scrap	kg	1.000E-01
330	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.908E-01
331	OUTPUT	Product	Technosphere	inside frame	kg	1.000E+00

부록 1-3-2. Roof Frame LCI DB

Roof frame LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	7.907E-04
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.383E-05
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.523E-10
4	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	8.393E-03
5	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	2.147E-04
6	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	4.456E-03
7	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	4.578E-05
8	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	4.284E-12
9	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	2.709E-08
10	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	1.341E-04
11	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	6.868E-10
12	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	7.537E-04
13	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	2.270E-05
14	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	1.037E-05
15	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	8.296E-05
16	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	5.179E-02
17	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	8.206E-03
18	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.872E-01
19	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	4.706E-03
20	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	3.467E-08
21	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	2.975E-05
22	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	4.292E-11
23	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	1.474E-03
24	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	8.361E-06
25	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	4.623E-06
26	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.777E-02
27	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	1.385E-02
28	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	2.827E-08
29	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	2.473E-03
30	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.066E-04
31	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	2.482E-02
32	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	4.761E-11
33	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	5.427E-05
34	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	3.103E-08
35	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	3.154E-06
36	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	4.984E-04
37	INPUT	Resource	Water	Water	kg	5.901E-03
38	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	6.524E-04
39	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	7.431E-06
40	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	4.862E-02
41	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	7.564E-08
42	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	5.876E-06
43	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	3.414E-04
44	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	3.502E-06
45	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	1.434E-08
46	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	7.013E-02
47	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	2.061E-02
48	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	2.335E-03
49	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	4.798E-03
50	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	1.397E-04
51	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	7.613E-05
52	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	2.421E-03
53	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.528E-07
54	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	3.504E-04
55	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	9.331E-08
56	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	2.634E-07
57	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	1.504E-05
58	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	2.319E-04
59	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	1.623E-06
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	2.444E-06
61	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.241E-08

62	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.435E-04
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	5.596E-06
64	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	1.017E-07
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	2.680E-04
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfide	kg	3.548E-05
67	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.268E-07
68	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.263E-01
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	5.188E-04
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	8.780E-05
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	1.038E-06
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.762E-03
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	4.873E-05
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	3.634E-03
75	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.708E-08
76	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	1.395E-12
77	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	1.913E-07
78	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	6.343E-08
79	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.346E-07
80	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	8.375E-02
81	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	8.001E-11
82	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	1.311E-06
83	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	4.754E-07
84	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	3.341E-07
85	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.895E-07
86	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	5.182E-06
87	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	2.462E-06
88	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	4.490E-13
89	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	8.112E-12
90	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.252E-07
91	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	2.289E-08
92	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.503E-07
93	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	1.943E-16
94	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	6.068E-07
95	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	2.764E-10
96	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	2.086E-12
97	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.336E-06
98	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	4.417E-10
99	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	1.814E-07
100	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	1.075E-11
101	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	2.554E-08
102	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	2.026E-06
103	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.489E+00
104	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	7.560E-10
105	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	9.985E-03
106	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	6.006E-10
107	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.403E-08
108	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	1.292E-10
109	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	8.110E-11
110	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.416E-08
111	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	2.995E-09
112	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.366E-10
113	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	2.945E-08
114	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	3.422E-08
115	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	6.186E-06
116	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	5.017E-14
117	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	5.178E-13
118	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	6.606E-04
119	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	8.608E-07
120	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	2.702E-07
121	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.715E-07
122	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.895E-07
123	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	5.671E-03
124	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	9.844E-07
125	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	3.559E-08

126	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	3.807E-09
127	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.821E-09
128	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	5.145E-15
129	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	1.099E-08
130	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.728E-11
131	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	5.191E-07
132	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	3.649E-04
133	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	5.047E-05
134	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.480E-12
135	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	5.026E-06
136	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	4.596E-07
137	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	5.867E-07
138	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	7.101E-06
139	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	5.662E-12
140	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	1.107E-07
141	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.797E-06
142	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	7.473E-08
143	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	6.756E-09
144	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	4.871E-08
145	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	7.614E-04
146	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	4.092E-07
147	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.643E-08
148	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	4.055E-07
149	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	2.968E-11
150	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	3.752E-06
151	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	1.314E-08
152	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.757E-02
153	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	6.063E-07
154	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	7.540E-05
155	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	3.502E-03
156	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	4.292E-09
157	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	1.060E-08
158	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	2.721E-13
159	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	4.413E-14
160	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	7.895E-10
161	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	8.529E-07
162	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	5.637E-07
163	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	1.143E-10
164	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	5.325E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	3.073E-12
166	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	2.416E-10
167	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	1.047E-05
168	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	1.224E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	9.744E-08
170	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	4.048E-02
171	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	5.902E-04
172	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	5.284E-09
173	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	5.892E-11
174	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	2.245E-13
175	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.598E-11
176	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.963E-07
177	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	4.702E-07
178	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	2.114E-06
179	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	9.787E-02
180	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	9.180E-06
181	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	8.592E-05
182	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	7.600E-07
183	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	2.079E-07
184	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	8.720E-05
185	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	2.673E-08
186	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.591E-07
187	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	1.474E-08
188	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	7.545E-05
189	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.549E-06

190	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.220E-07
191	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	6.344E-09
192	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	7.487E-07
193	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	1.500E-07
194	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	8.989E-06
195	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	2.476E-05
196	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	2.672E-07
197	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	2.576E-13
198	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	6.790E-03
199	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	1.221E-07
200	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	8.080E-09
201	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	1.093E-04
202	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	3.615E-10
203	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	2.086E-03
204	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	6.727E-06
205	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.288E-20
206	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	9.200E-09
207	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	7.300E-07
208	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	2.131E-09
209	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	6.424E-08
210	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	1.903E-07
211	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	9.096E-03
212	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	5.702E-07
213	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	2.630E-08
214	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	3.407E-05
215	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	1.358E-05
216	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	8.991E-09
217	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	1.211E-03
218	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	4.802E-08
219	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	4.209E-06
220	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	4.137E-07
221	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	8.166E-12
222	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	3.879E-09
223	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	2.387E-07
224	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.254E-01
225	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	9.612E-19
226	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	6.387E-05
227	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	4.366E-07
228	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	5.748E-10
229	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	6.056E-05
230	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.715E-06
231	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	3.359E-11
232	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	3.872E-07
233	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	2.673E-08
234	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	1.607E-08
235	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	2.394E-07
236	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.789E-07
237	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	5.158E-08
238	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	8.707E-07
239	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	5.189E-06
240	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	6.567E-08
241	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	1.619E-06
242	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	9.457E-08
243	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.791E-07
244	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	4.607E-06
245	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	2.778E-05
246	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	6.155E-06
247	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	3.617E-07
248	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	4.767E-10
249	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.509E-09
250	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	8.405E-08
251	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	5.449E-04
252	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	9.870E-03
253	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	9.605E-06

254	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	6.474E-04
255	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	4.016E-08
256	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	3.848E-08
257	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	3.872E-10
258	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	2.366E-17
259	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	6.982E-15
260	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	4.288E-06
261	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	3.547E-05
262	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	2.183E-07
263	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	3.741E-07
264	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.015E-03
265	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	8.617E-07
266	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	8.165E-07
267	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	5.465E-05
268	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	6.376E-07
269	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	9.898E-04
270	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	9.514E-02
271	OUTPUT	Waste	Technosphere	stainless steel scrap	kg	2.495E-01
272	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	9.746E-01
273	OUTPUT	Product	Technosphere	Roofframe	kg	1.000E+00

부록 1-3-3. Side Frame LCI DB

Side frame LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	6.644E-04
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.162E-05
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.280E-10
4	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	7.053E-03
5	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.804E-04
6	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	3.744E-03
7	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	3.847E-05
8	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	2.536E-11
9	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	1.604E-07
10	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	1.127E-04
11	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	4.065E-09
12	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	4.076E-03
13	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	1.908E-05
14	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	8.715E-06
15	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	6.972E-05
16	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	4.394E-02
17	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	6.896E-03
18	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.573E-01
19	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	3.955E-03
20	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	2.913E-08
21	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	2.500E-05
22	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	2.502E-10
23	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	1.239E-03
24	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	7.026E-06
25	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	3.885E-06
26	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	2.378E-02
27	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	1.164E-02
28	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	2.375E-08
29	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	2.078E-03
30	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.739E-04
31	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	2.085E-02
32	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	4.001E-11
33	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	4.561E-05
34	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	2.608E-08
35	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	2.892E-06
36	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	4.188E-04
37	INPUT	Resource	Water	Water	kg	5.366E-03
38	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.483E-04
39	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	6.245E-06
40	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	4.086E-02
41	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	6.357E-08
42	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	4.938E-06
43	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	2.869E-04
44	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	2.943E-06
45	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	1.205E-08
46	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	5.894E-02
47	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	1.732E-02
48	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	1.962E-03
49	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	4.032E-03
50	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	1.174E-04
51	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	6.397E-05
52	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	2.035E-03
53	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.284E-07
54	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	2.945E-04
55	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	7.841E-08
56	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	2.213E-07
57	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	1.264E-05
58	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	1.948E-04
59	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	1.364E-06
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	2.054E-06
61	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.043E-08

62	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.206E-04
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	4.703E-06
64	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	8.546E-08
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	2.252E-04
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfide	kg	2.982E-05
67	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.065E-07
68	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.061E-01
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	4.360E-04
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	7.378E-05
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	8.724E-07
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.321E-03
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	4.095E-05
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	3.054E-03
75	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.275E-08
76	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	1.172E-12
77	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	1.637E-07
78	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	5.330E-08
79	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.131E-07
80	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.037E-02
81	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	6.724E-11
82	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	1.102E-06
83	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	3.995E-07
84	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.807E-07
85	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.592E-07
86	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	4.354E-06
87	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	2.091E-06
88	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	3.773E-13
89	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	6.817E-12
90	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.052E-07
91	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.923E-08
92	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.263E-07
93	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	1.632E-16
94	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	5.099E-07
95	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	2.322E-10
96	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.753E-12
97	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.123E-06
98	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	3.711E-10
99	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	1.525E-07
100	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	9.033E-12
101	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	2.146E-08
102	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	1.703E-06
103	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.260E+00
104	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	6.352E-10
105	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	8.392E-03
106	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	5.047E-10
107	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.179E-08
108	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	1.086E-10
109	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	6.815E-11
110	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.031E-08
111	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	2.517E-09
112	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.189E-10
113	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	2.475E-08
114	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	2.876E-08
115	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	5.198E-06
116	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.216E-14
117	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	4.351E-13
118	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	5.573E-04
119	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	7.234E-07
120	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	2.270E-07
121	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.281E-07
122	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.592E-07
123	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	4.766E-03
124	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	8.272E-07
125	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	2.991E-08

126	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	3.199E-09
127	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.370E-09
128	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	4.602E-15
129	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	9.235E-09
130	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.452E-11
131	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	4.362E-07
132	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	3.264E-04
133	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	4.241E-05
134	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.243E-12
135	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	4.224E-06
136	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	3.862E-07
137	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	4.930E-07
138	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	5.968E-06
139	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	4.758E-12
140	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	9.301E-08
141	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.510E-06
142	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	6.280E-08
143	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	5.677E-09
144	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	4.093E-08
145	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	6.467E-04
146	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	3.438E-07
147	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.381E-08
148	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	3.408E-07
149	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	2.494E-11
150	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	3.153E-06
151	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	1.104E-08
152	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.479E-02
153	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	5.095E-07
154	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	6.339E-05
155	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	2.943E-03
156	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	3.607E-09
157	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	8.906E-09
158	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	2.287E-13
159	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	3.708E-14
160	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	6.972E-10
161	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	7.167E-07
162	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	4.737E-07
163	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	9.606E-11
164	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	4.475E-11
165	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	2.582E-12
166	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	2.030E-10
167	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	8.794E-06
168	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	1.028E-10
169	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	8.188E-08
170	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	3.401E-02
171	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	5.279E-04
172	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	4.441E-09
173	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	4.951E-11
174	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.886E-13
175	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.343E-11
176	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.649E-07
177	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	3.951E-07
178	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	1.777E-06
179	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	8.224E-02
180	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	8.057E-06
181	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	7.220E-05
182	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	6.386E-07
183	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	1.768E-07
184	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	7.379E-05
185	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	2.246E-08
186	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.337E-07
187	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	1.239E-08
188	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	6.343E-05
189	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.302E-06

190	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	1.924E-07
191	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	5.331E-09
192	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	6.292E-07
193	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	1.261E-07
194	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	7.554E-06
195	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	2.081E-05
196	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	2.246E-07
197	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	2.164E-13
198	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	5.706E-03
199	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	1.026E-07
200	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	6.816E-09
201	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	9.187E-05
202	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	3.037E-10
203	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	1.779E-03
204	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	5.653E-06
205	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.082E-20
206	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	7.731E-09
207	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	6.135E-07
208	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	1.790E-09
209	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	5.525E-08
210	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	1.599E-07
211	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	7.643E-03
212	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	4.791E-07
213	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	2.211E-08
214	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	2.863E-05
215	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	1.141E-05
216	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	7.556E-09
217	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	1.080E-03
218	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	4.035E-08
219	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	3.551E-06
220	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	3.477E-07
221	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	6.862E-12
222	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	3.260E-09
223	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	2.005E-07
224	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.894E-01
225	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	8.077E-19
226	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	5.367E-05
227	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	3.669E-07
228	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	4.830E-10
229	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	5.089E-05
230	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.442E-06
231	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	2.842E-11
232	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	3.257E-07
233	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	2.247E-08
234	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	1.350E-08
235	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	2.012E-07
236	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.024E-07
237	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	4.334E-08
238	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	7.319E-07
239	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	4.364E-06
240	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	5.518E-08
241	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	1.361E-06
242	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	7.947E-08
243	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.345E-07
244	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	3.872E-06
245	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	2.335E-05
246	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	5.172E-06
247	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	3.040E-07
248	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	4.006E-10
249	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.268E-09
250	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	7.518E-08
251	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	4.579E-04
252	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	8.295E-03
253	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	8.073E-06

254	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	5.498E-04
255	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	3.375E-08
256	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	3.233E-08
257	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	3.254E-10
258	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.988E-17
259	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	5.867E-15
260	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	3.603E-06
261	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.980E-05
262	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.835E-07
263	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	3.144E-07
264	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	8.529E-04
265	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	7.241E-07
266	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	6.869E-07
267	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	3.094E-04
268	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	5.704E-07
269	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	5.772E-03
270	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	7.995E-02
271	OUTPUT	Waste	Technosphere	stainless steel scrap	kg	5.000E-02
272	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.199E-01
273	OUTPUT	Product	Technosphere	side frame	kg	1.000E+00

부록 1-4. 알루미늄 구체 LCI DB

Aluminum Car-Body LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	9.664E+02
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	7.679E-07
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	4.957E-02
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	7.099E-05
5	INPUT	Resource	Soil	Aluminium scrap	kg	1.810E+03
6	INPUT	Resource	Soil	Anthracite coal	kg	1.860E-12
7	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	2.084E+00
8	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	1.395E+04
9	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.339E-01
10	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	2.967E-04
11	INPUT	Resource	Soil	Boron(B)	kg	3.749E-02
12	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	5.297E-02
13	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.930E-04
14	INPUT	Resource	Soil	Chalk	kg	5.897E-10
15	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	8.136E-04
16	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	6.191E+02
17	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	7.258E-08
18	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	1.317E-05
19	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	3.796E-06
20	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	1.002E+03
21	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	2.123E-02
22	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	1.219E-05
23	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	1.416E-04
24	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	1.848E-03
25	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	2.878E-03
26	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	2.768E-05
27	INPUT	Resource	Soil	Graphite	kg	6.765E-01
28	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	1.502E-05
29	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.462E+03
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.744E+01
31	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	9.816E-09
32	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	3.665E-05
33	INPUT	Resource	Soil	Iron oxide	kg	1.402E-07
34	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	1.427E-03
35	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	2.283E-04
36	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	1.551E-05
37	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	1.314E-09
38	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	3.071E-05
39	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	1.239E-04
40	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	5.160E+02
41	INPUT	Resource	Soil	Magnesium ore	kg	4.914E-03
42	INPUT	Resource	Soil	magnesium scrap	kg	1.119E-03
43	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	6.154E-05
44	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	2.760E-04
45	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	1.803E+03
46	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	7.245E-07
47	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	1.246E-06
48	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	4.285E-01
49	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	4.853E-06
50	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	2.629E+01
51	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	3.579E-04
52	INPUT	Resource	Soil	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	1.925E-05
53	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.267E+01
54	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	1.442E-03
55	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	4.802E+02
56	INPUT	Resource	Soil	Softwood	kg	1.379E-07
57	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	6.715E-04
58	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	7.120E-11
59	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	1.874E-01
60	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	1.108E-02
61	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	6.823E-02
62	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	2.354E+02
63	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.709E-05

64	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	7.519E-06
65	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	1.643E-06
66	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	1.412E-05
67	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	2.492E-05
68	INPUT	Resource	Water	Water	kg	8.031E+02
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.108E+01
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified energy	kg	1.025E-02
71	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified materials	kg	4.530E+01
72	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	2.157E-15
73	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	8.539E-04
74	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	1.958E-07
75	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	8.788E-06
76	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	3.527E+01
77	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	5.824E-10
78	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	1.224E-07
79	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	3.314E-07
80	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.800E-07
81	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.499E-11
82	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	5.220E-09
83	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	6.222E-03
84	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	4.462E-06
85	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	3.338E-09
86	OUTPUT	Emission	Air	Aromates(C9-C10)	kg	1.920E-09
87	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	2.957E-06
88	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	7.382E-05
89	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.371E-03
90	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	2.157E-15
91	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	2.691E-02
92	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	8.307E-07
93	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.116E-06
94	OUTPUT	Emission	Air	Bismuth(Bi)	kg	7.766E-07
95	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	5.207E-03
96	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	9.811E-08
97	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	1.040E-05
98	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	6.882E-09
99	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	9.736E+03
100	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	4.314E-14
101	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	4.334E+01
102	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.619E-08
103	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.658E-08
104	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	3.481E-09
105	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	2.186E-09
106	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	1.844E-03
107	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	8.522E-10
108	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.110E-02
109	OUTPUT	Emission	Air	Chromium ion(Cr3+)	kg	1.268E-08
110	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	4.175E-05
111	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	1.942E-06
112	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	6.750E-05
113	OUTPUT	Emission	Air	COS	kg	1.415E-02
114	OUTPUT	Emission	Air	CxHy sulphur	kg	1.253E-05
115	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	7.503E-08
116	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin	kg	8.444E-10
117	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.028E-11
118	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	8.119E+01
119	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	1.233E-02
120	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	1.759E-05
121	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	3.162E-04
122	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.499E-11
123	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	1.030E+02
124	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	6.522E-03
125	OUTPUT	Emission	Air	Flourine(F)	kg	3.945E-03
126	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	3.396E-03
127	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	2.924E-10
128	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	4.957E-04
129	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	7.874E-11

130	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	2.463E-05
131	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	3.805E-09
132	OUTPUT	Emission	Air	Heavy metals	kg	2.022E-23
133	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	8.046E-03
134	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	5.583E+00
135	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.800E-02
136	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	4.849E-11
137	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	9.324E-03
138	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	1.718E-03
139	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.401E-02
140	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	1.124E-03
141	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.906E-09
142	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	2.790E-04
143	OUTPUT	Emission	Air	Lithium(Li)	kg	5.145E-08
144	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	4.338E-09
145	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	1.470E-04
146	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	1.224E-05
147	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.718E-06
148	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	1.054E+01
149	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	2.987E-05
150	OUTPUT	Emission	Air	Methyl mercaptane	kg	6.241E-06
151	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.229E-04
152	OUTPUT	Emission	Air	Naphthalene	kg	6.003E-05
153	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	6.297E-03
154	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	4.234E-09
155	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	8.569E-05
156	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	5.804E+01
157	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	4.612E-02
158	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	1.656E-01
159	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	3.003E+01
160	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	7.382E-04
161	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	1.008E-03
162	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	2.157E-15
163	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol	kg	2.157E-15
164	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	1.415E-04
165	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoromethane	kg	1.273E-03
166	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	9.538E-06
167	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	8.662E-10
168	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	8.268E-03
169	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	2.521E-08
170	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	5.474E-07
171	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.671E-09
172	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	3.656E-06
173	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	1.881E-08
174	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	9.805E-09
175	OUTPUT	Emission	Air	Soot	kg	1.091E-01
176	OUTPUT	Emission	Air	SS	kg	3.726E-09
177	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	4.719E-08
178	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	5.196E+00
179	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	4.143E+01
180	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.550E-09
181	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	3.581E-09
182	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	3.907E-05
183	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	7.834E-10
184	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	4.948E-11
185	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	1.373E-12
186	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	6.395E-09
187	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	4.805E-07
188	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	6.575E-02
189	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	1.318E-12
190	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	8.794E-04
191	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	4.788E+01
192	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	8.415E+00
193	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	1.162E-06
194	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	7.109E-04
195	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	8.385E-02

196	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.378E-10
197	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	1.273E-11
198	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	6.029E-03
199	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.351E-04
200	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	1.865E-03
201	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	3.784E-10
202	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	2.055E-07
203	OUTPUT	Emission	Water	Aromates(C9-C10)	kg	4.346E-11
204	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	5.011E-06
205	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	4.246E-06
206	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	4.435E-05
207	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	2.157E-08
208	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	1.682E-03
209	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	5.672E-11
210	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.252E-02
211	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	8.704E-08
212	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	1.181E-05
213	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	8.660E-03
214	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	2.351E-08
215	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	7.960E-08
216	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	1.440E+01
217	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	8.856E-09
218	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.797E-12
219	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	2.047E-06
220	OUTPUT	Emission	Water	Chromium compound	kg	1.271E-06
221	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	2.322E-07
222	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	2.588E-13
223	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	4.609E-04
224	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	2.736E-10
225	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	2.984E+00
226	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	2.754E-05
227	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	5.860E-03
228	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	1.638E-06
229	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.558E-07
230	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	7.203E-05
231	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	4.465E-02
232	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	1.847E+01
233	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	2.954E-04
234	OUTPUT	Emission	Water	Flourine(F)	kg	3.815E-04
235	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	1.022E-01
236	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.036E-05
237	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	2.157E-14
238	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	7.821E-06
239	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	1.261E-02
240	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	4.664E-17
241	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	1.830E-11
242	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	3.788E-03
243	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	8.355E-06
244	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.854E-05
245	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	5.007E-04
246	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	9.871E-04
247	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	1.751E-07
248	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.115E-02
249	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	9.028E-05
250	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	5.042E-07
251	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.487E-04
252	OUTPUT	Emission	Water	Methylene Chloride	kg	9.534E-12
253	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	4.323E-08
254	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	5.297E-04
255	OUTPUT	Emission	Water	N-H	kg	2.290E-04
256	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	8.629E-05
257	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	2.257E-03
258	OUTPUT	Emission	Water	Nitric acid(HNO3)	kg	2.240E-07
259	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	3.389E-06
260	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogen(N2)	kg	9.376E-11
261	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	6.026E-04

262	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	2.864E-01
263	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	1.281E-03
264	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.807E-03
265	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	1.144E-03
266	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	3.037E-06
267	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	3.960E-03
268	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	4.530E-09
269	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	5.306E-09
270	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	7.954E-09
271	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	7.384E-06
272	OUTPUT	Emission	Water	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.119E-06
273	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.278E-03
274	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	8.237E-01
275	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	4.773E+00
276	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	7.199E-02
277	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	2.134E+00
278	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	1.378E-05
279	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	2.660E-08
280	OUTPUT	Emission	Water	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	2.829E-03
281	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	2.955E-12
282	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	5.114E-11
283	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.148E-15
284	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	1.568E-07
285	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	1.258E-08
286	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	1.040E-01
287	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.330E-03
288	OUTPUT	Emission	Water	Tot-CN	kg	2.038E-06
289	OUTPUT	Emission	Water	Tot-F	kg	3.536E-06
290	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	2.092E-10
291	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	1.527E-08
292	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	1.157E-02
293	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	2.611E-04
294	OUTPUT	Waste	Technosphere	Aluminum scrap	kg	2.052E+02
295	OUTPUT	Waste	Technosphere	Carbon reused as fuel	kg	5.870E-02
296	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	7.285E+01
297	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.010E-02
298	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.422E+03
299	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	7.905E+03
300	OUTPUT	Co-product	Technosphere	Unspecified wastes	kg	2.537E+02
301	OUTPUT	Product	Technosphere	Al Car Body	kg	6.634E+03

부록 1-5. 알루미늄 내장판넬 LCI DB

Aluminum Interior Panel LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	7.908E-02
2	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	6.807E-06
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.735E-04
4	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.081E-07
5	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.787E-03
6	INPUT	Resource	Soil	Aluminium scrap	kg	4.027E-01
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	7.521E-11
8	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	1.720E-12
9	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	1.383E-09
10	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.219E-03
11	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	1.721E+00
12	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	8.499E-05
13	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	7.175E-08
14	INPUT	Resource	Soil	Boron(B)	kg	5.074E-07
15	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	4.172E-04
16	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	4.333E-09
17	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	2.698E-05
18	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	5.976E-07
19	INPUT	Resource	Soil	Chalk	kg	7.981E-15
20	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.055E-05
21	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	1.020E+01
22	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	4.794E-06
23	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.395E-10
24	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.35%)	kg	2.679E-05
25	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	1.391E-05
26	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	1.669E-05
27	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	2.000E+00
28	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.851E-03
29	INPUT	Resource	Soil	Dos oil	kg	7.568E-09
30	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	1.650E-10
31	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	2.364E-05
32	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	5.760E-03
33	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	8.973E-03
34	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	1.611E-07
35	INPUT	Resource	Soil	Graphite	kg	7.966E-05
36	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	2.340E-08
37	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	5.304E-01
38	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	7.518E-02
39	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.005E-12
40	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	2.711E-08
41	INPUT	Resource	Soil	Iron oxide	kg	8.490E-10
42	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	5.985E-06
43	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	4.255E-03
44	INPUT	Resource	Soil	Kraft paper	kg	3.978E-08
45	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.998E-10
46	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	1.160E-11
47	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	4.680E-08
48	INPUT	Resource	Soil	Light fuel oil	kg	9.612E-14
49	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	2.131E-05
50	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	8.117E-02
51	INPUT	Resource	Soil	Magnesium ore	kg	2.976E-05
52	INPUT	Resource	Soil	magnesium scrap	kg	6.777E-06
53	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	1.936E-04
54	INPUT	Resource	Soil	Naphtha	kg	1.557E-03
55	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	9.301E-07
56	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	6.119E-06
57	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	1.126E+01
58	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	2.788E-03
59	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.212E-11
60	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	5.857E-06
61	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	3.361E-06
62	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	5.463E-03
63	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	1.006E-07
64	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.815E-03

65	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	1.115E-03
66	INPUT	Resource	Soil	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.606E-10
67	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.287E-03
68	INPUT	Resource	Soil	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	5.068E-14
69	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	1.314E-08
70	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	6.227E-02
71	INPUT	Resource	Soil	Softwood	kg	1.867E-12
72	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	5.000E-06
73	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	1.975E-04
74	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	2.210E-07
75	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	2.537E-06
76	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	1.097E-05
77	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	9.040E-06
78	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	7.315E-04
79	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	1.864E-01
80	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.094E-04
81	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.938E-10
82	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.235E-11
83	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	4.402E-05
84	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore(sulphide)	kg	6.495E-22
85	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	2.789E-05
86	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.091E+00
87	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	kg	4.782E-06
88	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.333E-04
89	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	1.034E-11
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Aliphatics	kg	1.393E-08
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	3.653E-06
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Alum	kg	4.618E-06
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	4.181E-08
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	9.802E-03
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	5.910E-12
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	1.597E-05
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	1.924E-09
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	1.182E-06
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Boric acid	kg	2.458E-08
100	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	1.148E-05
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	1.573E-04
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	5.155E-08
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	6.464E-04
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.551E-10
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	7.463E-06
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	7.045E-07
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard(packaging)	kg	5.498E-06
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	2.009E-10
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(99.999%; electrolyte copper)	kg	6.055E-10
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.034E-11
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Disodiumphosphate	kg	2.048E-10
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	2.884E-09
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	2.331E-05
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	9.600E-04
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	1.411E-02
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	4.054E-07
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	4.166E-03
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	4.698E-04
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	9.652E-04
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	2.811E-05
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	2.603E-07
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	1.279E-06
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	1.532E-05
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	2.333E-06
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	1.029E-05
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	7.735E-07
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	4.871E-04
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	2.644E-06
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	2.051E-03
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.073E-07
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydregen sulfide	kg	1.680E-10

132	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrochloric acid(20%, recycled)	kg	2.176E-06
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.309E-07
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	2.513E-12
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	2.758E-05
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	1.246E-11
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	1.949E-10
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	7.050E-05
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Hypochloric acid(HCl,12.5%)	kg	1.695E-08
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	1.198E-04
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	6.397E-07
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper	kg	3.207E-09
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	5.299E-08
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	2.840E-10
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	3.025E-06
146	INPUT	Raw material	Technosphere	Methanol(CH3OH)	kg	6.852E-11
147	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	4.689E-05
148	INPUT	Raw material	Technosphere	Na2S2CO3	kg	1.392E-11
149	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	3.653E-05
150	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woodfree coated(t94)	kg	2.238E-08
151	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woody coated(t94)	kg	2.669E-06
152	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	4.917E-07
153	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.520E-05
154	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	6.698E-04
155	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	2.979E-05
156	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium sulfate	kg	1.161E-07
157	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	4.332E-08
158	INPUT	Raw material	Technosphere	Potasium carbonate	kg	2.740E-07
159	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	1.307E-12
160	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	5.674E-09
161	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	8.192E-09
162	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	2.495E-05
163	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	9.504E-05
164	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	9.974E-09
165	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	2.915E-05
166	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	3.475E-06
167	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	1.882E-05
168	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	6.504E-15
169	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	2.212E-04
170	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	4.299E-08
171	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	7.584E-08
172	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	5.392E-05
173	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium orthosilicate	kg	1.735E-05
174	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	2.459E-12
175	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	2.806E-05
176	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfide	kg	7.139E-06
177	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	7.530E-08
178	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium thiosulfate	kg	1.182E-07
179	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	2.542E-02
180	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.027E-05
181	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	9.536E-11
182	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	1.203E-11
183	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	7.733E-09
184	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	1.044E-04
185	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	1.641E-05
186	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.968E-06
187	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.829E-08
188	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	4.593E-06
189	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	4.451E-05
190	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	9.688E-07
191	INPUT	Raw material	Technosphere	Trisodiumphosphate	kg	9.047E-10
192	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	3.730E-03
193	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	2.276E-02
194	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	9.804E-06
195	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	7.311E-04
196	INPUT	Raw material	Technosphere	Zinc oxide	kg	5.177E-07
197	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	4.811E-07
198	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	2.894E-13

199	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	9.109E-06
200	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	1.502E-08
201	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	3.251E-08
202	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	1.719E-02
203	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	1.901E-09
204	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	7.381E-07
205	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	1.356E-07
206	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	7.036E-08
207	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	3.817E-08
208	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	1.059E-06
209	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	6.718E-05
210	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	6.052E-11
211	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	3.392E-12
212	OUTPUT	Emission	Air	Aromates(C9-C10)	kg	9.286E-12
213	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	4.172E-08
214	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.414E-08
215	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	7.630E-07
216	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	4.499E-15
217	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	3.310E-06
218	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	2.824E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.324E-10
220	OUTPUT	Emission	Air	Bismuth(Bi)	kg	9.144E-11
221	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	8.999E-07
222	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	1.317E-10
223	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	4.823E-08
224	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	3.906E-12
225	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	2.386E-08
226	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	4.262E-07
227	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	3.465E+01
228	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	1.522E-10
229	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	1.525E-02
230	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.276E-10
231	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	2.831E-09
232	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	2.746E-11
233	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	1.724E-11
234	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.399E-07
235	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	6.025E-10
236	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.320E-06
237	OUTPUT	Emission	Air	Chromium ion(Cr3+)	kg	2.537E-13
238	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	1.109E-08
239	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	7.985E-09
240	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	1.259E-06
241	OUTPUT	Emission	Air	COS	kg	8.565E-05
242	OUTPUT	Emission	Air	CxHy sulphur	kg	1.475E-09
243	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	1.504E-12
244	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	3.370E-14
245	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	1.882E-13
246	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	1.668E-02
247	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	7.125E-06
248	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	6.523E-08
249	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	9.337E-08
250	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	3.817E-08
251	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	3.668E-02
252	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	4.447E-06
253	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	2.058E-05
254	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	4.383E-09
255	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	7.197E-08
256	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	8.450E-13
257	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	1.620E-08
258	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	5.060E-12
259	OUTPUT	Emission	Air	Heavy metals	kg	2.737E-28
260	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	4.642E-06
261	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	5.989E-02
262	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.334E-05
263	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	3.157E-13
264	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.263E-06
265	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	1.364E-06

266	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	6.945E-07
267	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	1.465E-06
268	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.774E-12
269	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	6.446E-08
270	OUTPUT	Emission	Air	Lithium(Li)	kg	6.059E-12
271	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	3.674E-07
272	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	3.341E-08
273	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	2.974E-09
274	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.543E-08
275	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	3.437E-02
276	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	1.001E-07
277	OUTPUT	Emission	Air	Methyl mercaptane	kg	7.349E-10
278	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.820E-08
279	OUTPUT	Emission	Air	Naphthalene	kg	7.069E-09
280	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	3.633E-06
281	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	9.429E-12
282	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	7.912E-07
283	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	4.773E-09
284	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	8.810E-02
285	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	3.081E-04
286	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	6.033E-04
287	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	1.711E-01
288	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	5.639E-08
289	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	1.171E-06
290	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	5.480E-14
291	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol	kg	1.306E-17
292	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	8.885E-15
293	OUTPUT	Emission	Air	Pentane	kg	4.611E-08
294	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	8.565E-07
295	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoromethane	kg	7.708E-06
296	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	1.023E-07
297	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	1.743E-07
298	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	4.777E-06
299	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	3.347E-11
300	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	3.195E-10
301	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	3.990E-12
302	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	1.009E-09
303	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	2.164E-06
304	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	2.870E-09
305	OUTPUT	Emission	Air	Soot	kg	1.285E-05
306	OUTPUT	Emission	Air	SS	kg	5.043E-14
307	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	1.989E-08
308	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	2.978E-02
309	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	1.007E-01
310	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.920E-09
311	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	2.192E-08
312	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	2.888E-11
313	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	6.574E-14
314	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	1.858E-17
315	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.179E-11
316	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	4.038E-08
317	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	7.842E-06
318	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	1.783E-17
319	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	6.002E-07
320	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	4.048E-02
321	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	2.041E-03
322	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	1.731E-05
323	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	1.593E-07
324	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	6.355E-06
325	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.938E-03
326	OUTPUT	Emission	Water	ABS	kg	2.735E-07
327	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	9.955E-06
328	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	3.244E-08
329	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	3.006E-09
330	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	7.830E-05
331	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	3.782E-07
332	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	1.801E-05

333	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	4.606E-14
334	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	1.659E-09
335	OUTPUT	Emission	Water	Aromates(C9-C10)	kg	5.882E-16
336	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	1.668E-07
337	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	3.700E-08
338	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	2.015E-06
339	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	5.050E-06
340	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	9.573E-07
341	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	7.543E-14
342	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.560E-03
343	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	2.533E-08
344	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	8.381E-08
345	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	3.297E-05
346	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	4.401E-13
347	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.059E-10
348	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	8.213E-02
349	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	1.354E-06
350	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.071E-14
351	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	2.695E-09
352	OUTPUT	Emission	Water	Chromium compound	kg	2.024E-11
353	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	1.507E-07
354	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	4.513E-10
355	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	3.952E-06
356	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	3.914E-08
357	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	3.987E-03
358	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	1.508E-07
359	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	6.900E-07
360	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	1.747E-08
361	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	1.826E-03
362	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.484E-12
363	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.058E-06
364	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	5.318E-06
365	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	1.892E-01
366	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	1.763E-07
367	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	6.101E-05
368	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	8.860E-08
369	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	1.686E-12
370	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	5.109E-09
371	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	1.758E-06
372	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	4.535E-02
373	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	5.795E-19
374	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	1.591E-14
375	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	3.382E-05
376	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	1.004E-07
377	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.155E-08
378	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	1.350E-05
379	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	5.607E-06
380	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	7.084E-10
381	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.313E-06
382	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	1.046E-06
383	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	5.591E-09
384	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	1.435E-07
385	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	4.968E-08
386	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	3.988E-07
387	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	3.013E-07
388	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	8.350E-07
389	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	1.208E-05
390	OUTPUT	Emission	Water	Nitric acid(HNO3)	kg	3.032E-12
391	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	1.409E-08
392	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogen(N2)	kg	1.269E-15
393	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	2.493E-04
394	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	1.130E-06
395	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	1.027E-06
396	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	1.840E-06
397	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	4.103E-06
398	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	8.954E-06
399	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	1.439E-07

400	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	1.255E-06
401	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	7.485E-08
402	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	4.263E-09
403	OUTPUT	Emission	Water	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.146E-09
404	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	3.080E-10
405	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.380E-05
406	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	5.743E-04
407	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	6.407E-03
408	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	4.637E-05
409	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	1.767E-02
410	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	4.847E-06
411	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	8.110E-09
412	OUTPUT	Emission	Water	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.713E-05
413	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	2.369E-10
414	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.426E-17
415	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	1.364E-10
416	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	8.867E-07
417	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	6.642E-05
418	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	8.563E-07
419	OUTPUT	Emission	Water	Tot-CN	kg	2.757E-11
420	OUTPUT	Emission	Water	Tot-F	kg	2.141E-08
421	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	7.743E-08
422	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.350E-02
423	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	6.699E-06
424	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	2.680E-06
425	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	8.029E-01
426	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	5.561E-02
427	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.717E+01
428	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	1.002E+00
429	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	2.915E+00
430	OUTPUT	Co-product	Technosphere	Carbon reused as fuel	kg	3.554E-04
431	OUTPUT	Product	Technosphere	전동차 내장판넬(Al)	kg	1.000E+00

부록 1-6. Phenol 내장판넬 LCI DB

Phenol Interior Panel LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Raw material	Soil	Propane(C3H8)	kg	1.136E-07
2	INPUT	Resource	Air	Air	kg	7.323E+02
3	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	2.164E-02
4	INPUT	Resource	Air	Olivine	kg	-1.550E-11
5	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	9.480E-03
6	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	3.941E-06
7	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.033E-04
8	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	1.510E-12
9	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	1.198E-03
10	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	3.415E-01
11	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	2.559E-03
12	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.148E-02
13	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	2.051E-08
14	INPUT	Resource	Soil	Butane	kg	3.058E-07
15	INPUT	Resource	Soil	Calcium Fluoride(CaF2)	kg	-1.382E-09
16	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	1.297E-04
17	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	8.752E-05
18	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.343E-04
19	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	1.241E-07
20	INPUT	Resource	Soil	Chromium(Cr)	kg	3.995E-03
21	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.869E-06
22	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	3.275E+00
23	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	2.465E-07
24	INPUT	Resource	Soil	Coconut	kg	4.085E-05
25	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	9.191E-07
26	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	9.928E-03
27	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	3.877E+01
28	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	4.526E-02
29	INPUT	Resource	Soil	Ethane	kg	4.590E-10
30	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	2.509E-05
31	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	7.919E-07
32	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	3.481E-06
33	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	2.103E-06
34	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	4.637E+00
35	INPUT	Resource	Soil	Hydrocarbons	kg	3.890E-06
36	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.548E+00
37	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	8.269E-12
38	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.418E-02
39	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	3.410E-02
40	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	1.259E-06
41	INPUT	Resource	Soil	Kraft paper	kg	1.635E-05
42	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	1.169E-02
43	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	5.560E-07
44	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	4.404E-06
45	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	1.555E-04
46	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	1.436E+01
47	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	7.472E-08
48	INPUT	Resource	Soil	Methane(CH4)	kg	4.686E-06
49	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	9.749E-08
50	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	3.022E+01
51	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	m3	1.595E-04
52	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	5.282E-08
53	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	9.392E-04
54	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	8.068E-06
55	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	1.061E-08
56	INPUT	Resource	Soil	Phosphate	kg	6.789E-02
57	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	2.074E-08
58	INPUT	Resource	Soil	Propane(C3H8)	kg	1.998E-07
59	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	-1.864E-14
60	INPUT	Resource	Soil	Recycled Activated Carbon	kg	2.405E-05
61	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	6.055E-09
62	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	9.062E-09
63	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	3.033E-02
64	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.071E+01

65	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	1.474E-04
66	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	7.632E+00
67	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	1.274E-03
68	INPUT	Resource	Soil	Sulfur dioxide(SO2)	kg	1.451E-05
69	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	5.186E-03
70	INPUT	Resource	Soil	Talc	kg	1.424E-02
71	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	1.383E-09
72	INPUT	Resource	Soil	Tin ore	kg	7.083E+01
73	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	3.576E-03
74	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	3.603E-03
75	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	9.334E-06
76	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	7.553E-04
77	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.041E-02
78	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	5.667E-03
79	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	1.238E-03
80	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	4.514E-07
81	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	2.166E-04
82	INPUT	Resource	Water	Water	kg	1.140E+03
83	INPUT	Energy ware	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	MJ	1.411E+01
84	INPUT	Energy ware	Technosphere	Biomass	MJ	3.332E-02
85	INPUT	Energy ware	Technosphere	Coal	MJ	4.442E+00
86	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy (undef.)	MJ	8.494E-01
87	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from coal	MJ	4.111E-02
88	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from hydro power	MJ	1.396E-04
89	INPUT	Energy ware	Technosphere	energy from uranium	MJ	1.101E-04
90	INPUT	Energy ware	Technosphere	Hydro energy	MJ	4.906E-01
91	INPUT	Energy ware	Technosphere	Hydrogen(H2)	MJ	2.524E-01
92	INPUT	Energy ware	Technosphere	Lignite	MJ	3.188E-01
93	INPUT	Energy ware	Technosphere	Limestone	MJ	2.816E-02
94	INPUT	Energy ware	Technosphere	Natural gas	MJ	2.419E+01
95	INPUT	Energy ware	Technosphere	Nuclear energy	MJ	3.209E+00
96	INPUT	Energy ware	Technosphere	Peat	MJ	1.548E-02
97	INPUT	Energy ware	Technosphere	Recovered energy	MJ	-1.191E+00
98	INPUT	Energy ware	Technosphere	Sulfur(S)	MJ	2.363E-02
99	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	MJ	5.408E-02
100	INPUT	Energy ware	Technosphere	Wood	MJ	5.517E-01
101	INPUT	Raw material	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	9.745E-04
102	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	3.437E-12
103	INPUT	Raw material	Technosphere	1-Butyl acetate	kg	1.092E-02
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Activated carbon	kg	3.843E-04
105	INPUT	Raw material	Technosphere	additions	kg	1.576E-05
106	INPUT	Raw material	Technosphere	air	kg	9.763E+00
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.519E-04
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminum silicate molecularly strainer	kg	3.910E-03
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	5.613E-07
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	2.877E-03
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium phosphate	kg	1.415E-04
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	1.257E-03
113	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	1.435E-05
114	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	1.049E-03
115	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	3.538E-05
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Biomass	kg	3.765E-03
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	7.320E-06
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	3.394E-04
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	5.156E-11
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium sulfate(CaSO4)	kg	3.122E-06
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	1.741E-04
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Chalk	kg	1.043E-24
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.143E-06
124	INPUT	Raw material	Technosphere	clay minerals	kg	6.646E-07
125	INPUT	Raw material	Technosphere	coal	kg	2.440E-01
126	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil	kg	3.688E-01
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	3.437E-12
128	INPUT	Raw material	Technosphere	dolomite	kg	1.672E-02
129	INPUT	Raw material	Technosphere	feldspar	kg	1.671E-02
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	5.416E-08
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	6.843E-07
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	2.680E-07

133	INPUT	Raw material	Technosphere	Fluorspar	kg	1.575E-06
134	INPUT	Raw material	Technosphere	gas from oil production	m3	1.111E-06
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Granite	kg	5.612E-08
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Gravel	kg	2.779E-06
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	2.296E-07
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.360E-03
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,100%)	kg	-7.532E-08
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	1.543E-08
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	5.263E-03
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2)	kg	4.989E-11
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.516E-07
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	1.675E-04
145	INPUT	Raw material	Technosphere	iron (ore)	kg	4.347E-05
146	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	7.853E-04
147	INPUT	Raw material	Technosphere	Isobutyl Alcohol	kg	6.856E-03
148	INPUT	Raw material	Technosphere	Lead(Pb)	kg	1.228E-06
149	INPUT	Raw material	Technosphere	lignite	kg	2.281E-02
150	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	9.129E-02
151	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	1.537E-05
152	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	2.710E-04
153	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	7.645E-05
154	INPUT	Raw material	Technosphere	Methane(CH4)	kg	2.664E-06
155	INPUT	Raw material	Technosphere	Methylpentanethylenediamine (MPMD)	kg	1.886E-06
156	INPUT	Raw material	Technosphere	Monoethanolamin	kg	7.914E-17
157	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	7.507E-01
158	INPUT	Raw material	Technosphere	Nickel(Ni)	kg	1.155E-08
159	INPUT	Raw material	Technosphere	Nitrogen(N2)	kg	3.586E-02
160	INPUT	Raw material	Technosphere	Olivine	kg	7.066E-06
161	INPUT	Raw material	Technosphere	Oxygen(O2)	kg	1.342E-04
162	INPUT	Raw material	Technosphere	Peat	kg	1.749E-03
163	INPUT	Raw material	Technosphere	Petroleum	kg	3.132E-01
164	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus oxide(P2O5)	kg	6.453E-07
165	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	8.184E-14
166	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	4.781E-04
167	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	9.359E-12
168	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl)	kg	1.015E-01
169	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	8.021E-09
170	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH)	kg	2.273E-08
171	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.146E-04
172	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	7.030E-03
173	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	8.100E-02
174	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	2.368E-01
175	INPUT	Raw material	Technosphere	Shale	kg	8.839E-06
176	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	2.487E-09
177	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	7.544E-03
178	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	6.980E-06
179	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	5.015E-02
180	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	3.554E-11
181	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	9.875E-02
182	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	1.954E-05
183	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(NaClO)	kg	7.551E-06
184	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	1.435E-06
185	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	2.110E-06
186	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	3.230E-04
187	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	9.045E-04
188	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.704E-03
189	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel sheet (ECCS)	kg	4.219E-03
190	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	3.824E-03
191	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	4.200E-04
192	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,20%)	kg	7.013E-02
193	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	1.926E-06
194	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	1.817E-08
195	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.110E-06
196	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	2.778E-05
197	INPUT	Raw material	Technosphere	Talc	kg	3.884E-02
198	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	6.404E-07
199	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	9.201E-09
200	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	1.494E-06

201	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium dioxide(TiO2)	kg	1.492E-04
202	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	1.205E-03
203	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	7.893E+01
204	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	6.038E+00
205	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	1.250E-01
206	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	4.681E-08
207	INPUT	Raw material	Technosphere	Zinc(Zn)	kg	4.420E-06
208	INPUT	Resource	Technosphere	Water	kg	1.384E+02
209	OUTPUT	Emission	Air	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.893E-06
210	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	1.155E-10
211	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	6.509E-06
212	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	1.481E-05
213	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.539E-06
214	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	7.899E-08
215	OUTPUT	Emission	Air	acrylonitrile	kg	3.228E-05
216	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	2.814E+02
217	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	5.583E-07
218	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	9.086E-06
219	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	2.250E-04
220	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.848E-05
221	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	3.081E-04
222	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	7.955E-09
223	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	1.026E-07
224	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	2.911E-05
225	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	7.326E-07
226	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	2.067E-04
227	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	2.715E-08
228	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	4.899E-05
229	OUTPUT	Emission	Air	Benzene compounds	kg	1.063E-05
230	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	1.265E-07
231	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	8.689E-09
232	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	4.562E-05
234	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	1.084E-05
235	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	3.019E-07
236	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	1.443E-09
237	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	9.404E-11
238	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	8.675E-08
239	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	4.939E-06
240	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.258E+02
241	OUTPUT	Emission	Air	Carbon disulfide(CS2)	kg	6.459E-11
242	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	5.980E-02
243	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	3.836E-06
244	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.498E-06
245	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	1.439E-10
246	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	2.593E-06
247	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	1.975E-07
248	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	1.151E-09
249	OUTPUT	Emission	Air	CFCs	kg	1.659E-06
250	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.194E-02
251	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	6.698E-06
252	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	3.466E-05
253	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	1.238E-06
254	OUTPUT	Emission	Air	coal dust	kg	5.497E-05
255	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	1.176E-05
256	OUTPUT	Emission	Air	Conv. to industrial area	kg	2.967E-08
257	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	1.117E-06
258	OUTPUT	Emission	Air	CS2	kg	1.813E-07
259	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	8.449E-03
260	OUTPUT	Emission	Air	Dichloro ethylene	kg	8.088E-09
261	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	8.160E-10
262	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	1.001E-10
263	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	-8.993E-09
264	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	2.336E-02
265	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	1.911E-02
266	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	4.029E-06
267	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	3.327E-05
268	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.846E-05
269	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	1.430E-09

270	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	4.210E+02
271	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	5.722E-05
272	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	5.425E-06
273	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	5.610E-06
274	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	4.569E-04
275	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	2.640E-13
276	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	3.467E-06
277	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.002E-05
278	OUTPUT	Emission	Air	HCHO	kg	1.760E-07
279	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to air	MJ	8.829E-03
280	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to soil	MJ	3.456E-06
281	OUTPUT	Emission	Air	heat losses to water	MJ	6.788E-04
282	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	1.121E-03
283	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	1.443E-08
284	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	2.304E-02
285	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	5.238E-04
286	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	2.809E-07
287	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	9.050E-05
288	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide	kg	9.702E-03
289	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	4.836E-03
290	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	7.258E-09
291	OUTPUT	Emission	Air	i-Propylbenzene	kg	1.426E-04
292	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	7.327E-06
293	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	6.743E-08
294	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	2.027E-10
295	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	4.146E-09
296	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	6.289E-06
297	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	1.934E-06
298	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	7.912E-07
299	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	1.952E-05
300	OUTPUT	Emission	Air	Methane	kg	3.120E-01
301	OUTPUT	Emission	Air	Methanol	kg	4.826E-06
302	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	1.799E-07
304	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.394E-07
305	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	5.197E-08
306	OUTPUT	Emission	Air	naphthalene	kg	5.345E-09
307	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	1.120E-03
308	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	4.130E-07
309	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	7.516E-06
310	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	3.982E-04
311	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOx)	kg	2.388E-01
312	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	3.601E-06
313	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogenous matter	kg	6.858E-04
314	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	2.720E-03
315	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	2.770E-01
316	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	2.017E-04
317	OUTPUT	Emission	Air	Nuclear energy	kg	2.796E-03
318	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	4.287E-08
319	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	1.943E-08
320	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	6.055E-11
321	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	1.573E-07
322	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as rail/road area	kg	1.956E-09
323	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	6.227E-09
324	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	8.715E-07
325	OUTPUT	Emission	Air	Particulates (Copy)	kg	5.826E-05
326	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	4.639E-07
327	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	4.259E-06
328	OUTPUT	Emission	Air	Propane	kg	8.567E-03
329	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	2.433E-05
330	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	1.467E-07
331	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	1.044E-09
332	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to air	Bq	1.690E+02
333	OUTPUT	Emission	Air	radioactive substance to water	Bq	1.547E+00
334	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	8.718E-11
335	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	2.163E-09
336	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	2.416E-06
337	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	8.547E-07
338	OUTPUT	Emission	Air	soot	kg	2.877E-06

339	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	8.701E-08
340	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	1.695E-01
341	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOx)	kg	4.028E-02
342	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	6.676E-07
343	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	-4.392E-10
344	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	4.896E-10
345	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	2.715E-08
346	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	3.978E-09
347	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	3.608E-07
348	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	2.910E-07
349	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	2.964E-05
350	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	2.199E-10
351	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	2.160E-05
352	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	9.638E+01
353	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	5.655E-09
354	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	3.126E-03
355	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	1.092E-03
356	OUTPUT	Emission	Air	water	kg	7.975E-03
357	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	1.189E-04
358	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	1.065E-05
359	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	3.569E-11
360	OUTPUT	Emission	Soil	Dust	kg	1.909E-10
361	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	2.130E-03
362	OUTPUT	Emission	Water	ABS	kg	1.146E-09
363	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	4.336E-05
364	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	6.485E-09
365	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	5.883E-10
366	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium ion(Al3+)	kg	1.243E-06
367	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	1.451E-03
368	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	3.176E-04
369	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	1.405E-03
370	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	5.973E-07
371	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	2.636E-06
372	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	3.146E-06
373	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	1.126E-04
374	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	2.633E-06
375	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	2.329E-04
376	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	2.971E-08
377	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.505E-02
378	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	5.452E-05
379	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	6.748E-07
380	OUTPUT	Emission	Water	Calcium ion(Ca2+)	kg	2.260E-06
381	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	1.298E-02
382	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.491E-03
383	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	1.253E+00
384	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	7.010E-06
385	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.052E-09
386	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	1.868E-04
387	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	1.993E-10
388	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	5.027E-07
389	OUTPUT	Emission	Water	Chromium oxide(Cr2O3)	kg	2.371E-11
390	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	3.030E-05
391	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	3.466E-08
392	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	7.445E-02
393	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	1.022E-05
394	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	2.370E-10
395	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	4.231E-06
396	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	4.183E-11
397	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	3.750E-05
398	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	5.625E-05
399	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	8.706E-06
400	OUTPUT	Emission	Water	Dichloro ethylene	kg	5.659E-11
401	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	5.755E-11
402	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	1.263E-10
403	OUTPUT	Emission	Water	Dichloropropane(1,2-dichlorine propane)	kg	1.708E-06
404	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	5.053E-03
405	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	9.718E-04
406	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	6.192E-02

407	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	4.142E-05
408	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	7.775E-03
409	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.114E-05
410	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	4.927E-08
411	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	3.247E-10
412	OUTPUT	Emission	Water	H2	kg	1.284E-04
413	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	1.787E-09
414	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	4.233E-06
415	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	6.872E-08
416	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	4.901E-04
417	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	5.563E-08
418	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.732E-11
419	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	4.183E-09
420	OUTPUT	Emission	Water	Iron ion(Fe2+/Fe3+)	kg	3.410E-07
421	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	1.353E-02
422	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	1.315E-05
423	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	3.247E-08
424	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium ion(Mg2+)	kg	1.146E-07
425	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	5.083E-04
426	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	8.974E-05
427	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	5.849E-08
428	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	2.773E-06
429	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	2.632E-04
430	OUTPUT	Emission	Water	Methanol	kg	9.221E-05
431	OUTPUT	Emission	Water	Methyl chloride	kg	3.954E-05
433	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	3.953E-06
434	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	2.913E-04
435	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	4.837E-06
436	OUTPUT	Emission	Water	Nickel ion(Ni2+)	kg	1.853E-06
437	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	3.899E-05
438	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	3.277E-02
439	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	9.933E-05
440	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	2.599E-06
441	OUTPUT	Emission	Water	Other Nitrogen	kg	3.041E-05
442	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	1.976E-04
443	OUTPUT	Emission	Water	PCB	kg	2.048E-12
444	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.329E-04
445	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	3.204E-04
446	OUTPUT	Emission	Water	Phosphorus oxide(P2O5)	kg	1.335E-04
447	OUTPUT	Emission	Water	Phosphorus(P)	kg	0.000E+00
448	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	1.743E-06
449	OUTPUT	Emission	Water	Potassium ion(K+)	kg	1.075E-05
450	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	7.150E-04
451	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	2.451E-06
452	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	1.190E-06
453	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	2.555E-10
454	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	7.543E-07
455	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	6.271E-11
456	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	1.039E-06
457	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	7.129E-09
458	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	2.087E-04
459	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	7.812E-04
460	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	5.566E-01
461	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	1.956E-01
462	OUTPUT	Emission	Water	Steam condensate liquid	kg	-2.881E-03
463	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	8.284E-05
464	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	5.988E-02
465	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	1.188E-07
466	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	7.721E-06
467	OUTPUT	Emission	Water	TCE	kg	1.794E-12
468	OUTPUT	Emission	Water	TeCE	kg	4.820E-13
469	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	4.264E-10
470	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	5.796E-06
471	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	1.479E-06
472	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	1.871E-01
473	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.948E-04
474	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	3.925E-10
475	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	9.878E-12

476	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	1.362E-06
477	OUTPUT	Emission	Water	Vinyl chloride	kg	2.984E-11
478	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	1.735E-10
479	OUTPUT	Emission	Water	waste oil	kg	-5.340E-08
480	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.119E+03
481	OUTPUT	Emission	Water	Water	kg	-4.486E-03
482	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	1.629E-03
483	OUTPUT	Emission	Water	Zinc ion(Zn2+)	kg	1.409E-08
484	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	1.754E-05
485	OUTPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	2.436E-08
486	OUTPUT	Emission	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.255E-02
487	OUTPUT	Emission	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.158E-08
488	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.245E-01
489	OUTPUT	Emission	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	1.746E-03
490	OUTPUT	Emission	Technosphere	Unspecified wastes	kg	3.010E-04
491	OUTPUT	Waste	Technosphere	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	3.630E-02
492	OUTPUT	Waste	Technosphere	dust - not specified	kg	2.848E-03
493	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	4.134E-03
494	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.990E-01
495	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	8.620E-03
496	OUTPUT	Waste	Technosphere	high active nuclear waste	m3	3.285E-13
497	OUTPUT	Waste	Technosphere	Iinert Chemical	kg	1.244E-04
498	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.738E+00
499	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.759E+00
500	OUTPUT	Waste	Technosphere	Inert Chemical	kg	7.175E-04
501	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	5.658E+00
502	OUTPUT	Waste	Technosphere	low,med. act. nucl. waste	m3	7.396E-11
503	OUTPUT	Waste	Technosphere	Metals	kg	5.032E-04
504	OUTPUT	Waste	Technosphere	mineral waste	kg	2.307E-04
505	OUTPUT	Waste	Technosphere	oil	kg	1.614E-04
506	OUTPUT	Waste	Technosphere	prod. waste unspecified	kg	1.120E-03
507	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	2.405E-04
508	OUTPUT	Waste	Technosphere	Recycling wastes	kg	1.739E-05
509	OUTPUT	Waste	Technosphere	slag	kg	1.997E-04
510	OUTPUT	Waste	Technosphere	Slags & Ash	kg	8.500E-03
511	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.566E-01
512	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Construction	kg	6.978E-06
513	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Paper & board	kg	5.104E-03
514	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Plastics	kg	1.087E-04
515	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, To incinerator	kg	8.483E-05
516	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Wood	kg	9.591E-04
517	OUTPUT	Product	Technosphere	Phenol 내장판넬	kg	1.000E+00

부록 1-7. FRP 내장판넬 LCI DB

FRP Interior Panel LCI DB

번호	방향	그룹	환경	영칭	기호/영칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.433E+01
2	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.392E-06
3	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	3.317E-07
4	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.514E-10
5	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	2.302E-06
6	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	2.975E-17
7	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	2.359E-08
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	4.667E-03
9	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.507E-05
10	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.975E-04
11	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	1.912E-10
12	INPUT	Resource	Soil	Butane	kg	4.573E-08
13	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	1.209E-06
14	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.724E-09
15	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.210E-09
16	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	5.135E-08
17	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	4.004E-09
18	INPUT	Resource	Soil	coal ETH	kg	3.723E-02
19	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	1.020E-07
20	INPUT	Resource	Soil	copper (in ore)	kg	3.803E-07
21	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	8.582E-04
22	INPUT	Resource	Soil	crude oil ETH	kg	6.397E-01
23	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	2.836E-07
24	INPUT	Resource	Soil	Ethane	kg	6.864E-11
25	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	1.875E-08
26	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	1.487E-09
27	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	7.008E-08
28	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	5.993E-01
29	INPUT	Resource	Soil	Iron (in ore)	kg	4.176E-05
30	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	2.802E-02
31	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	6.310E-14
32	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	8.469E-04
33	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	2.879E-08
34	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	1.011E-03
35	INPUT	Resource	Soil	lead (in ore)	kg	1.129E-07
36	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	3.343E-08
37	INPUT	Resource	Soil	lignite ETH	kg	6.432E-05
38	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	2.707E-02
39	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	3.092E-08
40	INPUT	Resource	Soil	molybdene (in ore)	kg	4.034E-08
41	INPUT	Resource	Soil	natural gas ETH	kg	5.091E-01
42	INPUT	Resource	Soil	nickel (in ore)	kg	2.186E-08
43	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	8.119E-05
44	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	1.782E-07
45	INPUT	Resource	Soil	palladium (in ore)	kg	4.389E-09
46	INPUT	Resource	Soil	Phosphate	kg	1.827E-15
47	INPUT	Resource	Soil	platinum (in ore)	kg	8.583E-09
48	INPUT	Resource	Soil	Propane(C3H8)	kg	4.687E-08
49	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	1.453E-07
50	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	2.505E-09
51	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	3.749E-09
52	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	8.104E-03
53	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	8.160E-01
54	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.902E-09
55	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	6.093E-01
56	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	2.599E-06
57	INPUT	Resource	Soil	tin (in ore)	kg	5.722E-10
58	INPUT	Resource	Soil	Tin ore	kg	1.279E+00
59	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	1.762E-04
60	INPUT	Resource	Soil	uranium (in ore)	kg	1.923E-05
61	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	7.126E-08
62	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.519E-03
63	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	4.899E-04
64	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	1.071E-04
65	INPUT	Resource	Soil	zinc (in ore)	kg	9.125E-08

66	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	2.725E-08
67	INPUT	Resource	Water	Water	kg	7.394E+01
68	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	1.334E-16
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.334E-09
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	4.433E-09
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	3.099E-10
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium phosphate	kg	8.543E-06
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.579E-08
74	INPUT	Raw material	Technosphere	baryte	kg	5.260E-06
75	INPUT	Raw material	Technosphere	bauxite	kg	1.425E-06
76	INPUT	Raw material	Technosphere	bentonite	kg	1.487E-06
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	2.001E-15
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	3.428E-09
79	INPUT	Raw material	Technosphere	crude oil IDEMAT	kg	1.201E-02
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.334E-16
81	INPUT	Raw material	Technosphere	dolomite	kg	7.108E-03
82	INPUT	Raw material	Technosphere	feldspar	kg	7.108E-03
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	4.623E-10
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	4.832E-15
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.746E-12
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	4.054E-07
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	2.150E-10
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.088E-07
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2)	kg	3.011E-12
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.606E-17
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	3.456E-09
92	INPUT	Raw material	Technosphere	limestone	kg	1.422E-02
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	3.176E-10
94	INPUT	Raw material	Technosphere	marl	kg	1.121E-04
95	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	3.163E-05
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Methane(CH4)	kg	1.099E-06
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Monoethanolamin	kg	3.265E-17
98	INPUT	Raw material	Technosphere	NaOH	kg	2.132E-02
99	INPUT	Raw material	Technosphere	natural gas	kg	2.736E-02
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	3.176E-18
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	2.785E-05
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	1.952E-11
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl)	kg	8.360E-03
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	1.118E-10
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH)	kg	1.372E-09
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.187E-14
107	INPUT	Raw material	Technosphere	rock salt	kg	2.239E-06
108	INPUT	Raw material	Technosphere	sand	kg	1.008E-01
109	INPUT	Raw material	Technosphere	silver	kg	1.029E-09
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.046E-05
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.185E-10
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	5.690E-12
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	6.724E-07
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	2.966E-11
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.360E-11
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.360E-09
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.781E-08
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.492E-02
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	8.557E-09
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,20%)	kg	4.234E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	1.995E-16
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	8.861E-13
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	9.018E-09
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	3.808E-11
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Talc	kg	1.711E-01
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	2.540E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	1.679E-16
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	2.726E-14
129	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	1.945E-07
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	8.251E+00
131	INPUT	Raw material	Technosphere	water	kg	3.341E-01
132	INPUT	Raw material	Technosphere	wood	kg	4.762E-05
133	INPUT	Raw material	Technosphere	zeolite	kg	1.937E-08
134	OUTPUT	Emission	Air	1,2-dichloroethane	kg	4.780E-11

135	OUTPUT	Emission	Air	acetaldehyde	kg	8.186E-08
136	OUTPUT	Emission	Air	acetic acid	kg	3.858E-07
137	OUTPUT	Emission	Air	acetone	kg	5.099E-08
138	OUTPUT	Emission	Air	acrolein	kg	1.196E-12
139	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.442E+00
140	OUTPUT	Emission	Air	Al	kg	2.310E-07
141	OUTPUT	Emission	Air	aldehydes	kg	1.968E-06
142	OUTPUT	Emission	Air	alkanes	kg	5.434E-06
143	OUTPUT	Emission	Air	alkenes	kg	2.011E-06
144	OUTPUT	Emission	Air	ammonia	kg	1.019E-05
145	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	6.521E-10
146	OUTPUT	Emission	Air	As	kg	3.180E-08
147	OUTPUT	Emission	Air	B	kg	3.157E-06
148	OUTPUT	Emission	Air	Ba	kg	3.007E-06
149	OUTPUT	Emission	Air	Be	kg	5.125E-10
150	OUTPUT	Emission	Air	benzaldehyde	kg	4.105E-13
151	OUTPUT	Emission	Air	benzene	kg	9.507E-07
152	OUTPUT	Emission	Air	Benzene compounds	kg	3.409E-05
153	OUTPUT	Emission	Air	benzo(a)pyrene	kg	1.842E-08
154	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	6.678E-07
155	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	1.249E-07
156	OUTPUT	Emission	Air	butene	kg	5.970E-10
157	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	1.257E-11
158	OUTPUT	Emission	Air	Ca	kg	3.589E-08
159	OUTPUT	Emission	Air	Cd	kg	1.197E-08
160	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.195E-07
161	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.224E-07
162	OUTPUT	Emission	Air	CFC-116	kg	5.953E-11
163	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	2.570E-08
164	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	1.613E-08
165	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	4.762E-10
166	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	3.840E-06
167	OUTPUT	Emission	Air	Cl2	kg	1.350E-05
168	OUTPUT	Emission	Air	CO	kg	1.003E-03
169	OUTPUT	Emission	Air	CO2	kg	2.719E+00
170	OUTPUT	Emission	Air	cobalt	kg	8.103E-08
171	OUTPUT	Emission	Air	Cr	kg	3.730E-08
172	OUTPUT	Emission	Air	Cu	kg	5.980E-08
173	OUTPUT	Emission	Air	CxHy	kg	1.971E-04
174	OUTPUT	Emission	Air	CxHy aromatic	kg	7.358E-08
175	OUTPUT	Emission	Air	CxHy chloro	kg	1.956E-06
176	OUTPUT	Emission	Air	cyanides	kg	2.594E-11
177	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	3.376E-10
178	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.252E-12
179	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.054E-11
180	OUTPUT	Emission	Air	dust (coarse)	kg	1.017E-03
181	OUTPUT	Emission	Air	ethane	kg	2.924E-04
182	OUTPUT	Emission	Air	ethanol	kg	1.797E-07
183	OUTPUT	Emission	Air	ethene	kg	1.621E-08
184	OUTPUT	Emission	Air	ethylbenzene	kg	2.004E-06
185	OUTPUT	Emission	Air	ethyne	kg	5.917E-10
186	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.822E+00
187	OUTPUT	Emission	Air	F2	kg	1.956E-06
188	OUTPUT	Emission	Air	Fe	kg	4.399E-07
189	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	8.974E-07
190	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	4.329E-07
191	OUTPUT	Emission	Air	formaldehyde	kg	8.456E-06
192	OUTPUT	Emission	Air	H2S	kg	9.893E-05
193	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	2.755E-15
194	OUTPUT	Emission	Air	HALON-1301	kg	5.466E-08
195	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	2.809E-08
196	OUTPUT	Emission	Air	HCl	kg	1.528E-05
197	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	1.675E-05
198	OUTPUT	Emission	Air	heptane	kg	5.970E-09
199	OUTPUT	Emission	Air	hexane	kg	4.383E-08
200	OUTPUT	Emission	Air	HF	kg	3.125E-06
201	OUTPUT	Emission	Air	Hg	kg	3.410E-08
202	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.447E-11
203	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	2.959E-08

204	OUTPUT	Emission	Air	I	kg	3.003E-09
205	OUTPUT	Emission	Air	K	kg	2.790E-08
206	OUTPUT	Emission	Air	La	kg	8.387E-11
207	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.633E-10
208	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.993E-07
209	OUTPUT	Emission	Air	methane	kg	5.964E-03
210	OUTPUT	Emission	Air	methanol	kg	1.290E-07
211	OUTPUT	Emission	Air	Mg	kg	7.445E-08
212	OUTPUT	Emission	Air	Mn	kg	7.952E-08
213	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	2.693E-09
214	OUTPUT	Emission	Air	N2O	kg	7.333E-05
215	OUTPUT	Emission	Air	Na	kg	2.150E-08
216	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	2.277E-05
217	OUTPUT	Emission	Air	Ni	kg	1.420E-07
218	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	2.457E-07
219	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.397E-10
220	OUTPUT	Emission	Air	non methane VOC	kg	4.781E-03
221	OUTPUT	Emission	Air	NOx	kg	4.467E-03
222	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	4.621E-06
223	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	1.773E-08
224	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	2.168E-09
225	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	2.505E-11
226	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	1.777E-08
227	OUTPUT	Emission	Air	P	kg	2.577E-09
228	OUTPUT	Emission	Air	PAHs	kg	2.367E-08
229	OUTPUT	Emission	Air	Pb	kg	6.870E-07
230	OUTPUT	Emission	Air	pentane	kg	1.477E-07
231	OUTPUT	Emission	Air	phenol	kg	1.600E-06
232	OUTPUT	Emission	Air	propane	kg	1.299E-04
233	OUTPUT	Emission	Air	propene	kg	1.842E-07
234	OUTPUT	Emission	Air	propionic acid	kg	4.039E-09
235	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	4.318E-10
236	OUTPUT	Emission	Air	Sb	kg	5.661E-09
237	OUTPUT	Emission	Air	Sc	kg	3.607E-11
238	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.360E-10
239	OUTPUT	Emission	Air	Se	kg	1.448E-07
240	OUTPUT	Emission	Air	silicates	kg	3.536E-07
241	OUTPUT	Emission	Air	Sn	kg	1.760E-08
242	OUTPUT	Emission	Air	SO2	kg	3.965E-03
243	OUTPUT	Emission	Air	SOx	kg	7.082E-04
244	OUTPUT	Emission	Air	Sr	kg	8.558E-09
245	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	9.888E-08
246	OUTPUT	Emission	Air	Th	kg	2.026E-10
247	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	3.260E-10
248	OUTPUT	Emission	Air	Ti	kg	2.671E-08
249	OUTPUT	Emission	Air	Tl	kg	5.555E-10
250	OUTPUT	Emission	Air	toluene	kg	9.600E-07
251	OUTPUT	Emission	Air	U	kg	9.098E-11
252	OUTPUT	Emission	Air	V	kg	3.658E-07
253	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	4.582E+00
254	OUTPUT	Emission	Air	vinyl chloride	kg	2.736E-11
255	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	3.518E-04
256	OUTPUT	Emission	Air	xylene	kg	8.384E-06
257	OUTPUT	Emission	Air	Zn	kg	1.587E-06
258	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.477E-11
259	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.895E-07
260	OUTPUT	Emission	Water	Acid as H+	kg	2.932E-08
261	OUTPUT	Emission	Water	Ag	kg	1.650E-08
262	OUTPUT	Emission	Water	Al	kg	4.099E-05
263	OUTPUT	Emission	Water	alkanes	kg	2.683E-09
264	OUTPUT	Emission	Water	alkenes	kg	2.434E-10
265	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	4.519E-06
266	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	3.663E-05
267	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	1.052E-08
268	OUTPUT	Emission	Water	As	kg	7.985E-08
269	OUTPUT	Emission	Water	B	kg	1.382E-06
270	OUTPUT	Emission	Water	Ba	kg	2.620E-06
271	OUTPUT	Emission	Water	baryte	kg	1.089E-06
272	OUTPUT	Emission	Water	Be	kg	4.191E-10

273	OUTPUT	Emission	Water	benzene	kg	3.510E-06
274	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	1.332E-04
275	OUTPUT	Emission	Water	calcium compounds	kg	1.378E-04
276	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	5.876E-07
277	OUTPUT	Emission	Water	Cd	kg	1.264E-08
278	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.833E-18
279	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	1.504E-05
280	OUTPUT	Emission	Water	chlorobenzenes	kg	8.245E-11
281	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	2.880E-08
282	OUTPUT	Emission	Water	Cl-	kg	2.460E-02
283	OUTPUT	Emission	Water	Co	kg	1.434E-08
284	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	4.700E-03
285	OUTPUT	Emission	Water	Cr	kg	5.671E-07
286	OUTPUT	Emission	Water	Cr (VI)	kg	1.722E-11
287	OUTPUT	Emission	Water	crude oil	kg	2.772E-09
288	OUTPUT	Emission	Water	Cs	kg	1.731E-11
289	OUTPUT	Emission	Water	Cu	kg	1.897E-07
290	OUTPUT	Emission	Water	CxHy	kg	1.256E-05
291	OUTPUT	Emission	Water	CxHy aromatic	kg	6.005E-08
292	OUTPUT	Emission	Water	CxHy chloro	kg	5.209E-10
293	OUTPUT	Emission	Water	cyanide	kg	4.863E-07
294	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.054E-09
295	OUTPUT	Emission	Water	dichloroethane	kg	2.381E-11
296	OUTPUT	Emission	Water	dichloromethane	kg	5.224E-11
297	OUTPUT	Emission	Water	Dichloropropane (1,2-dichlorine propane)	kg	1.456E-07
298	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	9.118E-05
299	OUTPUT	Emission	Water	dissolved organics	kg	5.578E-08
300	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	6.370E-04
301	OUTPUT	Emission	Water	dissolved substances	kg	3.989E-03
302	OUTPUT	Emission	Water	ethyl benzene	kg	6.477E-07
303	OUTPUT	Emission	Water	F2	kg	2.982E-06
304	OUTPUT	Emission	Water	Fe	kg	1.051E-03
305	OUTPUT	Emission	Water	fluoride ions	kg	3.085E-04
306	OUTPUT	Emission	Water	formaldehyde	kg	7.445E-13
307	OUTPUT	Emission	Water	glutaraldehyde	kg	1.343E-10
308	OUTPUT	Emission	Water	H2S	kg	7.392E-10
309	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.400E-07
310	OUTPUT	Emission	Water	Hg	kg	1.362E-09
311	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	2.843E-08
312	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	6.879E-13
313	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.498E-12
314	OUTPUT	Emission	Water	I	kg	1.731E-09
315	OUTPUT	Emission	Water	K	kg	1.087E-05
316	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	5.286E-10
317	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	2.253E-04
318	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	3.640E-06
319	OUTPUT	Emission	Water	Methanol	kg	1.948E-05
320	OUTPUT	Emission	Water	Methyl chloride	kg	5.339E-07
321	OUTPUT	Emission	Water	Mg	kg	2.768E-05
322	OUTPUT	Emission	Water	Mn	kg	2.540E-06
323	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	3.344E-07
324	OUTPUT	Emission	Water	Na	kg	4.356E-03
325	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	1.490E-05
326	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	7.268E-10
327	OUTPUT	Emission	Water	Ni	kg	6.863E-07
328	OUTPUT	Emission	Water	nitrate	kg	1.299E-05
329	OUTPUT	Emission	Water	N-tot	kg	1.341E-07
330	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	3.031E-05
331	OUTPUT	Emission	Water	PAHs	kg	3.101E-06
332	OUTPUT	Emission	Water	Pb	kg	5.092E-07
333	OUTPUT	Emission	Water	phenol	kg	3.650E-06
334	OUTPUT	Emission	Water	phosphate	kg	4.815E-06
335	OUTPUT	Emission	Water	P-tot	kg	1.919E-12
336	OUTPUT	Emission	Water	S	kg	5.331E-10
337	OUTPUT	Emission	Water	salt	kg	4.922E-07
338	OUTPUT	Emission	Water	Sb	kg	1.057E-10
339	OUTPUT	Emission	Water	Se	kg	8.979E-08
340	OUTPUT	Emission	Water	Si	kg	2.594E-11
341	OUTPUT	Emission	Water	Sn	kg	1.048E-07

342	OUTPUT	Emission	Water	SO3	kg	2.950E-09
343	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	8.870E-07
344	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	3.024E-07
345	OUTPUT	Emission	Water	Sr	kg	3.621E-06
346	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	3.136E-09
347	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	2.385E-07
348	OUTPUT	Emission	Water	sulphates	kg	4.293E-03
349	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.686E-11
350	OUTPUT	Emission	Water	Ti	kg	4.659E-07
351	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	9.017E-03
352	OUTPUT	Emission	Water	toluene	kg	3.047E-06
353	OUTPUT	Emission	Water	tributyltin	kg	1.624E-10
354	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	4.087E-12
355	OUTPUT	Emission	Water	V	kg	1.404E-07
356	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	7.179E-11
357	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	8.143E+01
358	OUTPUT	Emission	Water	xylene	kg	2.545E-05
359	OUTPUT	Emission	Water	Zn	kg	4.322E-07
360	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	1.709E-03
361	OUTPUT	Waste	Technosphere	General waste	kg	1.406E-01
362	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes	kg	8.598E-02
363	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	3.024E-04
364	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	3.166E-07
365	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes	kg	8.389E+00
366	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	5.670E-03
367	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	4.177E-02
368	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	3.909E-03
369	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	9.951E-05
370	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.230E-03
371	OUTPUT	Product	Technosphere	전동차 내장판넬(FRP)	kg	1.000E+00

부록 1-8. 알루미늄 의자 LCI DB

Aluminum Seat LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	kg	2.59329E-07
2	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	1.98632E-15
3	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	1.33806E-05
4	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	4.54251E-06
5	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium chloride(NH4Cl)	kg	9.25023E-13
6	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	1.92293E-08
7	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	3.62998E-07
8	INPUT	Raw material	Technosphere	Baryte(BaSO4)	kg	9.44971E-05
9	INPUT	Raw material	Technosphere	Bauxite(Al2O3)	kg	2.56036E-05
10	INPUT	Raw material	Technosphere	Bentonite	kg	2.6721E-05
11	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	3.1208E-10
12	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	1.04434E-04
13	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	2.3124E-07
14	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	5.95289E-03
15	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	2.97942E-14
16	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	5.029E-06
17	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard	kg	4.03569E-04
18	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	5.02786E-08
19	INPUT	Raw material	Technosphere	Chlorine dioxide(ClO2)	kg	3.70014E-13
20	INPUT	Raw material	Technosphere	Crude oil	kg	2.15811E-01
21	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.98632E-15
22	INPUT	Raw material	Technosphere	Dimethyl formamide	kg	1.62077E-02
23	INPUT	Raw material	Technosphere	Divinylbenzene	kg	5.87128E-06
24	INPUT	Raw material	Technosphere	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	1.27699E-01
25	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethylene glycol(HOCH2CH2OH)	kg	5.98617E-12
26	INPUT	Raw material	Technosphere	Feldspar	kg	1.27699E-01
27	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	8.86962E-11
28	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	6.38072E-04
29	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	1.2784E-05
30	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	1.7249E-07
31	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	8.507E-07
32	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	1.5557E-06
33	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	6.8338E-06
34	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	5.217E-07
35	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	1.38516E-03
36	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	1.7625E-06
37	INPUT	Raw material	Technosphere	Fluoride acid	kg	8.45328E-05
38	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	1.36253E-03
39	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	2.98643E-08
40	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	8.05083E-07
41	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,32%)	kg	3.15502E-02
42	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.51978E-06
43	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2)	kg	1.54616E-08
44	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	7.26788E-11
45	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	5.14122E-08
46	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	1.38321E-03
47	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	2.82E-06
48	INPUT	Raw material	Technosphere	Limestone	kg	2.55397E-01
49	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	4.43837E-09
50	INPUT	Raw material	Technosphere	Marl	kg	2.01445E-03
51	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	5.68259E-04
52	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	2.9469E-06
53	INPUT	Raw material	Technosphere	Monoethanolamin	kg	2.18971E-10
54	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.83096E-01
55	INPUT	Raw material	Technosphere	Natural gas	kg	4.9164E-01
56	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl ether	kg	2.69314E-04
57	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl litium	kg	2.8106E-04
58	INPUT	Raw material	Technosphere	n-Hexane	kg	2.31685E-03
59	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	2.40969E-05
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.91429E-04
61	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	4.4462E-04
62	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	8.53827E-05
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	2.18725E-03

64	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	1.84562E-03
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	3.31112E-08
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium chloride(NaCl)	kg	4.02251E-05
67	INPUT	Raw material	Technosphere	Sand	kg	1.81013E+00
68	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	1.6544E-05
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	6.3121E-05
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon oil	kg	5.96153E-07
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Silver(Ag)	kg	1.84844E-08
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.08136E-06
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	2.05526E-09
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	1.65976E-04
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	2.96004E-12
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	1.86505E-08
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	2.10102E-06
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrite(NaNO2)	kg	4.72955E-06
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	6.09265E-10
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	9.32799E-08
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	2.76675E-07
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.15586E-03
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	7.74739E-05
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	5.5641E-10
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.73133E-09
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	8.57657E-09
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	1.0951E-05
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Synthetic Resin	kg	2.58235E-05
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.71312E-13
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.46209E-15
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	3.99739E-13
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	1.8753E-06
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Toluene	kg	2.84306E-02
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Triisobutyl aluminium	kg	3.79599E-04
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	5.12018E-07
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	1.99731E-02
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	6.86926E-01
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	9.43342E-07
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Water	kg	6.00184E+00
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood	kg	8.55582E-04
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Zeolite	kg	3.47979E-07
102	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.97081E+01
103	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.79778E-07
104	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.17382E-05
105	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	1.79291E-08
106	INPUT	Resource	Soil	Aluminium scrap	kg	3.82728E+00
107	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.88241E-08
108	INPUT	Resource	Soil	Anthracite coal	kg	5.76053E-16
109	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	3.46021E-07
110	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.73653E-02
111	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	1.67101E+01
112	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.1166E-03
113	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	9.61411E-08
114	INPUT	Resource	Soil	Boron(B)	kg	1.16107E-05
115	INPUT	Resource	Soil	But-1-ene	kg	7.94248E-04
116	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	4.33066E-05
117	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	2.52852E-08
118	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	8.9471E-08
119	INPUT	Resource	Soil	Chalk	kg	1.82644E-13
120	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	9.22623E-07
121	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	8.80198E-07
122	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	3.75888E-01
123	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	1.83248E-06
124	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	1.46727E-05
125	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	1.49952E-07
126	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.57429E-07
127	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.35%)	kg	6.1304E-04
128	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	2.97524E+00
129	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	2.11686E-03

130	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	3.77565E-09
131	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	2.84018E-04
132	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	3.81697E-03
133	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	5.94639E-03
134	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	8.46014E-09
135	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	5.4943E-05
136	INPUT	Resource	Soil	Graphite	kg	8.10731E-04
137	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	3.79492E-09
138	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	2.04911E+00
139	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	3.57512E-03
140	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	5.37977E-02
141	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	4.55441E-12
142	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.34409E-05
143	INPUT	Resource	Soil	Iron oxide	kg	4.34248E-11
144	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	1.33395E-06
145	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	4.20893E-07
146	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	6.6755E-08
147	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	6.11962E-11
148	INPUT	Resource	Soil	Lignite	kg	1.15567E-03
149	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	2.56094E-04
150	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	6.2878E-01
151	INPUT	Resource	Soil	Magnesium ore	kg	1.52207E-06
152	INPUT	Resource	Soil	magnesium scrap	kg	3.4661E-07
153	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	5.5549E-07
154	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	1.27159E-04
155	INPUT	Resource	Soil	Molybdene(Mo)	kg	7.2469E-07
156	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	3.04179E-06
157	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	3.17677E+00
158	INPUT	Resource	Soil	n-Heptane	kg	1.89841E-02
159	INPUT	Resource	Soil	Nickel(Ni)	kg	2.53557E-05
160	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	1.49694E-06
161	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.38145E-08
162	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	1.3272E-04
163	INPUT	Resource	Soil	Palladium(Pd)	kg	7.8854E-08
164	INPUT	Resource	Soil	Paper	kg	2.78853E-03
165	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	1.9611E-05
166	INPUT	Resource	Soil	Platinum(Pt)	kg	1.54196E-07
167	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	3.62694E-03
168	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	1.00266E-05
169	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	6.345E-08
170	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	4.50138E-08
171	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	6.73611E-08
172	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	1.05701E-08
173	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.36095E-02
174	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	7.39233E-04
175	INPUT	Resource	Soil	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	5.96369E-09
176	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	6.68263E-03
177	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	3.39287E-07
178	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	6.14372E-01
179	INPUT	Resource	Soil	Softwood	kg	4.27237E-11
180	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	2.11907E-04
181	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	1.5739E-07
182	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	5.80536E-05
183	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	3.32948E-04
184	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	6.99305E-05
185	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	5.14674E-06
186	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	2.15667E+00
187	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	2.03588E-06
188	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	2.04017E-07
189	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.45895E-08
190	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	5.61096E-08
191	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	2.91444E-05
192	INPUT	Resource	Water	Water	kg	5.55806E-01
193	OUTPUT	Co-product	Technosphere	Carbon reused as fuel	kg	1.81804E-05
194	OUTPUT	Emission	Air	1,2-Dichloroethane	kg	8.58774E-10
195	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	5.78167E-15

196	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	9.56834E-07
197	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	7.47919E-07
198	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.0952E-07
199	OUTPUT	Emission	Air	Acrolein	kg	2.14853E-11
200	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	1.38157E+01
201	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	4.16097E-06
202	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	1.21278E-09
203	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	3.5335E-05
204	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	1.09068E-05
205	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	3.7577E-07
206	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	3.09776E-11
207	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	4.70012E-05
208	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	1.41852E-09
209	OUTPUT	Emission	Air	Aromates(C9-C10)	kg	5.94754E-13
210	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.16209E-07
211	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	6.89398E-06
212	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.08328E-05
213	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.89327E-09
214	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	7.3746E-12
215	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	2.95227E-15
216	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	3.34488E-05
217	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	3.63557E-09
218	OUTPUT	Emission	Air	Bismuth(Bi)	kg	9.30628E-10
219	OUTPUT	Emission	Air	Butadiene rubber	kg	1.609E-07
220	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	3.59942E-08
221	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	8.178E-10
222	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	2.24431E-06
223	OUTPUT	Emission	Air	But-1-ene	kg	1.07267E-08
224	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	6.57101E-07
225	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	8.17934E-14
226	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	2.99166E-08
227	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	5.97761E-09
228	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	6.12316E-09
229	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	4.48809E-08
230	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	1.28521E-09
231	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	8.06979E-10
232	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	8.55582E-09
233	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.23555E-06
234	OUTPUT	Emission	Air	Chromium ion(Cr3+)	kg	3.92633E-12
235	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	2.55932E-04
236	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	5.54154E-02
237	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.61176E+01
238	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	2.58558E-08
239	OUTPUT	Emission	Air	COS	kg	4.38114E-06
240	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	8.32729E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	2.35312E-07
242	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	5.61664E-03
243	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.39947E-08
244	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	3.51172E-05
245	OUTPUT	Emission	Air	CxHy sulphur	kg	1.50157E-08
246	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	4.89339E-10
247	OUTPUT	Emission	Air	Cyclohexane	kg	9.1859E-06
248	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin	kg	1.01091E-12
249	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	6.06569E-09
250	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	3.27253E-12
251	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	6.02785E-09
252	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	9.93162E-02
253	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	2.48723E-04
254	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	2.22613E-07
255	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	2.91184E-07
256	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	7.45724E-07
257	OUTPUT	Emission	Air	Acetylene	kg	1.06309E-08
258	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	5.70665E+00
259	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	3.51172E-05
260	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	2.32108E-06
261	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	7.37269E-06

262	OUTPUT	Emission	Air	Flourine(F)	kg	4.72736E-06
263	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	1.09369E-06
264	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.34598E-05
265	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	4.78117E-05
266	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	7.88307E-14
267	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	2.00231E-07
268	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.40475E-09
269	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	6.82729E-05
270	OUTPUT	Emission	Air	Heavy metals	kg	6.26392E-27
271	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	6.49817E-05
272	OUTPUT	Emission	Air	n-Heptane	kg	1.07267E-07
273	OUTPUT	Emission	Air	Heptane (isomers)	kg	8.71994E-05
274	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	2.2759E-07
275	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	7.44114E-06
276	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	2.54145E-08
277	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	8.52678E-13
278	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	3.29693E-06
279	OUTPUT	Emission	Air	Iodine(I)	kg	5.39527E-08
280	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	5.03009E-07
281	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanum(La)	kg	1.50685E-09
282	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	3.59053E-11
283	OUTPUT	Emission	Air	Lithium(Li)	kg	6.16613E-11
284	OUTPUT	Emission	Air	Metal	kg	6.063E-11
285	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.47181E-08
286	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	2.03177E-02
287	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	3.19953E-07
288	OUTPUT	Emission	Air	Methyl mercaptane	kg	7.47928E-09
289	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.34149E-06
290	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	2.00078E-07
291	OUTPUT	Emission	Air	Molybdaneum(Mo)	kg	3.63941E-09
292	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.53818E-07
293	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	2.67034E-04
294	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	3.88148E-07
295	OUTPUT	Emission	Air	Naphthalene	kg	7.19381E-08
296	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.79902E-05
297	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	4.92376E-07
298	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	6.90753E-05
299	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	5.72744E-02
300	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	9.25604E-02
301	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	6.28428E-06
302	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	3.18608E-07
303	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	3.89481E-08
304	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	4.50138E-10
305	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	3.19247E-07
306	OUTPUT	Emission	Air	Phosphorus(P)	kg	4.62908E-08
307	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	1.09991E-06
308	OUTPUT	Emission	Air	Particulates (Copy)	kg	8.43717E-06
309	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	1.00738E-05
310	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	3.01371E-17
311	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol	kg	6.68074E-19
312	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	4.794E-18
313	OUTPUT	Emission	Air	Pentane	kg	2.65294E-06
314	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoromethane	kg	3.94303E-07
315	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	2.87431E-05
316	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	1.06452E-04
317	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	6.83529E-08
318	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	3.76805E-08
319	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	7.7577E-09
320	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	1.29632E-09
321	OUTPUT	Emission	Air	Steam condensate	kg	6.48071E-10
322	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	2.15364E-11
323	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	3.74371E-08
324	OUTPUT	Emission	Air	Silicates	kg	6.35301E-06
325	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	3.88278E-08
326	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	2.3653E-09
327	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	1.4584E-02

328	OUTPUT	Emission	Air	Soot	kg	1.30745E-04
329	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	5.4461E-02
330	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	6.3686E-08
331	OUTPUT	Emission	Air	SS	kg	1.15411E-12
332	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.95693E-11
333	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	7.38011E-09
334	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	1.80117E-08
335	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	3.63941E-09
336	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.82676E-11
337	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.98382E-07
338	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	1.88279E-10
339	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	2.38567E-03
340	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	1.63454E-09
341	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	2.56502E-06
342	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	9.90482E+00
343	OUTPUT	Emission	Air	Vinyl chloride	kg	4.9164E-10
344	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.01213E-02
345	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	4.16447E-04
346	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	1.56511E-06
347	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	2.3174E-05
348	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	2.65294E-10
349	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	1.70638E-03
350	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	5.9842E-08
351	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	1.37955E-04
352	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	4.84911E-08
353	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	4.39996E-09
354	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.86987E-05
355	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	4.84729E-05
356	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	1.57461E-08
357	OUTPUT	Emission	Water	Aromates(C9-C10)	kg	1.34602E-14
358	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	3.04157E-07
359	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	2.16572E-07
360	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	1.13619E-05
361	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.96157E-05
362	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	2.76126E-11
363	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	1.29901E-05
364	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	7.98937E-03
365	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	2.0321E-04
366	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	2.93887E-08
367	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	4.80428E-08
368	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	2.69176E-15
369	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	7.47934E-07
370	OUTPUT	Emission	Water	Chlorobenzene	kg	1.48131E-09
371	OUTPUT	Emission	Water	Chromium compound	kg	4.6319E-10
372	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	1.52835E-09
373	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	1.49931E-11
374	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	6.50212E-02
375	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	2.57639E-07
376	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	5.64085E-10
377	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	6.98118E-03
378	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	2.50891E-06
379	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr6+)	kg	3.0935E-10
380	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	7.07234E-06
381	OUTPUT	Emission	Water	Cesium(Cs)	kg	3.10946E-10
382	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	7.82061E-07
383	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	8.02287E-05
384	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	2.5852E-07
385	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	1.14036E-09
386	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	1.99167E-06
387	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.40516E-06
388	OUTPUT	Emission	Water	Dichloroethane	kg	4.27791E-10
389	OUTPUT	Emission	Water	Dichloromethane	kg	9.38586E-10
390	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	4.06772E-07
391	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	5.70008E-05
392	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	1.87735E-02
393	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	9.3442E-03

394	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	2.3929E-06
395	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	5.02021E-05
396	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	1.20693E-04
397	OUTPUT	Emission	Water	Flourine(F)	kg	1.77134E-07
398	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	3.12391E-04
399	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	1.3405E-11
400	OUTPUT	Emission	Water	Glutaraldehyde	kg	2.41351E-09
401	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	1.32807E-08
402	OUTPUT	Emission	Water	Halogenated matter	kg	9.21894E-17
403	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.6101E-07
404	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	2.38378E-09
405	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	5.10795E-07
406	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.60664E-11
407	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.51942E-06
408	OUTPUT	Emission	Water	Iodine(I)	kg	3.10946E-08
409	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	7.3714E-05
410	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	1.78833E-08
411	OUTPUT	Emission	Water	Manganese-54(Mn-54)	kg	7.90244E-07
412	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	1.56274E-14
413	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.33612E-05
414	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	4.97274E-07
415	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	7.27429E-09
416	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.05178E-06
417	OUTPUT	Emission	Water	Methylene Chloride	kg	2.95289E-15
418	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	1.9693E-11
419	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	1.14686E-04
420	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	7.30664E-06
421	OUTPUT	Emission	Water	Molybdaneum(Mo)	kg	3.44787E-07
422	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	1.67737E-08
423	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	6.96902E-03
424	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salt	kg	7.0931E-12
425	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.98528E-06
426	OUTPUT	Emission	Water	N-H	kg	7.15171E-08
427	OUTPUT	Emission	Water	n-Heptane	kg	1.168E-04
428	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	8.50055E-07
429	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	2.37055E-06
430	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	6.60982E-06
431	OUTPUT	Emission	Water	Nitric acid(HNO3)	kg	6.93914E-11
432	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	1.60429E-09
433	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogen(N2)	kg	2.90388E-14
434	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	1.79266E-06
435	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	1.59877E-03
436	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	1.03815E-05
437	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	8.4831E-07
438	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	1.43695E-05
439	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	1.74669E-05
440	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	2.59872E-09
441	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur(S)	kg	9.57741E-09
442	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	9.57164E-06
443	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	9.54114E-08
444	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	1.09996E-08
445	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	1.89997E-09
446	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	6.48949E-07
447	OUTPUT	Emission	Water	Silicon(Si)	kg	4.661E-10
448	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	1.63899E-09
449	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur trioxide(SO3)	kg	5.2995E-08
450	OUTPUT	Emission	Water	Sodium chloride(NaCl)	kg	3.46436E-10
451	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.38726E-05
452	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.28556E-06
453	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	3.70242E-05
454	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	3.20711E-06
455	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	2.13953E-07
456	OUTPUT	Emission	Water	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	8.76228E-07
457	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	3.65016E-03
458	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	6.39209E-11
459	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter (unspecified)	kg	1.05406E-10

460	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	1.05766E-10
461	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.52357E-14
462	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	7.7435E-06
463	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	9.03318E-04
464	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.99134E-04
465	OUTPUT	Emission	Water	Tot-CN	kg	6.31042E-10
466	OUTPUT	Emission	Water	Tot-F	kg	1.09529E-09
467	OUTPUT	Emission	Water	Tributyltin	kg	2.91792E-09
468	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	7.34268E-11
469	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	4.31995E-10
470	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	6.57909E-07
471	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	1.28976E-09
472	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	2.80628E-05
473	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	9.35835E-05
474	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	2.52417E-06
475	OUTPUT	Product	Technosphere	Seat assay	kg	1.4211E+01
476	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	3.07115E-02
477	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.67946E-01
478	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	9.88669E-06
479	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.27185E+01
480	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	9.91924E+00
481	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	7.02343E-02
482	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	1.78778E-03
483	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	2.68975E-01

부록 1-9. SUS 의자 LCI DB

SUS Seat LCI DB

번호	방향	그룹	환경	영칭	기호/영칭	값
1	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	2.0381E-15
2	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	3.19954E-05
3	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.09443E-01
4	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	4.66093E-06
5	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium chloride(NH4Cl)	kg	9.49136E-13
6	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	4.59046E-07
7	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	3.72461E-07
8	INPUT	Raw material	Technosphere	Baryte(BaSO4)	kg	7.46621E-05
9	INPUT	Raw material	Technosphere	Bauxite(Al2O3)	kg	2.02294E-05
10	INPUT	Raw material	Technosphere	Bentonite	kg	2.11122E-05
11	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	2.53022E-05
12	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	9.03614E-04
13	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	2.0008E-06
14	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	7.5781E-03
15	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	3.05709E-14
16	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	4.35134E-05
17	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	1.50775E-05
18	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard	kg	4.14089E-04
19	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	5.15892E-08
20	INPUT	Raw material	Technosphere	Chlorine dioxide(ClO2)	kg	3.79659E-13
21	INPUT	Raw material	Technosphere	Crude oil	kg	1.70512E-01
22	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	2.0381E-15
23	INPUT	Raw material	Technosphere	Dimethyl formamide	kg	1.66302E-02
24	INPUT	Raw material	Technosphere	Divinylbenzene	kg	6.02433E-06
25	INPUT	Raw material	Technosphere	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	1.00895E-01
26	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	6.17247E-08
27	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethylene glycol(HOCH2CH2OH)	kg	6.14221E-12
28	INPUT	Raw material	Technosphere	Feldspar	kg	1.00895E-01
29	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	9.10083E-11
30	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	5.52091E-03
31	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	3.01969E-01
32	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	8.88645E-02
33	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	1.00547E-02
34	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	2.06565E-02
35	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	6.01592E-04
36	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	1.49247E-06
37	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	7.36067E-06
38	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	3.27782E-04
39	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	1.34607E-05
40	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	5.91294E-05
41	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	4.514E-06
42	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	1.18461E-02
43	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	1.525E-05
44	INPUT	Raw material	Technosphere	Fluoride acid	kg	8.67363E-05
45	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	1.17893E-02
46	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	9.15815E-07
47	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	8.26069E-07
48	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,32%)	kg	3.23726E-02
49	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.55939E-06
50	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2)	kg	1.58647E-08
51	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	7.45734E-11
52	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	5.27524E-08
53	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	1.50882E-03
54	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	1.19686E-02
55	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	2.44E-05
56	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	1.13394E-06
57	INPUT	Raw material	Technosphere	Limestone	kg	2.01789E-01
58	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	4.55407E-09
59	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium oxide	kg	6.47429E-05
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Marl	kg	1.59161E-03
61	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	4.48981E-04
62	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	1.02381E-03
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Monoethanolamin	kg	2.24678E-10
64	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	3.02684E-01
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Natural gas	kg	3.88445E-01
66	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl ether	kg	2.76335E-04

67	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl litium	kg	2.88386E-04
68	INPUT	Raw material	Technosphere	n-Hexane	kg	2.37724E-03
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	2.15485E-04
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	1.05238E-05
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	1.60013E-03
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	3.84707E-03
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	8.76084E-05
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	2.24427E-03
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	4.70278E-03
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	3.39743E-08
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium chloride(NaCl)	kg	3.17818E-05
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Sand	kg	1.43018E+00
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	1.43147E-04
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	5.46154E-04
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon oil	kg	6.11693E-07
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Silver(Ag)	kg	1.46045E-08
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.13561E-06
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	6.18003E-04
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	2.40943E-05
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	1.70303E-04
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	3.0372E-12
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	5.9608E-07
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	1.15611E-03
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrite(NaNO2)	kg	4.85284E-06
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	6.25146E-10
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	9.57115E-08
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfide	kg	1.52781E-04
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	9.47723E-07
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	5.44996E-01
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	7.94934E-05
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	5.70915E-10
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.77646E-09
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	2.23389E-03
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	9.47534E-05
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Synthetic Resin	kg	2.64966E-05
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.75778E-13
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.52627E-15
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	4.10159E-13
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	3.94241E-04
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Toluene	kg	2.91717E-02
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Triisobutyl aluminium	kg	3.89495E-04
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	8.90026E-06
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	5.07858E-07
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	6.93274E-01
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	2.10788E-04
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Water	kg	4.74205E+00
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood	kg	6.75994E-04
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	1.56461E-02
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Zeolite	kg	2.74938E-07
116	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.97408E+01
117	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	6.11154E-05
118	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.57839E-06
119	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	3.40953E-09
120	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.93148E-08
121	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	3.55041E-07
122	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.77626E-02
123	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	2.18374E-02
124	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.28138E-03
125	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	2.17997E-09
126	INPUT	Resource	Soil	But-1-ene	kg	8.14952E-04
127	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	1.38158E-05
128	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	2.59443E-08
129	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	5.77328E-04
130	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	2.3818E-10
131	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	7.28964E-07
132	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	3.34936E-07
133	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	4.4902E-01
134	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	1.44784E-06
135	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	1.17884E-04
136	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	9.90465E-05
137	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.6393E-07

138	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	3.572E-04
139	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	2.29131E+00
140	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	5.36055E-02
141	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	2.45708E-03
142	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	3.30214E-02
143	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	5.14434E-02
144	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	1.36123E-02
145	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	7.22611E-10
146	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	9.97168E-01
147	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	2.49973E-02
148	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	4.38796E-01
149	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	1.22696E-14
150	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.39271E-05
151	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	1.28092E-04
152	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	4.11729E-04
153	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	4.28548E-07
154	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	4.80757E-08
155	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	6.25134E-11
156	INPUT	Resource	Soil	Lignite	kg	9.13097E-04
157	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	2.21552E-03
158	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	1.00869E-01
159	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	4.38892E-07
160	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	1.13607E-03
161	INPUT	Resource	Soil	Molybdene(Mo)	kg	5.72577E-07
162	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	1.9906E-05
163	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	2.55794E-05
164	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	7.30329E-01
165	INPUT	Resource	Soil	n-Heptane	kg	1.94789E-02
166	INPUT	Resource	Soil	Nickel(Ni)	kg	2.5924E-05
167	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	5.96341E-02
168	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.44295E-08
169	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	1.82318E-09
170	INPUT	Resource	Soil	Palladium(Pd)	kg	6.23025E-08
171	INPUT	Resource	Soil	Paper	kg	2.86122E-03
172	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	2.01222E-05
173	INPUT	Resource	Soil	Platinum(Pt)	kg	1.2183E-07
174	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	3.13821E-02
175	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	2.26784E-02
176	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	6.70701E-07
177	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	3.55654E-08
178	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	5.3222E-08
179	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	1.26649E-08
180	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.4003E-02
181	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	6.39525E-03
182	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.99528E-03
183	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	4.3673E-08
184	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	1.48903E-01
185	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	2.17281E-04
186	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	1.28099E-06
187	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	5.75306E-04
188	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	3.94619E-05
189	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	1.55024E-07
190	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	2.15993E+00
191	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	2.16352E-03
192	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	2.07727E-07
193	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.54005E-08
194	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	1.94503E-07
195	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	2.52134E-04
196	INPUT	Resource	Water	Water	kg	4.98398E-01
197	OUTPUT	Emission	Air	1,2-Dichloroethane	kg	6.78517E-10
198	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	6.05679E-12
199	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	1.22594E-06
200	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	9.56769E-07
201	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	6.81689E-07
202	OUTPUT	Emission	Air	Acrolein	kg	1.69755E-11
203	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	1.45289E+01
204	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	2.56825E-05
205	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	1.08365E-08
206	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	3.52415E-05
207	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	1.33156E-05
208	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	1.77524E-06

209	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	8.16091E-07
210	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	4.62825E-05
211	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	3.93851E-11
212	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.14931E-07
213	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	6.40386E-06
214	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.10365E-05
215	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	4.57423E-10
216	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	5.82667E-12
217	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	2.63751E-14
218	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	3.6876E-06
219	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	4.04743E-09
220	OUTPUT	Emission	Air	Butadiene rubber	kg	1.27127E-07
221	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	3.87978E-08
222	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	7.88198E-07
223	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	1.77322E-06
224	OUTPUT	Emission	Air	But-1-ene	kg	8.47515E-09
225	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	4.62841E-11
226	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	9.33946E-06
227	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	3.2555E-09
228	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	1.26948E-07
229	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	8.71358E-09
230	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	6.66787E-08
231	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	8.44993E-10
232	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	1.8738E-09
233	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	1.17645E-09
234	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	6.75994E-09
235	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	2.21213E-07
236	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.91701E-04
237	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	5.25978E-02
238	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.25676E+01
239	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	1.70652E-07
240	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	1.58585E-07
241	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	2.67028E-05
242	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	3.55906E-03
243	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	5.515E-07
244	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	2.7759E-05
245	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	3.68266E-10
246	OUTPUT	Emission	Air	Cyclohexane	kg	9.42535E-06
247	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	4.7925E-09
248	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	3.46859E-12
249	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	6.18721E-09
250	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	5.10395E-03
251	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	2.51233E-04
252	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	1.3715E-06
253	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.04613E-06
254	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	1.49042E-06
255	OUTPUT	Emission	Air	Acetylene	kg	8.39948E-09
256	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	5.83347E+00
257	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	2.77624E-05
258	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	3.22273E-05
259	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	4.3225E-06
260	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	3.03742E-07
261	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.30517E-05
262	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	4.99208E-05
263	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	4.98796E-14
264	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	2.40948E-07
265	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.51434E-09
266	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.51691E-04
267	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	6.51223E-05
268	OUTPUT	Emission	Air	n-Heptane	kg	8.47515E-08
269	OUTPUT	Emission	Air	Heptane (isomers)	kg	8.94725E-05
270	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	1.80314E-07
271	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.6015E-05
272	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	3.90978E-08
273	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.22718E-12
274	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	2.95083E-06
275	OUTPUT	Emission	Air	Iodine(I)	kg	4.2628E-08
276	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	4.08352E-06
277	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanum(La)	kg	1.19056E-09
278	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	5.98533E-11
279	OUTPUT	Emission	Air	Metal	kg	5.246E-10

280	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.3372E-07
281	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	1.19713E-02
282	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	2.06394E-06
283	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	8.82927E-06
284	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	3.42951E-07
285	OUTPUT	Emission	Air	Molybdaneum(Mo)	kg	2.8755E-09
286	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	7.81686E-08
287	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	3.92864E-04
288	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	3.21797E-07
289	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.82828E-05
290	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	1.65657E-05
291	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	5.65546E-08
292	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	2.61267E-06
293	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	3.2929E-02
294	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	9.57179E-02
295	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	5.59956E-06
296	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	2.51732E-07
297	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	3.07729E-08
298	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	3.55654E-10
299	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	2.52237E-07
300	OUTPUT	Emission	Air	Phosphorus(P)	kg	3.65743E-08
301	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	9.32577E-08
302	OUTPUT	Emission	Air	Particulates (Copy)	kg	8.6571E-06
303	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	8.10746E-06
304	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	1.1718E-12
305	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	1.90036E-13
306	OUTPUT	Emission	Air	Pentane	kg	2.09609E-06
307	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	2.27094E-05
308	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	1.07043E-04
309	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	5.66811E-08
310	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	3.0875E-08
311	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	6.12935E-09
312	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	1.13077E-09
313	OUTPUT	Emission	Air	Steam condensate	kg	5.12041E-10
314	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	4.68726E-11
315	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	3.17644E-08
316	OUTPUT	Emission	Air	Silicates	kg	5.01951E-06
317	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	4.5395E-05
318	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	2.1886E-09
319	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	1.82544E-01
320	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	1.12692E-02
321	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	4.71337E-07
322	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	2.27719E-08
323	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	1.80431E-07
324	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	2.8755E-09
325	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.9692E-11
326	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.00613E-06
327	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	4.06269E-10
328	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	2.36892E-03
329	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	1.29145E-09
330	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	1.06812E-05
331	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	1.0567E+01
332	OUTPUT	Emission	Air	Vinyl chloride	kg	3.88445E-10
333	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.42369E-04
334	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	7.97253E-04
335	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	4.61801E-06
336	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	1.88729E-05
337	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	2.09609E-10
338	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	1.64791E-03
339	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	5.99439E-08
340	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	4.34074E-04
341	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	7.25588E-07
342	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	6.71616E-08
343	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	2.58536E-05
344	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	4.94823E-05
345	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	4.32165E-08
346	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	8.76552E-07
347	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	7.0806E-07
348	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	4.79315E-05
349	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.22464E-04
350	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	2.78459E-11

351	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	1.36993E-05
352	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	3.7419E-02
353	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	6.77584E-04
354	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	3.16815E-08
355	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	7.45148E-08
356	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	5.54517E-20
357	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	8.06285E-07
358	OUTPUT	Emission	Water	Chlorobenzene	kg	1.17038E-09
359	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	3.14478E-06
360	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	9.30316E-09
361	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	6.71439E-02
362	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	2.03555E-07
363	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	8.24254E-07
364	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	4.62579E-02
365	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	2.2539E-06
366	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr6+)	kg	2.44417E-10
367	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	3.93489E-08
368	OUTPUT	Emission	Water	Cesium(Cs)	kg	2.45679E-10
369	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	3.08491E-06
370	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	5.97995E-05
371	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	3.42742E-06
372	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	2.897E-05
373	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	2.15179E-06
374	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	1.46711E-04
375	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.44175E-06
376	OUTPUT	Emission	Water	Dichloroethane	kg	3.37997E-10
377	OUTPUT	Emission	Water	Dichloromethane	kg	7.41576E-10
378	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	5.90252E-05
379	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	3.51834E-06
380	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	1.14328E-02
381	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	5.06977E-02
382	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	2.52156E-06
383	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	4.14606E-05
384	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	3.90339E-04
385	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	2.25823E-04
386	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	4.59759E-11
387	OUTPUT	Emission	Water	Glutaraldehyde	kg	1.90691E-09
388	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	1.0493E-08
389	OUTPUT	Emission	Water	Halogenated matter	kg	9.45926E-17
390	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.78284E-07
391	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	1.92053E-09
392	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	4.03579E-07
393	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	9.70552E-01
394	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.58509E-06
395	OUTPUT	Emission	Water	Iodine(I)	kg	2.45679E-08
396	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	1.89597E-04
397	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	2.52306E-09
398	OUTPUT	Emission	Water	Manganese-54(Mn-54)	kg	8.10843E-07
399	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	3.12632E-07
400	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	2.17999E-06
401	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	1.22369E-07
402	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.05733E-06
403	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	1.75984E-10
404	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	3.57533E-04
405	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.37466E-05
406	OUTPUT	Emission	Water	Molybdaneum(Mo)	kg	2.72416E-07
407	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	1.05557E-06
408	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	9.07142E-03
409	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salt	kg	7.278E-12
410	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	6.92621E-06
411	OUTPUT	Emission	Water	n-Heptane	kg	1.19844E-04
412	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	1.06474E-06
413	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	5.9834E-06
414	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	2.83528E-05
415	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	2.87534E-07
416	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	8.52578E-06
417	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	1.05207E-02
418	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	1.04662E-05
419	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	2.59991E-06
420	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	1.35587E-05
421	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	3.54633E-05

422	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	5.88701E-09
423	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur(S)	kg	7.5671E-09
424	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	3.87206E-04
425	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	8.25534E-07
426	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	2.65944E-05
427	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	1.50081E-09
428	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	2.08167E-06
429	OUTPUT	Emission	Water	Silicon(Si)	kg	3.68266E-10
430	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	1.25675E-09
431	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur trioxide(SO3)	kg	4.18713E-08
432	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.42407E-05
433	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	8.14625E-07
434	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	4.45954E-05
435	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	2.78672E-05
436	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	3.86998E-07
437	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	4.64257E-03
438	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	2.11025E-09
439	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter (unspecified)	kg	1.08154E-10
440	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	2.58216E-09
441	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.57329E-14
442	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	2.47048E-05
443	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	1.02024E-03
444	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	2.04629E-04
445	OUTPUT	Emission	Water	Tributyltin	kg	2.30544E-09
446	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	5.80144E-11
447	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	7.97395E-07
448	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	2.14306E-06
449	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	1.01904E-09
450	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	4.39881E-03
451	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	9.42793E-05
452	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	5.62453E-06
453	OUTPUT	Product	Technosphere	Seat assay	kg	9.507E+00
454	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	2.42652E-02
455	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	2.19259E-01
456	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	6.18818E-06
457	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.17039E+00
458	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	4.32419E-01
459	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	5.54921E-02
460	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	1.41253E-03
461	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	4.41565E+00

부록 1-10. FRP 의자 LCI DB

FRP Seat LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	kg	1.09886E-08
2	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	1.98036E-15
3	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	6.88575E-04
4	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	4.52887E-06
5	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium chloride(NH4Cl)	kg	9.22246E-13
6	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	7.72866E-07
7	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	3.61908E-07
8	INPUT	Raw material	Technosphere	Baryte(BaSO4)	kg	2.2339E-04
9	INPUT	Raw material	Technosphere	Bauxite(Al2O3)	kg	6.05267E-05
10	INPUT	Raw material	Technosphere	Bentonite	kg	6.31682E-05
11	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	1.60983E-08
12	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	5.38711E-03
13	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	1.19283E-05
14	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	5.93501E-03
15	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	2.97048E-14
16	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	2.59416E-04
17	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard	kg	4.02357E-04
18	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	5.01276E-08
19	INPUT	Raw material	Technosphere	Chlorine dioxide(ClO2)	kg	3.68903E-13
20	INPUT	Raw material	Technosphere	Crude oil	kg	5.10175E-01
21	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.98036E-15
22	INPUT	Raw material	Technosphere	Dimethyl formamide	kg	1.6159E-02
23	INPUT	Raw material	Technosphere	Divinylbenzene	kg	5.85365E-06
24	INPUT	Raw material	Technosphere	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	3.01879E-01
25	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethylene glycol(HOCH2CH2OH)	kg	5.96819E-12
26	INPUT	Raw material	Technosphere	Feldspar	kg	3.01879E-01
27	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	8.84298E-11
28	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	3.29143E-02
29	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	6.59449E-04
30	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	8.89771E-06
31	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	4.38824E-05
32	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	8.02491E-05
33	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	3.52514E-04
34	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	2.69113E-05
35	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	1.381E-03
36	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	9.09167E-05
37	INPUT	Raw material	Technosphere	Fluoride acid	kg	8.42789E-05
38	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	7.02846E-02
39	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.53716E-06
40	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	8.02665E-07
41	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,32%)	kg	3.14555E-02
42	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.51521E-06
43	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2)	kg	1.54152E-08
44	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	7.24606E-11
45	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	5.12579E-08
46	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	7.13514E-02
47	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	1.45467E-04
48	INPUT	Raw material	Technosphere	Limestone	kg	6.03758E-01
49	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	4.42504E-09
50	INPUT	Raw material	Technosphere	Marl	kg	4.76214E-03
51	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	1.34336E-03
52	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	1.52013E-04
53	INPUT	Raw material	Technosphere	Monoethanolamin	kg	2.18313E-10
54	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	9.05637E-01
55	INPUT	Raw material	Technosphere	Natural gas	kg	1.16223E+00
56	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl ether	kg	2.68506E-04
57	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl litium	kg	2.80216E-04
58	INPUT	Raw material	Technosphere	n-Hexane	kg	2.30989E-03
59	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	1.24301E-03
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	9.50148E-03
61	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	2.29352E-02
62	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	8.51263E-05
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	2.18069E-03
64	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	1.84007E-03
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	3.30118E-08
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium chloride(NaCl)	kg	9.50919E-05

67	INPUT	Raw material	Technosphere	Sand	kg	4.27913E+00
68	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	8.53404E-04
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	3.25603E-03
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon oil	kg	5.94363E-07
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Silver(Ag)	kg	4.3697E-08
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.07511E-06
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	2.04909E-09
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	1.65478E-04
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	2.95115E-12
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	9.41098E-07
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	2.09471E-06
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrite(NaNO2)	kg	4.71535E-06
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	6.07435E-10
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	9.29998E-08
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.05807E-06
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.15239E-03
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	7.72412E-05
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	5.5474E-10
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	1.72613E-09
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	8.55081E-09
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	5.64895E-04
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Synthetic Resin	kg	2.57459E-05
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.70797E-13
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.4547E-15
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	3.98539E-13
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	9.67353E-05
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Toluene	kg	2.83452E-02
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Triisobutyl aluminium	kg	3.7846E-04
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	2.64119E-05
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	8.46801E-04
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	6.63044E-01
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	9.40509E-07
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Water	kg	1.41883E+01
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood	kg	2.02259E-03
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Zeolite	kg	8.2262E-07
102	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.91982E+01
103	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	9.26139E-06
104	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.96526E-06
105	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	3.93185E-09
106	INPUT	Resource	Soil	Aluminium scrap	kg	1.62175E-01
107	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.87676E-08
108	INPUT	Resource	Soil	Anthracite coal	kg	2.44093E-17
109	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	3.44982E-07
110	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.64116E-02
111	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	7.23016E-01
112	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	1.06507E-03
113	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	6.06758E-09
114	INPUT	Resource	Soil	Boron(B)	kg	4.91985E-07
115	INPUT	Resource	Soil	But-1-ene	kg	7.91863E-04
116	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	1.44712E-05
117	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	2.52093E-08
118	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	4.01278E-09
119	INPUT	Resource	Soil	Chalk	kg	7.73924E-15
120	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	2.18108E-06
121	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	3.43394E-07
122	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	7.53292E-01
123	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	4.33196E-06
124	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	4.20548E-04
125	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	7.73398E-06
126	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.53736E-07
127	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.35%)	kg	2.59766E-05
128	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	2.10335E+00
129	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	1.08938E-01
130	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	1.59987E-10
131	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	1.46485E-02
132	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	1.96865E-01
133	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	3.06692E-01
134	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	3.58485E-10
135	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	2.83418E-03
136	INPUT	Resource	Soil	Graphite	kg	3.43534E-05
137	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	8.331E-10

138	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.15892E+00
139	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	1.47245E-01
140	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	2.49525E+00
141	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	2.04401E-13
142	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.3388E-05
143	INPUT	Resource	Soil	Iron oxide	kg	1.84005E-12
144	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	1.77654E-05
145	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	4.16544E-07
146	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	1.41259E-07
147	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	6.07538E-11
148	INPUT	Resource	Soil	Lignite	kg	2.732E-03
149	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	1.32084E-02
150	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	5.85075E-01
151	INPUT	Resource	Soil	Magnesium ore	kg	6.44952E-08
152	INPUT	Resource	Soil	magnesium scrap	kg	1.4687E-08
153	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	1.31317E-06
154	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	6.55836E-03
155	INPUT	Resource	Soil	Molybdene(Mo)	kg	1.71316E-06
156	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	1.52501E-04
157	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	7.73743E-01
158	INPUT	Resource	Soil	n-Heptane	kg	1.89271E-02
159	INPUT	Resource	Soil	Nickel(Ni)	kg	2.58163E-05
160	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	7.72064E-05
161	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.34651E-08
162	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	5.62549E-06
163	INPUT	Resource	Soil	Palladium(Pd)	kg	1.8641E-07
164	INPUT	Resource	Soil	Paper	kg	2.78016E-03
165	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	1.95521E-05
166	INPUT	Resource	Soil	Platinum(Pt)	kg	3.64519E-07
167	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	1.87092E-01
168	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	5.17134E-04
169	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	3.273E-06
170	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	1.06412E-07
171	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	1.59241E-07
172	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	1.20223E-08
173	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	2.05643E-02
174	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	3.81268E-02
175	INPUT	Resource	Soil	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.52702E-10
176	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	2.77532E-03
177	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	5.50089E-08
178	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	7.41757E-02
179	INPUT	Resource	Soil	Softwood	kg	1.81035E-12
180	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	2.11131E-04
181	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	7.61281E-06
182	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	2.45993E-06
183	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	3.31949E-04
184	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	2.94236E-05
185	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	2.38015E-07
186	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	2.10093E+00
187	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.04256E-04
188	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	2.01908E-07
189	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.41287E-08
190	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	1.08288E-06
191	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	1.50316E-03
192	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.64618E+00
193	OUTPUT	Co-product	Technosphere	Carbon reused as fuel	kg	7.70364E-07
194	OUTPUT	Emission	Air	1,2-Dichloroethane	kg	2.03014E-09
195	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	2.98207E-13
196	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	4.86126E-07
197	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	1.36037E-06
198	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.70198E-07
199	OUTPUT	Emission	Air	Acrolein	kg	5.07911E-11
200	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	1.37672E+01
201	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	1.03663E-05
202	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	6.25507E-08
203	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	9.40281E-05
204	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	1.29167E-05
205	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	8.46817E-07
206	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.59771E-09
207	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	9.24006E-05
208	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	9.49519E-11

209	OUTPUT	Emission	Air	Aromates(C9-C10)	kg	2.52017E-14
210	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	3.8945E-08
211	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.85227E-06
212	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.02137E-05
213	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.32303E-09
214	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	1.74335E-11
215	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	1.52255E-13
216	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	3.76294E-06
217	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	3.32044E-09
218	OUTPUT	Emission	Air	Bismuth(Bi)	kg	3.94339E-11
219	OUTPUT	Emission	Air	Butadiene rubber	kg	3.80368E-07
220	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	3.58523E-08
221	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	4.21853E-08
222	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	5.30552E-06
223	OUTPUT	Emission	Air	But-1-ene	kg	2.53578E-08
224	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	2.15484E-06
225	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	4.21853E-12
226	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	2.00647E-08
227	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	5.95694E-09
228	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	6.1756E-09
229	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	4.38467E-09
230	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	1.28076E-09
231	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	8.04191E-10
232	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	2.02259E-08
233	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	7.20901E-07
234	OUTPUT	Emission	Air	Chromium ion(Cr3+)	kg	1.66372E-13
235	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	5.74134E-04
236	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	4.869E-02
237	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.25056E+01
238	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	3.85988E-08
239	OUTPUT	Emission	Air	COS	kg	1.85644E-07
240	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	7.00229E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	1.85189E-07
242	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	2.11733E-03
243	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.57161E-08
244	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	8.30167E-05
245	OUTPUT	Emission	Air	CxHy sulphur	kg	6.36264E-10
246	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	1.10284E-09
247	OUTPUT	Emission	Air	Cyclohexane	kg	9.15832E-06
248	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin	kg	4.28355E-14
249	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	1.43393E-08
250	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	3.16479E-12
251	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	6.00975E-09
252	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	1.00165E-02
253	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	2.53443E-04
254	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	3.4366E-07
255	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	6.89882E-07
256	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	7.91447E-07
257	OUTPUT	Emission	Air	Acetylene	kg	2.51314E-08
258	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	5.64639E+00
259	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	8.30167E-05
260	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	4.81562E-06
261	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	3.90781E-07
262	OUTPUT	Emission	Air	Flourine(F)	kg	2.00314E-07
263	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	7.99584E-07
264	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.54178E-05
265	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	4.82032E-05
266	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	2.89183E-14
267	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	1.9171E-07
268	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	1.39922E-09
269	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.0038E-04
270	OUTPUT	Emission	Air	Heavy metals	kg	2.65423E-28
271	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	6.1262E-05
272	OUTPUT	Emission	Air	n-Heptane	kg	2.53578E-07
273	OUTPUT	Emission	Air	Heptane (isomers)	kg	8.69376E-05
274	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	5.35883E-07
275	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.1564E-05
276	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	1.84607E-08
277	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	8.33203E-13
278	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	5.34789E-07
279	OUTPUT	Emission	Air	Iodine(I)	kg	1.27544E-07

280	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	1.27725E-06
281	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanum(La)	kg	3.56217E-09
282	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	3.45278E-11
283	OUTPUT	Emission	Air	Lithium(Li)	kg	2.6128E-12
284	OUTPUT	Emission	Air	Metal	kg	3.12753E-09
285	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.33821E-08
286	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	1.0343E-02
287	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	4.37149E-07
288	OUTPUT	Emission	Air	Methyl mercaptane	kg	3.16922E-10
289	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	3.3605E-06
290	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	6.7564E-08
291	OUTPUT	Emission	Air	Molybdaneum(Mo)	kg	8.60355E-09
292	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.35045E-08
293	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	1.71983E-04
294	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	1.00895E-06
295	OUTPUT	Emission	Air	Naphthalene	kg	3.04826E-09
296	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.50575E-05
297	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	6.4073E-07
298	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	2.92894E-06
299	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	3.85233E-02
300	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	3.94758E-02
301	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	5.45877E-06
302	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	7.53188E-07
303	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	9.20731E-08
304	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	1.06412E-09
305	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	7.54697E-07
306	OUTPUT	Emission	Air	Phosphorus(P)	kg	1.09431E-07
307	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	1.21087E-07
308	OUTPUT	Emission	Air	Particulates (Copy)	kg	8.41183E-06
309	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	2.28006E-05
310	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	1.52015E-15
311	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol	kg	2.83085E-20
312	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	2.47293E-16
313	OUTPUT	Emission	Air	Pentane	kg	6.27154E-06
314	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoromethane	kg	1.67079E-08
315	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	6.79276E-05
316	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	1.06665E-04
317	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	1.48875E-07
318	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	8.22777E-08
319	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	1.83391E-08
320	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	2.63954E-09
321	OUTPUT	Emission	Air	Steam condensate	kg	1.53204E-09
322	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.0253E-10
323	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	6.56756E-08
324	OUTPUT	Emission	Air	Silicates	kg	1:50185E-05
325	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	2.00259E-06
326	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	4.45534E-09
327	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	1.23068E-02
328	OUTPUT	Emission	Air	Soot	kg	5.54009E-06
329	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	2.15457E-02
330	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	1.58315E-07
331	OUTPUT	Emission	Air	SS	kg	4.89033E-14
332	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.88393E-11
333	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	3.80638E-07
334	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	7.63218E-10
335	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	8.60355E-09
336	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	1.81956E-11
337	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	4.88301E-07
338	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	4.20419E-10
339	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	2.30407E-03
340	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	3.86405E-09
341	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	2.41083E-06
342	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	9.8589E+00
343	OUTPUT	Emission	Air	Vinyl chloride	kg	1.16223E-09
344	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	5.24462E-04
345	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	4.15196E-04
346	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	3.1714E-06
347	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	5.33933E-05
348	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	6.27154E-10
349	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	1.60575E-03
350	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	5.67575E-08

351	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	3.24008E-04
352	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.28651E-07
353	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	1.16946E-08
354	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.89165E-05
355	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	4.7197E-05
356	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	1.77246E-08
357	OUTPUT	Emission	Water	Aromates(C9-C10)	kg	5.70354E-16
358	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	6.67283E-07
359	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	4.91952E-07
360	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	2.78317E-05
361	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	4.86292E-05
362	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	3.66311E-11
363	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	1.23149E-05
364	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	7.95243E-03
365	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	5.67134E-04
366	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	2.9273E-08
367	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	5.12153E-08
368	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.14059E-16
369	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	7.44984E-07
370	OUTPUT	Emission	Water	Chlorobenzene	kg	3.5018E-09
371	OUTPUT	Emission	Water	Chromium compound	kg	1.96269E-11
372	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	2.3156E-09
373	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	7.73398E-10
374	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	5.86473E-02
375	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	6.09041E-07
376	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	2.90933E-08
377	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	6.92153E-03
378	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	4.00639E-06
379	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr6+)	kg	7.31302E-10
380	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	4.15301E-07
381	OUTPUT	Emission	Water	Cesium(Cs)	kg	7.35075E-10
382	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	1.7113E-06
383	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	1.20897E-04
384	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	6.03688E-07
385	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	3.89715E-08
386	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	2.01069E-06
387	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.40091E-06
388	OUTPUT	Emission	Water	Dichloroethane	kg	1.01129E-09
389	OUTPUT	Emission	Water	Dichloromethane	kg	2.21881E-09
390	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	1.59812E-06
391	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	6.87727E-06
392	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	6.76382E-03
393	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	8.25218E-03
394	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	2.26915E-06
395	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.18563E-04
396	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	1.94876E-04
397	OUTPUT	Emission	Water	Flourine(F)	kg	7.50577E-09
398	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	2.14164E-04
399	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	3.30959E-11
400	OUTPUT	Emission	Water	Glutaraldehyde	kg	5.70551E-09
401	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	3.13954E-08
402	OUTPUT	Emission	Water	Halogenated matter	kg	9.19126E-17
403	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.57153E-07
404	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	2.59407E-09
405	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	1.20752E-06
406	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.60182E-11
407	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.51185E-06
408	OUTPUT	Emission	Water	Iodine(I)	kg	7.35075E-08
409	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	1.64549E-04
410	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	8.02602E-10
411	OUTPUT	Emission	Water	Manganese-54(Mn-54)	kg	7.87871E-07
412	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	1.55805E-14
413	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	5.66159E-07
414	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	8.49598E-07
415	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	7.06644E-09
416	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	1.93665E-06
417	OUTPUT	Emission	Water	Methylene Chloride	kg	1.25124E-16
418	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	1.01584E-09
419	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	2.96224E-04
420	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.08162E-05
421	OUTPUT	Emission	Water	Molybdaneum(Mo)	kg	8.15073E-07

422	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	6.68754E-08
423	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	7.00839E-03
424	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salt	kg	7.0718E-12
425	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	4.73677E-06
426	OUTPUT	Emission	Water	N-H	kg	3.03042E-09
427	OUTPUT	Emission	Water	n-Heptane	kg	1.16449E-04
428	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	8.20007E-07
429	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	3.27882E-06
430	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	2.22846E-05
431	OUTPUT	Emission	Water	Nitric acid(HNO3)	kg	2.94035E-12
432	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	2.86529E-08
433	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogen(N2)	kg	1.23047E-15
434	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	4.23542E-06
435	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	6.21023E-02
436	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	9.80519E-06
437	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	1.85391E-06
438	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	1.21967E-05
439	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	2.859E-05
440	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	2.95579E-08
441	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur(S)	kg	2.26409E-08
442	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	5.8484E-05
443	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	4.92162E-06
444	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	5.6732E-07
445	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	4.49047E-09
446	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	1.59797E-06
447	OUTPUT	Emission	Water	Silicon(Si)	kg	1.10186E-09
448	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	3.76102E-09
449	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur trioxide(SO3)	kg	1.2528E-07
450	OUTPUT	Emission	Water	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.46796E-11
451	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.38309E-05
452	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	4.72079E-07
453	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	1.12865E-05
454	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	1.65105E-04
455	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	2.25356E-07
456	OUTPUT	Emission	Water	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.71287E-08
457	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	4.21968E-03
458	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	3.29724E-09
459	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter (unspecified)	kg	1.05089E-10
460	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	5.455E-09
461	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.51883E-14
462	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	1.90874E-05
463	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	9.1921E-04
464	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.98014E-04
465	OUTPUT	Emission	Water	Tot-CN	kg	2.67394E-11
466	OUTPUT	Emission	Water	Tot-F	kg	4.64109E-11
467	OUTPUT	Emission	Water	Tributyltin	kg	6.89793E-09
468	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	1.7358E-10
469	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	2.22806E-08
470	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	1.61896E-06
471	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	3.04898E-09
472	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	2.79785E-05
473	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	8.82925E-05
474	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	4.81636E-06
475	OUTPUT	Product	Technosphere	Seat assay	kg	1.15507E+01
476	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	7.26019E-02
477	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	7.51671E-01
478	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	3.59456E-06
479	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.64581E+00
480	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	4.41516E-01
481	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	1.66033E-01
482	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	4.22631E-03
483	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.68699E-01

부록 1-11. Polyester imide 의자 LCI DB

Polyester imide Seat LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	kg	1.15936E-08
2	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	8.82114E-13
3	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	5.65513E-04
4	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	1.22754E-04
5	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium chloride(NH4Cl)	kg	8.56125E-13
6	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	6.44268E-07
7	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	1.10508E-06
8	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	1.32195E-08
9	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	2.86003E-05
10	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	4.42377E-03
11	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	9.79521E-06
12	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	5.5095E-03
13	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.32316E-11
14	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	2.13026E-04
15	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard	kg	3.7351E-04
16	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	4.65492E-08
17	INPUT	Raw material	Technosphere	Chlorine dioxide(ClO2)	kg	3.42454E-13
18	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	8.82127E-13
19	INPUT	Raw material	Technosphere	Dimethyl formamide	kg	1.50005E-02
20	INPUT	Raw material	Technosphere	Divinylbenzene	kg	5.43397E-06
21	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethane	kg	4.29332E-08
22	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethylene glycol(HOCH2CH2OH)	kg	5.5403E-12
23	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	1.23541E-05
24	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	2.70284E-02
25	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	5.41524E-04
26	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	7.30659E-06
27	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	3.60352E-05
28	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	6.58986E-05
29	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	2.89476E-04
30	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	2.20989E-05
31	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	1.28199E-03
32	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	7.46586E-05
33	INPUT	Raw material	Technosphere	Fluoride acid	kg	7.82366E-05
34	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	5.77161E-02
35	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.26243E-06
36	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.30662E-03
37	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	1.34487E-07
38	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,32%)	kg	2.92003E-02
39	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	4.61636E-06
40	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2)	kg	1.431E-08
41	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	6.72818E-11
42	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	1.49579E-07
43	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	5.8592E-02
44	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	1.19454E-04
45	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	1.34862E-08
46	INPUT	Raw material	Technosphere	Methane(CH4)	kg	6.87468E-04
47	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	1.24829E-04
48	INPUT	Raw material	Technosphere	Monoethanolamin	kg	2.02681E-10
49	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl ether	kg	2.49255E-04
50	INPUT	Raw material	Technosphere	N-Butyl litium	kg	2.60126E-04
51	INPUT	Raw material	Technosphere	n-Hexane	kg	2.14428E-03
52	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	1.02073E-03
53	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	7.80317E-03
54	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	1.88339E-02
55	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	7.90232E-05
56	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	2.02434E-03
57	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	1.70815E-03
58	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	6.99248E-08
59	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	3.06524E-08
60	INPUT	Raw material	Technosphere	Propane(C3H8)	kg	2.93139E-05
61	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	4.28732E-06
62	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	7.00795E-04
63	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	2.67377E-03
64	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon oil	kg	5.5175E-07
65	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	6.32954E-06
66	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	7.65527E-09

67	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	1.71832E-08
68	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	3.55853E-09
69	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	1.12672E-02
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	2.73957E-12
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	7.73727E-07
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrate(NaNO3)	kg	1.94453E-06
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium nitrite(NaNO2)	kg	4.37728E-06
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	1.8508E-09
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	8.63322E-08
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	8.96761E-07
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.06977E-03
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	7.1956E-05
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	5.15092E-10
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	5.54212E-10
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	2.41123E-04
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	9.29995E-05
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	4.63879E-04
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Synthetic Resin	kg	2.39001E-05
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.67622E-07
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.18096E-09
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	3.54086E-07
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	7.94367E-05
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Toluene	kg	2.6313E-02
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Triisobutyl aluminium	kg	3.51326E-04
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	2.16888E-05
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	6.09436E-03
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	1.46697E+01
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	8.7308E-07
95	INPUT	Resource	Air	Air	kg	8.58534E+01
96	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	2.61792E-05
97	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	5.44816E-06
98	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	3.76067E-09
99	INPUT	Resource	Soil	Aluminium scrap	kg	1.71104E-01
100	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.7422E-08
101	INPUT	Resource	Soil	Anthracite coal	kg	2.57532E-17
102	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	3.86448E-10
103	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	3.20249E-07
104	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	3.7445E-01
105	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	7.59478E-01
106	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.40432E-02
107	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	1.61911E-08
108	INPUT	Resource	Soil	Boron(B)	kg	5.19073E-07
109	INPUT	Resource	Soil	But-1-ene	kg	7.35091E-04
110	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	7.71769E-05
111	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	2.34019E-08
112	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	3.23593E-05
113	INPUT	Resource	Soil	Chalk	kg	8.16534E-15
114	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	3.50391E-07
115	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	3.6144E+00
116	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	6.35096E-06
117	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	3.29521E-07
118	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.35%)	kg	2.74068E-05
119	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	3.32081E-04
120	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	4.68617E+01
121	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	8.9459E-02
122	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	1.68796E-10
123	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	1.2029E-02
124	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	1.61661E-01
125	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	2.51848E-01
126	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	3.78222E-10
127	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	2.32736E-03
128	INPUT	Resource	Soil	Graphite	kg	3.62448E-05
129	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	1.73572E-09
130	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.25093E+00
131	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	2.04981E+00
132	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	1.64603E-09
133	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	2.79832E-04
134	INPUT	Resource	Soil	Iron oxide	kg	1.94136E-12
135	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	1.19458E-01
136	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	2.66558E-05
137	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.8803E-07

138	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	5.6854E-11
139	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	3.48919E-09
140	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	1.08464E-02
141	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	5.04356E-01
142	INPUT	Resource	Soil	Magnesium ore	kg	6.80461E-08
143	INPUT	Resource	Soil	magnesium scrap	kg	1.54957E-08
144	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	5.38557E-03
145	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	1.25231E-04
146	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	3.26982E+00
147	INPUT	Resource	Soil	n-Heptane	kg	1.75701E-02
148	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	6.34001E-05
149	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	3.11743E-08
150	INPUT	Resource	Soil	Nickel(Ni)	kg	2.31037E-05
151	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	5.93737E-06
152	INPUT	Resource	Soil	Paper	kg	2.58084E-03
153	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	1.81503E-05
154	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	1.53635E-01
155	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	4.24658E-04
156	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	2.68771E-06
157	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	1.22338E-08
158	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.7059E-02
159	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	3.13088E-02
160	INPUT	Resource	Soil	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.66615E-10
161	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	3.56329E-03
162	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	5.26587E-08
163	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	8.71249E-01
164	INPUT	Resource	Soil	Softwood	kg	1.91002E-12
165	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	2.02237E-04
166	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	6.2315E-06
167	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	2.59536E-06
168	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	2.06318E-03
169	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	1.85745E-03
170	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	2.65976E-04
171	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	1.95058E+00
172	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	8.5658E-05
173	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.87441E-07
174	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	4.09668E-08
175	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	1.23436E-03
176	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	8.30729E-07
177	INPUT	Resource	Water	Water	kg	2.01204E+02
178	OUTPUT	Co-product	Technosphere	Carbon reused as fuel	kg	8.12778E-07
179	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	2.4488E-13
180	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	4.62445E-06
181	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	7.20074E-06
182	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.6155E-06
183	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	2.57124E+01
184	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	5.13651E-08
185	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	9.07905E-06
186	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	2.41527E-05
187	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.24036E-06
188	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.312E-09
189	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	4.55915E-07
190	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	3.69597E-05
191	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	8.29886E-10
192	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	6.514E-09
193	OUTPUT	Emission	Air	Aromates(C9-C10)	kg	2.65893E-14
194	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.18368E-03
195	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.80601E-07
196	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	2.3025E-04
197	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	1.25028E-13
198	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	7.50193E-06
199	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	5.41429E-08
200	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	7.93723E-10
201	OUTPUT	Emission	Air	Bismuth(Bi)	kg	4.1605E-11
202	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	6.57095E-06
203	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	7.55279E-07
204	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	3.46416E-08
205	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	7.86383E-09
206	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	3.57919E-07
207	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	5.17633E-07
208	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	3.38907E+01

209	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	3.46416E-12
210	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	8.43599E-02
211	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.25779E-07
212	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.28872E-07
213	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	2.70431E-08
214	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	1.69806E-08
215	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	6.15418E-07
216	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	3.86832E-10
217	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	5.9946E-07
218	OUTPUT	Emission	Air	Chromium ion(Cr3+)	kg	1.75532E-13
219	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	2.1922E-07
220	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	3.52397E-07
221	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	6.10257E-07
222	OUTPUT	Emission	Air	COS	kg	1.95865E-07
223	OUTPUT	Emission	Air	CxHy sulphur	kg	6.71295E-10
224	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	1.0389E-12
225	OUTPUT	Emission	Air	Cyclohexane	kg	8.50171E-06
226	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin	kg	4.51939E-14
227	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	1.12722E-11
228	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	5.57888E-09
229	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	1.68703E-02
230	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	2.3307E-03
231	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	3.31285E-06
232	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.20762E-06
233	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.312E-09
234	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	3.08699E+01
235	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.12819E-02
236	OUTPUT	Emission	Air	Flourine(F)	kg	2.11343E-07
237	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	1.22345E-06
238	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	2.6608E-11
239	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	4.75061E-05
240	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	2.79217E-13
241	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	4.42013E-06
242	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	2.95582E-08
243	OUTPUT	Emission	Air	Heavy metals	kg	2.80037E-28
244	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	1.44415E-03
245	OUTPUT	Emission	Air	Heptane (isomers)	kg	8.07046E-05
246	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	1.99506E-02
247	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	7.92245E-05
248	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	8.68479E-12
249	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	8.2567E-05
250	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	2.85147E-04
251	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.38538E-06
252	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	4.02618E-06
253	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	7.79919E-10
254	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	7.64922E-07
255	OUTPUT	Emission	Air	Lithium(Li)	kg	2.75665E-12
256	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.62855E-07
257	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	8.83456E-08
258	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	8.77466E-08
259	OUTPUT	Emission	Air	Metal	kg	2.56825E-09
260	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	4.29506E-07
261	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	1.36933E-01
262	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	2.09528E-03
263	OUTPUT	Emission	Air	Methyl acetate	kg	1.1658E-02
264	OUTPUT	Emission	Air	Methyl mercaptane	kg	3.34371E-10
265	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.76494E-07
266	OUTPUT	Emission	Air	Naphthalene	kg	3.21609E-09
267	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	1.14442E-03
268	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	3.28905E-08
269	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	6.96483E-06
270	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	1.53682E-04
271	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.60928E-01
272	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	4.01227E-06
273	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	5.65813E-04
274	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	3.31258E-01
275	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	1.68836E-05
276	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	3.16816E-07
277	OUTPUT	Emission	Air	Particulates (Copy)	kg	7.80874E-06
278	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	1.24832E-15
279	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol	kg	2.98671E-20

280	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	2.03071E-16
281	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	1.95865E-09
282	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoromethane	kg	1.76278E-08
283	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	3.53143E-08
284	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	7.58531E-08
285	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	1.48193E-03
286	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	1.95462E-07
287	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	9.86667E-08
288	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	5.00849E-10
289	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	3.14513E-07
290	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	1.64448E-06
291	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	7.86405E-08
292	OUTPUT	Emission	Air	Soot	kg	5.84512E-06
293	OUTPUT	Emission	Air	SS	kg	5.15958E-14
294	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	2.08546E-08
295	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	6.89196E-02
296	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	3.45551E-02
297	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	6.17469E-05
298	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	3.12571E-07
299	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	8.05238E-10
300	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	2.23101E-10
301	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	3.84048E-10
302	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	1.90107E-17
303	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	2.01791E-08
304	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	8.83075E-08
305	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	2.14031E-03
306	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	1.82447E-17
307	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	2.74755E-05
308	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	1.94437E+01
309	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	2.54508E-03
310	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	1.05821E-01
311	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	9.03933E-06
312	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	3.0512E-06
313	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	1.49126E-03
314	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.20648E-08
315	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	1.11291E-09
316	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	9.23815E-05
317	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	3.39384E-05
318	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	7.20833E-05
319	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	2.01921E-14
320	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	5.34631E-08
321	OUTPUT	Emission	Water	Aromates(C9-C10)	kg	6.01756E-16
322	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	6.58344E-07
323	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	7.56899E-07
324	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	7.78073E-06
325	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.94311E-06
326	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	2.87195E-04
327	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	4.40638E-10
328	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	1.42283E-01
329	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	6.9028E-07
330	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	8.08818E-07
331	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	1.84569E-03
332	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	3.25479E-13
333	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	6.18374E-07
334	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	1.27856E+00
335	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	3.28254E-08
336	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.26691E-15
337	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	1.41631E-04
338	OUTPUT	Emission	Water	Chromium compound	kg	2.07075E-11
339	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	3.10374E-08
340	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	6.35096E-10
341	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	1.95213E-05
342	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	2.38907E-08
343	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	2.0745E-01
344	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	4.67786E-06
345	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	3.13952E-07
346	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	4.08654E-06
347	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.30085E-06
348	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	1.349E-05
349	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	1.67276E-01
350	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	6.28085E-02

351	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	5.30182E-05
352	OUTPUT	Emission	Water	Flourine(F)	kg	7.91902E-09
353	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	2.64723E-03
354	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.73683E-06
355	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	1.21046E-12
356	OUTPUT	Emission	Water	Halogenated matter	kg	8.53229E-17
357	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.62456E-06
358	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	1.55577E-04
359	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.87491E-11
360	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.33176E-06
361	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	2.53356E-16
362	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	1.62948E-03
363	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	1.54226E-06
364	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	6.46336E-06
365	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	1.39517E-04
366	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	9.39196E-05
367	OUTPUT	Emission	Water	Manganese-54(Mn-54)	kg	7.31384E-07
368	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	2.37164E-08
369	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	1.41671E-06
370	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	5.9733E-07
371	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	2.9549E-06
372	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	5.92979E-06
373	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	4.46796E-05
374	OUTPUT	Emission	Water	Methylene Chloride	kg	1.32013E-16
375	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	8.34185E-10
376	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	3.74079E-07
377	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salt	kg	6.56479E-12
378	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	1.09672E-04
379	OUTPUT	Emission	Water	N-H	kg	3.19727E-09
380	OUTPUT	Emission	Water	n-Heptane	kg	1.081E-04
381	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	9.52228E-06
382	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	7.95466E-06
383	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	3.6883E-05
384	OUTPUT	Emission	Water	Nitric acid(HNO3)	kg	3.10223E-12
385	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	2.35395E-08
386	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogen(N2)	kg	1.29822E-15
387	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	3.54383E-06
388	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	5.30144E-02
389	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	2.18153E-04
390	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.57462E-04
391	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	2.03348E-04
392	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	2.43293E-08
393	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	7.42341E-04
394	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	3.08589E-05
395	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	4.04152E-06
396	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	4.6587E-07
397	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	1.1489E-07
398	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	1.3258E-06
399	OUTPUT	Emission	Water	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.54879E-11
400	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	1.284E-05
401	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.6555E-04
402	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	1.4797E-01
403	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	2.87107E-01
404	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	1.19948E-02
405	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	7.97907E-03
406	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	1.37627E-04
407	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	6.27336E-07
408	OUTPUT	Emission	Water	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.9173E-08
409	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	2.70762E-09
410	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter (unspecified)	kg	9.7555E-11
411	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	4.47952E-09
412	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	1.40994E-14
413	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	1.41115E-11
414	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	7.12671E-07
415	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.61822E-02
416	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	4.12829E-04
417	OUTPUT	Emission	Water	Tot-CN	kg	2.82116E-11
418	OUTPUT	Emission	Water	Tot-F	kg	4.89662E-11
419	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	1.82963E-08
420	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	1.7044E-07
421	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	1.65108E+02

422	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	2.07438E-03
423	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	6.51032E-06
424	OUTPUT	Product	Technosphere	Seat assay	kg	1.028E+01
425	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	2.5082E+00
426	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.90476E-05
427	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.58785E+01
428	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	2.78446E+00
429	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	1.13179E+00

부록 1-12. Out door sliding door LCI DB

Out sliding door 14048 LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	7.923E-07
2	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.200E+01
3	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	8.545E-03
4	INPUT	Resource	Water	Water	kg	8.726E+01
5	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	5.954E+00
6	INPUT	Resource	Soil	Water	kg	2.547E+00
7	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar	kg	2.995E-07
8	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	2.498E-02
9	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	5.970E+01
10	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	3.421E-07
11	INPUT	Resource	Soil	Titanium ore	kg	2.028E-03
12	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.526E+00
13	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	1.597E-05
14	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	2.370E-02
15	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.599E-07
16	INPUT	Resource	Soil	Feldspar	kg	1.319E-07
17	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	2.939E-06
18	INPUT	Resource	Soil	Boron(B)	kg	4.056E-04
19	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	4.066E+01
20	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	2.197E-06
21	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	9.212E-06
22	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.059E+02
23	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	2.508E-02
24	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	4.801E-04
25	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	6.364E+01
26	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	6.802E+00
27	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	9.027E+00
28	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.572E+02
29	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	6.546E-10
30	INPUT	Resource	Soil	Magnesium ore	kg	5.317E-05
31	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	4.071E-01
32	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	4.793E-03
33	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	7.146E-03
34	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	3.451E-01
35	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.218E-03
36	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	9.521E-05
37	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	4.699E-04
38	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	4.778E-03
39	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	5.922E-02
40	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	9.341E-02
41	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	1.519E+02
42	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	4.847E-02
43	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.916E-02
44	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	5.305E-06
45	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	1.382E-02
46	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	3.418E-04
47	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	1.285E-05
48	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	3.389E+02
49	INPUT	Resource	Soil	Chalk	kg	6.380E-12
50	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	1.052E-03
51	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	1.676E-07
52	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	4.636E-03
53	INPUT	Resource	Soil	Naphtha	kg	3.310E+00
54	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	1.163E-06
55	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	6.943E-06
56	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	4.235E-09
57	INPUT	Resource	Soil	Light fuel oil	kg	2.043E-10
58	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	2.743E-07
59	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	1.758E-01
60	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	3.230E-07
61	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	2.595E-08
62	INPUT	Resource	Soil	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.083E-07

63	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	1.566E-07
64	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	3.422E-08
65	INPUT	Resource	Soil	Monoethanolamin	kg	1.860E-09
66	INPUT	Resource	Soil	Graphite	kg	7.320E-03
67	INPUT	Resource	Soil	Softwood	kg	1.492E-09
68	INPUT	Resource	Soil	magnesium scrap	kg	1.211E-05
69	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	3.656E-09
70	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	7.937E-04
71	INPUT	Resource	Soil	Dos oil	kg	1.609E-05
72	INPUT	Resource	Soil	Iron oxide	kg	1.517E-09
73	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	3.210E-02
74	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	2.367E+00
75	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	1.222E+01
76	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	1.904E+01
77	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	9.458E-03
78	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	1.161E+01
79	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	2.018E-04
80	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore(sulphide)	kg	1.381E-18
81	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	4.371E-02
82	INPUT	Resource	Soil	Anthracite coal	kg	2.012E-14
83	INPUT	Resource	Soil	Aluminium scrap	kg	1.958E+01
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.062E-04
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Methanol(CH3OH)	kg	1.457E-07
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	3.230E-02
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	2.183E-02
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.618E-04
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	2.336E-01
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	5.299E-01
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	4.695E-01
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	2.634E-05
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	8.090E-07
94	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	7.539E-12
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	1.651E-02
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	4.091E-06
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.131E-10
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethylene glycol(HOCH2CH2OH)	kg	2.272E-08
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	1.273E-11
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.628E-04
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Hypochloric acid(HCl,12.5%)	kg	3.603E-05
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.778E-09
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	6.039E-07
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	6.333E-02
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	4.293E-03
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.742E-05
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.120E-05
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	5.875E-04
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	4.001E-02
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	1.177E-04
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	5.227E-09
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	5.966E-02
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.058E-04
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	2.201E-11
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.436E-06
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	3.350E-06
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.063E-08
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	7.539E-12
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Na2S2CO3	kg	2.960E-08
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Alum	kg	9.817E-03
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	4.143E-07
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	5.863E-02
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.206E-05
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	4.271E-07
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	1.383E-11
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.648E-08
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.027E-07
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	7.526E-06

129	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.888E-05
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	4.367E-02
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	5.343E-09
132	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	2.440E-02
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Zinc oxide	kg	1.101E-03
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.133E-02
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Aliphatics	kg	2.961E-05
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	1.360E-03
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	3.344E-01
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	1.096E-04
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	1.587E-02
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	4.955E-02
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	2.041E+00
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	4.099E-02
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	5.534E-04
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	2.718E-03
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	4.959E-03
146	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	2.188E-02
147	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	1.644E-03
148	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	5.622E-03
149	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrochloric acid(20%, recycled)	kg	4.627E-03
150	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	2.547E-01
151	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper	kg	6.818E-06
152	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	5.119E-04
153	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	1.424E+00
154	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium sulfate	kg	2.468E-04
155	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	5.304E-02
156	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	2.021E-01
157	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(99%)	kg	2.220E-05
158	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	9.140E-05
159	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium orthosilicate	kg	3.689E-02
160	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium thiosulfate	kg	2.513E-04
161	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	3.489E-02
162	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	1.228E+00
163	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	4.588E-03
164	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	5.421E-08
165	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard(packaging)	kg	1.169E-02
166	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(99.999%; electrolyte copper)	kg	1.287E-06
167	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	4.361E+00
168	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	7.697E-02
169	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woodfree coated(t94)	kg	4.757E-05
170	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woody coated(t94)	kg	5.674E-03
171	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	4.994E-03
172	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	5.708E-02
173	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	1.616E-03
174	INPUT	Raw material	Technosphere	Boric acid	kg	5.226E-05
175	INPUT	Raw material	Technosphere	Disodiumphosphate	kg	4.355E-07
176	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydregen sulfide	kg	3.571E-07
177	INPUT	Raw material	Technosphere	Trisodiumphosphate	kg	1.923E-06
178	INPUT	Raw material	Technosphere	Potasium carbonate	kg	5.825E-04
179	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	kg	1.109E-04
180	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.205E-04
181	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	1.240E+00
182	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoromethane	kg	1.377E-05
183	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	4.250E-11
184	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	1.909E-11
185	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	1.114E-06
186	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	7.081E-02
187	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	2.986E-04
188	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	5.387E-06
189	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	1.530E-06
190	OUTPUT	Emission	Air	tert-Butyl acetate	kg	4.227E-07
191	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.553E-06
192	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	2.243E-03
193	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	1.578E-09
194	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	6.129E-11

195	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	8.118E-10
196	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	2.611E-02
197	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	8.281E-05
198	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	4.432E-10
199	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	1.601E-07
200	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	-1.850E-03
201	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.917E-04
202	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	7.913E-13
203	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	3.350E-06
204	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	7.999E-01
205	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	1.434E-04
206	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.336E-06
207	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	4.530E-06
208	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	9.616E-05
209	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	9.191E-06
210	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	1.244E-04
211	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	5.938E-06
212	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	6.126E-01
213	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	1.426E-14
214	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	5.110E-09
215	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	1.059E-08
216	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	3.458E-05
217	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.011E-06
218	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	1.643E-05
219	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	9.454E-12
220	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.208E-08
221	OUTPUT	Emission	Air	Bismuth(Bi)	kg	8.402E-09
222	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	8.180E-05
223	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	3.601E-07
224	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	2.433E-07
225	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	3.925E-05
226	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.493E+03
227	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	5.017E+00
228	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	6.366E-09
229	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	5.806E-05
230	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	5.983E-11
231	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	5.889E-07
232	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	3.438E-08
233	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	4.248E-06
234	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	1.961E+00
235	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	5.111E-06
236	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	2.767E-11
237	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	9.528E-11
238	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	1.266E-05
239	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	1.786E-10
240	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	9.916E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	2.239E-06
242	OUTPUT	Emission	Air	Flourine(F)	kg	4.268E-05
243	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	6.272E-12
244	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	9.356E-05
245	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	3.673E-09
246	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	5.099E-05
247	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	3.564E-05
248	OUTPUT	Emission	Air	Lithium(Li)	kg	5.567E-10
249	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.231E-05
250	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	3.650E-06
251	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.291E-05
252	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	2.435E-06
253	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	7.151E-04
254	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	6.781E-06
255	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	2.392E+00
256	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	6.447E-06
257	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	8.442E-05
258	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol	kg	2.334E-17
259	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	2.962E-04
260	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	6.495E-06

261	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	1.094E-05
262	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	4.063E-10
263	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	5.180E-09
264	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	3.689E-07
265	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	5.626E-07
266	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	3.523E+00
267	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	1.820E-06
268	OUTPUT	Emission	Air	SS	kg	4.032E-11
269	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	1.485E-14
270	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.144E-08
271	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	1.703E-05
272	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.252E-01
273	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	2.122E-04
274	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	4.312E-01
275	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	7.263E-05
276	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	3.148E+00
277	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	8.014E-06
278	OUTPUT	Emission	Air	Heavy metals	kg	2.188E-25
279	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	1.109E-03
280	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	5.709E-06
281	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.691E-13
282	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	3.530E-08
283	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	3.416E-11
284	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	4.827E-08
285	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	1.028E+01
286	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	7.968E-13
287	OUTPUT	Emission	Air	Chromium ion(Cr3+)	kg	1.372E-10
288	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	1.176E+00
289	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	1.084E-04
290	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	4.953E-05
291	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	1.007E-03
292	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	4.384E-06
293	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin	kg	9.136E-12
294	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	2.364E-05
295	OUTPUT	Emission	Air	CxHy sulphur	kg	1.356E-07
296	OUTPUT	Emission	Air	Methyl mercaptane	kg	6.753E-08
297	OUTPUT	Emission	Air	Naphthalene	kg	6.495E-07
298	OUTPUT	Emission	Air	Soot	kg	1.180E-03
299	OUTPUT	Emission	Air	Aromates(C9-C10)	kg	2.078E-11
300	OUTPUT	Emission	Air	COS	kg	1.530E-04
301	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	1.856E-11
302	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	4.000E-06
303	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	2.494E-05
304	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	2.617E-10
305	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	9.429E-14
306	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	1.528E-14
307	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	9.916E-08
308	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	3.707E-09
309	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	3.309E-08
310	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	4.094E-12
311	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	2.364E-06
312	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogen(N2)	kg	1.014E-12
313	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	9.165E-11
314	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	9.042E-08
315	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	5.102E-05
316	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	5.956E-04
317	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	2.247E-05
318	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	5.031E-07
319	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	3.004E-03
320	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.467E-04
321	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	6.117E-08
322	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.780E-03
323	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.304E-16
324	OUTPUT	Emission	Water	Nitric acid(HNO3)	kg	2.424E-09
325	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	3.867E-05
326	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	3.172E-06

327	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	1.300E-03
328	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	1.810E-06
329	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	2.191E-04
330	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	6.340E-05
331	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	1.460E-05
332	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	1.799E-06
333	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	3.058E-04
334	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	1.808E-02
335	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	6.257E-01
336	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	7.615E-07
337	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	9.400E-04
338	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	4.988E-07
339	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	4.601E-03
340	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	5.437E-06
341	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	2.358E-04
342	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	9.137E-13
343	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.350E+00
344	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	1.543E-06
345	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	2.831E-06
346	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	1.304E-02
347	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	1.663E-05
348	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	2.543E-10
349	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	3.187E+00
350	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	2.662E+00
351	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.892E-06
352	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	1.970E-04
353	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	3.681E-01
354	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	1.810E-06
355	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	3.812E-05
356	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	1.636E-04
357	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	4.140E-06
358	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	1.352E-04
359	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	6.983E-03
360	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	5.156E-04
361	OUTPUT	Emission	Water	Flourine(F)	kg	4.127E-06
362	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	1.327E-07
363	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	3.086E-04
364	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	1.980E-13
365	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	2.752E-03
366	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	2.208E-03
367	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.931E-04
368	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	2.556E-04
369	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	8.297E-09
370	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.442E-04
371	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	3.467E-05
372	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	8.416E-08
373	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	9.109E-07
374	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	2.043E-05
375	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	3.600E-06
376	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	1.998E-04
377	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	1.489E-05
378	OUTPUT	Emission	Water	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.210E-08
379	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	4.400E-06
380	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	1.032E-03
381	OUTPUT	Emission	Water	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	3.061E-05
382	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	3.451E+00
383	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	1.697E-09
384	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	1.368E-03
385	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	4.584E-06
386	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	4.085E-04
387	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	6.186E+00
388	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	1.025E-02
389	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	9.358E-08
390	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	2.447E-03
391	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.282E-09
392	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	3.867E+00

393	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	4.516E-04
394	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	5.213E-02
395	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	2.433E+01
396	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	5.670E-15
397	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.685E-09
398	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	8.192E-06
399	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	6.191E-06
400	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.945E-14
401	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	2.504E-05
402	OUTPUT	Emission	Water	metallic ions	kg	1.207E-04
403	OUTPUT	Emission	Water	N-H	kg	1.668E-06
404	OUTPUT	Emission	Water	Tot-CN	kg	2.204E-08
405	OUTPUT	Emission	Water	Tot-F	kg	3.826E-08
406	OUTPUT	Emission	Water	Aromates(C9-C10)	kg	4.702E-13
407	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	2.332E-03
408	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	4.813E-08
409	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	6.312E-08
410	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	9.384E-09
411	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	1.384E-06
412	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	3.522E-05
413	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	4.393E-08
414	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	3.373E-07
415	OUTPUT	Emission	Water	Methylene Chloride	kg	1.032E-13
416	OUTPUT	Emission	Water	Chromium compound	kg	1.375E-08
417	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	8.863E+01
418	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.180E+02
419	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	8.912E+01
420	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	4.870E+02
421	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	2.594E+01
422	OUTPUT	Product	Technosphere	Out sliding door	kg	1.100E+02
423	OUTPUT	Co-product	Technosphere	Carbon reused as fuel	kg	6.351E-04

부록 1-13. Pocket sliding door LCI DB

Pocket sliding door 14048 LCI DB

번호	방향	그룹	환경	영칭	기호/영칭	수치값
1	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	3.676E-01
2	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	2.426E-08
3	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.541E+00
4	INPUT	Resource	Air	Hydrogen(H2)	kg	9.739E-03
5	INPUT	Resource	Water	Water	kg	5.078E+01
6	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	2.281E+00
7	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	1.010E-02
8	INPUT	Resource	Soil	Nitric acid(HNO3)	kg	1.621E-02
9	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	2.253E+01
10	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	9.846E-09
11	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	1.394E+00
12	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	3.652E-07
13	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	6.665E-03
14	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	1.599E-07
15	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	2.939E-06
16	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	3.517E+01
17	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.085E-07
18	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	9.212E-06
19	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	1.040E+02
20	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	2.587E-02
21	INPUT	Resource	Soil	Copper ore	kg	1.880E-03
22	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	1.657E+01
23	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	7.307E+00
24	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	9.027E+00
25	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	1.573E+02
26	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	6.404E-10
27	INPUT	Resource	Soil	Manganese ore	kg	4.076E-01
28	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore	kg	8.582E-01
29	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	7.146E-03
30	INPUT	Resource	Soil	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	2.371E-04
31	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.171E-01
32	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	3.253E-03
33	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	8.795E-05
34	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	4.699E-04
35	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	4.661E-03
36	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	5.922E-02
37	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	9.341E-02
38	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	1.226E+00
39	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	4.847E-02
40	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	4.992E-02
41	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	6.067E-07
42	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	3.837E-03
43	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	9.439E-05
44	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	3.569E-06
45	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	9.672E+01
46	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	6.894E-03
47	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	5.134E-09
48	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	1.295E-08
49	INPUT	Resource	Soil	Naphtha	kg	3.310E+00
50	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	7.665E-07
51	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	3.742E-03
52	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	4.128E-09
53	INPUT	Resource	Soil	Light fuel oil	kg	2.043E-10
54	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	1.318E-07
55	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	3.639E-01
56	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	1.551E-07
57	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	1.246E-08
58	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	7.520E-08
59	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	1.644E-08
60	INPUT	Resource	Soil	Monoethanolamin	kg	1.860E-09
61	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	3.656E-09
62	INPUT	Resource	Soil	Soil	kg	7.937E-04

63	INPUT	Resource	Soil	Corn	kg	5.755E-03
64	INPUT	Resource	Soil	Dos oil	kg	1.609E-05
65	INPUT	Resource	Soil	Pyrite(FeS2, ore)	kg	3.555E-01
66	INPUT	Resource	Soil	Serpentine	kg	2.367E+00
67	INPUT	Resource	Soil	Fine coal	kg	1.222E+01
68	INPUT	Resource	Soil	Fine iron ore	kg	1.904E+01
69	INPUT	Resource	Soil	Naphthaliene absorption oil	kg	9.455E-03
70	INPUT	Resource	Soil	Pulverized coal	kg	1.161E+01
71	INPUT	Resource	Soil	Raw materials	kg	7.416E-04
72	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore(sulphide)	kg	1.381E-18
73	INPUT	Resource	Soil	Lime CP	kg	4.370E-02
74	INPUT	Resource	Soil	Iron powder	kg	1.834E-03
75	INPUT	Resource	Soil	Carbon powder	kg	8.264E-03
76	INPUT	Resource	Soil	Naphthalene absorption oil	kg	3.560E-04
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	2.062E-04
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Methanol(CH3OH)	kg	1.457E-07
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphoric acid(H3PO4)	kg	3.230E-02
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	2.183E-02
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	8.618E-04
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	5.459E-03
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	3.974E-02
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	4.695E-01
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	2.634E-05
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	8.090E-07
87	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	7.539E-12
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	1.652E-02
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	4.091E-06
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	1.131E-10
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Ethylene glycol(HOCH2CH2OH)	kg	2.272E-08
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	2.293E+03
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	1.778E-04
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Hypochloric acid(HCl,12.5%)	kg	3.603E-05
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	2.778E-09
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	6.039E-07
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	6.333E-02
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	4.590E+00
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Raffinate	kg	1.742E-05
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.120E-05
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	5.600E-03
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	4.001E-02
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	1.277E-04
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	5.227E-09
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	5.966E-02
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.184E-04
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	2.201E-11
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	1.436E-06
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	3.350E-06
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	2.063E-08
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	7.539E-12
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Na2S2CO3	kg	2.960E-08
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Alum	kg	9.817E-03
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	1.767E-02
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	5.863E-02
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.206E-05
117	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	4.271E-07
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	1.383E-11
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.648E-08
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.027E-07
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	7.526E-06
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium oxide(Al2O3)	kg	8.888E-05
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	4.428E-02
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	5.343E-09
125	INPUT	Raw material	Technosphere	butane	kg	2.440E-02
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Zinc oxide	kg	1.101E-03
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	6.831E+00
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Aliphatics	kg	2.961E-05

129	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron oxide	kg	1.360E-03
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium chloride(CaCl2)	kg	3.344E-01
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium cyanamide	kg	1.096E-04
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium silicium	kg	1.587E-02
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Endothall(C8H10O5)	kg	9.946E-07
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	4.955E-02
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chrome(60%)	kg	2.041E+00
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro nickel(29%)	kg	1.311E+00
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-boron	kg	5.534E-04
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-calcium	kg	2.718E-03
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-niovbium	kg	4.959E-03
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-phosphorous	kg	2.188E-02
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-sulfide	kg	1.644E-03
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro-vanadium	kg	5.622E-03
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrochloric acid(20%, recycled)	kg	4.627E-03
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron chloride	kg	2.547E-01
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper	kg	6.818E-06
146	INPUT	Raw material	Technosphere	Molybdenum oxide	kg	1.482E-02
147	INPUT	Raw material	Technosphere	Peroxitan	kg	1.696E-04
148	INPUT	Raw material	Technosphere	Pig iron	kg	1.424E+00
149	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium sulfate	kg	2.468E-04
150	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicium chromium	kg	5.304E-02
151	INPUT	Raw material	Technosphere	Silico mangnaese	kg	2.021E-01
152	INPUT	Raw material	Technosphere	Silicon(99%)	kg	2.220E-05
153	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hypochloride(Na(OCl)2)	kg	9.140E-05
154	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium orthosilicate	kg	3.689E-02
155	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium thiosulfate	kg	2.513E-04
156	INPUT	Raw material	Technosphere	Synethetic slag	kg	3.489E-02
157	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hydroxide(Ca(OH)2)	kg	2.065E+03
158	INPUT	Raw material	Technosphere	Alloy components	kg	5.059E-03
159	INPUT	Raw material	Technosphere	Bleach(NaClO)	kg	3.622E-04
160	INPUT	Raw material	Technosphere	Cardboard(packaging)	kg	1.169E-02
161	INPUT	Raw material	Technosphere	Copper(99.999%; electrolyte copper)	kg	1.287E-06
162	INPUT	Raw material	Technosphere	Hot briquetted iron	kg	4.361E+00
163	INPUT	Raw material	Technosphere	Oil(absorbent)	kg	7.707E-02
164	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woodfree coated(t94)	kg	4.757E-05
165	INPUT	Raw material	Technosphere	Paper woody coated(t94)	kg	5.674E-03
166	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogensulfite	kg	7.140E-03
167	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium sponge	kg	6.249E-02
168	INPUT	Raw material	Technosphere	Trinitrotoluene	kg	1.680E-03
169	INPUT	Raw material	Technosphere	Urea(CO(NH2)2)	kg	3.749E-03
170	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro chromium	kg	4.329E+00
171	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon chrome(39% Cr)	kg	1.439E-01
172	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro silicon manganese	kg	2.957E-01
173	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro titanium	kg	8.605E-03
174	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferron molybdenum	kg	6.231E-03
175	INPUT	Raw material	Technosphere	Boric acid	kg	5.226E-05
176	INPUT	Raw material	Technosphere	Disodiumphosphate	kg	4.355E-07
177	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydregen sulfide	kg	3.571E-07
178	INPUT	Raw material	Technosphere	Trisodiumphosphate	kg	1.923E-06
179	INPUT	Raw material	Technosphere	Carbamide(urea)	kg	2.429E-04
180	INPUT	Raw material	Technosphere	Potasium carbonate	kg	5.825E-04
181	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen sulfite	kg	1.224E-02
182	INPUT	Raw material	Technosphere	Kraft paper bleached(t92)	kg	4.377E-05
183	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood(packaging)	kg	1.708E-01
184	INPUT	Raw material	Technosphere	Trichloro Etylene(TCE)	kg	5.581E-02
185	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.574E-07
186	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	2.740E-01
187	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	7.590E-12
188	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	2.077E-07
189	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	9.286E-06
190	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	7.032E-02
191	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	1.134E-04
192	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	2.990E-08
193	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	1.363E-05
194	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	9.725E-04

195	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	6.070E-10
196	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	2.366E-11
197	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	2.832E-02
198	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	4.824E-05
199	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	3.275E-08
200	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	4.386E-07
201	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.142E-03
202	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.021E-03
203	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	2.728E-13
204	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	1.182E-06
205	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	2.969E-01
206	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	1.235E-05
207	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	1.014E-06
208	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	5.756E-06
209	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	8.277E-06
210	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	1.296E-05
211	OUTPUT	Emission	Air	Silicon(Si)	kg	7.697E-04
212	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	5.946E-06
213	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	2.940E+00
214	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	8.647E-07
215	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	1.214E-08
216	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	3.539E-04
217	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	1.615E-06
218	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	5.994E-06
219	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldeyde	kg	9.466E-12
220	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	1.655E-12
221	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	1.072E-04
222	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	6.767E-07
223	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	1.694E-06
224	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	1.642E-04
225	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	8.904E+02
226	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	5.245E+00
227	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	5.483E-10
228	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	3.960E-05
229	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	4.423E-09
230	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	1.943E-06
231	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	2.113E-06
232	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	3.850E-04
233	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	6.862E-01
234	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.256E-05
235	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	9.675E-12
236	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	7.046E-09
237	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	5.912E-05
238	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	2.269E-10
239	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.178E-05
240	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	1.863E-05
241	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	3.112E-12
242	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	8.044E-06
243	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	4.607E-09
244	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	5.082E-05
245	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	1.856E-04
246	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	1.232E-04
247	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	6.658E-06
248	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.608E-05
249	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	2.719E-05
250	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	3.258E-05
251	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	2.369E-04
252	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	2.324E+00
253	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.696E-05
254	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	1.136E-04
255	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	4.175E-05
256	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	1.918E-05
257	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	4.511E-07
258	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	1.569E-10
259	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	5.169E-09
260	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	3.299E-07

261	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	6.558E-06
262	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	1.110E+00
263	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	2.313E-06
264	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.139E-08
265	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	1.372E-04
266	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	1.359E-02
267	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	8.709E-05
268	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	6.055E-02
269	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	5.544E-06
270	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.217E+00
271	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	3.419E-08
272	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	9.577E-04
273	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	5.827E-05
274	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.013E-14
275	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	3.891E-08
276	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	3.301E-12
277	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	6.147E-13
278	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	9.832E+00
279	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	3.074E-13
280	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	7.660E-02
281	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	4.720E-05
282	OUTPUT	Emission	Air	Waste gas	kg	5.367E-05
283	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	1.113E-03
284	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	8.105E-06
285	OUTPUT	Emission	Air	Tar	kg	2.530E-05
286	OUTPUT	Emission	Air	2-Propenal	kg	1.045E-10
287	OUTPUT	Emission	Air	Alcohol	kg	4.005E-06
288	OUTPUT	Emission	Air	Bromium	kg	3.613E-05
289	OUTPUT	Emission	Air	Carbon hexafluoride	kg	4.685E-08
290	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorobenzene	kg	1.688E-11
291	OUTPUT	Emission	Air	Pentachlorophenol(PCP)	kg	2.736E-12
292	OUTPUT	Emission	Air	Alkyne	kg	1.178E-05
293	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	4.711E-09
294	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	1.282E-08
295	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	4.175E-04
296	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	5.947E-10
297	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	1.194E-08
298	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	3.154E-04
299	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	2.137E-04
300	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	1.079E-04
301	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	1.457E-06
302	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	1.215E-03
303	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.674E-03
304	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	4.879E-08
305	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	1.780E-03
306	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	2.299E-16
307	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	2.049E-05
308	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	1.793E-05
309	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	1.401E-03
310	OUTPUT	Emission	Water	Nitrite(NO2-)	kg	5.819E-06
311	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	2.413E-04
312	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	4.136E-05
313	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	1.767E-06
314	OUTPUT	Emission	Water	Sand(SiO2)	kg	3.058E-04
315	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	3.888E-02
316	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	2.813E-01
317	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	3.122E-06
318	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	4.794E-05
319	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	8.818E-07
320	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	7.920E-03
321	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	1.463E-05
322	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	7.893E-04
323	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	3.526E-13
324	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	2.982E+00
325	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	9.019E-06
326	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	1.540E-06

327	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	1.965E-02
328	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	1.622E-05
329	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	4.015E+00
330	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	1.000E+00
331	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	2.487E-07
332	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	1.390E-04
333	OUTPUT	Emission	Water	Cobalt(Co)	kg	1.355E-05
334	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	7.289E-05
335	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	3.963E-05
336	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	5.001E-05
337	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	1.932E-05
338	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	7.860E-03
339	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	3.310E-05
340	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	2.293E-02
341	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	3.099E-04
342	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	6.266E-03
343	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	5.934E-03
344	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	1.828E-04
345	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	2.656E-04
346	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	2.911E-09
347	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	1.384E-04
348	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	7.403E-05
349	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	9.919E-07
350	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	1.072E-05
351	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	1.244E-05
352	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	2.246E-06
353	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	4.629E-04
354	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	2.273E-06
355	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	2.669E-05
356	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	6.924E-04
357	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	4.291E+00
358	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	9.559E-15
359	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	2.005E-03
360	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	2.764E-05
361	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	4.075E-04
362	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	2.186E+00
363	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	1.026E-02
364	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.090E-08
365	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	4.101E-03
366	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	4.949E-10
367	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	3.872E+00
368	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.580E-04
369	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	1.390E-02
370	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	2.533E+01
371	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	5.658E-15
372	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	5.319E-05
373	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	5.634E-07
374	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	5.644E-18
375	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	3.182E-05
376	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	7.684E-03
377	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+, Cr6+)	kg	1.794E-07
378	OUTPUT	Emission	Water	Metylene chloride	kg	6.320E-08
379	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	9.413E-09
380	OUTPUT	Emission	Water	Triethylene glycol	kg	1.274E-05
381	OUTPUT	Emission	Water	Saponifiable oils and fats	kg	4.146E-04
382	OUTPUT	Emission	Water	Sulphurated matter	kg	4.819E-08
383	OUTPUT	Emission	Water	Tars	kg	3.612E-07
384	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	4.063E+03
385	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	1.466E+02
386	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	5.804E+01
387	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	1.337E+02
388	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	7.131E+00
389	OUTPUT	Product	Technosphere	Pocket sliding door	kg	1.100E+02

부록 1-14. FAXCON 공정 LCI DB

FAXCON LCI DB

번호	방향	그룹	환경	명칭	기호/명칭	값
1	INPUT	Resource	Technosphere	Water	kg	2.93E+01
2	INPUT	Resource	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.39E-06
3	INPUT	Resource	Air	Oxygen(O2)	kg	3.32E-07
4	INPUT	Resource	Air	Air	kg	1.43E+01
5	INPUT	Resource	Water	Water	kg	7.40E+01
6	INPUT	Resource	Soil	Soft coal	kg	6.09E-01
7	INPUT	Resource	Soil	Baryte(BaSO4)	kg	4.67E-03
8	INPUT	Resource	Soil	Ethane	kg	6.86E-11
9	INPUT	Resource	Soil	Propane(C3H8)	kg	4.69E-08
10	INPUT	Resource	Soil	Crude oil	kg	6.62E-01
11	INPUT	Resource	Soil	Lead(Pb)	kg	1.13E-07
12	INPUT	Resource	Soil	Sand(SiO2)	kg	8.10E-03
13	INPUT	Resource	Soil	Sodium(Na)	kg	2.90E-09
14	INPUT	Resource	Soil	Uranium(U)	kg	3.19E-05
15	INPUT	Resource	Soil	Aluminium(Al)	kg	2.30E-06
16	INPUT	Resource	Soil	Barium(Ba)	kg	2.36E-08
17	INPUT	Resource	Soil	Limestone	kg	2.71E-02
18	INPUT	Resource	Soil	Carbon(C)	kg	1.21E-09
19	INPUT	Resource	Soil	Carbon dioxide(CO2)	kg	1.72E-09
20	INPUT	Resource	Soil	Hard coal	kg	5.99E-01
21	INPUT	Resource	Soil	Copper(Cu)	kg	4.44E-07
22	INPUT	Resource	Soil	Natural gas	kg	5.33E-01
23	INPUT	Resource	Soil	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	2.84E-07
24	INPUT	Resource	Soil	Iron(Fe)	kg	4.88E-05
25	INPUT	Resource	Soil	Iron ore	kg	2.80E-02
26	INPUT	Resource	Soil	Lead ore	kg	3.34E-08
27	INPUT	Resource	Soil	Nickel(Ni)	kg	2.55E-08
28	INPUT	Resource	Soil	Palladium(Pd)	kg	5.13E-09
29	INPUT	Resource	Soil	Phosphate(PO43-)	kg	1.83E-15
30	INPUT	Resource	Soil	Platinum(Pt)	kg	1.00E-08
31	INPUT	Resource	Soil	Sodium chloride(NaCl)	kg	8.16E-01
32	INPUT	Resource	Soil	Bentonite	kg	2.97E-04
33	INPUT	Resource	Soil	Sulfur(S)	kg	2.60E-06
34	INPUT	Resource	Soil	Tin(Sn)	kg	6.69E-10
35	INPUT	Resource	Soil	Tin ore	kg	1.28E+00
36	INPUT	Resource	Soil	Uranium ore	kg	7.13E-08
37	INPUT	Resource	Soil	Zinc(Zn)	kg	9.15E-08
38	INPUT	Resource	Soil	Zinc ore	kg	2.72E-08
39	INPUT	Resource	Soil	Bauxite(Al2O3)	kg	9.56E-05
40	INPUT	Resource	Soil	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	1.88E-08
41	INPUT	Resource	Soil	Wood	kg	1.52E-03
42	INPUT	Resource	Soil	Biomass	kg	1.33E-09
43	INPUT	Resource	Soil	Caliche	kg	8.44E-06
44	INPUT	Resource	Soil	Clay	kg	1.87E-07
45	INPUT	Resource	Soil	Sand	kg	6.93E-09
46	INPUT	Resource	Soil	Coal	kg	2.19E-01
47	INPUT	Resource	Soil	Kaolinite	kg	2.88E-08
48	INPUT	Resource	Soil	Gravel	kg	7.01E-08
49	INPUT	Resource	Soil	Olivine	kg	1.78E-07
50	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(65%)	kg	8.47E-04
51	INPUT	Resource	Soil	Unspecified fuel	kg	1.76E-04
52	INPUT	Resource	Soil	Iron ore(46%)	kg	6.31E-14
53	INPUT	Resource	Soil	Copper ore(0.14%)	kg	8.58E-04
54	INPUT	Resource	Soil	Fluorspar(CaF2)	kg	1.49E-09
55	INPUT	Resource	Soil	Lead - zinc ore(4.6%-0.6%)	kg	1.01E-03
56	INPUT	Resource	Soil	Nickel ore(1.6%)	kg	8.12E-05
57	INPUT	Resource	Soil	Raffinate	kg	1.45E-07
58	INPUT	Resource	Soil	Zinc - copper ore(4.07%-2.59%)	kg	4.90E-04
59	INPUT	Resource	Soil	Zinc - lead - copper ore(12%-3%-2%)	kg	1.07E-04
60	INPUT	Resource	Soil	butane	kg	4.57E-08
61	INPUT	Resource	Soil	Asbestos	kg	2.97E-17
62	INPUT	Resource	Soil	Molybdene(Mo)	kg	4.71E-08

63	INPUT	Resource	Soil	Lignite	kg	7.52E-05
64	INPUT	Resource	Soil	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	1.51E-10
65	INPUT	Resource	Soil	chromium (in ore)	kg	6.00E-08
66	INPUT	Resource	Soil	cobalt (in ore)	kg	1.19E-07
67	INPUT	Resource	Soil	manganese (in ore)	kg	3.61E-08
68	INPUT	Resource	Soil	rhenium (in ore)	kg	2.93E-09
69	INPUT	Resource	Soil	rhodium (in ore)	kg	4.38E-09
70	INPUT	Raw material	Technosphere	Nitrogen(N2)	kg	3.20E-02
71	INPUT	Raw material	Technosphere	Silver(Ag)	kg	1.20E-09
72	INPUT	Raw material	Technosphere	Water	kg	3.90E-01
73	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonia(NH3)	kg	4.43E-09
74	INPUT	Raw material	Technosphere	Fluorspar	kg	1.53E-05
75	INPUT	Raw material	Technosphere	Baryte(BaSO4)	kg	6.18E-06
76	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl)	kg	4.05E-07
77	INPUT	Raw material	Technosphere	Methane(CH4)	kg	1.10E-06
78	INPUT	Raw material	Technosphere	Crude oil	kg	1.40E-02
79	INPUT	Raw material	Technosphere	Phosphorus oxide(P2O5)	kg	1.51E-07
80	INPUT	Raw material	Technosphere	Lead(Pb)	kg	1.06E-07
81	INPUT	Raw material	Technosphere	Feldspar	kg	8.31E-03
82	INPUT	Raw material	Technosphere	Limestone	kg	1.69E-02
83	INPUT	Raw material	Technosphere	Chromium(Cr)	kg	1.43E-11
84	INPUT	Raw material	Technosphere	Natural gas	kg	3.13E-01
85	INPUT	Raw material	Technosphere	Dolomite(CaMg(CO3))	kg	8.31E-03
86	INPUT	Raw material	Technosphere	Iron(Fe)	kg	8.75E-05
87	INPUT	Raw material	Technosphere	Nickel(Ni)	kg	3.51E-12
88	INPUT	Raw material	Technosphere	Oxygen(O2)	kg	1.54E-05
89	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium chloride(NaCl)	kg	1.31E-03
90	INPUT	Raw material	Technosphere	Bentonite	kg	1.43E-05
91	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfur(S)	kg	4.00E-05
92	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	8.56E-09
93	INPUT	Raw material	Technosphere	Zinc(Zn)	kg	4.00E-09
94	INPUT	Raw material	Technosphere	Air	kg	8.30E-02
95	INPUT	Raw material	Technosphere	Bauxite(Al2O3)	kg	1.12E-03
96	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferro manganese(Fe-Mn)	kg	4.97E-08
97	INPUT	Raw material	Technosphere	Wood	kg	5.68E-05
98	INPUT	Raw material	Technosphere	Biomass	kg	1.93E-03
99	INPUT	Raw material	Technosphere	Sand	kg	1.18E-01
100	INPUT	Raw material	Technosphere	Peat	kg	1.24E-03
101	INPUT	Raw material	Technosphere	Petroleum	kg	4.52E-01
102	INPUT	Raw material	Technosphere	Coal	kg	2.99E-02
103	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium sulfate(CaSO4)	kg	1.25E-06
104	INPUT	Raw material	Technosphere	Chalk	kg	1.53E-28
105	INPUT	Raw material	Technosphere	Kaolinite	kg	6.57E-06
106	INPUT	Raw material	Technosphere	Titanium dioxide(TiO2)	kg	2.20E-28
107	INPUT	Raw material	Technosphere	Gravel	kg	2.02E-07
108	INPUT	Raw material	Technosphere	Olivine	kg	5.13E-07
109	INPUT	Raw material	Technosphere	Shale	kg	3.54E-06
110	INPUT	Raw material	Technosphere	Granite	kg	1.29E-05
111	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium Chloride(KCl)	kg	8.36E-03
112	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified chemicals	kg	1.95E-07
113	INPUT	Raw material	Technosphere	Unspecified materials	kg	8.25E+00
114	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,50%)	kg	6.72E-07
115	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,98%)	kg	3.81E-11
116	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,96%)	kg	9.02E-09
117	INPUT	Raw material	Technosphere	1-AMINO-2-PROPANOL(C3H9NO)	kg	1.33E-16
118	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium hydroxide(NH4OH)	kg	3.10E-10
119	INPUT	Raw material	Technosphere	Barium chloride(BaCl2)	kg	2.58E-08
120	INPUT	Raw material	Technosphere	Calcium hypochloride(Ca(OCl)2)	kg	2.00E-15
121	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferrous sulfate(FeSO4)	kg	4.83E-15
122	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrazine	kg	4.75E-12
123	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium chloride(KCl,27%)	kg	1.12E-10
124	INPUT	Raw material	Technosphere	Magnesium hydroxide(Mg(OH)2)	kg	3.18E-10
125	INPUT	Raw material	Technosphere	Poly aluminium chloride(PAC)	kg	3.18E-18
126	INPUT	Raw material	Technosphere	Polymer	kg	1.95E-11
127	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium carbonate(Na2CO3)	kg	2.05E-05
128	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydrogen sulfite(NaHSO3)	kg	1.18E-10

129	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH)	kg	2.49E-02
130	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium metaphosphate(NaPO3)	kg	2.97E-11
131	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium pyrosulphite	kg	4.36E-11
132	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfate(Na2SO4)	kg	6.36E-09
133	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium sulfite(Na2SO3)	kg	1.78E-08
134	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,6%)	kg	8.86E-13
135	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Butyl Merchaptan	kg	2.54E-11
136	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Hydro Thiophene	kg	2.73E-14
137	INPUT	Raw material	Technosphere	Tetra Chloro Ethane	kg	1.68E-16
138	INPUT	Raw material	Technosphere	Cyclohexylamine(C6H11NH2)	kg	1.33E-16
139	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,50%)	kg	3.46E-09
140	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,35%)	kg	1.09E-07
141	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH,27%)	kg	1.19E-14
142	INPUT	Raw material	Technosphere	Monoethanolamin	kg	3.26E-17
143	INPUT	Raw material	Technosphere	Cellulose((C6H10O5)n)	kg	3.43E-09
144	INPUT	Raw material	Technosphere	Sodium hydroxide(NaOH,32%)	kg	5.69E-12
145	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2,35%)	kg	2.61E-17
146	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,55%)	kg	2.00E-16
147	INPUT	Raw material	Technosphere	Polyethylene(PE)	kg	2.78E-05
148	INPUT	Raw material	Technosphere	Aluminium sulfate(Al2(SO4)3)	kg	2.33E-09
149	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen chloride(HCl,12.5%)	kg	2.15E-10
150	INPUT	Raw material	Technosphere	Potassium hydroxide(KOH)	kg	1.37E-09
151	INPUT	Raw material	Technosphere	Steel	kg	1.49E-02
152	INPUT	Raw material	Technosphere	Marl	kg	1.31E-04
153	INPUT	Raw material	Technosphere	Zeolite	kg	2.26E-08
154	INPUT	Raw material	Technosphere	Lignite	kg	1.86E-03
155	INPUT	Raw material	Technosphere	Ferric chloride(FeCl3)	kg	4.62E-10
156	INPUT	Raw material	Technosphere	Hydrogen peroxide(H2O2)	kg	3.01E-12
157	INPUT	Raw material	Technosphere	Talc	kg	1.71E-01
158	INPUT	Raw material	Technosphere	Ammonium phosphate	kg	8.54E-06
159	INPUT	Raw material	Technosphere	Sulfuric acid(H2SO4,20%)	kg	4.23E-03
160	INPUT	Raw material	Technosphere	methane (kg)	kg	3.70E-05
161	INPUT	Energy ware	Technosphere	Natural gas	MJ	1.50E+01
162	INPUT	Energy ware	Technosphere	Hydro energy	MJ	2.56E-01
163	INPUT	Energy ware	Technosphere	Nuclear energy	MJ	9.31E-01
164	INPUT	Energy ware	Technosphere	Sulfur(S)	MJ	2.60E-04
165	INPUT	Energy ware	Technosphere	Recovered energy	MJ	-4.45E-01
166	INPUT	Energy ware	Technosphere	Wood	MJ	5.23E-06
167	INPUT	Energy ware	Technosphere	Biomass	MJ	1.70E-02
168	INPUT	Energy ware	Technosphere	Hydrogen(H2)	MJ	5.66E-02
169	INPUT	Energy ware	Technosphere	Unspecified energy	MJ	1.85E-02
170	INPUT	Energy ware	Technosphere	Peat	MJ	1.09E-02
171	INPUT	Energy ware	Technosphere	Coal	MJ	8.36E-01
172	INPUT	Energy ware	Technosphere	Oil	MJ	2.03E+01
173	INPUT	Energy ware	Technosphere	Lignite	MJ	2.81E-02
174	OUTPUT	Emission	Air	Chlorine(Cl2)	kg	1.59E-05
175	OUTPUT	Emission	Air	But-1-ene	kg	6.98E-10
176	OUTPUT	Emission	Air	Dust	kg	1.86E-03
177	OUTPUT	Emission	Air	Antimony(Sb)	kg	5.67E-09
178	OUTPUT	Emission	Air	Chlorinated matter	kg	2.29E-06
179	OUTPUT	Emission	Air	Acetone	kg	5.13E-08
180	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen(N2)	kg	1.40E-10
181	OUTPUT	Emission	Air	Acetaldehyde	kg	2.41E-07
182	OUTPUT	Emission	Air	Formaldehyde	kg	8.47E-06
183	OUTPUT	Emission	Air	Perfluoroethane	kg	6.96E-11
184	OUTPUT	Emission	Air	Titanium(Ti)	kg	2.85E-08
185	OUTPUT	Emission	Air	Ammonia(NH3)	kg	1.17E-05
186	OUTPUT	Emission	Air	Bromine(Br)	kg	6.59E-07
187	OUTPUT	Emission	Air	HCFC-22	kg	2.81E-08
188	OUTPUT	Emission	Air	Cyanide(CN-)	kg	3.03E-11
189	OUTPUT	Emission	Air	Nitrous oxide(N2O)	kg	7.50E-05
190	OUTPUT	Emission	Air	Fluoride(F-)	kg	4.33E-07
191	OUTPUT	Emission	Air	CFC-11	kg	1.20E-07
192	OUTPUT	Emission	Air	Mercury(Hg)	kg	2.22E-07
193	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen chloride(HCl)	kg	3.14E-05
194	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen fluoride(HF)	kg	3.88E-06

195	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen cyanide(HCN)	kg	1.45E-11
196	OUTPUT	Emission	Air	Phenol	kg	1.87E-06
197	OUTPUT	Emission	Air	Iodine(I)	kg	3.51E-09
198	OUTPUT	Emission	Air	Methane(CH4)	kg	9.24E-03
199	OUTPUT	Emission	Air	Ethane	kg	2.93E-04
200	OUTPUT	Emission	Air	Molybdenum(Mo)	kg	2.49E-09
201	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen dioxide(NO2)	kg	2.46E-07
202	OUTPUT	Emission	Air	Propane(C3H8)	kg	1.30E-04
203	OUTPUT	Emission	Air	Lead(Pb)	kg	7.77E-07
204	OUTPUT	Emission	Air	Sodium(Na)	kg	2.51E-08
205	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur dioxide(SO2)	kg	3.97E-03
206	OUTPUT	Emission	Air	Uranium(U)	kg	1.06E-10
207	OUTPUT	Emission	Air	CFC-114	kg	1.22E-07
208	OUTPUT	Emission	Air	Benzo(a)pyrene	kg	1.84E-08
209	OUTPUT	Emission	Air	Aluminium(Al)	kg	2.70E-07
210	OUTPUT	Emission	Air	Arsenic(As)	kg	3.19E-08
211	OUTPUT	Emission	Air	Barium(Ba)	kg	3.01E-06
212	OUTPUT	Emission	Air	Beryllium(Be)	kg	5.17E-10
213	OUTPUT	Emission	Air	Boron(B)	kg	3.16E-06
214	OUTPUT	Emission	Air	Halon-1301	kg	5.47E-08
215	OUTPUT	Emission	Air	Cadmium(Cd)	kg	1.20E-08
216	OUTPUT	Emission	Air	Calcium(Ca)	kg	4.20E-08
217	OUTPUT	Emission	Air	Carbon dioxide(CO2)	kg	4.13E+00
218	OUTPUT	Emission	Air	Carbon monoxide(CO)	kg	1.40E-03
219	OUTPUT	Emission	Air	Propionic acid	kg	4.35E-09
220	OUTPUT	Emission	Air	Chloride(Cl-)	kg	3.84E-06
221	OUTPUT	Emission	Air	CFCs	kg	3.89E-08
222	OUTPUT	Emission	Air	CFC-13	kg	1.61E-08
223	OUTPUT	Emission	Air	Vinyl chloride	kg	3.20E-11
224	OUTPUT	Emission	Air	Chromium(Cr)	kg	3.75E-08
225	OUTPUT	Emission	Air	Cobalt(Co)	kg	8.11E-08
226	OUTPUT	Emission	Air	Copper(Cu)	kg	6.02E-08
227	OUTPUT	Emission	Air	Hydrocarbons	kg	2.36E-03
228	OUTPUT	Emission	Air	Aromatic matter	kg	1.28E-06
229	OUTPUT	Emission	Air	Halogenated matter	kg	1.74E-14
230	OUTPUT	Emission	Air	CFC-12	kg	2.57E-08
231	OUTPUT	Emission	Air	Xylene	kg	8.39E-06
232	OUTPUT	Emission	Air	Dissolved organic matter	kg	9.05E-11
233	OUTPUT	Emission	Air	Ethylene	kg	1.89E-08
234	OUTPUT	Emission	Air	Ethanol	kg	1.80E-07
235	OUTPUT	Emission	Air	1,2-Dichloroethane	kg	5.59E-11
236	OUTPUT	Emission	Air	Acetylene	kg	6.92E-10
237	OUTPUT	Emission	Air	Fluorine(F2)	kg	2.30E-06
238	OUTPUT	Emission	Air	Helium(He)	kg	1.68E-05
239	OUTPUT	Emission	Air	n-Heptane	kg	6.98E-09
240	OUTPUT	Emission	Air	n-Hexane	kg	4.60E-08
241	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	9.96E-05
242	OUTPUT	Emission	Air	Iron(Fe)	kg	4.57E-07
243	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanum(La)	kg	9.80E-11
244	OUTPUT	Emission	Air	Magnesium(Mg)	kg	8.70E-08
245	OUTPUT	Emission	Air	Manganese(Mn)	kg	7.97E-08
246	OUTPUT	Emission	Air	Metals	kg	2.99E-07
247	OUTPUT	Emission	Air	Methanol(CH3OH)	kg	1.30E-07
248	OUTPUT	Emission	Air	Toluene	kg	9.65E-07
249	OUTPUT	Emission	Air	Nickel(Ni)	kg	1.43E-07
250	OUTPUT	Emission	Air	NMVOC	kg	4.78E-03
251	OUTPUT	Emission	Air	Alkenes	kg	2.01E-06
252	OUTPUT	Emission	Air	Alkanes	kg	5.44E-06
253	OUTPUT	Emission	Air	Benzene	kg	9.59E-07
254	OUTPUT	Emission	Air	Ethylbenzene	kg	2.01E-06
255	OUTPUT	Emission	Air	Phosphorus(P)	kg	3.01E-09
256	OUTPUT	Emission	Air	PAH	kg	2.38E-08
257	OUTPUT	Emission	Air	Propene	kg	1.85E-07
258	OUTPUT	Emission	Air	Scandium(Sc)	kg	1.36E-10
259	OUTPUT	Emission	Air	Selenium(Se)	kg	1.45E-07
260	OUTPUT	Emission	Air	Strontium(Sr)	kg	9.15E-09

261	OUTPUT	Emission	Air	Sulfur oxides(SOX)	kg	8.65E-03
262	OUTPUT	Emission	Air	Sulfuric acid(H2SO4)	kg	9.89E-08
263	OUTPUT	Emission	Air	Thorium(Th)	kg	2.37E-10
264	OUTPUT	Emission	Air	Tin(Sn)	kg	1.76E-08
265	OUTPUT	Emission	Air	Vanadium(V)	kg	3.70E-07
266	OUTPUT	Emission	Air	VOC	kg	3.70E-04
267	OUTPUT	Emission	Air	Zinc(Zn)	kg	1.91E-06
268	OUTPUT	Emission	Air	Air	kg	7.44E+00
269	OUTPUT	Emission	Air	n-Butane	kg	2.28E-05
270	OUTPUT	Emission	Air	Nitrogen oxides(NOX)	kg	1.04E-02
271	OUTPUT	Emission	Air	n-Pentane	kg	4.62E-06
272	OUTPUT	Emission	Air	Hydrogen(H2)	kg	3.72E-05
273	OUTPUT	Emission	Air	Carbon disulfide(CS2)	kg	3.01E-11
274	OUTPUT	Emission	Air	Dichloro ethylene	kg	5.53E-14
275	OUTPUT	Emission	Air	Potassium(K)	kg	3.26E-08
276	OUTPUT	Emission	Air	Waste, Metals	kg	3.57E-06
277	OUTPUT	Emission	Air	Ethane thiol	kg	9.06E-09
278	OUTPUT	Emission	Air	Dioxin(TCDD)	kg	4.25E-12
279	OUTPUT	Emission	Air	Molybdaneum(Mo)	kg	2.37E-10
280	OUTPUT	Emission	Air	Thallium(Tl)	kg	5.57E-10
281	OUTPUT	Emission	Air	Lanthanide	kg	2.63E-10
282	OUTPUT	Emission	Air	Ammonium nitrate(NH4NO3)	kg	6.52E-10
283	OUTPUT	Emission	Air	Vapor	kg	4.58E+00
284	OUTPUT	Emission	Air	Thiols	kg	3.26E-10
285	OUTPUT	Emission	Air	Exhaust	kg	9.82E+00
286	OUTPUT	Emission	Air	Flare gas	kg	8.97E-07
287	OUTPUT	Emission	Air	Aldehydes	kg	2.30E-06
288	OUTPUT	Emission	Air	butane	kg	1.46E-07
289	OUTPUT	Emission	Air	Steam condensate	kg	4.22E-11
290	OUTPUT	Emission	Air	Butadiene rubber	kg	1.05E-08
291	OUTPUT	Emission	Air	Acetic acid	kg	3.90E-07
292	OUTPUT	Emission	Air	Pentane	kg	1.73E-07
293	OUTPUT	Emission	Air	Acrolein	kg	1.40E-12
294	OUTPUT	Emission	Air	CFC-14	kg	5.57E-10
295	OUTPUT	Emission	Air	Silicates	kg	4.13E-07
296	OUTPUT	Emission	Air	Benzaldehyde	kg	4.80E-13
297	OUTPUT	Emission	Air	Butylacetate	kg	1.26E-11
298	OUTPUT	Emission	Air	Benzene compounds	kg	3.41E-05
299	OUTPUT	Emission	Air	dioxin (TEQ)	kg	3.95E-10
300	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as contin. urban land	kg	2.07E-08
301	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as convent. arable land	kg	2.53E-09
302	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as forest land	kg	2.93E-11
303	OUTPUT	Emission	Air	Occup. as industrial area	kg	2.08E-08
304	OUTPUT	Emission	Air	Pt	kg	5.05E-10
305	OUTPUT	Emission	Air	Zr	kg	1.73E-11
306	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine(Cl2)	kg	1.50E-05
307	OUTPUT	Emission	Water	Antimony(Sb)	kg	1.24E-10
308	OUTPUT	Emission	Water	Chlorinated matter	kg	6.21E-10
309	OUTPUT	Emission	Water	Formaldehyde	kg	8.70E-13
310	OUTPUT	Emission	Water	Silver(Ag)	kg	1.65E-08
311	OUTPUT	Emission	Water	Titanium(Ti)	kg	5.39E-07
312	OUTPUT	Emission	Water	Ammonium(NH4+)	kg	4.15E-05
313	OUTPUT	Emission	Water	Ammonia(NH3)	kg	4.52E-06
314	OUTPUT	Emission	Water	Cyanide(CN-)	kg	5.82E-07
315	OUTPUT	Emission	Water	Fluoride(F-)	kg	3.10E-04
316	OUTPUT	Emission	Water	Baryte(BaSO4)	kg	1.27E-06
317	OUTPUT	Emission	Water	Mercury(Hg)	kg	1.24E-08
318	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen chloride(HCl)	kg	6.88E-13
319	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen fluoride(HF)	kg	1.50E-12
320	OUTPUT	Emission	Water	Phenol	kg	5.48E-06
321	OUTPUT	Emission	Water	Iodine(I)	kg	2.02E-09
322	OUTPUT	Emission	Water	Molybdenum(Mo)	kg	3.15E-07
323	OUTPUT	Emission	Water	Nitrate(NO3-)	kg	2.20E-05
324	OUTPUT	Emission	Water	Nitrogenous matter	kg	2.02E-07
325	OUTPUT	Emission	Water	Crude oil	kg	3.24E-09
326	OUTPUT	Emission	Water	Phosphorus oxide(P2O5)	kg	1.63E-06

327	OUTPUT	Emission	Water	Lead(Pb)	kg	5.25E-07
328	OUTPUT	Emission	Water	Phosphrous matter	kg	2.24E-12
329	OUTPUT	Emission	Water	Silicon(Si)	kg	3.03E-11
330	OUTPUT	Emission	Water	Sodium(Na)	kg	4.36E-03
331	OUTPUT	Emission	Water	Sulfate(SO42-)	kg	4.63E-03
332	OUTPUT	Emission	Water	Sulfite(SO32-)	kg	2.39E-07
333	OUTPUT	Emission	Water	Acid(H+)	kg	2.69E-05
334	OUTPUT	Emission	Water	AOX	kg	1.05E-08
335	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium(Al)	kg	4.33E-05
336	OUTPUT	Emission	Water	Arsenic(As)	kg	8.23E-08
337	OUTPUT	Emission	Water	Barium(Ba)	kg	2.73E-06
338	OUTPUT	Emission	Water	Chlorobenzene	kg	9.64E-11
339	OUTPUT	Emission	Water	Beryllium(Be)	kg	4.19E-10
340	OUTPUT	Emission	Water	BOD	kg	1.51E-04
341	OUTPUT	Emission	Water	Boron(B)	kg	1.38E-06
342	OUTPUT	Emission	Water	Cadmium(Cd)	kg	1.41E-08
343	OUTPUT	Emission	Water	Calcium(Ca)	kg	1.39E-04
344	OUTPUT	Emission	Water	Limestone	kg	5.29E-10
345	OUTPUT	Emission	Water	Carbon monoxide(CO)	kg	1.68E-08
346	OUTPUT	Emission	Water	Cesium(Cs)	kg	2.02E-11
347	OUTPUT	Emission	Water	COD	kg	4.80E-03
348	OUTPUT	Emission	Water	Chloride(Cl-)	kg	2.66E-02
349	OUTPUT	Emission	Water	Methyl Chloride	kg	5.34E-07
350	OUTPUT	Emission	Water	Vinyl chloride	kg	2.87E-31
351	OUTPUT	Emission	Water	Chromium(Cr)	kg	6.46E-07
352	OUTPUT	Emission	Water	Copper(Cu)	kg	2.25E-07
353	OUTPUT	Emission	Water	Hydrocarbons	kg	3.82E-05
354	OUTPUT	Emission	Water	Aromatic matter	kg	6.26E-08
355	OUTPUT	Emission	Water	Xylene	kg	2.55E-05
356	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved inorganic matter	kg	9.12E-05
357	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved organic matter	kg	3.11E-05
358	OUTPUT	Emission	Water	Fluorine(F2)	kg	3.45E-06
359	OUTPUT	Emission	Water	n-Hexane	kg	7.27E-10
360	OUTPUT	Emission	Water	Hydrogen sulfide(H2S)	kg	8.64E-10
361	OUTPUT	Emission	Water	Iron(Fe)	kg	1.05E-03
362	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium(Mg)	kg	2.87E-05
363	OUTPUT	Emission	Water	Manganese(Mn)	kg	2.65E-06
364	OUTPUT	Emission	Water	Metals	kg	3.12E-05
365	OUTPUT	Emission	Water	Methanol(CH3OH)	kg	1.95E-05
366	OUTPUT	Emission	Water	Toluene	kg	3.05E-06
367	OUTPUT	Emission	Water	Dichloromethane	kg	6.11E-11
368	OUTPUT	Emission	Water	Nickel(Ni)	kg	7.03E-07
369	OUTPUT	Emission	Water	Alkenes	kg	2.85E-10
370	OUTPUT	Emission	Water	Alkanes	kg	3.14E-09
371	OUTPUT	Emission	Water	Benzene	kg	3.51E-06
372	OUTPUT	Emission	Water	Ethylbenzene	kg	6.48E-07
373	OUTPUT	Emission	Water	Phosphate(PO43-)	kg	4.89E-06
374	OUTPUT	Emission	Water	PAH	kg	3.10E-06
375	OUTPUT	Emission	Water	Selenium(Se)	kg	9.59E-08
376	OUTPUT	Emission	Water	Strontium(Sr)	kg	3.72E-06
377	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur(S)	kg	3.56E-07
378	OUTPUT	Emission	Water	SS	kg	4.18E-03
379	OUTPUT	Emission	Water	Tin(Sn)	kg	1.05E-07
380	OUTPUT	Emission	Water	TOC	kg	9.02E-03
381	OUTPUT	Emission	Water	Vanadium(V)	kg	1.46E-07
382	OUTPUT	Emission	Water	Zinc(Zn)	kg	4.86E-07
383	OUTPUT	Emission	Water	Dissolved solids	kg	3.94E-03
384	OUTPUT	Emission	Water	Sulfide(S2-)	kg	3.14E-09
385	OUTPUT	Emission	Water	Heavy metals	kg	1.40E-07
386	OUTPUT	Emission	Water	Potassium(K)	kg	1.12E-05
387	OUTPUT	Emission	Water	Chromium oxide(Cr2O3)	kg	1.72E-11
388	OUTPUT	Emission	Water	Carbonate(CO32-)	kg	1.57E-05
389	OUTPUT	Emission	Water	Detergent/oil	kg	3.30E-05
390	OUTPUT	Emission	Water	Aluminium ion(Al3+)	kg	8.65E-06
391	OUTPUT	Emission	Water	Calcium ion(Ca2+)	kg	2.64E-07
392	OUTPUT	Emission	Water	Zinc ion(Zn2+)	kg	1.50E-07

393	OUTPUT	Emission	Water	Magnesium ion(Mg2+)	kg	2.17E-08
394	OUTPUT	Emission	Water	Sodium ion(Na+)	kg	1.20E-04
395	OUTPUT	Emission	Water	Nickel ion(Ni2+)	kg	2.85E-08
396	OUTPUT	Emission	Water	Potassium ion(K+)	kg	1.42E-08
397	OUTPUT	Emission	Water	Oil	kg	5.73E-05
398	OUTPUT	Emission	Water	Waste water	kg	8.14E+01
399	OUTPUT	Emission	Water	Molybdaneum(Mo)	kg	2.24E-08
400	OUTPUT	Emission	Water	Thallium(Tl)	kg	3.69E-11
401	OUTPUT	Emission	Water	Detergents	kg	1.05E-09
402	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr3+)	kg	2.88E-08
403	OUTPUT	Emission	Water	Neutral salts	kg	1.49E-05
404	OUTPUT	Emission	Water	Chlorine dioxide(ClO2-)	kg	1.83E-18
405	OUTPUT	Emission	Water	Metal ions	kg	2.25E-04
406	OUTPUT	Emission	Water	Chromium ion(Cr6+)	kg	2.01E-11
407	OUTPUT	Emission	Water	Salt	kg	5.75E-07
408	OUTPUT	Emission	Water	Dichloroethane	kg	2.78E-11
409	OUTPUT	Emission	Water	Glutaraldehyde	kg	1.57E-10
410	OUTPUT	Emission	Water	HOCL	kg	3.32E-08
411	OUTPUT	Emission	Water	Tributyltin	kg	1.90E-10
412	OUTPUT	Emission	Water	Sodium hypochlorite	kg	8.87E-07
413	OUTPUT	Emission	Water	Sulfur trioxide(SO3)	kg	3.45E-09
414	OUTPUT	Emission	Water	Fe2+/Fe3+	kg	8.75E-08
415	OUTPUT	Emission	Water	(1,1-Biphenyl)-2-ol	kg	5.89E-07
416	OUTPUT	Emission	Water	Other Nitrogen	kg	2.21E-06
417	OUTPUT	Emission	Water	W	kg	8.39E-11
418	OUTPUT	Emission	Water	trichloroethene	kg	4.78E-12
419	OUTPUT	Emission	Water	Dichloropropane (1.2-dichlorine propane)	kg	1.46E-07
420	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(foreign)	kg	4.28E-02
421	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(foreign)	kg	5.37E-03
422	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Metals	kg	5.90E-05
423	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Mineral	kg	8.06E-03
424	OUTPUT	Waste	Technosphere	Slags & Ash	kg	1.89E-03
425	OUTPUT	Waste	Technosphere	Inert Chemical	kg	2.25E-04
426	OUTPUT	Waste	Technosphere	Unspecified wastes	kg	5.54E-02
427	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Construction	kg	9.36E-05
428	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, To incinerator	kg	1.37E-04
429	OUTPUT	Waste	Technosphere	Recycling wastes	kg	4.88E-06
430	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Paper & board	kg	7.83E-28
431	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Plastics	kg	1.18E-05
432	OUTPUT	Waste	Technosphere	Waste, Wood	kg	1.18E-08
433	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes(domestic)	kg	2.65E-01
434	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes(domestic)	kg	1.41E-02
435	OUTPUT	Waste	Technosphere	Industrial wastes	kg	8.39E+00
436	OUTPUT	Waste	Technosphere	inorganic general	kg	4.57E-03
437	OUTPUT	Waste	Technosphere	General waste	kg	1.41E-01
438	OUTPUT	Waste	Technosphere	Hazardous wastes	kg	8.60E-02
439	OUTPUT	Waste	Technosphere	final waste (inert)	kg	2.00E-03
440	OUTPUT	Waste	Technosphere	produc. waste (not inert)	kg	1.16E-04
441	OUTPUT	Product	Technosphere	FAXCON	kg	1.00E+00

부록 2. RACE 매뉴얼

RACE

Rail Assessment for Clean Environment



[사용자 설명서]

2007.08 Ver.1.7.0

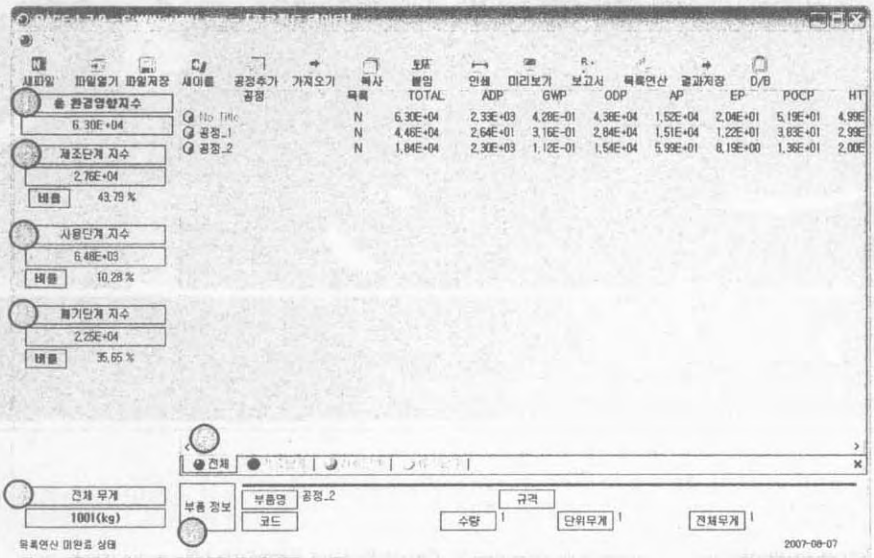
Better solution Better people

❖목 차

RACE

구성요소>Main window & 전체 탭
구성요소>Main window>사용단계 탭
구성요소>Main window>폐기단계 탭
전체 및 제조단계 탭>공정 편집
전체 및 제조단계 탭>목록분석 결과 보기
전체 및 제조단계 탭>ISO14048 부가정보 편집
전체 및 제조단계 탭>온실가스 분석
메뉴>프로젝트
메뉴>편집
메뉴>편집>물질명 편집
메뉴>편집>영향평가 팩터 편집
메뉴>편집>결과보고서 작성
메뉴>편집>주요이슈 분석
메뉴>에코효율성>소비자 대상
메뉴>에코효율성>소비자 대상 에코효율성 D/B 편집
메뉴>에코효율성>내부관계자 대상
메뉴>에코효율성>소비자 대상 CO2 에코효율성
메뉴>에코효율성>내부관계자 대상 CO2 에코효율성
메뉴>데이터베이스 관리자>데이터베이스 목록
메뉴>데이터베이스 관리자>영향평가 결과

Better solution Better people



Guide !

❖[1]총 환경영향지수
- 현재 편집 중인 프로젝트의 전체 환경영향지수 값을 표시합니다.

❖[2]제조단계지수
- 현재 편집 중인 프로젝트의 제조단계지수 값을 표시합니다.

❖[3]사용단계지수
- 현재 편집 중인 프로젝트의 사용단계지수 값을 표시합니다.

❖[4]폐기단계지수
- 현재 편집 중인 프로젝트의 폐기단계지수 값을 표시합니다.

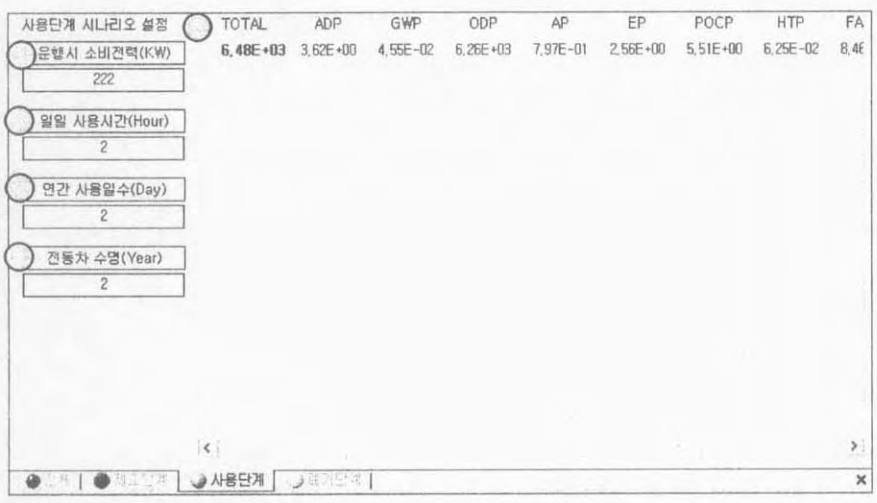
❖[5]전체 무게
- 현재 편집 중인 프로젝트에 포함되어 있는 부품 들의 합산 중량 값을 표시합니다.

❖[6]전과정 탭
- 현재 편집 중인 프로젝트에 포함된 단위 공정 들의 전과정 영향평가 값을 표시합니다.

❖[7]부품 정보
- 현재 선택된 부품 또는 공정의 기본 정보를 간략하게 표시합니다.

Tips for Efficient Users !

• RACE는 전과정단계 별 환경영향지수를 쉽게 구분할 수 있도록 전체, 제조, 사용 및 폐기단계의 4개 탭으로 Main화면이 구성되어 있습니다.



Guide !

❖[1]운행시 소비전력
- 전동차의 운행 시 소비되는 전력을 입력합니다.

❖[2]일일 사용시간
- 평균적으로 하루 동안 전동차가 운행되는 시간을 입력합니다.

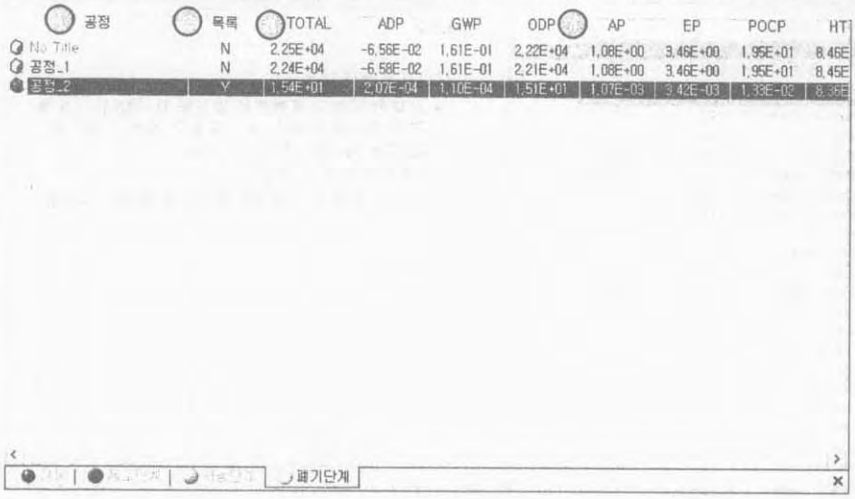
❖[3]연간 사용일수
- 평균적으로 연간 전동차가 운행되는 날을 입력합니다.

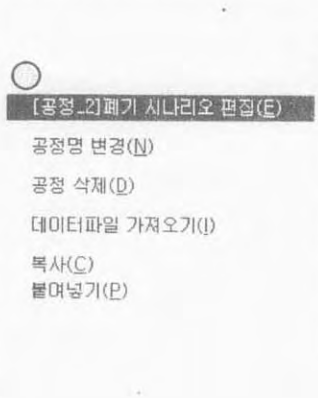
❖[4]전동차 수명
- 전동차의 평균 수명을 입력합니다.

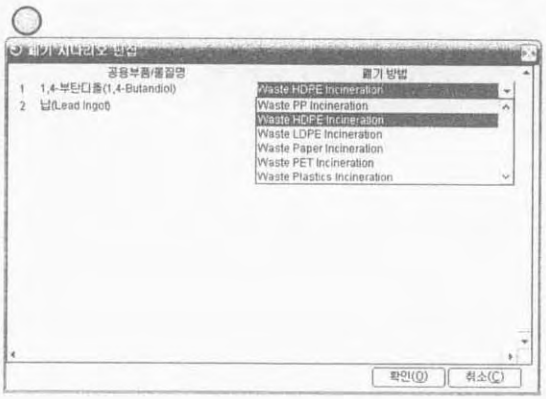
❖[5]환경영향 지수
- 입력한 4개의 값을 이용하여 전체 및 영향범주 별 환경영향 지수 값을 표시합니다.

Tips for Efficient Users !

• 사용단계 편집 탭은 전동차가 운행 시 발생하는 환경영향을 실시간으로 도출해 낼 수 있는 직관적인 화면으로 구성되어 있습니다.







Guide !

❖[1]공정명
- ➢ 프로젝트에 포함되어 있는 단위부품 또는 단위공정명을 나타냅니다.

❖[2]목록연산 여부
- ➢ 각 단위공정 별 목록분석 연산 여부를 표시합니다.

❖[3]TOTAL 환경영향 지수 값
- ➢ 각 단위공정 별 전체 환경영향지수 값을 표시합니다.

❖[4]영향범주 별 환경영향 지수 값
- ➢ 각 단위공정 별로 개별 영향범주 들의 환경영향지수 값을 표시합니다.

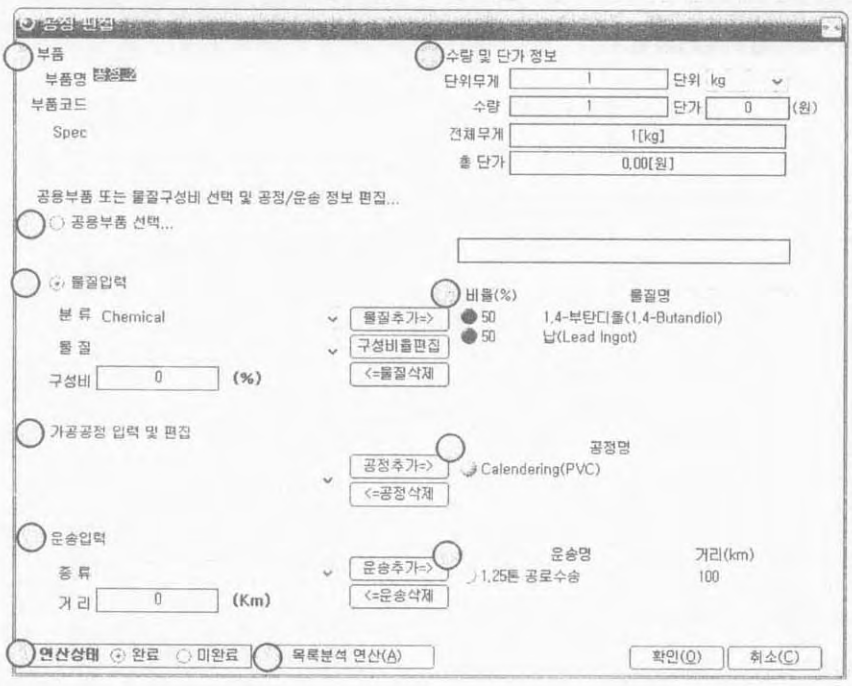
❖[5]팝업 메뉴
- ➢ 현재 선택한 공정의 폐기 시나리오 편집, 공정명 변경 등의 작업을 수행할 수 있는 팝업 메뉴를 표시합니다.

❖[6]폐기 시나리오 편집 화면
- ➢ 현재 선택한 공정의 폐기 시나리오를 설정할 수 있는 화면입니다.

Tips for Efficient Users !

• 폐기 시나리오 편집 화면의 폐기 방법은 물질별 데이터베이스를 포함하고 있어 사용자는 폐기방법을 선택하기만 하면 됩니다.

• 폐기 시나리오 데이터베이스의 편집은 데이터베이스 관리자에서 수행할 수 있습니다.



Tips for Efficient Users !

Guide !

❖[1]부품 정보
- ➢ 부품명, 부품코드, Spec.등의 정보를 입력 또는 편집합니다.

❖[2]수량 및 단가 정보
- ➢ 단위무게, 단위, 수량 및 단가정보를 입력합니다. 또한 입력된 단위무게, 단가 및 수량 정보를 사용하여 전체무게 및 총 단가정보를 표시합니다.

❖[3]공용부품 선택..
- ➢ 데이터베이스에 미리 정의되어 있는 전동차 부품을 선택합니다. 이 공용부품 들은 환경성 정보가 기 정의되어 있습니다. 이들 공용부품의 내용을 편집하려면 데이터베이스 관리자를 이용합니다.

❖[4]물질 입력
- ➢ 부품의 물질조성을 편집합니다. 먼저 "분류" 콤보에서 물질범주를 선택합니다. 다음, 선택한 "분류"에 포함되어 있는 물질을 "물질" 콤보에서 선택합니다. 마지막으로 선택한 물질의 구성비율을 입력한 후 "물질추가=>"버튼을 사용하여 [5]물질조성창에 입력 시킵니다.

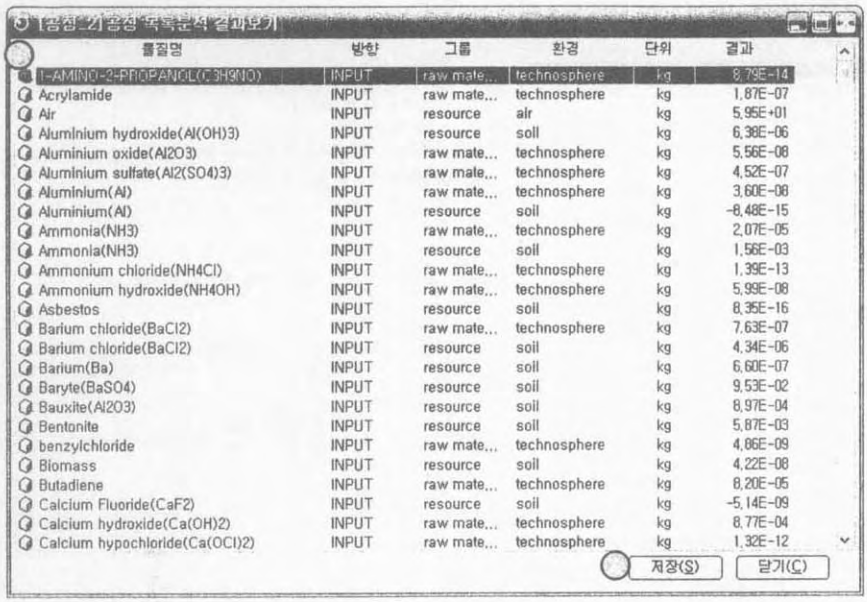
❖[6]가공공정 입력 및 편집
- ➢ 편집 중인 부품에 포함되어 있는 "공정"있다면 공정 콤보에서 해당 공정을 선택한 후 추가할 수 있습니다. 추가된 공정 들은 [7]공정조성창에 표시됩니다.

❖[8]운송입력
- ➢ 편집 중인 부품에 운송공정이 포함되어 있으면 해당 운송의 종류와 거리를 입력한 후 [9]운송조성창에 표시하게 합니다.

❖[10]목록분석 연산 상태 표시
- ➢ 편집 중인 부품의 목록분석 연산상태의 수행유무를 표시합니다.

❖[11]목록분석 연산 버튼
- ➢ 이 버튼을 사용하여 입력된 내용 대로 목록분석 연산을 수행할 수 있습니다.

❖전체 및 제조단계 탭>목록분석 결과 보기



Guide !

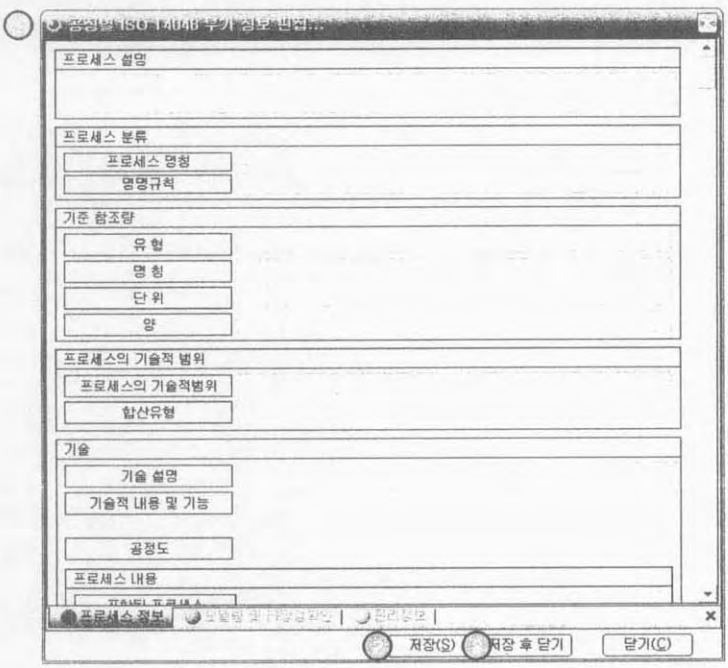
❖[1]목록분석 결과
- ➢ 선택한 공정의 목록분석 결과를 표시합니다. 목록분석 결과의 구성 요소는 물질명, 방향, 그룹, 환경, 단위 및 결과로 이루어져 있습니다.

❖[2]목록분석 결과 저장
- ➢ 표시된 목록분석 결과를 엑셀파일 형태로 저장할 수 있습니다.

Tips for Efficient Users !

- 물질명 : 구성물질명
- 방향 : 투입물 또는 산출물
- 그룹 : 해당 물질의 범주를 나타냅니다. 자원, 원/부자재, 에너지, 수자원, 제품, 부산물, 폐기물, 오염물 등
- 환경 : 해당 물질의 영향을 미치는 환경의 영역을 나타냅니다.
- 단위 : 해당 물질의 계수 단위입니다.

❖전체 및 제조단계 탭>ISO14048 부가정보 편집



Guide !

❖[1]ISO14048 정보
- ➢ 선택한 공정의 목록분석 결과를 표시합니다. 목록분석 결과의 구성 요소는 물질명, 방향, 그룹, 환경, 단위 및 결과로 이루어져 있습니다.

❖[2]목록분석 결과 저장
- ➢ 표시된 목록분석 결과를 엑셀파일 형태로 저장할 수 있습니다.

❖[3]저장 후 닫기
- ➢ 변경된 내용으로 저장한 후 편집화면을 자동으로 닫습니다.

Tips for Efficient Users !

- ISO14048 편집화면은 "프로세스 정보", "모델링 및 타당성확인" 및 "관리정보"의 3개 탭으로 구성되어 있습니다. 각 탭의 항목 들은 ISo14048 표준에서 정의한 내용으로 이루어져 있고 KS표준으로도 정해져 있습니다. 각 항목의 자세한 내용은 ISo14048 표준 문서를 참조하시기 바랍니다.

❖전체 및 제조단계 탭>온실가스 분석

Guide !

❖[1]온실가스 분석 화면
- ➢ RACE에 포함된 온실가스 분석 모듈은 대표적인 온실 가스인 이산화탄소, 메탄, 산화질소의 양을 표시해 줍니다.

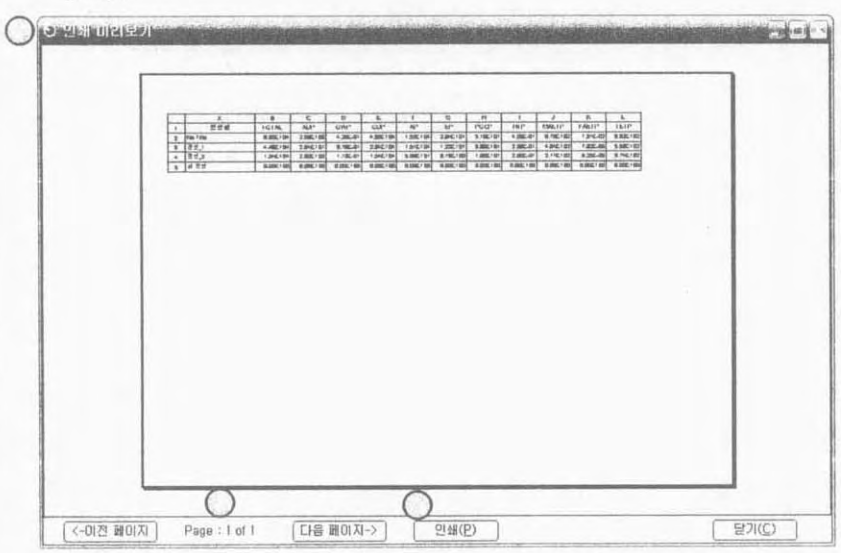
❖[2]저장
- ➢ 화면에 표시된 분석결과를 엑셀파일로 저장할 수 있습니다.



Tips for Efficient Users !

• 온실가스 분석 모듈은 프로젝트 전체에 포함된 온실가스의 양을 표시해 줍니다. 전과정 단계별로는 분석하지 않습니다.

❖메뉴>프로젝트



Guide !

❖[1]새 프로젝트
- ➢ 새 프로젝트를 생성합니다. 생성된 프로젝트의 이름은 "No Title"로 설정됩니다.

❖[2]프로젝트 열기
- ➢ 기존 RACE의 데이터 파일을 엽니다. RACE파일의 확장자는 ".rac" 입니다.

❖[3]프로젝트 닫기
- ➢ 현재 열려있는 파일을 닫습니다.

❖[4]프로젝트 저장
- ➢ 현재 파일을 저장합니다.

❖[5]다른 이름으로 저장
- ➢ 현재 파일을 다른 이름으로 저장합니다.

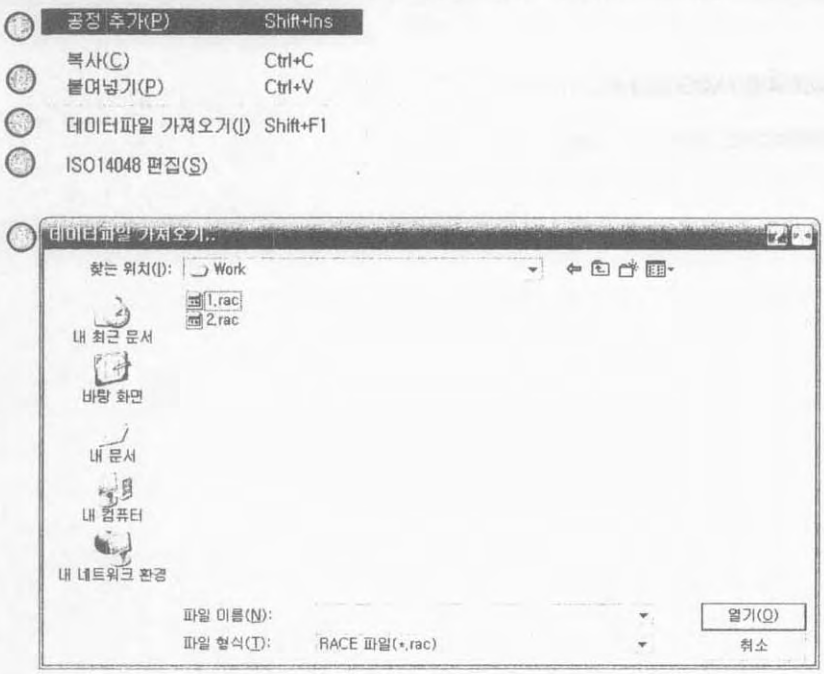
❖[6]인쇄 및 인쇄 미리보기
- ➢ 현재 활성화된 탭에 표시된 내용을 인쇄하거나 미리보기 기능을 제공합니다.

❖[7]인쇄 미리보기 화면
- ➢ 인쇄 미리보기 기능으로 표시되는 "인쇄 미리보기" 화면입니다.

❖[8]인쇄 미리보기 네비게이션 버튼
- ➢ 인쇄 미리보기 화면에서 이전 및 다음 페이지로 이동할 수 있게 합니다.

❖[9]인쇄 버튼
- ➢ 현재 표시된 내용대로 화면을 인쇄합니다.

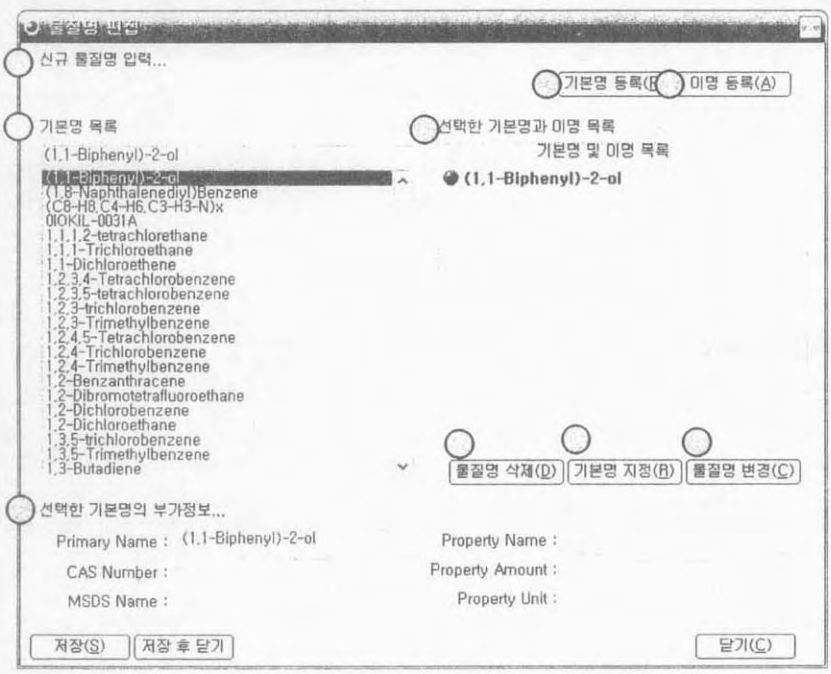
Tips for Efficient Users !



Guide !

❖[1]공정 추가
➢ 현재 프로젝트에 새 공정을 추가합니다.
❖[2]복사 및 붙여넣기
➢ 현재 선택된 공정을 복사하거나 복사된 공정을 붙여넣습니다.
❖[3][5]데이터파일 가져오기
➢ 현재 선택된 공정으로 기존 파일의 내용을 그대로 가져올 수 있습니다. 데이터파일 가져오기를 하면 기존의 내용이 전부 삭제되고 새 내용으로 변경되므로 작업 전 내용 삭제에 대한 확인 작업이 필요합니다.
❖[4]ISO14048 편집
➢ 현재 선택된 공정의 ISO14048내용을 편집할 수 있는 화면을 표시합니다.

Tips for Efficient Users !



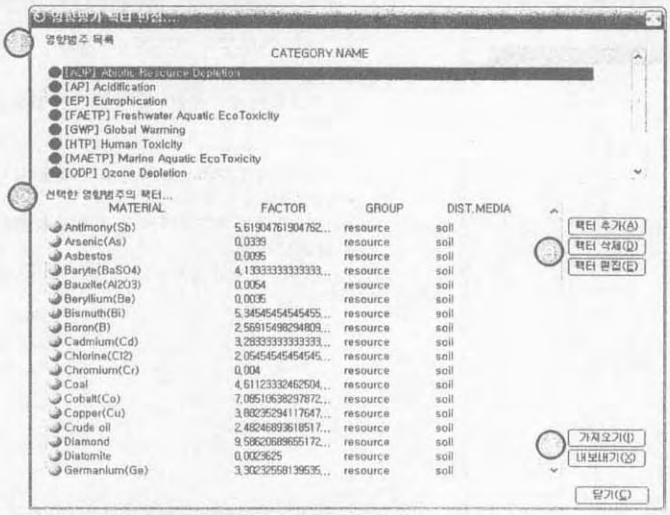
Guide !

❖[1]신규 물질명 입력
➢ 신규로 입력하고자 하는 물질명을 입력합니다.
❖[2]기본명 등록
➢ 신규로 입력하고자 하는 물질명을 새로운 기본명으로 등록합니다.
❖[3]이명 등록
➢ 신규로 입력하고자 하는 물질명을 기존 기본명의 새로운 이명으로 등록합니다.
❖[4]기본명 목록
➢ 데이터베이스에 등록되어 있는 기본명의 목록을 표시합니다.
❖[5]선택한 기본명과 이명 목록
➢ 기본명 목록에서 선택한 물질에 포함되어 있는 전체 이명의 목록들을 표시합니다.
❖[6]선택한 기본명의 부가정보
➢ 기본명 목록에서 선택한 물질의 ISO14048 부가정보 들을 표시합니다.
❖[7]물질명 삭제 버튼
➢ 선택한 물질을 삭제합니다.
❖[8]기본명 지정 버튼
➢ 선택한 물질을 기본명으로 전환합니다.
❖[9]물질명 변경 버튼
➢ 선택한 물질의 이름을 다른 이름으로 변경합니다.

Tips for Efficient Users !

• RACE는 표시형식만 다르고 실질적으로는 같은 물질인 경우의 혼란을 방지하기 위하여 기본명, 이명으로 구분하여 모든 물질명 들을 코드화하여 처리하고 있습니다.

❖메뉴>편집>영향평가 팩터 편집





Guide !

❖[1]영향범주 목록
- ➢ 10개 영향범주의 목록을 표시합니다.

❖[2]선택한 영향범주의 팩터
- ➢ 현재 선택된 영향범주에 포함되어 있는 파라메터들과 값들을 표시합니다.

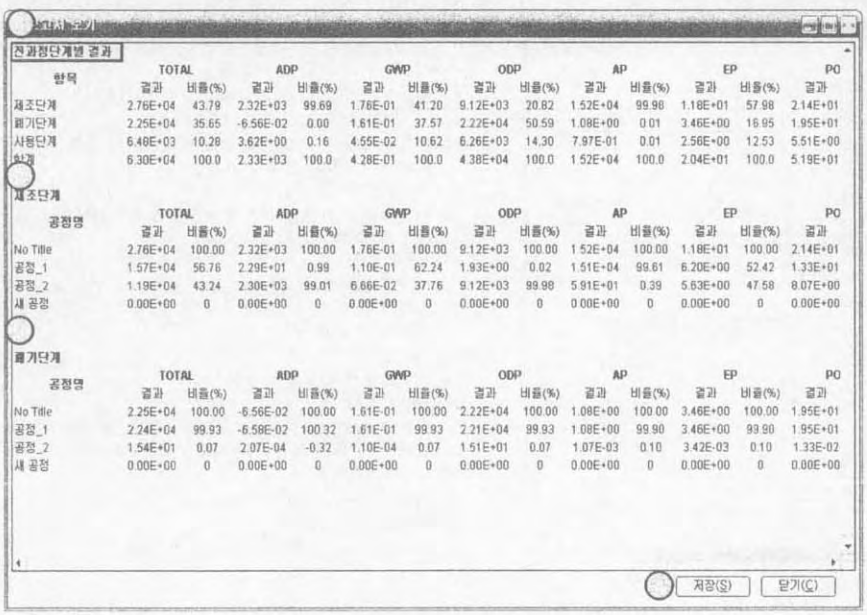
❖[3]팩터 추가, 삭제, 편집
- ➢ 새로운 팩터를 추가하거나 선택된 팩터를 삭제 또는 선택된 팩터의 값을 변경할 수 있습니다.

❖[4]가져오기 및 내보내기
- ➢ 현재 영향범주의 전체 내용을 외부파일에서 가져오거나 내보낼 수 있습니다.

❖[5]팩터 추가 및 편집 화면
- ➢ 새로운 팩터를 추가하거나 기존 내용을 편집할 수 있는 화면입니다.

Tips for Efficient Users !

❖메뉴>편집>결과보고서 작성



Guide !

❖[1]전과정단계별 결과
- ➢ 제조, 폐기, 사용단계별 결과와 전과정 결과를 표시합니다.

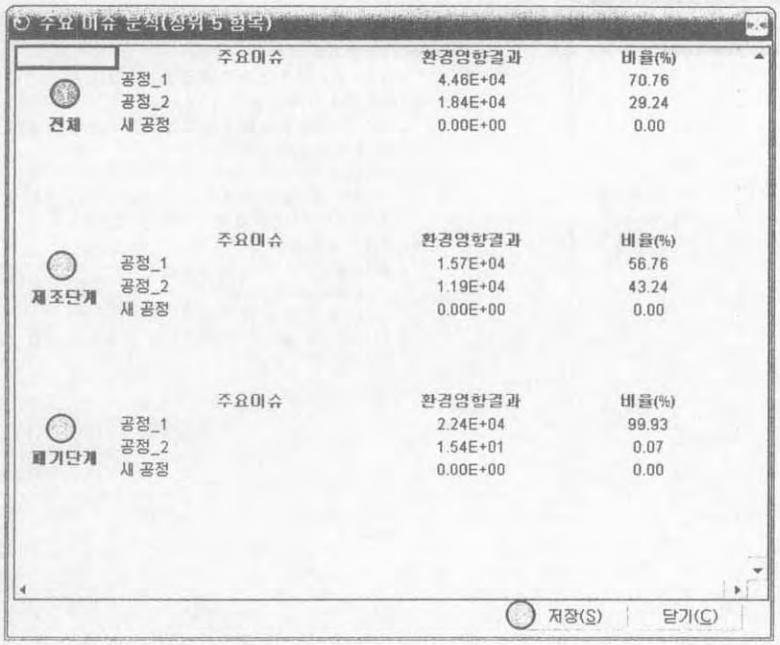
❖[2]제조단계 결과
- ➢ 제조단계의 결과를 표시합니다.

❖[3]폐기단계 결과
- ➢ 폐기단계의 결과를 표시합니다.

❖[4]저장 버튼
- ➢ 화면에 표시된 내용을 엑셀 파일로 저장합니다.

Tips for Efficient Users !

• RACE는 프로젝트의 전과정 단계별 결과를 일목요연하게 하나의 화면으로 표시해 줍니다. 이 기능을 사용하여 제조, 폐기, 사용단계별 결과와 각 영향범주별 결과 및 공정별 결과를 한번에 분석할 수 있습니다.

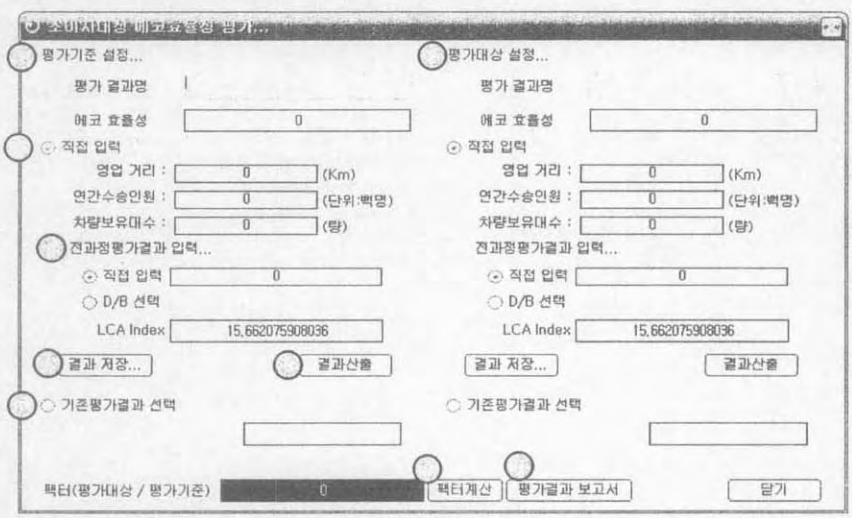


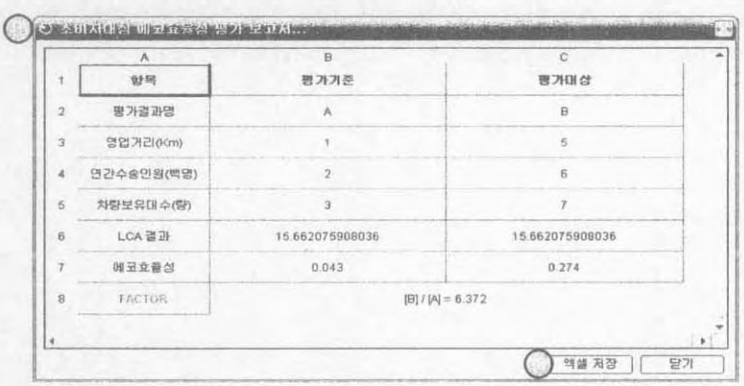
Guide !

❖[1]전과정 분석
➢ 전과정 단계의 환경부하가 큰 공정 들을 표시합니다.
❖[2]제조단계 분석
➢ 제조단계의 환경부하가 큰 공정 들을 표시합니다.
❖[3]폐기단계 분석
➢ 폐기단계의 환경부하가 큰 공정 들을 표시합니다.
❖[4]저장 버튼
➢ 화면에 표시된 내용을 엑셀 파일로 저장합니다.

Tips for Efficient Users !

• 주요이슈 분석 기능은 전과정, 제조 및 폐기단계 별로 가장 환경부하가 큰 공정 들을 순서대로 5개까지 요약하여 표시해 줍니다.





Guide !

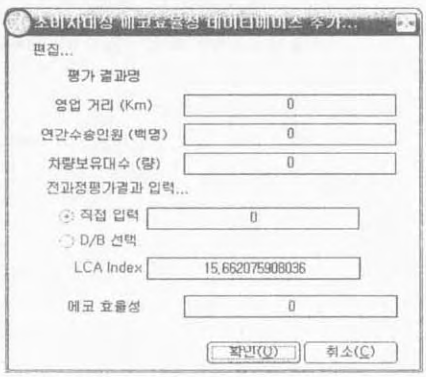
❖[1][2]평가기준 및 대상 설정
➢ 평가의 기준과 대상의 이름을 설정합니다.
❖[3][7]데이터 직접 입력 및 선택
➢ 평가에 필요한 데이터를 직접 입력하거나 기존 데이터베이스에서 선택합니다.
❖[4]전과정평가결과 입력
➢ 전과정평가 결과를 직접 입력하거나 데이터베이스에서 선택합니다.
❖[5]결과 저장
➢ 평가한 내용을 데이터베이스에 저장합니다. 이렇게 저장한 내용은 "기존평가결과"로 저장되어 나중에 사용할 수 있습니다.
❖[6]결과 산출
➢ 에코효율성 결과를 산출해 냅니다.
❖[8]팩터 계산
➢ 에코효율성 결과가 기준 및 대상 모두 산출되어 있으면 두 값을 이용하여 팩터를 산출해 냅니다.
❖[9][10]평가결과 보고서
➢ 평가결과 보고서를 표시합니다.
❖[11]엑셀 저장 버튼
➢ 평가결과 보고서를 엑셀파일로 저장합니다.

Tips for Efficient Users !

• 소비자대상 에코효율성을 산출해 내는 팩터 들은 "영업거리", "연간수송인원" 및 "차량보유대수"입니다. 이 값들과 전과정평가 결과를 사용하여 에코효율성을 도출해 냅니다.

❖메뉴>에코효율성>소비자 대상 에코효율성 D/B 편집





Guide !

❖[1]에코효율성 데이터베이스 화면
- ➢ 에코효율성 데이터베이스 화면은 평가결과명, 영업거리, 연간수송인원, 차량보유대수, 전과정평가 결과, 에코효율성의 항목으로 구성되어 있습니다.

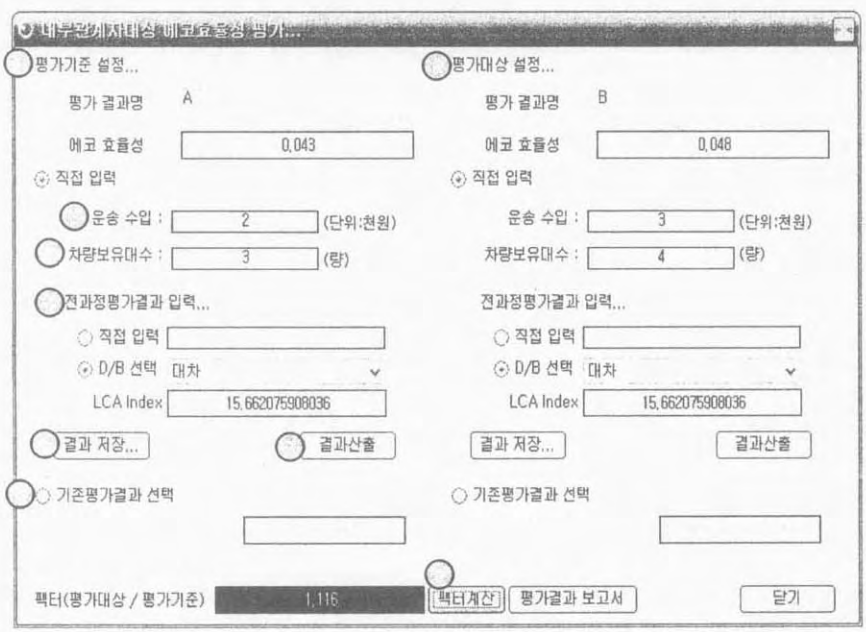
❖[2]삭제 버튼
- ➢ 현재 선택된 데이터베이스 항목을 삭제합니다.

❖[3]새 데이터베이스 작성
- ➢ 새로운 에코효율성 데이터베이스를 작성합니다.

❖[4]에코효율성 데이터베이스 추가 화면
- ➢ 에코효율성 데이터베이스에 새로운 데이터베이스를 추가할 수 있습니다.

Tips for Efficient Users !

❖메뉴>에코효율성>내부관계자 대상



Guide !

❖[1][2]평가기준 및 대상 설정
- ➢ 평가의 기준과 대상의 이름을 설정합니다.

❖[3]운송 수입
- ➢ 연간 운송 수입을 입력합니다.

❖[4]차량보유대수
- ➢ 차량보유대수를 입력합니다.

❖[5]전과정평가결과 입력
- ➢ 전과정평가결과를 직접 입력하거나 데이터베이스에서 선택합니다.

❖[6]결과 저장
- ➢ 평가한 내용을 데이터베이스에 저장합니다. 이렇게 저장한 내용은 "기존평가결과"로 저장되어 나중에 사용할 수 있습니다.

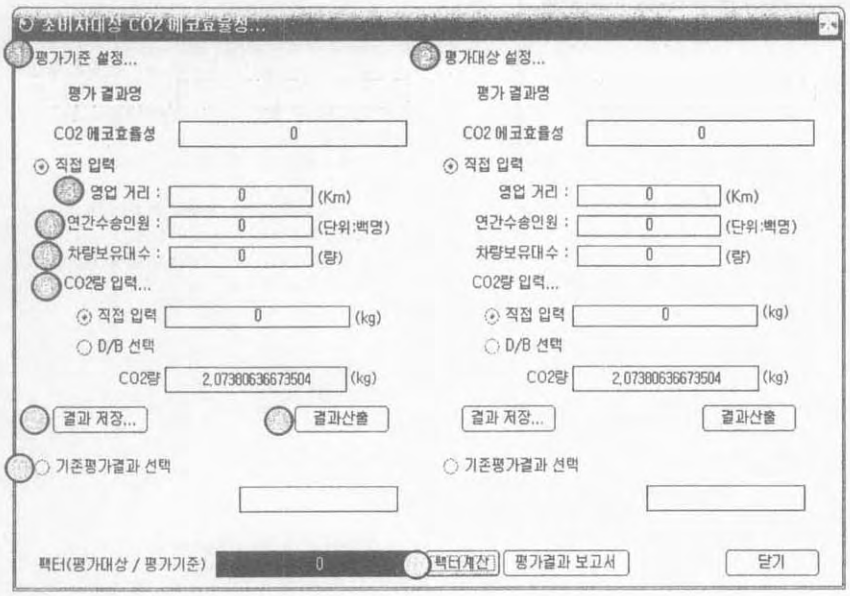
❖[7]결과 산출
- ➢ 에코효율성 결과를 산출해 냅니다.

❖[8]기존평가결과 선택
- ➢ 데이터베이스에서 기존평가결과를 선택하여 입력합니다.

❖[9]팩터 계산
- ➢ 에코효율성 결과가 기준 및 대상 모두 산출되어 있으면 두 값을 이용하여 팩터를 산출해 냅니다.

Tips for Efficient Users !

• 내부관계자대상 에코효율성을 산출해 내는 팩터 들은 "운송수입" 및 "차량보유대수"입니다. 이 값들과 전과정평가 결과를 사용하여 에코효율성을 도출해 냅니다.



Guide !

❖[1][2]평가기준 및 대상 설정
- ➢ 평가의 기준과 대상의 이름을 설정합니다.

❖[3]영업거리
- ➢ 영업거리를 입력합니다.

❖[4]연간수송인원
- ➢ 연간수송인원을 입력합니다.

❖[5]차량보유대수
- ➢ 차량보유대수를 입력합니다.

❖[6]CO2량 입력
- ➢ CO2량을 직접 입력하거나 데이터베이스에서 선택합니다.

❖[7]결과 저장
- ➢ 평가한 내용을 데이터베이스에 저장합니다. 이렇게 저장한 내용은 "기존평가결과"로 저장되어 나중에 사용할 수 있습니다.

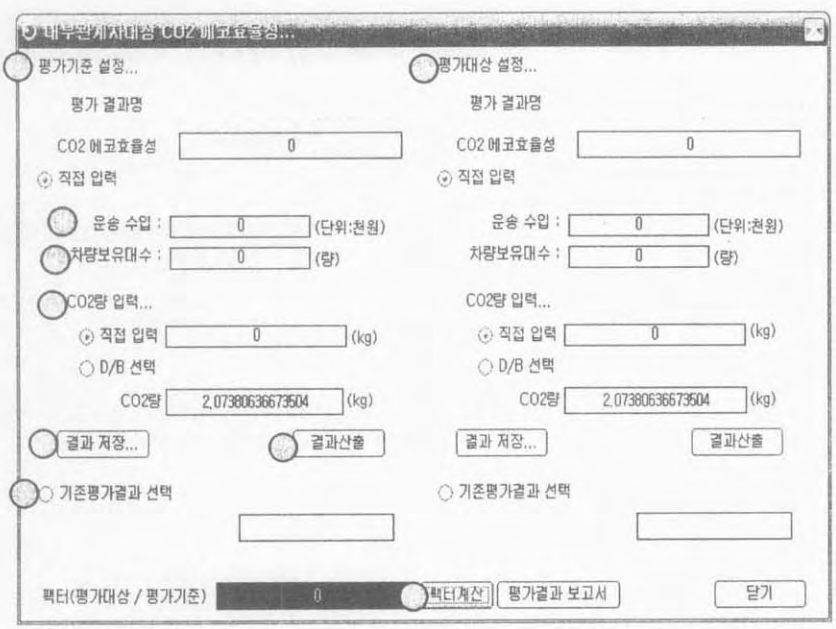
❖[8]결과 산출
- ➢ 에코효율성 결과를 산출해 냅니다.

❖[9]기존평가결과 선택
- ➢ 데이터베이스에서 기존평가결과를 선택하여 입력합니다.

❖[10]팩터 계산
- ➢ 에코효율성 결과가 기준 및 대상 모두 산출되어 있으면 두 값을 이용하여 팩터를 산출해 냅니다.

Tips for Efficient Users !

• 소비자대상 CO2 에코효율성을 산출해 내는 팩터 들은 "영업거리", "연간수송인원" 및 "차량보유대수"입니다. 이 값들과 CO2 발생량을 사용하여 에코효율성을 도출해 냅니다.



Guide !

❖[1][2]평가기준 및 대상 설정
- ➢ 평가의 기준과 대상의 이름을 설정합니다.

❖[3]운송수입
- ➢ 운송수입을 입력합니다.

❖[4]차량보유대수
- ➢ 차량보유대수를 입력합니다.

❖[5]CO2량 입력
- ➢ CO2량을 직접 입력하거나 데이터베이스에서 선택합니다.

❖[6]결과 저장
- ➢ 평가한 내용을 데이터베이스에 저장합니다. 이렇게 저장한 내용은 "기존평가결과"로 저장되어 나중에 사용할 수 있습니다.

❖[7]결과 산출
- ➢ 에코효율성 결과를 산출해 냅니다.

❖[8]기존평가결과 선택
- ➢ 데이터베이스에서 기존평가결과를 선택하여 입력합니다.

❖[9]팩터 계산
- ➢ 에코효율성 결과가 기준 및 대상 모두 산출되어 있으면 두 값을 이용하여 팩터를 산출해 냅니다.

Tips for Efficient Users !

• 내부관계자대상 CO2 에코효율성을 산출해 내는 팩터 들은 "운송수입" 및 "차량보유대수"입니다. 이 값들과 CO2 발생량을 사용하여 에코효율성을 도출해 냅니다.

❖메뉴>데이터베이스 관리자>데이터베이스 목록

RACE



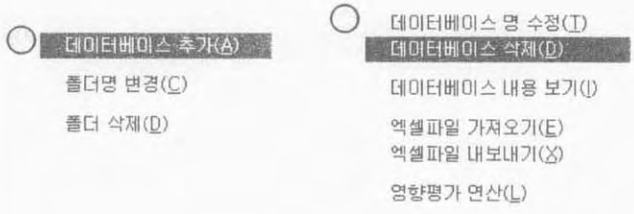
Guide !

❖[1]폴더 목록
- ➢ 데이터베이스 관리자에 포함되어 있는 개별 데이터베이스를 분류해 놓은 폴더 목록을 표시합니다.

❖[2]데이터베이스 목록
- ➢ 선택한 폴더에 포함되어 있는 데이터베이스 들의 목록을 표시합니다.

❖[3]폴더 목록 팝업메뉴
- ➢ 데이터베이스를 추가하거나 폴더명 변경 및 폴더를 삭제할 수 있는 기능을 제공합니다.

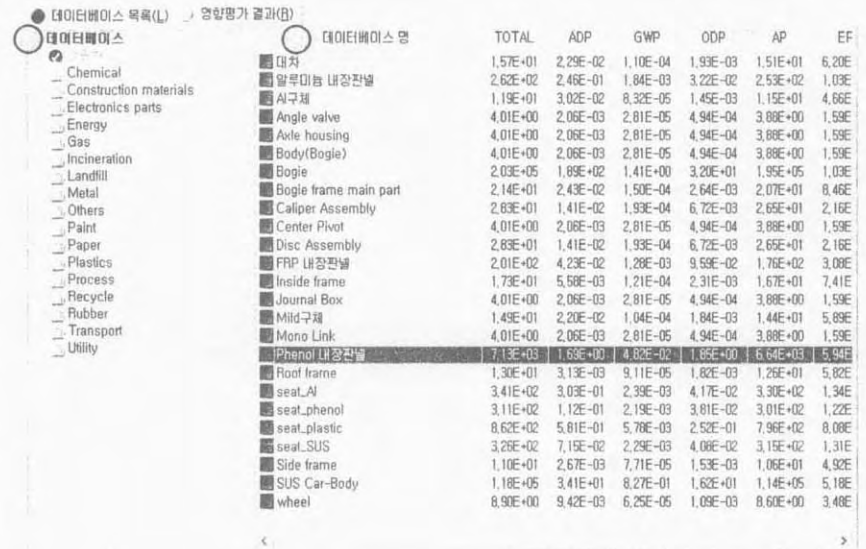
❖[4]데이터베이스 목록 팝업메뉴
- ➢ 데이터베이스 명 수정: 데이터베이스의 이름을 변경합니다.
- ➢ 데이터베이스 삭제:데이터베이스를 삭제합니다.
- ➢ 데이터베이스 내용보기:데이터베이스의 내용을 확인할 수 있는 화면을 표시합니다.
- ➢ 엑셀파일 가져오기 및 내보내기:엑셀파일을 사용하여 가져오거나 내보낼 수 있습니다.
- ➢ 영향평가 연산:선택한 데이터베이스를 영향평가 연산을 수행합니다.



Tips for Efficient Users !

❖메뉴>데이터베이스 관리자>영향평가 결과

RACE



Guide !

❖[1]폴더 목록
- ➢ 데이터베이스 관리자에 포함되어 있는 개별 데이터베이스를 분류해 놓은 폴더 목록을 표시합니다.

❖[2]영향평가 결과 화면
- ➢ 선택한 폴더에 포함되어 있는 데이터베이스 들의 영향평가 결과를 표시합니다.

Tips for Efficient Users !

주 의 사 항

1. 본 보고서는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 건설기술연구개발사업의 최종(중간) 연구보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 건설기술연구개발사업임을 밝혀야 합니다.
3. 국가보안 차원에서 필요하다고 인정되는 내용은 대외적으로 발표 및 공개하여서는 아니됩니다.

본 보고서와 관련하여 문의를 원하시는 분은 아래의 문의처로 연락을 주시기 바랍니다.

■ 문의처 : 한국건설교통기술평가원 TEL 031)381-6311
한국철도기술연구원 TEL 031)460-5388
(주)에코시안 TEL 02)890-7564

R&D / 04-교통핵심-C01

전동차 전과정평가 시스템 개발 연구보고서

■ 발행일 / 2007. 8. 13.

■ 발행처 / 한국철도기술연구원
경기도 의왕시 월암동 360-1
TEL : 031-460-5000(대)

■ 인쇄처 / 성균사