
Global Report

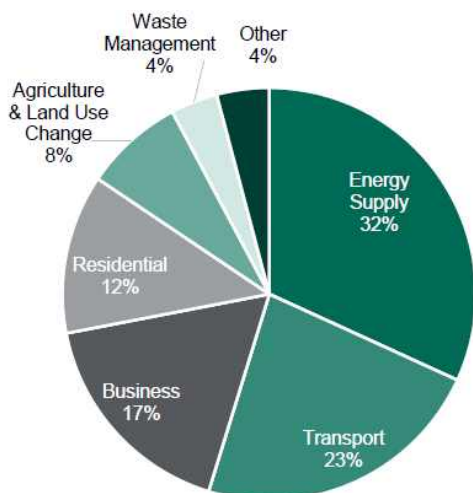
영국의 화물수송 부문 탄소 저감 계획 2017

1. 소개
2. 도로 화물수송의 온실가스 저감 방안
3. 결론

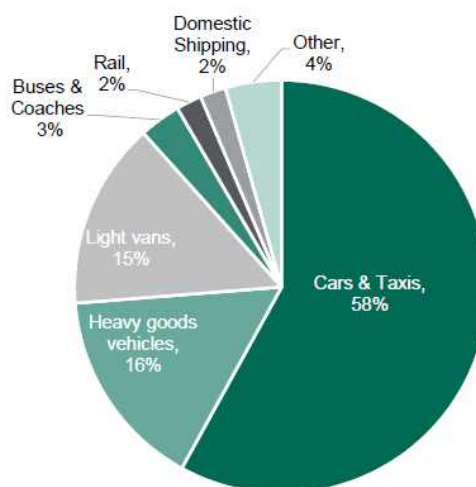
1. 소개

영국은 2008년 기후변화법(Climate Change Act)에 2050년까지 온실가스 배출량을 1990년 대비 80%까지 감축하겠다는 목표를 명시하였다. 또한 5년 단위로 탄소 배출량 상한(carbon budget)을 설정하도록 규정하였으며, 제5차 탄소 배출량 상한인 2028년~2032년에는 57%를 감축하도록 하였다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 도로 화물수송을 포함하여 경제 전반에 걸쳐 적극적인 조치가 필요하다. 이와 더불어 2008년 대기질에 대한 명령서에서는 미세먼지와 질소산화물을 포함한 주요 대기오염물질 배출량 허용치도 규정하였으며, 정부에서는 대기청정구역(Clean Air Zone)을 설정할 계획을 가지고 있다.

영국 내 온실가스 배출량에서 수송부문이 차지하는 비중은 약 23%이며, 대형화물차(HGVs)는 전체 주행거리의 5%에 불과하지만 수송부문 온실가스 배출량의 16%를, 도로 수송에서 발생하는 질소산화물의 21%를 차지한다. 대형화물차용 전기 엔진은 아직 초기 개발단계에 불과하여 적용이 어려우며, 차량 형태, 중량, 편성 규모 등이 다양한 도로 화물수송 부문의 특성으로 인해 대형화물차의 탄소저감 전략 수립은 어려운 문제이다. 그렇지만 현재 수준에서도 대형화물차의 온실가스 저감을 위해 취할 수 있는 정책 대안이 있으며, 이 보고서에서는 이들을 다룬다.



<부문별 온실가스 배출 비중(2014)>



<수송수단별 온실가스 배출량 비중(2014)>

이 보고서는 도로 화물수송의 온실가스 배출 저감을 위한 주요 방안과 장애 요소를 검토하고 가능성 있는 정책 대안을 고려한다. 이를 통해 정부와 산업 주도로 할 수 있는 다양한 탄소저감 방안을 파악하고, 도로 화물수송 부문의 온실가스 저감을 뒷받침하기 위해 정부가 취해야 할 여러 조치를 제시한다. 이 보고서에서 도로 화물수송부문에서 온실가스 감축에 필요한 모든 단계를 종합적으로 제시한다고 볼 수는 없다. 현재 수준에서 제시하는 저감 대책의 유효성은 불확실하므로 대형화물차 기술 발전과 함께 변화 및 적응해 나가는 개념(evolutionary picture)이라고 할 수 있을 것이며, 정부에서는 장기적인 기후변화 목표에 달성을 위해 더 많은 조치를 검토해야 할 것이다.

도로 화물수송 부문은 영국 경제에서 중요한 역할을 하고 있으며 화물수송 업계는 경제적으로 어려운 여건에 처해 있다. 따라서 이 보고서에서는 산업부문, 특히 중소기업이 큰 부담 없이 비용 효과적인 방법으로 배출량을 줄이기 위한 지원 방안도 고려하였다. 제5차 탄소 배출량 시한인 2032년까지 감축이

가능할 것으로 보이는 도로 화물 온실가스 배출 저감을 위한 방법을 파악하는데 초점을 맞추었으나, 2050년 감축 목표 달성을 위한 장기적 대안도 고려한다. 영국의 대기질 개선에 대한 정책 우선순위를 감안하여 온실가스 관련 조치에서 얻을 수 있는 보다 폭넓은 환경 편익도 고려한다. 정부에서는 온실가스와 대기 오염물질 배출에 대한 두 가지 문제를 같이 해결하는 정책적 개입에 대단히 관심이 많으므로 연비 개선과 운행 개선을 통해 얻는 기업의 경제적 편익도 고려한다.

다양한 주체의 의견을 수렴하여 다음과 같이 5가지 주요 테마를 정하고, 이를 바탕으로 보고서 내용을 구성하였다.

- 1) 효율적 운전 및 차내 운전자 모니터링 기술을 통한 연비 개선
- 2) 차량 개조 및 엔진 효율 개선을 통한 차량 설계 최적화
- 3) 교통수단 전환, 트레일러 장대화(longer-semi trailer), 기업 간 연계를 통한 도로 수송거리 감소
- 4) 대체연료 이용 확대를 통한 배출 저감
- 5) 전기 트럭, 전기 도로, 수소 연료전지 기술과 같은 보다 급진적인 미래 기술로의 전환

2. 도로 화물수송 온실가스 저감 방안

2.1. 운전 효율화

운전 효율화(일반적으로 에코 드라이빙이라 불림)는 차량 연비를 높여 배출량과 비용을 저감하는 운전 기술, 유지관리 과정 및 차량 검사를 말한다. 운전 효율화는 실시간으로 운전행태를 감시하고 운전자와 차량 관리자에게 성능정보를 제공하는 다양한 차내 장치 기술을 이용하여 보완될 수 있다. 차량을 잘 관리하고 업체 내 차종 구성을 최적화하는 것으로도 연료효율을 개선할 수 있다. 기후변화위원회(Committee on Climate Change, CCC)에서는 운전자 교육과 연비개선 기술을 이용한 부품 장착 방안을 포함하여 수요 측면에서 2035년까지 대형화물차의 온실가스 배출량을 크게 저감할 수 있는 방안을 도출하였으며, 운전자 감시와 교육은 상당한 저감을 유도할 수 있는 매우 비용효과적인 방안이라고 제시하였다. 이는 배출량 저감뿐만 아니라 연료비 감소도 가져와 화물운송협회(Freight Transport Association)의 자료에 따르면 운행비용을 30%까지 절감할 수 있다. 그러므로 운전 효율화의 폭넓은 보급이 기업 입장에서도 중요한 기회가 된다.

운전 효율화 교육 방법으로는 차내 교육, 시뮬레이터를 이용한 교육, 온라인 교육, 팸플릿을 이용한 홍보 등이 있다. 2011년에 이루어진 한 조사 결과 이 중 차내 교육과 팸플릿 홍보가 가장 많이 이용되었는데, 차내 교육은 효과와 참여정도 측면에서는 우수하였으나 비용, 유연성, 보급 수준 측면에서는 불리한 것으로, 팸플릿 홍보는 그 반대로 평가되었다. 운전자 모니터링은 텔레매틱스를 이용한 방법, 주요 성능지표를 이용한 방법, 운전자 성과비교 평가 방법 등이 가능하다. 텔레매틱스 기술이 발전하고 스마트폰 보급이 확대되면서 운전자 모니터링 기술은 보다 다양해지고 있다.

영국 교통부에서는 도로 화물부문에서의 운전 효율화 및 차내 모니터링 기술의 경제적, 환경적 영향을 보다 심층적으로 평가하였다. 그 결과 중소기업의 경우 초기비용 부담과 경제적 효과에 대한 확신 부족이 기술 보급에 장애 요소가 되고 있다. 따라서 정부는 운전 효율화의 경제적 환경적 효과에 대한 홍보와 이해를 장려하여 기업과 함께 보급을 확대하기 위한 노력을 기울여야 하며 중소기업에 대한 비용 지

원을 고려할 필요가 있다.

현재 영국에서는 유럽 내 운송업체 내에서 적용되는 안전, 효율, 환경보호에 대한 자발적 인증 프로그램인 FORS와 운송업체의 효율 개선, 연료 소모/배출 절감 및 비용 절약에 도움을 주기 위해 등급을 부여하는 ECO Stars 프로그램이 진행되고 있다. 영국의 교통부는 Energy Saving Trust에 온실가스 배출을 줄이기 위해 운전자에게 연료소모량 및 비용 저감 방안을 5일에 걸쳐서 자문을 진행하는 중소규모 대형 화물차 수송업체 진단 파일럿 프로젝트에 자금을 지원하고 있다. 이 프로젝트에서는 업무에 적합한 차량을 선택하고 운전자 행태와 기존 차량 성능 개선을 위한 기술, 경로 최적화, 연료 관리 등에 초점을 두고 있다. 파일럿 프로젝트의 결과는 기후변화위원회에서 제시한 수준의 배출량 절감 가능성에 대한 판단과 장애요소 극복 방안에 대해 도움을 줄 것이다.

2.2. 차량 설계 최적화

대형화물차의 연료 소모 감소를 위한 기술은 다양하지만 현재까지 보급은 제한적이며, 특히 소형 업체의 경우 이러한 경향이 심하다. 2012년 AEA에서 제시한 분석결과(아래 표)와 같이, 공기저항 감소 트레일러 및 장치, 마찰 감소 타이어, 경량 트럭 등은 온실가스 배출량 감소의 비용 효과적 대안이 될 수 있다. 새로운 차량의 개발을 통해서 정도에 차이가 있지만 연비를 개선할 수 있으며, 기존 차량에 대해서도 부품 교체나 간단한 개조를 통해 연비를 개선하고 배출량을 저감할 수 있는 기술이 많이 개발되어 있다. 상기의 기술들은 그 효과에 대한 신뢰 부족과 장비 구입 및 설치 비용 문제로 인해 일부 대형업체에서 일부 기술을 제외하고는 아직 널리 보급되지 못하고 있다. 정부에서는 연료비 절감에 대한 정보를 업체에 널리 제공하여 이러한 기술의 보급률을 높이도록 장려할 필요가 있다.

<차량 설계 최적화 기술의 효과>

Technology	Efficiency Improvement		Capital Cost		Estimated Payback Period	
	Small Rigid (<15t)	Artic Truck	Small Rigid (<15t)	Artic Truck	Small Rigid (<15t)	Artic Truck
Low rolling resistance tyres	1%	5%	£200	£280	1.5 – 2 years	2 months
Aerodynamic trailers / bodies	1%	11%	£1,200	£2,800	> 10 years	6 months
Automatic tyre pressure adjustment	1%	3%	£7,708	£11,156	> 10 years	7-8 years
Light weighting	4%	2.2%	£577	£1,826	1 – 1.5 years	1.5 – 2 years
Predictive Cruise Control	N/A	1.5%	N/A	£62	N/A	1 month

대형화물차량의 온실가스 배출 저감을 위해 차량 기술 측면에서도 여러 조치가 이루어지고 있다. 2016년 저공해차량사무국(Office for Low Emission Vehicles)은 저탄소차량협약체(Low Carbon Vehicle Partnership)와 함께 대형화물차 기술 인증제를 도입하였다. 운송업체에게 정보의 투명성과 신뢰성을 제공하도록 다양한 개조 기술의 연료 절감을 자체적으로 검증하도록 하였다. 이 방안은 연료 절감 기술의 도입을 촉진하여 연료비를 줄이는 동시에 온실가스 배출량을 저감하고자 하는 노력이다. 화물운송연

합에서는 운송업체들이 자발적으로 탄소 배출량을 기록하고 보고하고 줄이도록 하는 물류부문 탄소저감제(Logistics Carbon Reduction Scheme)를 시행하고 있다. 현재 125개 회원사의 88,000대 차량이 참여하고 있으며 2015년에는 2010년 대비 8%의 탄소배출을 감축하려는 목표를 향해 매진하고 있다. 또한 영국 내에서는 일정 규모 이상의 사업체에 대해 에너지 기준을 충족하도록 하는 의무적 에너지평가제도인 ESOS(Energy Saving Opportunity Scheme)도 시행하고 있으며, 화물 운송업체도 이에 해당된다.

이러한 기술의 편익에 대해 대형 사업자와 소형 사업자 간의 지식 공유와 소통 증진이 중요하다는 의견이 도출되어, 화물운송연합에서는 중소기업의 참여 장려에 중점을 두어 물류부문 탄소저감제(Logistics Carbon Reduction Scheme)를 재정비할 계획이다.

2.3. 도로 수송거리 감소

온실가스 배출량 저감 방안으로는 철도와 수운 화물 수송을 늘려 도로, 철도, 수운 네트워크 용량을 보다 효과적으로 이용하는 방안과, 보다 긴 트레일러를 이용하는 방안, 업체 간 연계를 장려하여 물류 효율을 개선하는 방안이 있다. 2016년에 발간된 철도화물전략(Rail Freight Strategy)에서는 도로에서 철도로의 수단전환을 통한 온실가스 배출량 저감 가능성을 강조하였으며 이를 실현하기 위해 필요한 다양한 문제들을 도출하였다. 2030년까지 도로 화물을 철도로 전환하였을 때 저감 가능한 온실가스 배출량이 상당할 것으로 분석한 Arup사(社)의 평가 결과는 이러한 전략을 뒷받침해 주었다. 이를 위해 필요한 기반시설 투자까지 고려하여 수단전환 방안의 비용과 타당성을 보다 상세히 파악하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다.

도로 네트워크를 보다 효과적으로 이용하는 방법으로도 효율을 높일 수 있다. 2012년 영국 교통부에서는 기존 대비 최대 2.05m 길어진 장대형 트레일러(Longer Semi-Trailer, LST)의 10년 시범운행을 착수하였다. 현재까지의 결과로는 연비 개선과 온실가스 감축 잠재력이 있는 것으로 나타났다. 2012년 9월부터 현재까지 도로 상에서 10.6백만 km의 대형화물차 통행량이 감소하였으며, 이는 화물차량의 약 90,000 통행량에 해당된다. 이 시범운행을 통해 3,000톤 이상의 이산화탄소 배출량이 저감된 것으로 추정된다. 이에 최근 영국 교통부에서는 시범운행 기간을 5년 연장하기로 하였으며, 장대형 트레일러 대수도 1,000대를 추가하여 내년에는 약 2,800대가 운행된다.

업체 간의 효과적인 연계를 통해 차량 용량을 최대한 이용하도록 장려하는 방법도 도로 상의 대형화물차 대수를 줄이고 온실가스 배출량을 저감할 수 있는 방안이다. 화물 교환이나 회차 활용, 집하 센터 활용, 운송스케줄 조정 등을 통해 공차 운행을 줄이고 수송거리를 감소시킬 수 있다. 그러나 가용 시설의 제약, 높은 시설비와 운전 수송을 위한 추가 비용, 철도 서비스의 경직성 등이 업체 간 연계를 통한 수송거리 감소에 장애요소가 되고 있다. 향후 영국 교통부에서는 네트워크 확충, 수단전환 보조금 지급, 신호체계 개선 등 이러한 장애요소를 극복하는데 도움이 될 만한 조치들을 마련할 예정이다.

2.4 대체 연료

이 보고서에서는 도로 화물수송 부문에서 발생하는 온실가스와 대기오염물질 배출을 줄이기 위해 대체 연료의 장래 역할에 대해서도 살펴보았다. 현재의 대형화물차 엔진에 이용하기 적합한 것으로 판단되는

LNG와 CNG, 바이오메탄, 액화 바이오연료(바이오디젤 등)를 중점적으로 검토하였다.

지속가능한 재생연료, 특히 폐기물에서 얻어지는 바이오메탄과 바이오디젤은 중단기적 관점에서 도로 화물수송분야의 탄소저감에 상당히 기여할 수 있다. 그러나 현재 이러한 연료의 이용은 극히 제한되어 있으며 공급과 보급에 있어서의 큰 장애물을 극복해야만 널리 확대될 것으로 보인다. 많은 운송업체들은 바이오메탄을 차량 연료로 사용할 의사를 보였지만 현재 바이오연료는 교통부문에 극히 소량만 공급되고 있다.

디젤에서 천연가스로의 연료 전환에 따른 온실가스 배출량 저감은 다소 불확실하다. 특히 메탄 누수(slip)라고 불리는 불완전연소된 메탄의 배출 문제는 익히 알려진 문제로서, 천연가스에서 유발되는 이산화탄소 감축에 따른 이득을 상쇄할 수 있다. 정부에서는 전용 가스 및 듀얼 연료 대형차량을 이용하여 배출 성능에 대한 모니터링을 지속하고 감축 가능성이 입증되는 연료와 기술을 지원할 계획이다.

영국에서는 이미 Renewable Transport Fuel Obligation(RTF0)을 통해 재생 가능한 저탄소 연료를 지원하고 있다. 정부에서는 최근 이러한 연료의 공급을 늘리기 위해 RTF0을 개정하기로 했다. 화물운송 업체가 바이오연료를 사용할 때 인센티브를 부여하는 방안을 도입하고, 새로운 첨단 재생가능 연료 실증을 위해 2천만 파운드의 정부 기금을 투입하여 영국에 재생가능 연료 공장을 건설하기로 하였다. 이 사업은 민간부문의 비슷한 규모의 투자를 유도하게 될 것이며, 탄소저감이 어려운 항공과 대형화물차 부문을 대상으로 할 것이다. 올해 초 정부에서는 저배출 화물수송 및 물류 시범운행 우수업체를 선정하였으며, 2천만 파운드의 자금을 제공하여 물류 부문이 혁신적으로 저탄소 및 무탄소 배출 차량 기술의 개발에 지원하도록 하였다. 이 자금은 급유 및 충전 설비의 보급을 지원하는 데에도 사용될 것이다.

2.5 저공해 및 무공해 기술로의 전환

전기배터리 기술과 수소 연료전지 기술이 발전하면서 대형화물차의 전기화도 떠오르고 있다. 도시부와 지역 내에서 운행되는 버스와 소형 트럭은 이미 전기화가 탄소 저감 대안으로서의 타당성이 입증되었으나, 현재까지 대형화물차에 적용하기에는 부적절한 대안이다. 현재로서는 전기 및 수소 차량의 가격 경쟁력이 내연기관에 비해 크게 떨어지지만, 그 격차가 줄어들어, AEA의 보고에 따르면 2030년경에는 수소연료전지의 평균차량 비용이 가격경쟁력을 확보할 것으로 내다보았다. 장기적 관점에서 전기 대형화물차는 중요한 대안이 될 것으로 보이나, 여러 장애 요소를 극복하기 위해서는 무선충전, 상부연결식(overhead) 유선충전, 커넥티드 차량, 무인운전 차량 등을 포함한 다양한 미래 기술도 수반되어야 할 것이다.



<직접 무선충전 방식>



<상부연결식 유선충전 방식>

최근 영국 및 런던시에서는 청정대기지역(Clean Air Zones, Ultra Low Emission Zones)을 지정하여 친환경 차량 이용을 촉진하고 배출량을 줄이기 위한 방안을 시도하고 있다. 또한 정부에서는 B등급 운전 면허(현재 3,500kg 이하) 소지자가 4,250kg 이하 대체연료 차량 운행을 허용하는 수정안을 EU에 제안하려고 준비 중이다. 대체연료를 이용하는 대형화물차의 경우 엔진 중량이 더 무거우므로 허용 적재량을 추가하여 디젤 차량과 적재량 균형을 이루도록 함으로써 대체연료를 사용의 주요 장애요소를 해결할 수 있는 방안이다.

유럽위원회(EC)에서는 2018년까지 모든 신규 대형화물차량에 대해 연료소비량과 이산화탄소 배출량을 모니터링하고 보고할 것을 의무화하는 제안을 발표할 계획이다. 이는 차량의 구매행태에 관한 정보를 제공하며, 장기적으로는 유럽 내 온실가스 배출 기준을 정하는데 사용할 수 있을 것이다. 현재 계획 하에서는 제조사에서는 새로운 차종에 대해 형식 승인 시 연료 소비량과 이산화탄소 배출량을 측정하도록 요구하고 있다. 이러한 정보의 보고와 모니터링은 시장에 더 나은 정보를 제공하여 배출량을 줄이고 운영비를 절감하는데 도움을 줄 것이다. 장래에는 제조사들이 EU 시장에 새로운 대형화물차를 판매할 때 승용차나 소형화물차와 유사하게 평균 이산화탄소 배출량에 대한 규제를 받게 될 것이다. 이러한 규제가 영국 내 대형화물차 시장의 혁신에 영향을 줄 것으로 기대한다.

3. 결론

영국 정부는 EU 탈퇴를 신중하게 고려하고 있지만, 브렉시트 협상에 대한 결론이 날 때까지 영국은 EU의 회원국으로서 모든 의무와 권리를 지킬 것이다. 이 기간 동안 영국 정부는 EU의 규제에 대해 협의, 실행, 적용에 지속적으로 참여할 것이다. 앞에서 언급한 바와 같이 EU는 현재 대형화물차의 배출가스 모니터링 기능을 개선하고 있으며, 앞으로는 대형화물차에도 도로 화물수송 부문의 배출 규제를 적용하여 운전기술의 발전과 온실가스 감소를 유도할 것이다. 영국에서도 이러한 규제의 실행을 통해 영국 기업들이 대형화물차 시장의 혁신에 발맞추어 갈 수 있도록 할 필요가 있다. 이는 대기오염과 온실가스 감소와 함께 이 분야의 효율성과 경쟁력에 긍정적 영향을 미칠 것이다.

이 연구에서는 도로 화물수송 부문에서의 온실가스 저감을 위한 주요 방안과 장애 요소들을 살펴보기 위해 다양한 분석결과를 검토하였다. 이를 통해 배출량을 줄일 수 있는 여러 가지 방안을 제시하였으며, 최근에는 도로 화물수송 부문의 탄소저감을 뒷받침할 조치로 다음 사항을 발표하였다.

- 친환경 플러그인 소형화물차에 지급되는 지원금을 대형화물차로 확대(대상 차량 최초 200대에 대해 최대 2만 파운드까지 지원금 상향)
- 상업용 차량에 대체 연료를 적용하는 기술개발에 2천 만 파운드의 지원금 제공
- 대형화물차와 항공기의 온실가스 배출 절감을 위한 연료 개발과 보급에 2천만 파운드의 지원금 지급
- 다양한 애프터마켓 기술을 이용하여 연료 및 온실가스 배출 절감량을 평가하는 대형화물차 인증 기법 도입

그러나 국가의 배출저감 목표 달성을 위해서는 더 많은 조치가 필요하다고 파악하였다. 영국 정부에서는 배출저감계획(Emissions Reduction Plan)을 개발하면서 2030년까지 도로 화물수송부문의 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 다음과 같은 추가적인 조치를 고려하고 있다.

- 운전 효율화 기술 지원: Energy Saving Trust와 협력하여 온실가스 배출 저감을 위해 중소기업 운송업체의 연료 소모량과 연료비 절감을 도와주는 시범 사업을 시행
- 차량 설계개선: 저탄소차량 협약체 및 사업체들과 함께 대형화물차 인증제 도입을 지속해 가고 보급 확대를 장려하기 위한 방안 고려, 화물운송협회와 함께 소규모 업체 위주로 탄소저감 물류기법의 보급률을 높이기 위한 지원 사업 추진
- 도로 수송거리 감소: 철도화물 전략(Rail Freight Strategy)에 제시된 대안들의 비용과 편익을 정량화함으로써 도로에서 철도로의 수단전환 범위를 고려, 장대형 트레일러 시범사업을 연장 및 확대하여 더 많은 사업자의 참여 유도, 더 많은 사업체의 참여를 지원하고 장애 요소를 해결하기 위한 추가적인 조치 마련
- 대체 연료: “재생가능 수송연료 의무조항(Renewable Transport Fuel Obligation)”하에서 화물수송에 적합한 재생가능 연료를 늘리기 위한 방안 등 바이오연료 정책을 검토하여 추후 바이오연료 정책의 다음 단계를 제시할 계획, 대체연료를 이용하는 대형화물차에 대해 허용 중량을 추가하는 조치를 영국 법률에서 채택할 것을 제안, 대체연료 사업용 차량의 환경적, 경제적 효과에 대한 분석, 첨단 재생가능 연료 시업 공모사업에 2천만 파운드 투입 예정
- 저공해 차량으로의 전환: 대체연료 소형화물차를 운전하는 B등급 운전면허 소지자에 대해 4,250kg 차량까지 운전할 수 있도록 허용하는 방안 제안, 연구개발 지원사업을 통해 저공해 및 무공해 중차량 기술 개발을 지속적으로 장려, 영국 환경식품 농촌부(The Department for Environment, Food and Rural Affairs)와 지방정부의 대기청정구역 설정에 참여하여 운송업자들이 저공해, 저소음 차량의 이용을 장려하도록 인센티브 제공

<원문제목> Freight Carbon Review 2017 (Moving Britain Ahead)

<원문출처> Department for Transport, UK