
Global Report

대규모 전기버스 프로젝트가 사업모델에 미치는 영향 분석

1. 도입
2. 전기화 트렌드의 증가
3. 대규모 전기차량에 대한 펀딩과 파이낸싱
4. 비즈니스 모델의 발전
5. 결론

1. 도입

최근 몇 년간, 도시 내에서는 모빌리티 전기화 분야의 개발과 기술 성숙 측면에서 개별 및 집단 교통 수단 모두 폭발적인 증가가 있었다. 세계대중교통연합(UITP)은 모빌리티의 전기화를 적극적으로 독려하며 증진시키는 데 있어서 선도적인 역할을 하고 있다.

자금조달과 비용효율성 문제가 프로젝트 개발, 기술 선택 그리고 도입을 위한 중요한 문제로 점차 부각되고 있다. 이것은 특히 공공기관과 교통 운영기관에는 중요한 문제인데, 그것은 탄소중립화를 위해 노력 중인 도시에서 이러한 종류의 프로젝트가 가진 규모와 짧은 이행 스케줄 때문이다. 그들은 정책의 일관성과 연속성이 필요할 뿐 아니라, 투자와 유지관리를 위한 연간 예산의 이용가능성도 고려해야 한다.

본 정책 보고서는 대규모 전기화 트렌드가 해당분야에 미치는 영향과 운영기관의 비즈니스 모델에 미치는 영향을 검토한다. 이 변화는 자금조달 모델과 자금조달 톨 그리고 도시의 가버넌스 구조를 변경할 만큼 상당한 수준의 변화이다. 또한, 네트워크 형태와 자금조달의 본질이 변경될 수 있기 때문에 운영관련 사항들의 개정이 필요할 수도 있다. 최종적으로, 본 보고서는 비즈니스 모델에 미치는 중요 영향을 분석하게 될 것이다. 이것에는 운영기관의 관리와 비즈니스 모델에 미치는 중장기 영향을 예측하는 것이 포함된다.

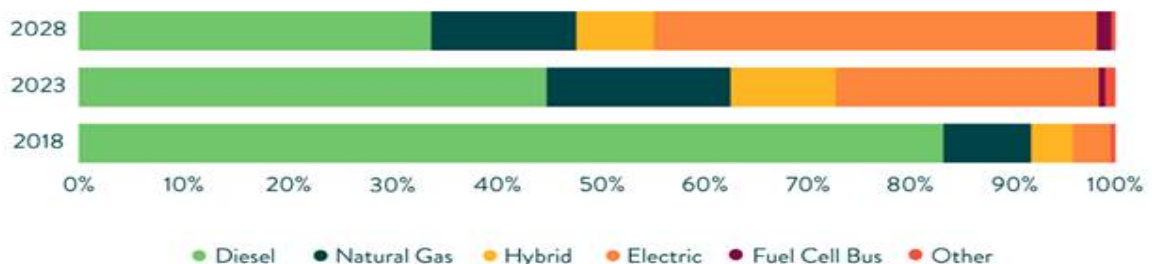
<COVID-19가 전기화 아젠다에 미치는 영향>

COVID-19는 소비자 습관의 변화, 자금조달 부족 때문에 잠재적인 서비스 중단 가능성, 프로젝트 규모의 축소 또는 도입 지체 등과 같은 문제로 전기화 아젠다에 강력한 영향을 미치게 될 것이다. 운영분야도 영향을 받게 되고, 관련 정부기관과 운영기관은 새로운 표준에 맞게 수정, 재적용시킬 필요가 있을 것이다. 현재, 그 결과를 매핑하거나 평가하는 것은 너무 이른 일이다. 그런데, 많은 정부기관에 나타나는 표면적인 재정적 제약에도 불구하고, 기후변화 아젠다를 밀고 나가려는 의지는 여전히 존재한다.

2. 전기화 트렌드의 증가

도시들은 전기 모빌리티 옵션을 도입함으로써 대중교통을 탈탄소화시키는 경향이 증가하고 있다. 최근 몇 년 동안, 많은 새로운 정책들이 해당 지자체의 차량과 광역 대중교통 네트워크 모두를 탈탄소화기 위해 노력하고 있다. 예를 들어, 독일 베를린은 현재 보유하고 있는 약 1,800대의 버스에 대해 2030년까지 해당 지역에서 배출가스를 배출하지 않는 대중교통으로 100% 달성한다는 목표를 가지고 있으며, 캐나다 몬트리올은 2025년까지 100% 전기버스로 운영할 계획이다. 이 도시들의 주요 추진동력은 기후변화와 공기질 그리고 소음오염, 도보/자전거 등의 비모터화 교통수단인 액티브 모빌리티(active mobility) 그리고 넓은 범위에서 건강문제도 언급되고 있다.

Expected evolution of bus fleets 2019-2028



<2019년~2028년 기간 동안의 버스차량 형태별 전망>

2019년 시행된 세계대중교통연합(UITP)의 조사에 의하면, 향후 10년 이내에 청정한 차량으로 전기버스

가 유력한 대안으로 평가되고 있다. 그런데, 전기버스가 유일한 대안은 아니다. 천연가스 버스와 하이브리드 버스도 가능한 기술로 고려되고 있으며, 연료전지 버스에 대한 인식도 높아지고 있다. 대부분의 응답자들은 그들의 도시나 대중교통 네트워크가 구매 단계이거나 실제 대규모 도입 이전에 관련기술을 적용하는 단계라고 대답했다.

이러한 지표들은 수정에 기반을 두고 있으며 여전히 미래의 의사결정에 달려있다. 수집된 경험이 분명히 미래의 구매 의사결정과 향후 진행될 기술개발에 반영될 것이다. 기술의 선택은 여전히 의문스러우며, 운영기관의 차량에 관련기술을 도입하는 것은 하나의 기술에서부터 여러 가지의 접근법까지 다양하다.

도시들은 탈탄소화 전략을 실행하기 위해 설계를 진행 중이며, 적절한 기술을 도입하기 위해 노력 중이다. 응답자의 약 87%가 전기화 목표를 가지고 있거나 목표를 수립하는 단계라고 응답했다. 운영기관, 교통관리기관 그리고 에너지 공급회사를 포함하여 통합적인 접근법을 수립하기 위해, 더 많은 작업들이 진행될 필요가 있다는 사실에 주목해야 한다.

2-1. 성공적인 탈탄소화 : 자원의 할당

대규모로 비전기화에서 전기화로 이전되는 작업이 어떻게 차량의 완전한 전기화와 그 비용을 의미하는 것인지를 이해하는 것이 우선적인 문제이다. 자원의 측면에서, 응답자의 46%는 그들의 도시에 버스의 전기화를 위해 충분한 자원을 이미 할당했고 더욱이 27%는 현재 논의를 진행 중이었다. 추가비용은 일반적으로 차량의 구매, 차량기지의 개량 그리고 충전 인프라시설과 관련된 것이다.

보고된 접근방식 중의 하나는 비용 통합 방식인데, 이것은 비용을 계산할 때 자금조달기관과 그에 상응하는 기관이 부담하는 기존비용의 백분율을 적용하는 것이다. 이 접근방식은 특히, 구매단계에서 낮은 이자율과 주정부의 보증으로 인해 비용편익을 확보하는 것이 가능하다. 전기버스 운영을 위한 추가비용은 버스 서비스를 위한 전체 비용의 3%~11% 사이로 평가되었다. 이 접근방식은 특히, 자금조달 수익과 지역정부에서 부담하는 공공예산이 줄게 되는 일반적인 경향에 대해 균형적인 시각으로 바라보아야 한다. 다른 접근방식은 운영기관 책임으로 돌리는 것으로, 응답자들이 강조한 것처럼 ‘교통 운영기관은 전기화를 책임지고 있기 때문에 그들 자신의 연간예산에 자금을 할당해야 한다.’

자금조달 도구 측면에서는 무상자금 지원과 보조금을 선호하는 경향이 존재한다. 이 프로그램들은 특정한 상황에 적용되거나 오스트리아 [Wiener Linien](오스트리안 비엔나의 대중교통 네트워크 대부분을 운영하는 기업)의 경우처럼 시정부에서 조달하는 전체 자금의 일부일 수 있다.

<독일 함부르크의 전기버스 개발>

독일 함부르크시는 2020년 이후로는 무배출가스 버스만 구매할 예정이다. 운영기관인 [Hamburg Hochbahn]은 이 목표를 달성하기 위한 장기 전략을 마련했다. 이 전략은 앞으로 필요한 인프라시설, 소프트웨어 그리고 기술의 개발방향을 제시하고 있다. 도시의 전기 네트워크 제공기관이 파트너로 포함되어, 도시를 위한 전체적인 전기공급 전략 내에서 전기수요를 더 잘 통합시키게 될 것이다.

<덴마크의 버스차량 전기화>

덴마크의 많은 도시들이 청정차량과 무배출가스 버스(ZEBs, zero emission buses) 도입 목표를 설정했다. 덴마크 수도권은 2030년까지 디젤버스를 모두 철수시킬 목표를 가지고 있다. 코펜하겐 시는 2025년까지 그리고 프레더릭스보르그 시는 2030년까지 무배출가스 버스(ZEBs)를 100% 보유하는 것이 목표이다. 두 도시 모두 2019년부터 모든 신규 버스 계약에서 무배출가스 버스(ZEBs)만을 사용하도록 할 필요가 있다, 버스 서비스 운영은 유럽투자은행에서 대출받은 자금을 통해 구매한 20대의 전기버스를 포함하여 2019년 4월 14일부터 시작되었다.

3. 대규모 전기차량에 대한 편딩과 파이낸싱

3-1. 버스 차량 도입을 위한 파이낸싱

전기버스 도입에서 핵심적인 도전은 운영비용과 투자비용 모두를 위해 충분한 자원을 조달하는 것이다. 사용될 비용을 조달할 경우에는 운영기관 자체의 자원이 핵심적인 요소이지만, 대부분의 조사결과를 검토하면 다양한 외부 자금조달 방법을 혼합하여 사용하고 있다.

대부분의 경우, 전기화를 위한 선행비용 특히, 전기화를 위한 자산의 구매 비용에 대한 자금조달은 운영기관 자체의 자원을 통해 진행되는 것으로 보고되었다. 일부 경우에, 공공기관의 예산이 사용되었다. 또한, 공공개발은행의 장기대출과 민간개발은행의 중기 단기임차도 자금조달에 사용되었다.

<영국의 청정기술 장려 정책>

영국은 인프라시설과 교통 네트워크를 전기화 방향으로 전환시키고 업그레이드하기 위해 선별된 10개의 도시에 840백만 파운드를 투자하는 [Transforming Cities Fund]를 출범시켰다. 이 국영펀드는 소형 프로젝트의 경우 40백만 파운드까지 그리고 대형 프로젝트는 250백만 파운드까지 자금을 지원한다. 동시에, ‘초저배출가스 버스 펀드’[Ultra-Low Emission Bus Funding]는 초저배출가스 버스(ULEB, ultra-low emission buses) 도입을 확대하기 위해 48백만 파운드 규모의 정부자금을 통해 무상으로 자금을 지원한다. 이 펀드를 통해, 잉글랜드와 웨일즈 지역에서는 기존의 버스를 저배출가스 버스와 초저배출가스 버스로 완전히 대체하는 속도를 향상시킴으로써 정부보조금의 필요성이 감소할 것으로 예상된다. 두 번째 목표는 지역의 공기질 개선을 지원하는 것이다. 영국의 ‘무배출가스 버스’[Zero Emission Buses] 프로그램을 통해, 코번트리 시는 최초로 완전 무배출가스 버스(ZEB, Zero Emission Buses)를 선택했고 런던과 해로게이트 그리고 요크와 같은 다른 지역 그리고 글래스고는 2021년 11월 개최되는 유엔기후변화협약 당사국총회(COP26) 기후변화 회의 시점에 전기버스를 상당한 규모로 도입했다.

현재 유럽에서 눈에 띄는 자금조달 방식은 유럽투자은행(EIB, European Investment Bank)으로부터의 장기 자금조달과 [H20206] 펀딩 프로그램과 같이 유럽의 연구기관을 통해 제공되는 자금지원이다. 최근에, 유럽연합은 [CEF](Connecting Europe Facility)를 통해 대체연료와 청정버스 차량 구매를 위한 무상지원 프로그램을 제공해 오고 있다. 이러한 방식의 한 예는 스페인 바르셀로나교통공사(TMB, Transports Metropolitans de Barcelona)의 버스 전기화 사업으로, 해당 시, 지역정부 그리고 중앙정부가 매년 자금을 지원하고 장기적으로는 유럽의 공공/상업은행과 무상제공 프로그램이 지원하고 있다. 부다페스트 시는 주요 예상 자금원으로 유럽연합과 국가의 무상지원을 결합하여 활용하고, 지방정부로부터의 대출과 운영기관의 자체 자금은 작은 역할을 하는 체계를 보여주고 있다.

미국에서의 전기버스 프로젝트는 뚜렷하게 연방정부의 낮은 또는 무상의 자금지원을 이용하여 진행되고 있다. 해당지역에서의 자금지원은 제한되어 있으며 특정 프로그램과 관련되어 있다.

전기버스의 대규모 도입에 대한 큰 야심을 가진 다른 두 나라는 인도와 중국이다. 중국 교통부는 전기버스 1대 구매 시 약 81,600 달러 가치의 세금혜택과 보조금을 신형 에너지 버스 제작업체에 제공하였다. 한편, 인도는 재정과 세금 보조를 이용하여 ‘하이브리드 및 전기버스 신속 적용 및 제작 프로그램’(FAME, Faster Adoption and Manufacturing of Hybrid and Electric Vehicles)과 두 번째 프로그램인 [FAME2] 계획을 세웠다.

3-2. 충전 인프라시설의 도입

무배출가스 버스(ZEB) 기술의 도입은 충전 인프라시설의 도입과 궤를 같이 한다. 이번 조사에서 강조된 가장 중요한 이슈 중의 하나는 충전 인프라시설의 건설, 유지관리 및 소유권 관리에 관련된 문제이다. 이것은 탈탄소화와 지역의 배출가스 감소 전략의 성공여부에 직접적인 영향을 미친다. 특히, 아래사항에 유의해야 한다.

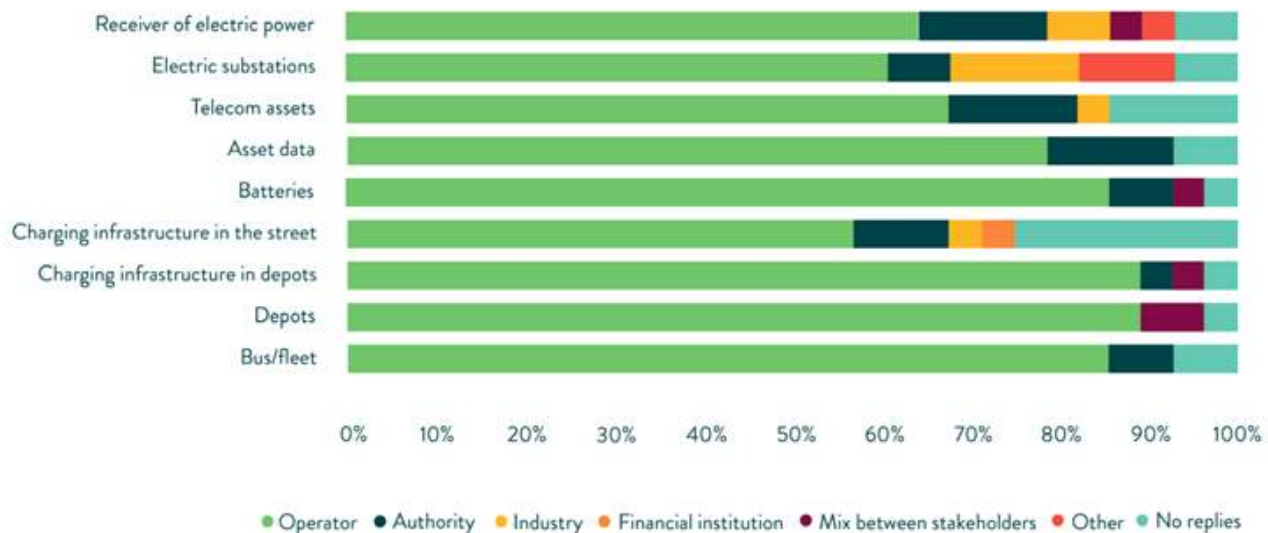
- 교통관리기관, 교통운영기관 그리고 전기분배기업 간의 역할 분배
- 비효율성 극복을 위해 집중화된 접근법이 필요한 에너지 출력, 에너지 그리드 그리고 대중교통 간의

조화의 필요성

- 인프라시설 건설기간이 오래 걸릴 때 특히, 인프라시설이 공공의 공간에 있는 경우에 건설을 위한 권한을 확보하는 프로세스
- 차량기지의 전철화는 광범위하고 비용이 많이 투자되는 토목 프로젝트이며(계획의 승인, 건설허가 등) 모빌리티 분야를 더욱 복잡하게 한다. 또한, 에너지 네트워크 운영기관(DNO, Distribution Network Operators)과의 협업에는 시간이 오래 걸리고 비용이 많이 소요된다.
- 충전 인프라시설은 대부분의 운영계약보다 상대적으로 긴 경제적 수명을 가지며 감가상각 기간도 길다.
- 만약 노선이나 하부 네트워크에 대해 경쟁 입찰이 진행되는 경우, 최적의 네트워크 계획을 보장하기 위해 차량기지 위치와 운영에 대해 여러 입찰 간에 조화를 이룰 필요가 있다.

운영기관은 일반적으로 전철화 자산을 책임지고 있다. 그렇지만, 일부 응답자들은 교통운영기관이 양허 기간동안 차량기지를 소유하지만 그 기간이 종료될 시점에는 교통관리기관에게 이전되는 경우가 많다고 밝혔다. 현재에는, 대부분의 자산은 운영기관이나 관리기관이 소유하고 있지만, 곧 이것들은 제3의 재무적 존재를 통해 임대되거나 인수될 것이다.

Allocation of asset ownership in the electrification of buses



<버스 전철화 과정에서의 자산소유의 할당>

3-3. 다양한 자금조달 모델 검토

3-3-1. 공공 운영기관

전기화 장려를 위한 자금조달 구조는 여러 가지 형태의 모델이 사용되고 있음이 확인되고 있다. 주요 이해관계자는 교통관리기관, 공공기업형 운영기관, 민간 운영기관, 버스 공급기업 그리고 은행이다. 주요 2개 모델로는 프랑스, 독일 그리고 스페인에서 많이 발견되는 공공소유와 영국, 네덜란드 그리고 스칸디나비아 국가들에서 발견되는 민간소유 즉, 민간이 자신의 차량을 소유, 운영, 유지관리 하는 방식이다.

임대방식은 공공과 민간모델 모두에 사용되며, 버스의 축전지는 임대하지만 나머지는 임대하지 않는 새로운 옵션도 나타나고 있다. 축전지는 전체 비용에서 상당한 부분을 차지하므로, 새로운 옵션을 통해 최초 투자비용 절감이 가능하다. 전기자동차 제작회사인 프로테라(Proterra)와 같은 기업들이 이 시장에 적극적인데, 새로운 시장 진입기업과 자금조달기관에게도 기회가 될 수 있다.

‘조인트 구매’(Joint Procurement) 개념은 다른 운영기관과 팀을 이루어 참여함으로써 진행되는 투자비

용을 감소시켜 규모의 경제 효과를 이용하는 방식으로, 이것은 버스 공급기업과의 계약을 확대하는 것이다. 이 콘셉트도 문제가 없는 것은 아는데 특히, 여러 도시에 특정한 다른 요구사항과 기술적 요구사항을 하나의 발주(주문)로 정리하는 것이 문제이다. 미국에서 361대의 버스를 구매한 [San Gabriel Valleys/Foothill Transit]의 예는 반드시 강조되어야 하는 사례이다. 이 옵션은 아직까지는 유럽 운영기관이나 관리기관들은 사용하지 않고 있다.

<중국 심천의 완전 전기차량>

심천 시는 13백만 명의 인구가 있는 도시이다. 그리하여, 8억 인/km에 이르는 연간 승객용량 수용을 위한 광범위한 교통 네트워크가 필요한 상황이다. 심천버스그룹(Shenzhen Bus Group)은 12,769대의 버스와 택시를 운영한다. 2018년에, 전체 차량은 전기화되어 최초의 완전 전기 네트워크가 구축되었다.

핵심적인 추진동력은 '2015 심천시 지시'(2015 Shenzhen Municipal Government directive)로, 2018년 말까지 대중교통 산업계에서 모든 차량을 전기화하는 것이었다. 동시에, 대중교통 기업들이 전기버스를 구매하도록 장려하고 전기 소비량에 따라 대규모 충전장치 투자자에게 보조금을 지원하는 구매 보조금 정책이 시행되었다. 또한, 기존의 연료로 주행하는 새 차량에 대해서는 면허를 제한하고 신규 전기차량은 더 많이 허가했다.

3-3-2. 민간 운영기관 : 소유권 또는 책임

경쟁입찰 계약에서, 민간 교통운영기관은 충전 인프라시설을 공급하거나 소유하기를 요구받을 수 있다. 충전 인프라시설은 수명주기가 15년 정도로 전형적인 버스 계약기간보다 더 길다. 만약 민간 운영기관이 충전 인프라시설에 투자하고 소유해야 한다면, 거꾸로 이 활동에 대한 공정한 보상이 필요할 것이다. 대규모 무배출가스 프로그램을 도입하기 위해서는 계약기간과 적용되는 자본이익률(return on capital)이 같이 검토되어야 한다. 모든 운영기관이 이러한 프로젝트에 자금을 조달할 수 있는 것은 아니기 때문에 설계 전문가와 운영 전문가가 필요하다. 이것은 대규모 무배출가스 프로젝트가 경쟁 환경에 직접적인 영향을 미친다는 것을 의미한다.

또한, 미래의 서비스 재입찰 과정에서 경쟁력을 강화시키기 위해 충전 인프라시설의 소유권도 운영기관에게 의무로 지워질 수 있다. 이것은 대부분 서비스 의무를 수행하는 기관마다 값비싼 신규 인프라시설을 건설할 필요가 없기 때문이다. 경쟁을 유지하기 위해, 교통관리기관은 운영기간 종료시점에 협의된 잔여가치로 해당 시설물을 인수인계할 것임을 보장하는 메커니즘을 주의 깊게 검토할 필요가 있다.

더욱이, 이 모델은 도시나 지역 내에서 네트워크 최적화의 가능성을 감소시킬 수도 있으므로, 대규모 전기화로 이행하기 전에 반드시 서비스 설계가 고려되어야 한다. 만약 인프라시설의 위치와 기술이 기존의 운영계약 수준에 기반을 두게 된다면, 미래를 위한 최상의 네트워크 설계와는 정반대가 될 것이다. 기술사양의 부족은 이질적인 네트워크 인프라시설과 차량을 양산할 것이며 특히, 동시에 여러 운영기관이 관련되어 있을 경우에는 더욱 그러하다. 이것은 다른 충전표준을 가진 여러 개의 충전지점이 필요한 공유 정거장을 탄생시킬 위험이 있음을 의미한다.

요약하면, 만약 인프라시설에 대한 민간 운영기관의 소유권을 선택하게 된다면, 교통관리기관은 반드시 명확한 가이드라인을 제공하고 민간 파트너와 함께 운영 프레임워크를 세워야 한다.

3-3-3. 공공기관

충전 인프라시설의 소유권은 공공기관의 책임 하에 둘 수 있다. 이 모델은 모든 운영기관에게 동일한 인프라시설로의 접근 기회가 주어지므로, 미래의 어떠한 입찰에서도 인프라시설이 결정적인 역할을 하지 않을 것임을 보장하는 것이다. 다른 한편으로, 이것은 공공기관이 인프라시설 건설을 위한 자금조달을 해야 함을 의미한다. 공공기관이나 운영기관 어느 한 쪽이 인프라시설에 대한 소유권을 보유함으로써, 운영기관 간에 더욱 경쟁을 유도하고 리스크 프리미엄을 줄일 것을 권고하고 싶다. 자산의 수명주기의 최적화 측면에서, 자산의 소유권과 운영과 유지보수 책임 간에 어떠한 영역이 더 좋은 방식인지를

평가하기에는 경험에서 얻은 교훈이 아직은 부족하다.

원헨 교통국(MVV, Munich transport authority)은 전기 인프라시설과 버스를 분리하여 입찰했다. 이것은 비용 리스크를 줄이기 위해 시행되었는데, 운영기관들은 계약기간동안 인프라시설을 임차하게 된다. 비슷한 접근법이 핀란드에서도 시행되었는데, 이 경우에는 공공기관이 차량기지를 소유하고 그것을 다른 운영기관들에게 임대하는 방식이었다.

3-3-4. 제3자와의 충전 인프라시설 계약

버스 제작회사나 전기 유틸리티 기업과 같은 제3자와 충전 인프라시설에 대한 별도계약을 하는 방식은 공공과 민간 운영기관 모두에게 타당한 방식이다. 예를 들어, 전기 유틸리티 기업은 인프라시설을 소유하고 제공하며 유지관리하고 이것을 운영기관에게 임대하는 방식이다. 기술적인 문제와 전기 네트워크의 운영상의 문제 등에 그들이 가진 전문적인 역량은 이러한 일을 처리하는데 상당한 경쟁력을 보유하고 있다.

다른 옵션은 버스 제작회사 자체가 충전 인프라시설을 건설하고 소유하는 것이다. 최근에는 신기술과 관련된 리스크의 증가로 인해, 버스 제작회사들은 차량 영역을 벗어나 서비스를 제공하려는 시도를 시작하고 있다. 이 옵션은 민간 운영기관과 함께 하는 소규모 운영 그리고 공공이 소유하는 운영기관이 진행하는 도시 차원의 대규모 도입에 적절하다. 그런데, 이 방식은 인프라시설이 하나의 제작회사 장치에 최적화되어 다른 기업들에게는 진입장벽이 될 수도 있다.

4. 비즈니스 모델의 발전

운영기관의 경우, 관리 이사회가 전략적인 가이드라인을 제공하며 특히, 실행 단계에서는 전술적인 차원까지 설명된다. 구매, 인프라시설, 운영, 유지보수 그리고 교육 필요사항과 같은 핵심영역이 상세하게 규정되어야 한다. 그 결과와 운영이 전체 비용과 회사의 방향을 보여준다.

도시 모빌리티를 전기화하는 것은 차량과 도시 인프라시설의 변화가 필요할 뿐 아니라 운영기관의 비즈니스 모델에도 중요한 의미가 있다. 대안 비교와 기술선택을 위한 주요 방법론은 총소유비용(TCO, Total Cost Ownership)이다. 일반적으로, 2019년 조사에서 보고된 모델들은 운영기관 내부 또는 관리기관이 만든 것이다. 대부분의 경우에서, 응답자들은 긍정 또는 부정적인 외부효과를 통합시키는 것이 이 중립적이거나 총소유비용(TCO) 모델에 잘 통합되지 않았다고 밝혔다.

조사결과로부터, 대규모 전기버스 도입에서 가장 도전적인 문제는 전기 공급, 축전지 그리고 충전 인프라시설이었다. 그 다음으로는 자산과 차량, 전체적인 관리, 정보통신기술과 데이터의 사용 그리고 운영 관리와 관련된 도전이었다. 또한, 이러한 변화들 때문에, 새로운 리스크가 규명되고 관리되어야 할 필요성이 대두되었고 회사의 리스크 관리전략에 대한 개정 필요성도 생겨났다. 새로운 리스크를 어떻게 내부적으로 다룰 것인가에 대한 긍정적인 관점이 나타났다. 그런데, 많은 경우에, 무배출가스 버스(ZEB) 차량은 리스크 관리 프로세스에 상당한 영향을 끼칠 정도로 큰 문제는 아니다.

또한, 기업의 예산, 대차대조표 그리고 손익계산서에 변화가 있다. 대차대조표의 경우, 중기적으로는 비유동자산과 처음 건설 때 받는 보조금인 [capital grant]에 미치는 영향이 증가하여 전체적으로 영향을 주게 되었다. 차량의 가치는 전기차량과 축전지 때문에 더 상승할 것으로 예측되었지만, 유지관리비용은 더 단순해지고 수량도 작아졌다. 그런데, 이러한 평가는 몰아웃 전략, 미래의 입찰에서의 계약화 프로세스 그리고 다른 외부요인에 따라 변화할 수 있다.

대차대조표의 순가치에는 전체적으로 미치는 영향이 작지만, 장기적으로 대차대조표에 가장 영향을 미치는 것은 새 장비의 설치와 초기에 받는 건설보조금과 관련된 것이다. 유동자산과 순가치를 제외하면, 모든 다른 분야의 비용은 증가함을 보여준다.

중기 손익계산서의 경우, 응답자들은 구매와 관련된 비용이 상당히 증가했다고 보고했다. 전체적으로, 결과는 증가 경향을 보여주었는데, 감가상각과 이자의 증가를 동반했다. 장기적 측면에서, 비용분야는 구매와 다른 서비스의 증가에도 불구하고 에너지 비용의 감소로 인하여 답보상태 이다. 운용 인력측면

에게 영향을 미칠 수는 있지만, 축전지의 용량도 예상만큼 증가하지 않았다. 이러한 경우에, 기존의 운영방식과 스케줄은 변경이 필요할 수도 있다. 이 시나리오는 버스차량과 운용 인력이 더 필요함을 의미하기도 한다.

감가상각과 이자 때문에, 손익계산서의 결과는 비용의 증가를 보여준다. 일부 응답자들은 운용 인력의 수를 더 줄이고 에너지 비용과 유지관리비용도 더 낮출 수 있다는 희망을 표시하기도 했다. 또한, 추가적인 숙련기술의 도입을 위한 추진동력으로 신기술의 역할이 보고되었다. 결국, 높아지는 자산가치 때문에 감가상각은 증가할 것으로 예상된다.

수익적 측면에서, 별다른 중요한 영향은 관측되지 않았다. 조사에 참여한 응답자들은 수익의 증가가 지역정부의 보조금이나 보상 보조금에 의해 상쇄되어야 한다고 인식하고 있었다. 작은 표본의 응답자들은 그들이 제공하는 서비스의 장악율에 대한 평가를 보고했지만, 대부분은 중기적으로 이용승객의 증가나 요금과 보조금 간의 균형을 고려하지 않았다.

4-1. 운영자 비즈니스 모델 프레임워크

일단 네트워크 차원에서 전기화를 위한 추진방법이 결정되면, 변화와 그 결과에 대한 매핑이 필요하다. 각 운영기관의 비즈니스 모델과의 관련성은 재무적으로 지속가능한 방법으로 전기화를 추진하기 위한 그 규모에 영향을 미친다. 이러한 관점을 견지하면서, 비즈니스 모델 캔버스 분석이 운영형태에 따라 시행되었다.(비규제 운영, 운영기관에 의한 비영업 운영, 내부기관에 의한 자체 비영업 운영 등) 이 활동에는 전기화 목표의 타당성 그리고 바람직한 방향과 가능성이 포함된다.

운영기관은 도시의 요구, 도시의 네트워크, 고객 그리고 특정한 계약방식에 매우 많이 의존하기 때문에, 확인된 범주 내에서 미치는 영향에 대해 다르게 느낄 수도 있다. 비슷하게, 코펜하겐과 런던과 같은 경우처럼 선택된 기술 때문에 노선 개발 과정에서 계속적인 변경작업도 영향을 미칠 수 있다.

4-2. 비즈니스 모델의 의미

4-2-1. 자금조달

탈탄소화로의 이동은 운영기관 비즈니스 모델에 직접적이고 상당한 영향을 미치고 COVID-19에 의해 더 증폭될 것이다. 이러한 변화는 계약규정 모델과 내용이 무엇이든지 간에 모든 형태의 운영기관에 영향을 미치게 될 것이다.

먼저, 운영비용이 단기적으로 증가할 것이지만, 운행 환경의 향상이나 소음공해 감소의 측면에서 고객들에게 직접적인 이익으로 반드시 보상되지는 않을 것이다. 환경적 편익에도 불구하고, 승객 서비스에 대한 어떠한 변화 없이는 운영기관과 관리기관 모두에게 제공되는 서비스는 더 비싸질 것이다.

둘째, 인프라시설에 대한 투자비용은 심각하게 검토되고 투자결정 이전에 객관적으로 비교되어야 한다. 기존의 디젤버스와 비교하여 현재의 운영거리 능력과 충전으로 인한 한계 때문에, 추가적으로 무배출가스 버스(ZEB)가 더 필요할 것이다. 차량의 이동거리는 지역기후, 노선의 지리적 상황 그리고 냉난방/환기 및 에너지 사용과 같은 요소에 의해 영향을 받거나 의존한다.

산업계와 운영기관 모두 신기술이 가진 운영 효과와 비용적인 도전을 어떻게 만족시킬 것인가를 완벽하게 이해하기 위해 상당한 시험기간이 필요하다. 데이터의 부족과 많은 부분 추측할 수밖에 없는 상황은 입찰 진행 시 의사결정하기 전에 재무적인 측면과 운영적인 측면을 필연적으로 고려토록 한다. 전기버스를 도입하는 것과 관련된 이러한 비용 측면에서의 상당한 증가 때문에, 미래의 높은 수요를 만족시키기 위해 장기적인 솔루션으로 경전철 프로젝트와 같은 다른 대안을 논의할 이유가 될 수도 있다.

이 비용의 차이는 전기화를 계획할 때 핵심적인 문제이다. 이번 분석에서, 응답자들은 대부분 그것을 고정된 것으로 보았다. 실제로, 이 비용 차이는 더 많은 도시들이 전기버스로 이행함에 따라 변화될 수 있다. 주목해야 할 두 번째 요인은 종종 자본화되는 차량비용과 연료비용 간의 균형 문제이다. 전기버스는 높은 초기 투자비용과 낮은 연료비용이라는 특징을 가지고 있다. 이것은 높은 직원 인건비를 상쇄시키며 짧은 노선에서도 중요한 문제이다. 이러한 사항을 명심한다면, 관리기관과 운영기관은 상대비용 측면

에서 트렌드를 주시할 필요가 있다.

전기버스는 산업계에 완전히 새로운 접근법을 요구한다. 네트워크 설계를 할 때, 네트워크와 차량 프로파일을 최적화하고 비용을 관리하기 위해 도시 계획가와 운영기관/관리기관과의 협력을 통해 새로운 사고가 필요하다. 운영기관과 관리기관은 무배출가스 버스(ZEB) 전문가와 같은 새로운 능력을 가진 직원들이 필요하다.

4-2-2. 교통관리기관과 운영기관간의 협력

교통관리기관과 운영기관의 관계도 변화될 것이다. 전기화는 모든 변화에 보조를 맞추기 위해 좋은 전략과 효율적인 이행이 필요하다. 전략과 계획이 먼저 입안되고, 교통관리기관이나 이와 유사한 기관이 운영기관의 관심사항을 염두에 두고 먼저 앞서서 나아가야 한다.

입찰 설계에 반영하기 위해 관심 있는 입찰자와 의견을 공유하는 선택적 입찰공고(ITT, Pre-Invitation to Tender)를 권고하고 싶다. 세계적인 운영기관은 다양한 시장에서 경험을 보유하고 있으며 수용가능한 입찰금액과 매력적인 제안을 제시함과 동시에 예를 들어, 성공적인 입찰과 같이 고객들에게 최상의 솔루션을 제공하기 위해 노력한다.

더욱이, 입찰참여 예정자들은 앞으로 어떤 방식으로 운영되어야 할지를 보여주기 위해 조사연구를 진행할 수도 있다. 이러한 전략을 통해, 도입되어야 할 가장 적절한 기술을 결정해야 할 것이다.

선택된 어떤 기술이라도, 아래사항을 만족해야 할 것이다.

- ① 전형적인 계약기간보다 15년 이상의 긴 수명주기를 가진 인프라시설과 차량이 필요함
- ② 인프라시설에 대한 장기간의 권한부여가 필요함
- ③ 도시 공용공간에 대한 영향을 고려해야 함
- ④ 전기 공급, 대중교통 인프라시설 그리고 충전전략/관리를 조화시킬 필요성이 있음(규모의 경제)

모든 접근법을 만족시키는 하나의 솔루션은 없기 때문에, 해당 솔루션은 각각의 계약에 맞게 개발되고 맞춤화되어야 한다.

이러한 모든 것을 고려하여, 집중화되고 조화로운 계획이 필수적이다. 교통관리기관, 시정부 그리고 지역정부는 탈탄소화 프로젝트의 시행과 개발에서 직접적인 역할을 하지만, 운영 중인 네트워크에서 운영기관의 경험을 반영해야 한다. 신기술의 도입과 함께, 교통관리기관은 기술혁신과 연구개발을 독려하고 기술개발을 위해 스타트업 기업들과 인터페이스를 추진해야 한다.

4-2-3. 계약 설계와 낙찰의 변경

무배출가스 버스(ZEB)는 기존의 디젤버스보다 수명이 더 길 것으로 예상된다. 그것은 전기차량이 습동 부품이 적고 진동이 감소되었기 때문에 전체적인 마모가 감소하기 때문이다.

대규모 무배출가스 버스(ZEB) 도입을 지원할 수 있을 만큼 기술은 충분히 성숙했지만, 핵심적인 도전은 계획과 계약으로의 이전문제이다. 불확실성 때문에, 교통관리기관이나 운영기관 중 하나가 수행해야만 하는 리스크가 존재한다. 만약 운영기관이 그 리스크를 모두 감내한다면, 리스크 프리미엄 때문에 서비스 계약금액은 상승할 것이다. 계약금액과 리스크 할당의 증가를 피하기 위해, 전략은 명확해야 한다. 이것은 계약 합의와 리스크 프리미엄에 직접적인 영향을 미친다.

지역적인 특성에 맞게 구성된 명확한 전략을 적용하는 것이 리스크와 비용을 최소화할 수 있다.

계약과 관련된 다른 측면으로는 감가상각과 계약의 일치 그리고 축전지와 차량 수명주기에 대한 상환기간(repayment periods) 문제가 있다. 현재에는, 버스 서비스 운영을 위한 공공서비스 계약은 보통 8년~10년이지만, 다른 한편으로 축전기 수명주기는 6년~8년으로 평가되고 있다. 이것은 운영기관이 단 2년간 사용을 위해 새로운 축전기 가격을 고려해야 함을 의미한다. 다른 관련 측면으로는 더 길어질 것으로 예상되는 차량 수명주기로, 이것은 미래의 계약에 영향을 미치게 된다. 일부 버스 제작회사들은 이미 15년 정도의 수명주기를 가질 것으로 평가되는 버스 모델을 도입하고 있다. 유용한 경제적인 수명이 높아질수록, 잔존가액 리스크는 낮아진다.

교통관리기관은 리스크를 제거하기 위해 자산을 이전할 때 잔존가액 보증을 고려해야 한다. 예를 들어, 유럽연합 가이드라인은 입찰자들이 상당한 투자를 해야 할 경우에는 버스 입찰자에게 10년까지의 계약 기간을 허용한다. 예를 들어, 최근 네덜란드에서 시행된 입찰에서는 버스차량과 인프라시설을 포함한 정부 보증이 제공되었다.

이러한 상이한 수명주기와 상환기간과 함께, 해당 솔루션은 전기 차량기지 및 충전 인프라시설과 운영 간에 분리 계약이 될 수도 있다. 이것은 서비스 막판에 계약유지에 실패했을 경우 차량을 처리해야 하는 운영기관이 과도하게 높은 비용을 부담해야 하는 것을 피할 수 있게 해 준다.

5. 결론

버스 운영의 전기화는 도시의 탈탄소화를 가능케 할 것이다. 이것은 새로운 비즈니스 모델을 요구할 것이며, 기업의 경영진부터 직원과 조합까지 모두에게 영향을 미칠 것이다. 승객의 행동과 모빌리티 요구를 이해하기 위해 모든 이해관계자를 고려하는 것이 운영기관의 재창조와 적응을 유도할 것이다. 특히, 계획과 교통관리기관으로부터의 자금조달은 요금을 지급하는 고객과 시민들에게 가장 효율적인 서비스를 제공하는데 있어서 핵심적인 문제이다.

본 연구보고서는 전기버스의 대규모 도입이 운영기관과 교통관리기관에게 가져다 줄 영향에 대해 검토한 것이다. 자금모금과 자금조달 문제가 검토되었고, 비즈니스 모델 측면에서 운영기관과 다른 이해관계자에게 미칠 것으로 예상되는 일부 영향들이 검토되었다. 프로젝트 형태와 짧은 스케줄 때문에, 도전의 규모와 범위는 분명히 대중교통 관리기관과 운영기관과 관련된 것이다.

기술적인 측면에서 이러한 변화가 미칠 예상되는 효과는 지역적인 특성과 각 도시의 가버넌스 구조에 의해 영향을 받을 것이다.

(핵심 원칙>

- ① 탈탄소화는 운영 비즈니스 모델에 직접적이고 상당한 영향을 미치게 될 것이다.
- ② COVID-19의 영향은 불확실하지만 차량의 탈탄소화에 오래 지속되는 영향을 미칠 것이다.
- ③ 사회에 명확한 편익을 제공할지라도, 운영비용은 단기적으로 고객들에게 직접적인 편익을 제공하지 않으면서도 증가할 것이다.
- ④ 전기버스 도입과 관련된 비용이 상당한 수준으로 증가하는 경우, 장기적인 솔루션인 다른 대안 교통 수단과의 비교검토가 필요할 수도 있다.
- ⑤ 전기화는 변화와 보조를 맞추는 우수한 전략과 효율적인 이행을 필요로 한다. 전략과 계획은 즉시 시작되고 교통관리기관이 선두에 서면서도 마음속에는 운영자의 이익을 명심해야 한다.
- ⑥ 산업계와 운영기관이 운영적으로 미치는 영향과 비용과 관련된 도전을 어떻게 해소할지를 충분히 이해하기 위해, 신기술은 상당한 시험기간이 필요하다.
- ⑦ 모든 접근법을 만족하는 하나의 솔루션은 존재하지 않으므로, 각각의 도시와 개별 계약에 맞게 맞춤형 솔루션이 개발되고 수정되어야 한다.
- ⑧ 리스크는 관리기관이나 운영기관 어느 한 쪽에서 책임을 져야 한다. 리스크 할당은 계약조항과 리스크 프리미엄에 직접적인 영향을 주지만, 명확한 전략이 개발되면 최소화될 수 있을 것이다.
- ⑨ 계약기간은 차량의 감가상각과 축전지의 수명주기를 감안하여 변경될 필요가 있다.
- ⑩ 교통관리기관은 리스크를 제거하기 위해 자산을 이전할 때 잔존가치 보증을 고려해야 한다.
- ⑪ 한편으로는 전기 차량기지과 충전 인프라시설을 그리고 다른 한편으로는 운영과 관련된 계약을 분리함으로써, 다른 수명주기와 대충상환 기간을 고려하라.

<원문제목> Large scale Bus Electrification

<원문출처> <https://www.uitp.org>