

2022년 1분기 ITS 표준화 동향 자료

목 차

I. 국내 ITS 표준화 동향	1
1. 국내 ITS 관련 표준 종류	1
2. 국내 ITS 표준 운영 현황	2
II. 해외 ITS 표준화 동향	3
1. ITS 관련 국제표준화 동향 (ISO/TC 204 중심)	3
2. 1분기 주요 제·개정 및 신규 추진 표준	5
가. 신규 제·개정 표준	5
나. 신규 추진 표준	9
III. ITS 관련 동향	9
1. (유럽) C-Roads 국가별 시범사업	9
2. GNSS 기반 전자요금징수 시스템 표준화 동향	53

I. 국내 ITS 표준화 동향

1. 국내 ITS 관련 표준 종류

ITS 표준에는 국토교통부에서 제정·고시하는 기술기준, 국가기술표준원에서 제정·고시하는 한국산업규격(KS), 한국지능형교통체계협회에서 제정·고시하는 ITS협회표준(ITSK), 한국정보통신기술협회에서 제정·고시하는 TTA단체표준(TTAS)이 있다.

이러한 ITS 표준은 제정기구와 적용 성격에 따라 분류할 수 있으며, 기술기준은 강제성을 가지고, 국가표준, 단체표준은 적용 여부를 자발적으로 선택할 수 있다. 각기 다른 기관에서 제정하는 ITS 관련 표준의 중복 방지를 위해 기술기준과 ITS협회표준은 기초 및 정보형식 분야, KS는 자동차 분야, TTA 단체표준은 정보통신 분야로 대상 분야를 구분하여 추진 중에 있다.

그리고 이 중 기술기준, 국제표준, 국가표준은 공인된 표준화 기구에서 제정하기 때문에 공식표준으로 분류되며, 단체표준, 협회표준 등 민간표준은 기업 등 민간의 필요성에 따라 표준으로 정하여 사용하는 특성이 있어 사실상의 표준(실질표준)으로 분류된다.

[국내 ITS 관련 표준 종류]

구 분	고시 기관	관계 기관	법적 근거	분 야	
기술기준	국토교통부	ITS 표준화 전담기관	국가통합교통체계 효율화법 제82조	기초 및 정보형식	<ul style="list-style-type: none"> • 인터페이스 및 기초 • 그 외 타 기관에 속하지 않는 분야
ITS협회표준 (ITSK)	한국지능형 교통체계협회	ITS 표준총회	한국지능형 교통체계협회 정관		
한국산업규격 (KS)	국가기술표준원 (ISO/TC 204 간사기관)	표준개발 협력기관	산업표준화법 제11조	자동차 및 국제표준	<ul style="list-style-type: none"> • 차량장치 및 제품 관련
TTA 단체표준 (TTAS)	한국정보통신 기술협회	-	방송통신발전기본법 제34조	정보통신	<ul style="list-style-type: none"> • 통신 프로토콜 • 통신장치 • 정보처리 • 기타 ITS 관련 정보 통신기술

2. 국내 ITS 표준 운영 현황

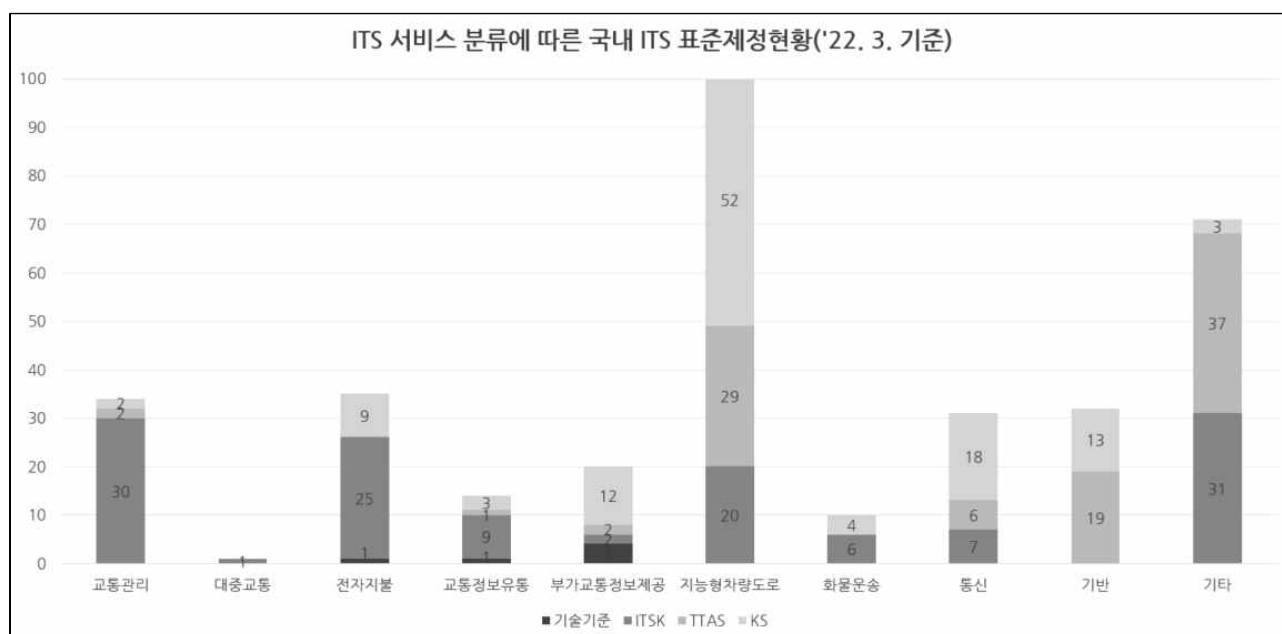
2022년 3월 기준 ITS 관련 국내 표준은 총 349종이 제정되어 있으며, 51종의 표준이 신규 개발 또는 개정 작업을 진행 중에 있는 것으로 파악된다.

[국내 ITS 표준 운영 현황 ('22. 3. 기준)]

구 분	제정 표준 (종)	진행 중 표준 (종) (신규 추진, 개정 등)
합계	349	68
기술기준	6	0
ITSK 표준	131	40
TTA 단체표준	96	10
KS	116	18

* KS의 경우 ITS분야에 참조 가능한 표준을 제외한 ITS와 직접적으로 관련된 분야 표준만 정리

ITS 서비스별로 분류하면 가장 많은 수를 나타내고 있는 통신 규격 및 데이터 사전 등 기반분야 성격의 기타 표준을 제외하면, 지능형차량도로 서비스 분야, 교통관리 및 전자지불 분야 표준이 가장 많이 제정되어 있는 것으로 나타났다.



* 2022년 1분기 동안 제·개정 완료 및 신규 추진된 국내 표준은 없음

II. 해외 ITS 표준화 동향

1. ITS 관련 국제표준화 동향 (ISO/TC 204 중심)

ITS 분야 국제표준화를 담당하고 있는 ISO/TC 204에서는 총 313종의 표준을 운영 중에 있으며, 81종의 표준에 대한 신규 개발과 개정 작업 등을 진행 중에 있다. ('22.3.기준)

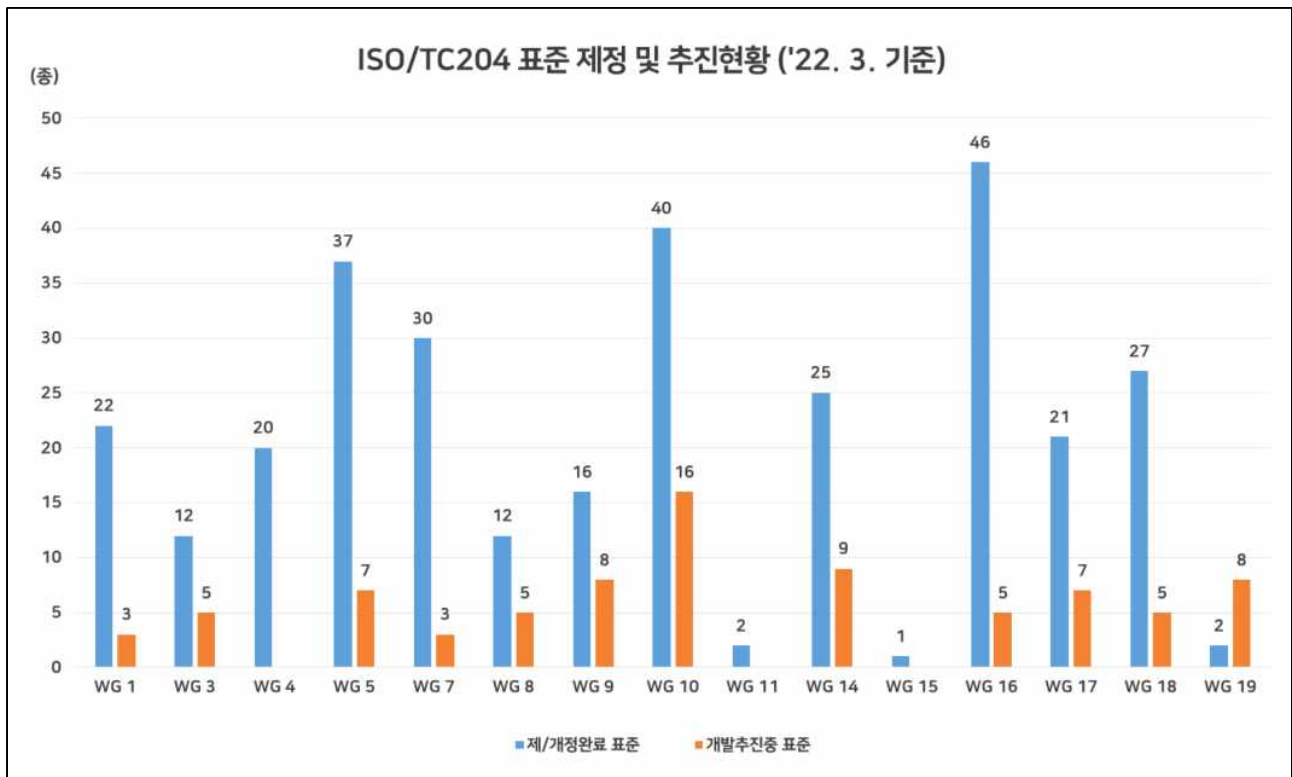
1분기에는 대중교통 분야(WG8)에서 1종, 휴대용 기기(Nomadic device) 분야(WG17)에서 1종, 모빌리티 통합 분야(WG19)에서 1종의 표준 제정이 완료되었으며, 통합교통정보 관리 및 제어 분야(WG 9)에서 1종의 표준 제정과 1종의 표준 개정이 완료되었다.

현재 각각의 작업반에서 C-ITS, 자율협력주행, 모빌리티 통합을 주요 이슈로 데이터 정의, 송수신 정보 정의, 시험방법 등 다양한 표준화가 진행 중에 있다. 이 중 여행자정보시스템 분야(WG 10)에서는 기존 기술시방서로 개발된 TPEG2 표준을 국제표준으로 개정하는 작업을 지속적으로 추진 중에 있어 현재 진행 중인 표준화 작업 건수가 가장 많은 것으로 조사되었다.

[ISO/TC 204 표준 운영 현황 ('22. 3. 기준)]

구 분	제정 표준 (종) (지난분기 대비)	진행 중 표준 (종) (신규 추진, 개정 등)
합 계	313 (+4)	81
WG 1 [아키텍처]	22	3
WG 3 [ITS 데이터베이스 기술]	12	5
WG 4 [차량 및 장비 자동인식, 휴면]	20	-
WG 5 [전자지불]	37	7
WG 7 [화물차량관리]	30	3
WG 8 [대중교통/긴급]	12 (+1)	5
WG 9 [통합 교통정보, 관리 및 제어]	16 (+1)	8
WG 10 [여행자정보시스템]	40	16
WG 11 [경로안내 및 항법시스템, 휴면]	2	-
WG 14 [차량 및 도로경고, 제어시스템]	25	9
WG 15 [DSRC, 휴면]	1	-
WG 16 [통신]	46	5
WG 17 [휴대용 기기(nomadic device)]	21 (+1)	7
WG 18 [협력형 ITS(C-ITS)]	27	5
WG 19 [모빌리티(mobility) 통합]	2 (+1)	8
WG 20 [ITS 지원 빅데이터, 인공지능]	-	-

* WG 20[ITS 지원 빅데이터, 인공지능]의 경우, 2021년 9월 신설됨



[ISO/TC 204 국제표준 제정 현황 ('22. 3. 기준)]

2. 1분기 주요 제·개정 및 신규 추진 표준

가. 신규 제·개정 표준

1분기에 신규 제정 완료된 표준은 총 4종이며, 구체적으로는 대중교통 분야(WG8)에서 상호운용 가능한 요금관리시스템 관련 표준 1종, 통합교통정보 분야(WG9)에서 노변 모듈의 데이터 인터페이스 관련 표준 1종, 휴대용 기기 분야(WG17)에서 마이크로 모빌리티를 위한 휴대용 기기 서비스 플랫폼 관련 표준 1종, 모빌리티 통합 분야(WG19)에서 저속 자율주행 시스템 관련 표준 1종이다. 이와 더불어 통합교통정보 분야(WG9)에서 센터 간 데이터 인터페이스 관련 표준 1종이 개정 완료되었다. 1분기에 신규 제·개정된 국제표준 현황과 주요 내용은 다음과 같다.

[1분기 신규 제/개정 국제표준 현황 ('22. 3. 기준)]

WG	표준번호	표준명	제/개정일	비고	
				신규 4	개정 1
8	ISO/TR 20527:2022	Intelligent transport systems – Interoperability between interoperable fare management (IFM) systems and near field communication (NFC) mobile devices	'22.1.4	V	
9	ISO 22741-1:2022	Intelligent transport systems – Roadside modules AP-DATEx data interface – Part 1: Overview	'22.2.8	V	
	ISO/TS 19468:2022	Intelligent transport systems – Data interfaces between centres for transport information and control systems – Platform independent model specifications for data exchange protocols for transport information and control systems	'22.2.14		V
17	ISO 22085-3:2022	Intelligent transport systems (ITS) – Nomadic device service platform for micro mobility – Part 3: Data structure and data exchange procedures	'22.1.13	V	
19	ISO/TS 5255-1:2022	Intelligent transport systems – Low-speed automated driving system (LSADS) service – Part 1: Role and functional model	'22.3.2	V	

■ 대중교통 분야 (관련 작업반: WG 8)

대중교통 분야에서 신규 제정된 1종의 표준은 상호운용 가능한 요금관리(IFM, Interoperability Fare Management) 시스템과 근거리 무선 통신(NFC, Near Field Communication) 모바일 장치 간 상호운용성 관련 표준이다. NFC 모바일 장치와 대중교통 장치 간 비접촉식 인터페이스 기술의 상호운용성을 확보하여, 통신 및 데이터 교환을 안정적으로 지원하는 것을 목표로 신규 제정되었다.

WG 8

(신규 제정)

■ [ISO/TR 20527:2022] Intelligent transport systems — Interoperability between interoperable fare management (IFM) systems and near field communication (NFC) mobile devices

전 세계적으로 모바일 장치와 모바일 서비스의 사용이 증가하고 있는 추세이며, 사용자는 모바일 장치를 통해 멀티모달 통행 및 여행자 정보 등 새로운 서비스에 보다 쉽게 접근할 수 있다. 이러한 배경을 기반으로 대중교통 분야는 사용자의 모바일 장치를 기존 대중교통 요금 관리 시스템과 통합하고 비접촉형 리더기 등 기존 대중교통 인프라와의 기술적 상호운용성을 보장하여 더 나은 서비스를 제공할 수 있으며, 이 표준을 이를 지원하기 위해 제정되었다.

이 표준은 상호운용 가능한 요금관리 시스템의 운영자(시스템 공급자, 대중교통 사업자, 대중교통 관련 정부기관 등)에게 근거리 무선통신 모바일 장치와의 기술적 상호 운용성을 달성할 수 있는 방법에 대한 지침을 제공한다.

■ 통합교통정보 관리 및 제어 분야 (관련 작업반: WG 9)

통합교통정보 관리 및 제어 분야에서는 노변 모듈 데이터 인터페이스 관련 표준 1종 제정 및 교통정보·제어시스템을 위한 센터 간 데이터 인터페이스 관련 표준 1종 개정이 완료되었다.

WG 9

(신규 제정)

■ [ISO 22741-1:2022] Intelligent transport systems — Roadside modules AP-DATEX data interface — Part 1: Overview

현장 장치의 표준화된 통신에 대한 요구가 전 세계적으로 증가하고 있으며, 이미 여러 국가에서 AP-DATEX(Application Profile Data Exchange) 기반 현장장치 통신 표준을 채택하고 있다. 현장 장치 통신을 표준화하는 것이 ITS 서비스 성능 향상, 비용 절감, 구축시간 단축 및 유지보수 용이성 향상 등 다양한 기대효과로 이어질 것이라는 경험적 증거 또한 제시되고 있는 상황이다.

현장 장치는 지능형 교통 시스템의 핵심 요소이며 교통신호, 메시지 표지판, 기상 관측소, 교통센서, 협력형 ITS를 위한 노변장치 등 다양한 설비를 포함한다. 현장 장치는 종종 다른 외부 엔티티와 정보를 교환해야 하지만 이는 매우 복잡하기 때문에 교환을 위해 많은 데이터 개념을 표준화해야 한다. 제1부인 이 표준에서는 ISO 22741 시리즈를 소개하고 나머지 시리즈에 적용되는 규범적 내용을 제시한다.

■ [ISO/TS 19468:2022] Intelligent transport systems — Data interfaces between centres for transport information and control systems — Platform-independent model specifications for data exchange protocols for transport information and control systems

이 표준은 국가, 도시, 국가 간, 도시 간, 도로 관리, 인프라 제공자 및 서비스 제공자 등 다양한 교통 구성요소의 경계를 넘어 끊임없이 상호운용 가능한 교통정보의 교환을 지원하기 위한 공통 데이터 교환 사양을 정의한다. 구체적으로는 교통 및 여행 분야에서 데이터·정보의 교환·공유를 지원하는 컴포넌트를 정의하며 다양한 기능 교환 프로파일, 프로토콜을 위한 추상 요소, 교환용 데이터 모델 등의 정보를 포함한다.

이 표준은 기술적으로 개정되었으며, 주요 개정사항은 다음과 같다.

- UML 커뮤니케이션 다이어그램 개선
- 협력형 ITS(C-ITS) 서비스 요구사항 및 기능 부록 추가 등

■ 휴대용 기기 분야 (관련 작업반: WG 17)

휴대용 기기 분야에서는 대중교통 및 자동차 분야에 휴대용 기기의 도입을 촉진하기 위한 목적으로 소형 자동차·소형 전기자동차 등 마이크로 모빌리티를 위한 휴대용 기기 서비스 플랫폼 관련 표준 1종이 신규 제정되었다.

■ [ISO 22085-3:2022] Intelligent transport systems (ITS) — Nomadic device service platform for micro mobility — Part 3: Data structure and data exchange procedures

이 표준은 카셰어링, 배달, 퍼스트 마일 및 라스트 마일을 연결을 포함하여 P-ITS-S(Personal-ITS-Station, 휴대용 기기)를 사용하는 마이크로 모빌리티 서비스 애플리케이션과 관련된 데이터 구조 및 데이터 교환 절차를 정의한다. 또한, ITS 기술을 탑재한 휴대용 장치와 마이크로 모빌리티 간 서비스 플랫폼의 개발 및 운용에 관한 요구사항을 설명한다.

■ 모빌리티 통합 분야 (관련 작업반: WG 19)

모빌리티 통합 분야에서 신규 제정된 표준 1종은 저속 자율주행 시스템(LSADS, Low-speed automated driving system) 서비스의 역할 및 기능적 모델 관련 표준이다. 자율주행 관련 기술개발이 활발하게 진행되고 있는 현 상황을 기반으로 사람, 상품, 서비스의 이동 수단으로서 저속 자율주행 시스템의 도입을 지원하기 위해 제정되었다.

■ [ISO/TS 5255-1:2022] Intelligent transport systems — Low-speed automated driving system (LSADS) service — Part 1: Role and functional model

사람, 상품, 서비스의 이동 수단으로 사용되는 저속 자율주행 시스템 서비스를 도입하기 위해서는 관련 서비스 역할과 기능 모델을 표준화할 필요가 있다. 또한, ISO 22737은 차량 운전 지원에 대해 설명하지만, 서비스 역할 또는 인프라 시설을 포함하는 기능 모델의 요구 사항은 다루지 않는다. 따라서 이러한 주제를 다루는 표준의 필요성이 제기되었으며, 이 표준은 이를 목적으로 제정되었다.

이 표준에서는 저속 자율주행 시스템의 역할과 기능 모델, 운영 프로세스, 서비스 역할, 예약 및 요금 지불 계층의 데이터 흐름 등을 정의한다.

나. 신규 추진 표준

신규 제정 추진 표준은 총 2건으로 모빌리티 통합 분야(WG19)에서 추진되었다. 모빌리티 통합 분야에서 신규 추진된 표준 중 1종은 저속 자율주행 시스템(LSADS) 서비스의 갭분석(Gap Analysis) 관련 표준이다. 이는 2022년 3월 신규 제정된 ISO/TR 5255-1 표준에서 다루는 LSADS 서비스 기능적 모델 중, 안전 기능의 요구사항 및 역할에 대한 설명을 보충하는 ISO 5255 시리즈 표준이다. 자율주행 기술이 급속도로 발전하며 서비스 이용자가 증가하고 있는 현 상황에서, 자율주행 시스템의 고장·오작동 시 서비스 이용자의 안전을 보장해야 한다는 의견을 고려하여 개발에 착수한 것으로 분석된다.

이와 더불어 모빌리티 서비스(MaaS, Mobility-as-a-Service) 및 수요응답형 모빌리티(MOD, Mobility on Demand)의 역할을 기반으로 통합 모빌리티에 대한 엔터프라이즈 뷰(Enterprise View)를 설명하는 표준이 신규 추진되었다. 엔터프라이즈 뷰는 모빌리티 관련 조직과 사용자 간 관계, 모빌리티 서비스의 제공·소비 과정에서 각 구성원이 수행하는 역할에 대해 설명한다. 이는 도시 내 이동성 향상을 위한 모빌리티 분야 관련 논의가 활발한 국내·외 ITS 분야 추세를 반영한 것으로서, 통합 모빌리티 환경의 기반을 마련하기 위한 노력의 일환으로 판단된다.

[1분기 신규 추진 국제표준 현황 ('22. 3. 기준)]

WG	표준번호	표준명	채택일	비고	
				신규	개정
				2	0
19	ISO/AWI TR 5255-2	Intelligent transport systems — Low-speed automated driving system (LSADS) service — Part 2: Gap analysis	'22.3.3.	V	
	ISO/AWI TR 7878	Intelligent transport systems — Mobility integration — Enterprise view	'22.3.3.	V	

Ⅲ. ITS 관련 동향

1. [유럽] C-Roads 국가별 시범사업

유럽 C-ITS 추진 국가 교통 연합체인 C-Roads 플랫폼에서 2020년까지 진행한 시범사업 프로젝트 수행내용을 담은 ‘Annual pilot overview report 2020(2020 연간 시범사업 개요 보고서)’의 초판이 지난 6월 발간되고 11월에 C-Roads 공식 홈페이지에 게시되었다. C-Roads 플랫폼은 회원국 대표들이 구성한 C-Roads 운영위원회가 운영하며, 도로이용자를 위해 유럽 전역에 걸쳐 국경 제한 없이 상호운용 가능한 C-ITS 서비스를 구축하는 것을 목표로 한다.

2021년 기준 C-Roads 플랫폼 핵심 회원국 16개국 및 그리스, 아일랜드가 추가적으로 참여하여 유럽 총 18개국이 C-Roads 시범사업 활동을 수행하였다. 그 결과 연간 시범사업 개요 보고서는 각 국가별로 2020년까지 수행한 시범사업의 활동 내용 및 기술적 측면뿐만 아니라 C-Roads 및 C-Roads 2 예산 내용을 담고 있다.



국가	C-Roads (2016-2020)	C-Roads 2 (2019-2023)	비고
오스트리아	✓	✓	-
벨기에	폴란드	✓	C-Roads 2 미참여
	왈로니아	✓	C-Roads 2 미참여
체코	✓		C-Roads 2 미참여
덴마크	✓	✓	-
핀란드	✓	✓	-
프랑스	✓	✓	-
독일	✓	✓	-
그리스		✓	2019년 가입으로 C-Roads 미참여
헝가리	✓	✓	-
이탈리아	✓	✓	-
아일랜드		✓	2019년 가입으로 C-Roads 미참여
네덜란드	✓		C-Roads 2 미참여
노르웨이	✓	✓	-
포르투갈	✓	✓	-
슬로베니아	✓	✓	-
스페인	✓		C-Roads 2 미참여
스웨덴	✓	✓	-
영국	✓		C-Roads 2 미참여

[C-Roads 플랫폼 시범사업 추진 18개국]

■ 오스트리아

▶ 사업배경 및 목적

C-Roads 오스트리아 시범사업은 오스트리아의 C-ITS 핵심 프로젝트인 ECo-AT(European Corridor - Austrian Testbed for Cooperative Systems, 2013~)를 기반으로 수행되었다. 2016년부터 ECo-AT 세부사항 테스트 결과를 기반으로 구축된 비엔나 근처의 시범운영 지역 “ECo-AT Living Lab”은 다양한 ITS 서비스 테스트를 수행하기 위해 활용되어왔다. 오스트리아는 C-Roads 프로젝트를 수행하는 동안 ECo-AT Living Lab을 하이브리드 통신(ITS-G5 및 셀룰러) 기반 C-ITS 시스템으로 대체하고자 하였으며, 이를 실현하기 위해 수백 개의 노변 스테이션을 포함하여 전체 오스트리아 고속도로망에 하이브리드 C-ITS 노변 시스템을 전국적으로 보급하는 대규모 사업을 수행하였다. 이 사업은 2020년에 계획된 C-Roads 테스트 일정에 맞춰, 노변 스테이션을 포함한 1차 운영 시스템을 2019년부터 이용할 수 있도록 하기 위해 2018년 말에 시작되었다.

하지만, COVID-19의 확산 및 그에 따른 여행 제한으로 인해 C-Roads 테스트는 2020년 초에 중단되었다. 그 후 2020년 10월, 오스트리아는 COVID-19 예방책을 마련하고 린츠 근처에서 성공적인 C-Roads 테스트를 수행할 수 있었다. 그러나 COVID-19 상황이 악화되고 두 번째 폐쇄가 시행됨에 따라 C-Roads는 오스트리아 시범사업을 2021년 2분기까지 연장하였다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

2019년 말에 시범운영 시스템 설치 계약이 체결되었으며, 비엔나(Vienna), 그라츠(Graz), 린츠(Linz) 주변 25개의 ITS-G5 노변 스테이션이 2020년 테스트를 위해 운영되었다. 같은 해에 ITS-G5를 포함한 다기능 도로공사 트레일러에 대한 기본계약이 체결되어 2020년 15대 차량의 시범운행이 가능해졌다.

2020년에는 중앙 C-ITS 스테이션과 175개의 ITS-G5 노변 스테이션 계약이 체결되었다. 175개의 노변 스테이션은 비엔나 주변의 도로와 그라츠 주변 및 여러 국경 지역에서 쉽게 테스트를 수행할 수 있도록, 비엔나에서 린츠로 가는 서쪽 도로에 배치되었다.



[오스트리아의 175개 C-ITS 노변 스테이션 구축 위치(2021)]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

① 비엔나 시범사업

2020년 1분기에 교통정보 업데이트 프로세스가 완료되었으며, 이를 기반으로 C-ITS 모듈 사용 준비가 완료되었다. 또한, 비엔나에서 대중교통 네트워크를 운영하는 Wiener Linien社は 교통신호 우선순위(SI-TLP, Signalized Intersections-Traffic Light Prioritisation)와 같은 대중교통 관련 유스케이스의 중요한 이해관계자이기 때문에 이번 프로젝트에 함께 참여하였다. 이에 따라 관련 이해관계자들과 함께 비엔나 시범사업 구간에 시스템을 배치하고 시험하는 과정이 진행되었다.

비엔나에서 노변장치(RSU, Road Side Unit)의 구현을 위한 예비시험이 완료된 후, 첫 노변장치 테스트는 Weigergerberlände 교차로에서 시행되었다. 노변장치는 기존에 설치되어 있던 신호등과 연결되었으며, 이를 기반으로 도로작업 경고(RWW, Roads Works Warning) 서비스 및 신호 현시정보(SI-SPTI, Signal Phase and Timing Information) 서비스가 운영되었다.

② 그라츠 시범사업

2020년 CMS(Content Management System)가 그라츠 시범사업 구간에 설치되었으며, 2021년부터 세 개의 신호등에 노변 스테이션(RSS, Road Side Station)이 추가 설치되었다. 차내장치는 대중교통, 정비 차량, 그라츠 시가 소유하고 있는 다른 차량들에 설치될 예정이다.

이로써 그라츠의 지역 교통 사업자와 함께 그라츠는 대중교통 유스케이스에 대한 개념을 만들었으며, 다음 단계는 기술 파트너와 함께 실질적인 구현을 위한 솔루션을 개발하는 것이다.

③ 잘츠부르크 시범사업

2020년 말까지 잘츠부르크 도로 구축 및 노변 스테이션 설비 구축을 포함하여 Day 1 서비스를 도입하기 위한 구축 계획이 확정되었다. 첫 번째 서비스로서 2020년에 프로브 차량 데이터(PVD, Probe Vehicle Data) 서비스가 구축되었으며, 이를 기반으로 C-ITS 설비 장착 차량은 CAM 메시지를 5개의 테스트 노변 스테이션를 거쳐 C-ITS 중앙 스테이션으로 전송할 수 있게 되었다. 2021년에는 도로작업 경고 서비스 및 차내알림 서비스(IVS, In-Vehicle Signage)가 구현되었다.

▶ 향후 계획

Day 1 서비스 구축 계획대로 세부 요소들이 안정적으로 운영될 경우, 오스트리아는 C-Roads 2 시범사업으로서 2022년부터 2023년까지 Day 1.5 서비스의 시범사업을 시작할 계획이다.

▶ 예산

[오스트리아 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020
355 (약 4억 8,605만 원)	1,266 (약 17억 3,338만 원)	1,919 (약 26억 2,745만 원)	1,100 (약 15억 609만 원)	4,099 (약 56억 1,266만 원)

(단위: k €)

[오스트리아 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
105 (약 1억 4,376만 원)	597 (약 8억 1,740만 원)	826 (약 11억 3,094만 원)	5,208 (약 71억 3,068만 원)	6,262 (약 85억 7,380만 원)

(단위: k €)

■ 벨기에 - 플랜더스(Flanders)

▶ 사업배경 및 목적

C-Roads 플랜더스 시범사업의 주요 목표는 도로 이용자와 교통관리센터(TMC, Transportation Management Center)를 연결하는 C-ITS 서비스의 효과적인 배치를 위해 클라우드 기반 가상 인프라를 구축하고 평가하며, 동시에 교통관리센터가 최종 사용자와 직접 상호작용할 수 있도록 하는 것이다. 또한 C-Roads 시범사업은 플랜더스가 제공하는 교통 정보 서비스 및 교통 관리 서비스를 업그레이드 할 계획이기도 하다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

시범사업은 플랜더스 핵심 네트워크 고속 도로이자 TEN-T(Trans-European Transport Network) 도로의 일부인 R0001, E313, E17/19, E34 및 E40을 포함하며, 평가의 용이성을 위해 E313/E34 부분에 중점을 둔다.

테스트 현장에서는 기존 셀룰러(3G/4G) 기반 이동통신 네트워크가 위치 정보 및 지역 교통관리센터와 함께 사용된다. 이를 기반으로 약 1,000명의 테스트 운전자 그룹이 지연 시간이 낮은 데이터를 사용하여 안전 관련 교통정보(SRTI, Safety Related Traffic Information)를 실시간으로 수신하고 업데이트 할 수 있다.



[벨기에 - 플랜더스 C-Roads 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

플랜더스는 2020년 3월에 시범사업 시스템에 필요한 모든 기능을 갖춘 후 1,000명의 사용자를 목표로 시스템 시범운영 준비를 완료하였다. COVID-19로 인해 기존 계획보다 지연된 2020년 9월에 시스템 대량 배치를 시작하였다. 교통국의 데이터베이스에 따른 시스템 이용 예상자수는 2만 명이었고, 응답률도 높았다. 하지만 실제 사용자 수는 650명에 불과하였는데, 이는 예상치 못한 불규칙한 교통상황 때문인 것으로 판명되었다. 결국 이를 보완하기 위해 650명의 모든 사용자에게 대해 세부 테스트를 실시하였고, 이를 기반으로 2021년 벨기에(플랜더스) 시범사업 평가보고서 작성 후 C-Roads 사업을 마무리하였다.

▶ 예산

[벨기에 - 플랜더스 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
20 (약 2,737만 원)	560 (약 7억 6,650만 원)	1,670 (약 22억 8,581만 원)	1,510 (약 20억 6,681만 원)	340 (약 4억 6,537만 원)	123 (약 1억 6,835만 원)

(단위: k€)

■ 벨기에 - 왈로니아(Wallonia)

▶ 사업배경 및 목적

벨기에 왈로니아에서 C-ITS 구축은 2017년 말에 시작되었으며, 도로 안전을 개선하는 것이 구축의 핵심 목표였다. 벨기에의 SOFICO社は 2017년부터 고속도로 도로망을 따라 C-ITS 시스템을 구축하고 증가시키기 위한 대규모 ITS 전략에 자금을 조달하고 있으며, 이를 기반으로 교통 관리 시스템과 함께 최근 새로운 교통관리센터가 구축되었다. 왈로니아는 최신 기술을 기반으로 데이터 수집, 데이터 관리, 도로 이용자 정보를 위한 인터페이스를 통해 ITS 교통 관리를 현대화하는 것을 목표로 하고 있다.

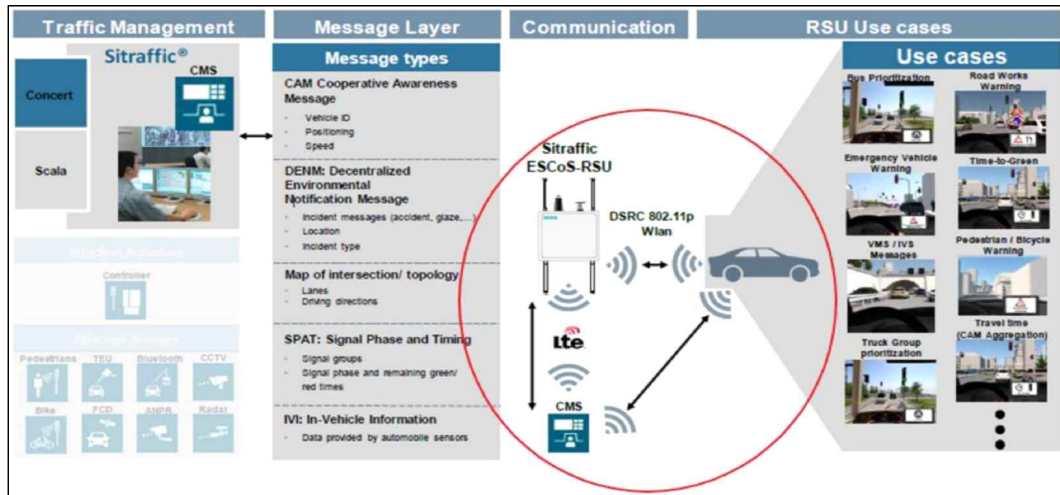
C-Roads 플랫폼의 핵심 회원으로서, 왈로니아는 상호운용적인 C-ITS 서비스를 테스트하고 운영하는 과정에 참여하고 있다. SOFICO社, TRACTEBEL社, ITS Belgium 간 협력관계를 통해 C-ITS 유스케이스 구축을 위한 두 개의 시범사업 프로젝트가 왈로니아 고속도로 네트워크 일부분에서 시행되었다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

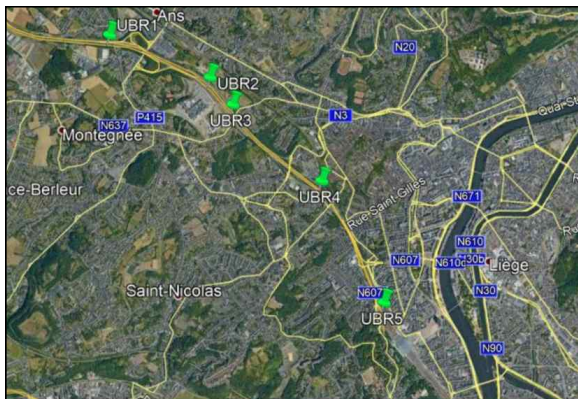
왈로니아 시범사업 구간으로 선정된 A602 교차로는 대규모의 교통량을 수용하고 있으며, 리에주(Liège) 시를 통과하는 많은 터널과 다리가 포함된 도시 환경 고속도로로 구성되어 있기 때문에 보안 문제를 중요시하는 구간이다.

왈로니아 시범사업은 ITS-G5 기술에 초점을 맞추었으며, A602 교차로 및 C-ITS 메시지 서

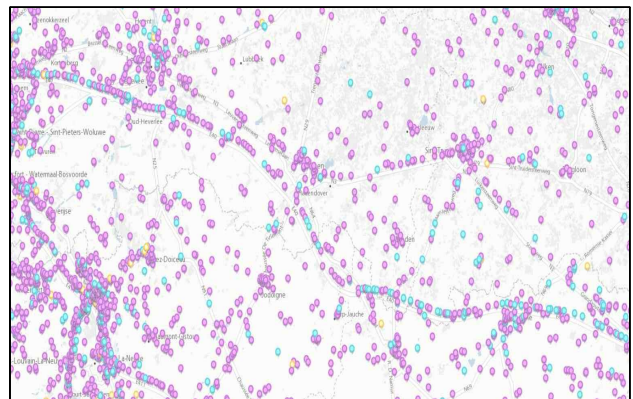
버에 5개의 노변장치(RSU)가 설치되었다. 또한, 셀룰러(4G) 통신 기술을 기반으로 하는 Coyote 지역 왈룬(Walloon) 고속도로 427km 구간을 위해 특정 애플리케이션 개발 관련 세부사항을 고려한 후 이미 벨기에 ITS 시장에서 활동 중이었던 서비스 제공자 Coyote社와 협력하기로 결정되었다.



[왈로니아 C-Roads 시범사업 구간의 데이터 흐름 개념도]



[리에주 시 근처 노변장치(RSU) 설치 위치]



[왈로니아의 코요테 지역 시범운영 설비]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

2020년 말에 시범사업은 실제 조건과 평가에 따른 구축에 앞서 유효성을 검증하는 마지막 단계에 접어들었다. Datex II 노드가 설치되었으며 교통 관리 시스템의 인터페이스가 완성되었다. ITS-G5 노변장치 네트워크는 A602 고속도로에서 운영 중이며, Datex II부터 DENM 포맷까지 정보를 맵핑하는 작업은 거의 완성되었다. 하지만 서비스 운영사항을 테스트하며 설비 위치 관련 문제가 야기되었고, 2021년까지 C-Roads 플랫폼에서 하이브리드 솔루션과 셀룰러 기반 솔루션의 조화 작업이 온전하지 않은 것으로 분석되었다. 아직까지 C-Roads 플랜더스와의 상호운용성은 달성하기 어려운 것으로 평가되며 사업이 마무리되었다.

▶ 예산

[벨기에 - 왈로니아 C-Roads 예산]

2017	2018	2019	2020	2021
24 (약 3,270만 원)	204 (약 2억 7,788만 원)	778 (약 10억 5,976만 원)	840 (약 11억 4,422만 원)	2400 (약 32억 6,959만 원)

(단위: k€)

■ 체코

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

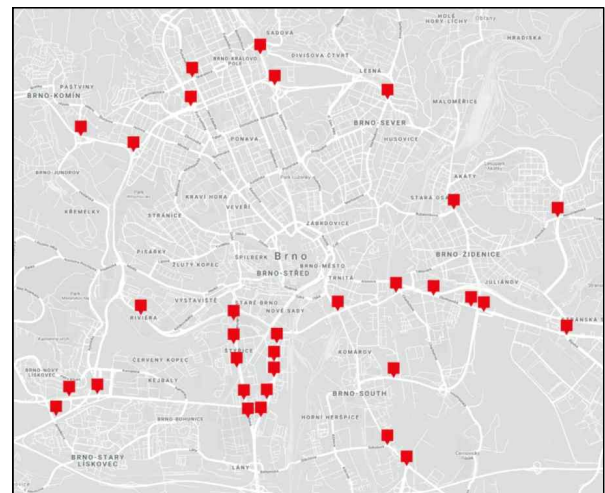
체코는 지리학적 위치 기반으로 하이브리드 C-ITS 시범사업 구간을 6개로 나누어 설비 구축과 시범사업 계획을 정의하였다. C-Roads 체코 시범사업 지역은 체코-독일 국경의 로즈바도프(Rozvadov)부터 프라하(Praha)까지의 핵심 네트워크 도로를 포함하고 있다. C-ITS 시스템 및 서비스의 도입은 개별 DT로 나누어진 체코 도로 네트워크에서 다음과 같이 시행된다.

① DT 1 - 브루노(Brno) 근접지역

브루노 근접지역 DT 1은 브루노 시의 남쪽 지역을 포함하며 약 28km 길이의 고속도로 D1(E50/E65) 일부 및 고속도로 D2의 일부로 선정되었다.

② DT 2 - 브루노(Brno) 시

DT 2 시범사업은 브루노 시의 도심과 외곽순환도로(고속도로 D1)를 연결하는 1급 방사형 도로와 브루노 시 내부순환도로의 남쪽 지역에서 실시된다. DT 2는 도시 주요도로의 노변장치와 고속도로 노변장치를 보완하고 고속도로 상황



[DT 2 - 브루노 시 시범사업 구간 설비 위치]

에 대한 알리를 제공하기 위해 DT 1과 연계되었다. 시범사업 DT 2 지역에는 31대의 노변장치가 배치되었고 11대의 차내장치가 차량에 장착되었다.

③ DT 3 - 고속도로 D1, D5, D11과 I52, D52

DT 3 시범사업 구간은 프라하와 브루노 사이 고속도로 D1, 프라하와 로즈바도프 사이 고속도로 D5(독일국경), 프라하와 흐라데츠 크랄로베(Hradec Králové) 사이 고속도로 D11, 브루노와 오스트리아 국경 사이 I52, D52 연결 도로로 선정되었다. 특히, D5 고속도로는 독일과 교차하며 I52, D52 연결도로는 오스트리아와 교차라는 도로로서, 국가 간 ITS 서비스 상호운용성 달성을 위해 중요한 구간이다.

④ DT 4 – 필젠(Plzen) 및 오스트라바(Ostrava) 시 대중교통

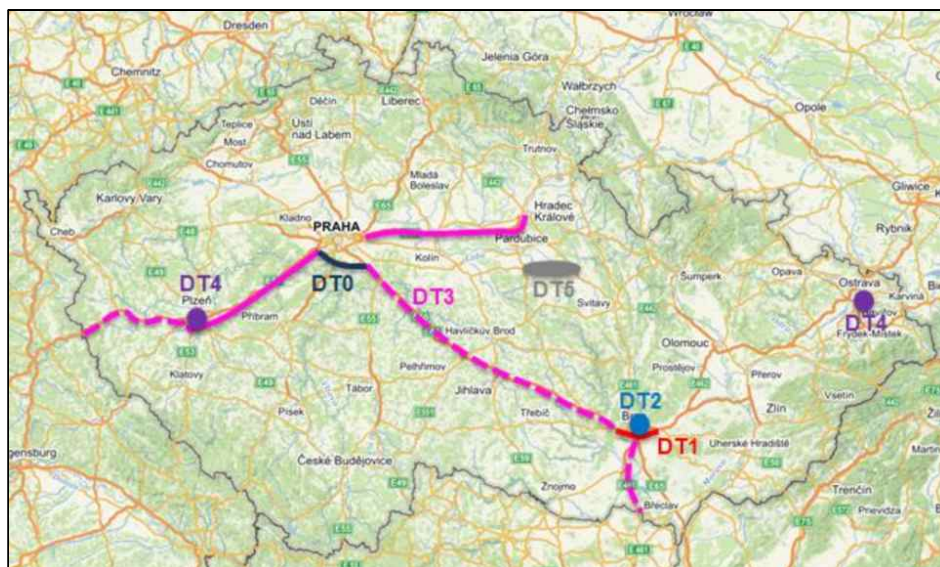
필젠 및 오스트라바 시 대중교통 구축을 위해 기존의 도시도로 및 트램 레일 인프라가 있는 교차로 중심으로 시범사업이 추진되었다. 교통신호등이 설치된 교차로를 대중교통 우선 순위권 유스케이스 구간으로 선정하고, 안전 관련 애플리케이션 구축을 위해 승객이 위험한 위치 및 대중교통과 보행자 간 충돌 지점을 시범사업 구간으로 선정하였다.

⑤ DT 5 – 철도 건널목

2020년 상반기에 시범사업 영역을 확대하기 위해 우스티 나드 라뎀(Ústí nad Labem) 지역의 113번 선로가 시범사업 구간으로 선정되었다. C-ITS 서비스는 하이브리드(ITS-G5 및 LTE) 통신 시스템을 통해 제공되며 레벨 2급 철도 건널목에 배치될 예정이다.

⑥ DT 6 – 국경 교차 테스트

국경 교차 테스트는 D5-A6 고속도로(체코-독일 국경)와 I57-E59 도로(체코-오스트리아 국경)에서 진행된다.



[체코 C-Roads 시범사업(DT1, DT2, DT3, DT4, DT5) 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

2020년 주요 활동은 ITS-G5와 LTE를 활용하는 고속도로 및 도시의 통신 품질 측정평가에 중점을 두었다. LTE 기술이 대부분의 구현 시나리오에 완전히 적용되고 대부분의 관측된 사례에서 LTE 통신의 지연이 150m/s를 초과하지 않았다는 주요 결과가 도출되어 밀접한 도시 지역에서 LTE 통신 신뢰성 확보가 가능하다는 것을 검토 하였다.

또한, 하이브리드 차량 유닛에 대한 테스트는 O2社 직원과 대중들 중 독립적인 사용자를 대상으로 수행되었다. 이 테스트는 체코 전역 모든 종류의 도로에서 3개월 동안 시행되었다. 그 결과 시스템 기능, 정보 메시지의 품질, 유닛 기능, 사용자 경험, 백엔드 시스템의 로딩 등 여러 분야에서 실질적인 피드백을 얻을 수 있었다.

시범사업의 마지막 활동은 모바일 애플리케이션에 새로운 버전의 보안기능을 추가하여 애플리케이션에서 발송된 메시지뿐만 아니라 C-ITS 메시지를 수신할 수 있도록 하는 것이다. 애플리케이션에 대한 새로운 보안의 기술적 구현이 완료되었으며, 이후 2021년에 모바일 애플리케이션 테스트가 장치와 비슷한 방식으로 진행되었다.

시범사업 DT 2 지역의 시범운영 시스템은 C-Roads 체코 프로젝트와 협력 관계를 맺은 파트너에 의해 테스트되었으며 체코 공과대학(CHVUT, 프라하에 있는 체코 기술대학)에 의해 평가되었다. 차내장치를 탑재한 차량은 시내에서 상시 운행되고 있다.

2020년에는 C-Roads가 아닌 또 다른 ITS 프로젝트인 RIS II에서 구입한 대중교통 회사 차내장치와의 호환성을 테스트하는 등 일부 추가 활동을 수행하였다. C-Roads와 RIS II 장치 간의 교차 테스트는 성공적이었으며 대중교통 녹색신호 우선권은 신호제어기에 연결된 모든 C-Road 노변장치에서 운영되고 있다. 다만, 2020년 COVID-19의 영향으로 통행이 제한되며 이에 따라 국제적인 테스트 기간을 2020년 봄에서 2021년 봄으로 재조정하였으나, COVID-19 확산세가 장기간 지속되면서 큰 성과를 거두지는 못하고 체코 C-Roads 사업이 종료되었다.

▶ 예산

[체코 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
122	821	1,970	5,498	4,524	1,973
(약 1억 6,570만 원)	(약 11억 1,510만 원)	(약 26억 7,571만 원)	(약 74억 6,754만 원)	(약 61억 4,463만 원)	(약 26억 7,978만 원)


(단위: k€)

■ 덴마크

▶ 사업배경 및 목적

덴마크는 국가 자체적인 C-Roads 시범사업이 없으며, 따라서 별도의 시범사업 예산이 편성되지 않았다. 덴마크는 NordicWay 2 프로젝트(2017-2020)와 NordicWay 3 프로젝트(2021-2023)의 참여국이면서 동시에 국가 자체적인 C-Roads 시범사업이 없는 유일한 국가이다. C-Roads 플랫폼 계약을 체결하기 전 덴마크는 별도의 국가 C-Roads 시범사업 계획이 없음에도 불구하고, 당시 NordicWay 2 활동에 참여했기 때문에 C-Roads 회원이 되는 것이 허용되었다.

덴마크는 상호운용성 문제, 데이터 공유, 통신, 보급 및 테스트(덴마크 도로 네트워크 테스트 포함)와 같은 NordicWay2 및 NordicWay 3의 활동에 기여하고 있다. NordiaWay 활동의 주요 목표는 상호운용 가능한 Day 1 및 Day 1.5 C-ITS 서비스를 개발하고 덴마크, 핀란드, 노르웨이 및 스웨덴 북유럽 국가에서 커넥티드카 및 자율주행차를 위한 인프라 기반 마련을 지원하기 위한 시범적 연구활동을 추진하는 것이다.

NordicWay 2 프로젝트 (2017-2020)	
	<ul style="list-style-type: none"> - C-Roads 플랫폼에 의해 합의된 요구사항에 따른 유럽 C-ITS 서비스와의 조화 및 상호운용성에 기여 - 북유럽 국가에 새로운 C-ITS 서비스를 배치하고 극한의 기상조건 및 도시환경에서 중요한 도로 화물 운송 경로에서 C-ITS 서비스 사용을 지원 - 북유럽 국가에서 눈이 오는 날씨 및 북극지역 기후환경을 고려하여 커넥티드카/자율주행차를 위한 인프라 기반 마련 - 하이브리드 통신 활용 (셀룰러(3G/4G) 통신 기반이며, ITS-G5는 필요한 경우 도입함)

▶ 향후 계획

2021년부터 수행된 NordicWay 3은 도시 연결 프로젝트로서, 더 많은 도시가 참여하면서 하이브리드 통신을 위한 유럽 C-Road 사양을 지속적으로 조화시키고 구축할 계획이다. 또한, 이 프로젝트는 2022년에서 2023년에 수행되는 신규 시범사업에서 C-ITS 메시지와 보안 관련 국가 간 격차를 줄이는 것을 중점으로 추진될 예정이다. 핵심 목표는 C-Road 하이브리드 통신 규격을 구현한 유럽 다른 국가들 간 시범사업을 통해 국경 제한 없는 C-ITS 서비스 테스트를 수행하고 검증하는 것이다.

▶ 예산

[덴마크 C-Roads 예산]

2017	2018	2019	2020	2021
50 (약 6,777만 원)	130 (약 1억 7,620만 원)	170 (약 2억 3,041만 원)	180 (약 2억 4,397만 원)	-

(단위: k€)

[덴마크 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
5 (약 677만 원)	40 (약 5,421만 원)	200 (약 2억 7,108만 원)	170 (약 2억 3,041만 원)	170 (약 2억 3,041만 원)

(단위: k€)

■ 핀란드

▶ 사업배경 및 목적

핀란드 C-Roads 시범사업은 NordicWay 2 프로젝트의 일부였으며 현재는 덴마크, 핀란드, 노르웨이 및 스웨덴에서 추진 중인 NordicWay 3 프로젝트(2021-2023)의 일부이다. 핀란드 NordicWay 2 프로젝트 시범사업은 눈길·빙판길에서의 자율주행 및 핵심 도로에서의 C-ITS

서비스 테스트에 중점을 두었다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

눈길·빙판길 자율주행 시범사업은 겨울 기상상태에 맞추기 위해 핀란드-노르웨이 E8 도로인 노스 라플랜드(North Lapland)의 도로에서 평가되었다. 핵심도로 C-ITS 서비스의 초기 테스트 구간은 핀란드 전체 간선 도로망인 Scan-Med 핵심 도로 80,000km 구간으로 선정되었다. 그러나 통신 사업자의 실제 데이터 수집 범위는 훨씬 다양하였고, 이에 따라 결국 대부분의 데이터는 헬싱키(Helsinki) 지역 순환 도로와 주요 진입도로 주변, 헬싱키-투르쿠(Turku) 및 헬싱키-탐페레(Tampere) 사이 도로 E18에서 제공되었다.

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

눈길·빙판길 자율주행 시범사업은 교통안내 및 위치결정, C-ITS 하이브리드 통신, pre-5G/원격 운전을 포함한 통신 인프라 및 차량 위치 결정을 위한 세부과제들을 포함하였다. 2020년에 빙판길에서의 커넥티드카 및 자율주행차를 위한 인프라 구축이 성공적으로 완료되었고 3개의 산업 컨소시엄이 마지막 현장 테스트를 완료하였다.

핀란드 핵심도로에서 시범적으로 시행된 C-ITS 서비스는 셀룰러 통신을 기반으로 하였으며, 다음과 같은 Day 1 서비스, Day 1.5 서비스 및 유스케이스를 따라 도입되었다.

[핀란드 NordicWay 2 시범사업 서비스 및 유스케이스]

서비스	유스케이스
저속·정지차량 및 전방 교통상황 경고 (Slow and stationary vehicle(s) & Traffic ahead warning)	전방 교통정체
도로작업 경고 (Road works warning)	도로 및 차로 폐쇄
기상상태 및 도로상황 알림 (Weather and road condition)	기상조건, 가시성 저하, 일시적으로 미끄러운 도로
위험구역 알림 (OHLN, Other hazardous location notifications)	사고위치 설명, 긴급차량 접근, 도로 위 동물 또는 사람, 도로 위 장애물
차내알림 (In-vehicle signage)	차내 속도 제한
프로브 차량 데이터 (Probe vehicle data)	단일 차량 데이터
교통정보 알림 및 스마트라우팅 (Traffic information and smart routing)	-

3개 산업 컨소시엄과 17개 서비스 제공업체 및 공공당국이 2020년 핀란드 C-ITS 시범사업을 성공적으로 완료하였다. 핀란드 시범사업을 통해 셀룰러 네트워크 및 NordicWay/C-Roads 요구사항을 따르는 3개의 교차지점 노드를 기반으로 교통 메시지를 사용자 및 차량에게 전송하는 서비스가 구축되었다.

▶ 향후 계획

핀란드는 2021년부터 NordicWay3 프로젝트의 일환으로서 하이브리드 통신을 기반으로 한 유럽 C-Roads 사양을 지속적으로 조화시키고 구축할 계획이다. 특히, 2022년부터 2023년까지 신규 도입하는 C-ITS 메시지와 보안사항의 국가 간 격차를 줄이는 것을 목표로 한다. 2023년에는 모바일 기기 네트워크와 C-Roads 하이브리드 통신 교환 노드 아키텍처를 사용하는 전체 간선 도로 네트워크 및 스칸디나비아(Scandinavian)-지중해(Mediterranean) E18 도로에 C-ITS 서비스를 구현할 예정이다.

▶ 예산

[핀란드 C-Roads 예산]

2017	2018	2019	2020	2021
2,300 (약 31억 1,792만 원)	1,300 (약 17억 6,230만 원)	1,400 (약 18억 9,786만 원)	800 (약 10억 8,449만 원)	-

(단위: k€)

[핀란드 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
100 (약 1억 3,556만 원)	100 (약 1억 3,556만 원)	1,000 (약 13억 5,562만 원)	1,400 (약 18억 9,786만 원)	1,500 (약 20억 3,343만 원)

(단위: k€)

■ 프랑스

▶ 사업배경 및 목적

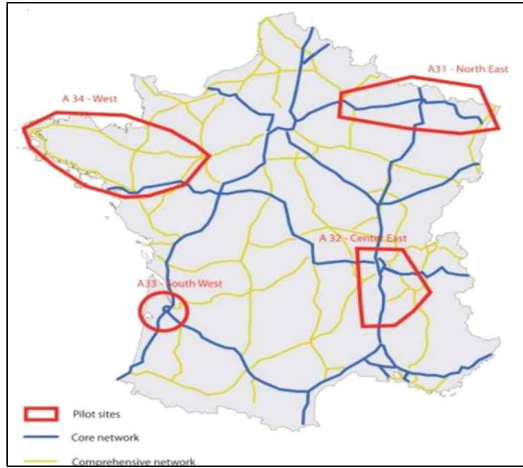
프랑스의 C-Roads France와 InDiD(C-Road 2) 프로젝트는 혁신적인 도로 C-ITS 솔루션을 개발하고 테스트하는 것을 목표로 하며, 두 프로젝트 모두 프랑스의 C-ITS 선행 프로젝트였던 SCOOP@F의 결과물을 기반으로 한다.

SCOOP@F에 이어 프랑스는 C-Roads 시범사업을 통해 두 가지 새로운 사용자 서비스를 개발하고 있다. 첫 번째는 도시 환경 및 도시/도시간 인터페이스에서의 서비스, 두 번째는 교통 정보 서비스 등 교통편의를 높이는 서비스이다. 프랑스 C-Roads 프로젝트는 실용적이고 사용자 중심적인 접근방식을 지지하며 초기 I2V(Infra-to-Vehicle) 서비스 추가 확장을 지원하는 C-ITS 스마트폰 애플리케이션을 개발하였다. 이 서비스는 ITS-G5와 셀룰러 간 끊김없는 전환을 가능하게 하는 하이브리드 기술을 기반으로 개발되었다.

InDiD 프로젝트는 그동안 프랑스에서 수행된 SCOOP, InterCor, C-Roads 프로젝트의 연속으로, 시범사업 범위가 도시 및 자율주행 차량으로 확대된다. 기존 연구결과를 바탕으로 사용자 및 운영자를 위한 새로운 서비스를 개발하고, 사용자 니즈 충족을 위한 기술적인 솔루션을 개발·구현하며 다양한 운영환경에서 대규모 구축을 수행하는 것이 InDiD 프로젝트의 목표이다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

프랑스의 C-Roads 시범사업은 TEN-T 네트워크와 도시 구간을 결합한 4개 시범사업 구간에서 수행되며, InDiD 프로젝트는 기존 시범사업 구간을 확장하고 새로운 지역을 추가하여 8개 구간에서 사업을 추진한다.



[프랑스 C-Roads 시범사업 구간]



[프랑스 InDiD(C-Roads 2) 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

① C-Roads France

C-Roads France 프로젝트를 통해 프랑스에서 개발되어야 할 서비스가 정의되었다. 2016년부터 2019년까지 중요한 세부사항 및 개발 작업이 진행되어 2019년 11월 첫 검증 작업을 수행하였다. 도로 운영자 및 자동차 제조업체 파트너는 차내장치(OBU) 및 노변장치(RSU)부터 교통관리시스템, 국가 C-ITS 스테이션에 이르는 C-Road 프로토타입을 제공하기 위한 개발 활동을 추진하였다. 이 작업에는 보안 프로토콜(PKI)이 포함되며 하이브리드 기술(ITS-G5 및 셀룰러)을 기반으로 수행된다. 2020년 개발 및 검증 활동은 주로 C-ITS 시스템의 상호운용성에 초점을 맞추어 프랑스와 다른 유럽 국가 간 서비스 연속성을 확보하는 데 많은 노력을 기울였다.

프랑스 교통부(French Transport Ministry)는 도로 운영자 세부사항에 이어 스마트폰 애플리케이션 구축 활동을 시작하였다. 개념 실증 후, 프로젝트 내부 테스트를 위해 2019년 7월 애플리케이션 첫 번째 버전이 제공되었고 전문가에 의해 연구가 수행되었다. 스마트폰 애플리케이션 두 번째 버전은 2020년 테스트가 시작되었지만 COVID-19의 여파로 중단된 후, 2021년 1월에 최종적으로 출시되었다.

개발 및 검증 활동 외에도 4개 시범사업 구간의 도로 운영자는 도입 서비스 및 도입 장소를 정의하였고, 이를 기반으로 2019년 말까지 모든 시범사업 구간은 노변장치를 통해 메시지를 주고받을 수 있게 되었으며 이와 관련한 차량 서비스가 가능해졌다. 2020년 말까지 모든 교통관리 시스템을 업그레이드한 SCOOP 플랫폼이 설치되었다. 마지막으로, 2020

년에 대부분의 평가 프로토콜이 마무리되었고 프로젝트 파트너들은 사용자 행동, 서로 다른 기종의 차량 통신, 하이브리드 통신(ITS-G5 및 LTE-V2X) 최종 버전을 제작할 수 있었다.

② InDiD

2020년에는 지정된 시스템을 배치, 개발 및 검증할 연구활동과 8개 시범사업 구간에 대한 로드맵이 구현되고, 서비스 목록의 정의 및 우선순위 선정 작업이 진행되었다. 이 작업을 위해 SCOOP@F, C-Roads France 및 InterCor의 프랑스 파트너들이 협업하였다.

또한, InDiD는 시스템이 사용자에게 효율적이고 안전한 서비스를 제공하기 위해 필요한 용량을 갖추고 있는지 입증하는 연구를 계획하였다. 성능, 보안, 안전성, 기밀성 및 비용 간 타협점에 도달하는 것을 목표로, 시스템의 크기를 검증하기 위한 실험, 시뮬레이션 및 연구를 진행한 것이다. 이 검증활동의 일환으로 2020년에 유스케이스 및 이해관계자 분석 작업이 진행되었으며, 같은 해에 하이브리드 통신기술 및 HD Map 연구 등의 주제에 대한 성과물이 검증되었다.

C-Roads France, InDiD 및 기타 프랑스 C-ITS 프로젝트에는 공통 연구운영위원회가 참여하여 모든 C-ITS 서비스 간 상호운용성을 보장하였다. 공통 연구운영위원회는 모든 프랑스 교통 관련 이해관계자들이 C-ITS 관련 접근방식을 C-Roads 플랫폼에 전달할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

▶ 예산

[프랑스 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
167 (약 2억 2,467만 원)	474 (약 6억 3,740만 원)	894 (약 12억 218만 원)	1,894 (약 25억 4,691만 원)	2,428 (약 32억 6,500만 원)	1,351 (약 18억 1,673만 원)

(단위: k€)

[프랑스 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
642 (약 8억 6,331만 원)	2,610 (약 35억 1,078만 원)	7,074 (약 95억 1,544만 원)	7,196 (약 96억 7,955만 원)	4,386 (약 58억 9,974만 원)

(단위: k€)

■ 독일

▶ 사업배경 및 목적

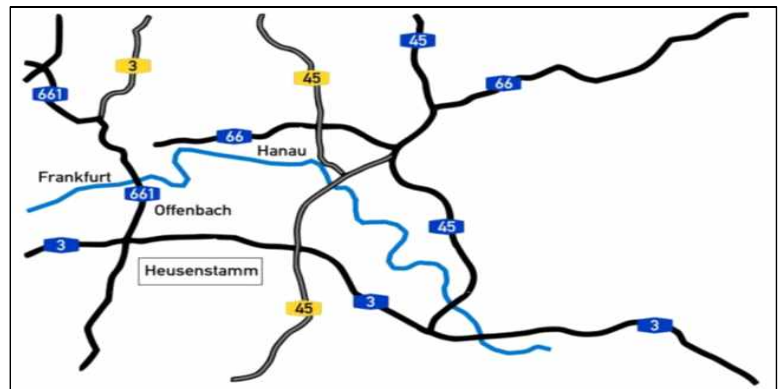
독일은 C-Roads 플랫폼을 통해 독일 전역에 걸쳐 새로운 서비스를 추가 구축하고 기존에 있던 C-ITS 서비스를 확장하는 것을 목표로 한다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축



[헤센 주 C-Roads 시범사업 구간]

독일 헤센(Hessen)의 시범사업 구간은 오펜바흐(Offenbach) 및 프랑크푸르트(Frankfurt) 공항 주변 A3 고속도로, 중앙 헤센과 프랑크푸르트를 포함한 남쪽 헤센 국경 사이 A5 고속도로, 헤센 지역 전체 A60, A67, A671 고속도로로 선정되었다. 다만 GLOSA 서비스(녹색신호 통과를 위한 최적속도 알림 서비스)는 라인 강 주요 지역의 국도에서 테스트가 진행될 예정이다.



[GLOSA 서비스 시범운영 지역]

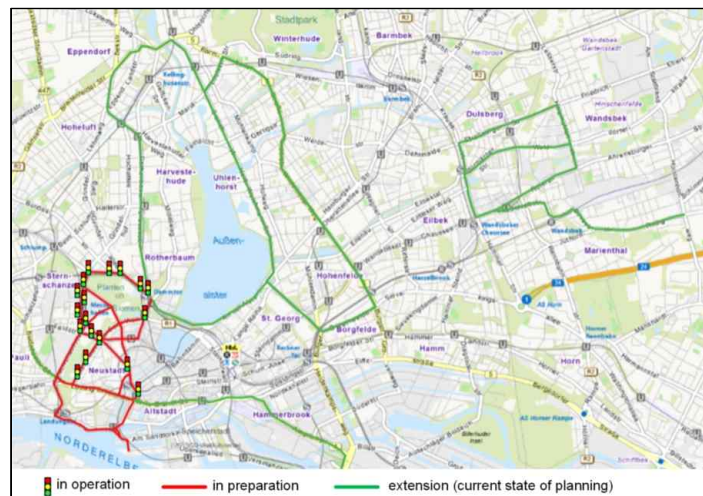
또한, 독일은 니더작센(Niedersachsen)에 있는 R&D 테스트 영역인 AIM(Application Platform for Intelligent Mobility, Anwendungsplattform Intelligente Mobilität)이 브룬즈윅(Brunswick) 시의 도시 지역을 중심으로 하고 있어, 니더작센이 모빌리티 서비스 분야의 애플리케이션 중심 연구 개발 플랫폼 역할을 수행할 수 있을 것으로 판단하고 시범사업 지역으로 선정하였다. 2020년에는 니더작센 인프라 확장을 목표로 차내알림 서비스 및 프로브 차량 데이터 서비스용 3개의 노변 ITS 스테이션이 3개의 겐트리에 설치되었다.

같은 해에 니더작센 연방주의 경제·노동·교통·디지털부 및 독일 항공우주센터의 주도 하에 시험 분야가 확대되었으며, 테스트 구간이 브린즈윅과 하노버(Hannover), 볼프스부르크(Wolfsburg) 사이 연방도로 및 고속도로로 확장되었다. 새로운 시험장은 니더작센 A2 고속도로를 포함하며, ITS-G5를 통한 시험 및 개발활동을 기반으로 노변 ITS 스테이션이 확장되었다.



[니더작센 주 C-Roads 시범사업 구간]

니더작센 주와 인접한 독일 최대 항구도시 함부르크(Hamburg) 시범사업은 함부르크 도로를 안전하고 효율적이며 환경 친화적으로 만드는 C-ITS 서비스를 테스트 하는데 중점을 두고 있다. 테스트 구간은 간선 도로와 지방 도로를 포함하여 교통량이 많은 시내도로로 설정하였다. 함부르크는 인프라 대 차량(I2V) 및 차량 대 인프라(V2I) 통신을 위해 신호등을 업그레이드하고 있으며, 그 일환으로 2020년 말까지 함부르크 시내 36개의 교차로에 C-ITS 하드웨어를 설치하였다.

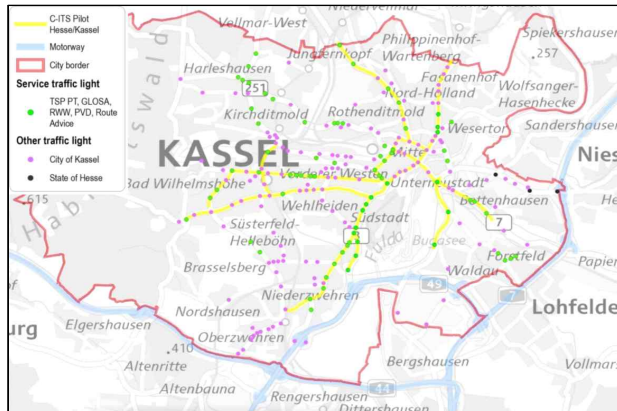


[함부르크 시 C-Roads 시범사업 구간]

헤센 주에 위치한 카셀(Kassel) 시 시범사업 활동은 프랑크푸르트 주변 헤센 남부 지역의 커넥티드카/자율주행차 테스트 필드 및 헤센 북부 지역의 커넥티드카 디지털 테스트 필드에서 시행되었다. 헤센/카셀 시범사업으로 인해 테스트 필드가 확장되었으며, 이를 기반으로 카셀 시와 그 주변에서 새로운 서비스의 테스트가 수행되었다.

카셀의 테스트 지역은 카셀의 교통관리센터에 있는 최신 기술 장비와 도시 교통 네트워크의 주요 도로에 있는 30개 이상의 C-ITS 노변 정거장을 포함한다. 카셀 시는 2020년에 노변 ITS 스테이션을 갖춘 14개의 C-ITS 신호등과 6.3km의 광케이블을 설치하였으며, 2020년 12월 기준으로 36개의 노변 ITS 스테이션이 가동되고 있다. 카셀 시는 2023년 말까지 테스트 구간에 총 75개의 C-ITS 신호등을 구축하는 것을 목표로 하고 있다.

작센(Sachsen) 주의 드레스덴(Dresden) 시 시범사업 구간은 주요 도로와 인접 도로를 포함하며, ITS-G5 및 LTE-V2X 기반 하이브리드 통신을 활용하는 R-ITS-S를 2023년까지 최대 30대 설치하는 것을 목표로 하고 있다.



[카셀 시 C-Roads 시범사업 구간]



[드레스덴 시 C-Roads 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

독일은 기존 C-ITS 서비스 확장을 목표로 8개의 서비스를 구현하였다. 해당 서비스들은 두 개의 시범사업 지역인 헤센과 니더작센에 나뉘어져 배치되었으며 연방 고속도로 연구소(BATs)에 의해 구성되었다.

[헤센과 니더작센 시범사업 서비스]

헤센 (7개)	니더작센 (3개)
도로작업 경고 (RWW, Road Works Warning Service) *기존의 도로 장기공사 알림 서비스 확장	-
유지보수 차량 경고 (MVW, Maintenance Vehicle Warning) *기존의 저속 또는 정지 차량 경고 서비스 확장	유지보수 차량 경고 (MVW, Maintenance Vehicle Warning) *기존의 저속 또는 정지 차량 경고 서비스 확장
긴급차량 접근 알림 (EVA, Emergency Vehicle Approaching Service) *기존의 저속 또는 정지 차량 경고 서비스 확장	-
전방 교통체증 경고 (TJW, Traffic Jam Ahead Warning Deployment)	-
충격파 영향 감쇠 (SWD, Shockwave Damping Service)	-
녹색신호 통과를 위한 최적속도 알림 (GLOSA, Green Light Optimal Speed Advisory Service)	-
프로브 차량 데이터 (PVD, Probe Vehicle Date) *TJW 및 SWD 지원을 위한 기존 서비스 확장	프로브 차량 데이터 서비스 (PVD, Probe Vehicle Date) *TJW 및 SWD 지원을 위한 기존 서비스 확장
-	차내정보/차내알림 서비스 (IVI/IVS, In-Vehicle Information/In-Vehicle Signage Service)

헤센 시범사업은 2020년까지 모든 서비스의 최종 검증을 마치는 것을 목표로 진행되었다. 마지막 시험 단계는 2020년 9월에 수행되었으며 COVID-19로 인해 CAR 2 CAR 통신 컨소시엄의 독일 회원들만 참여하였다. 서비스는 최종적으로 2021년 1분기에 개시되었다.

니더작센은 2020년까지 시범사업을 통해 차내신호(IVS) 및 프로브 차량 데이터(PVD) 서비스의 테스트 및 배포를 성공적으로 수행하였다. PVD 서비스를 위한 차량 데이터를 수집하기 위해 10대의 테스트 차량이 차량 ITS 스테이션을 갖추었으며, 2020년 9월 니더작센의 모든 서비스 최종 시연 테스트가 성공적으로 수행되었다. 이 테스트에서 중앙 ITS 스테이션과 교통관리센터 간 데이터 교환 작업이 같이 시연되었다. 그러나, COVID-19의 여파로 인프라를 위한 하드웨어 설치가 지연되었으며, 이에 따라 인프라 구축 및 추가 서비스 제공은 2021년에 완료되었다.

함부르크 시에서 GLOSA(녹색신호 우선권) 서비스는 이미 15개의 교차로에서 운영 중이었고, 13개의 교차로에 필수적인 하드웨어가 설비되어 있었으나, 소프트웨어 결함으로 인해 운영에 어려움을 겪고 있었다. 원활한 GLOSA 서비스를 제공하기 위해, 이미 노변 ITS 스테이션이 설비되어 있던 5개의 교차로에 하드웨어를 추가 설치하여 확장하였다.

카셀 시는 기존에 운영하던 대중교통 서비스와 GLOSA 서비스의 운영범위를 확장하였으며, 도로 작업 경고 서비스, 프로브 차량 데이터 서비스를 신규 서비스로 추가 도입하였다.

드레스덴 시는 서비스 운영을 위해 ITS-G5 기반 R-ITS-S 5대를 추가 설치하고 신호등과 연결하였으며, 이를 기반으로 GLOSA 서비스(도로 M56) 및 PVD 서비스(도로 M57)의 시범운영을 성공적으로 마무리하였다.

2020년 헤센과 카셀 시는 테스트 수행결과를 기반으로 시스템 아키텍처 문서와 서비스 시방서를 작성하였다. 이 문서에는 시스템 아키텍처 전체를 서비스 세부사항 기준으로 정의하고 있으며 C-ITS 서비스 구현에 대한 요건이 포함되어 있다.

[독일 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
725 (약 9억 7,120만 원)	1,493 (약 20억 7,870만 원)	2,091 (약 28억 108만 원)	2,508 (약 33억 5,969만 원)	1,590 (약 21억 2,994만 원)	1,524 (약 20억 4,087만 원)

(단위: k€)

[독일 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
1,510 (약 20억 2,213만 원)	7,758 (약 103억 8,920만 원)	12,116 (약 162억 2,526만 원)	9,401 (약 125억 8,944만 원)	8,570 (약 114억 7,660만 원)

(단위: k€)

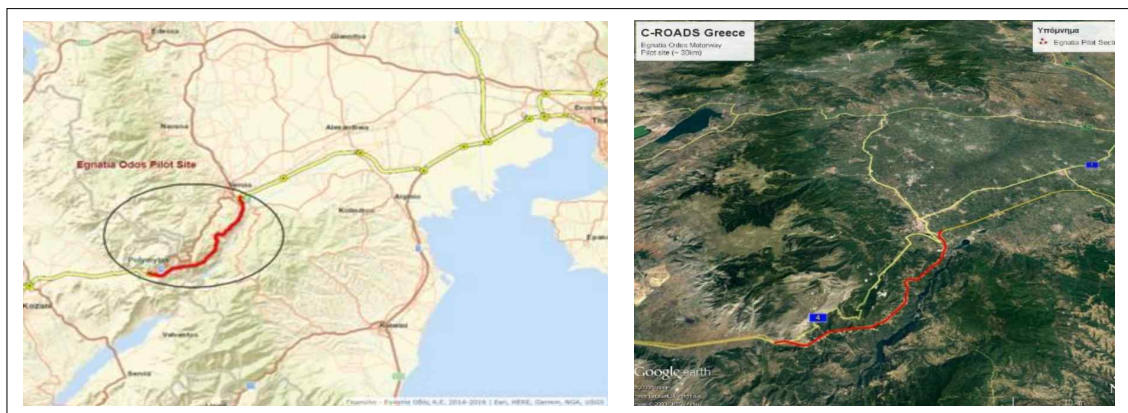
■ 그리스

▶ 사업배경 및 목적

그리스는 2019년 6월 C-Roads 플랫폼의 회원국이 되어 유럽 다른 국가들에 비해 프로젝트에 늦게 합류하였고, C-Roads 2 시범사업을 추진 중이다. 그리스 C-Roads 2 시범사업의 주요 목적은 ITS-G5와 셀룰러 통신 기술의 하이브리드 기술을 사용하여 C-ITS 서비스의 국가 단위 시범사업을 추진하는 것이다. 궁극적인 목표는 그리스와 유럽 전체에 상호운용 가능한 C-ITS 서비스를 대규모로 전개하기 위한 기반을 마련하는 것이다.

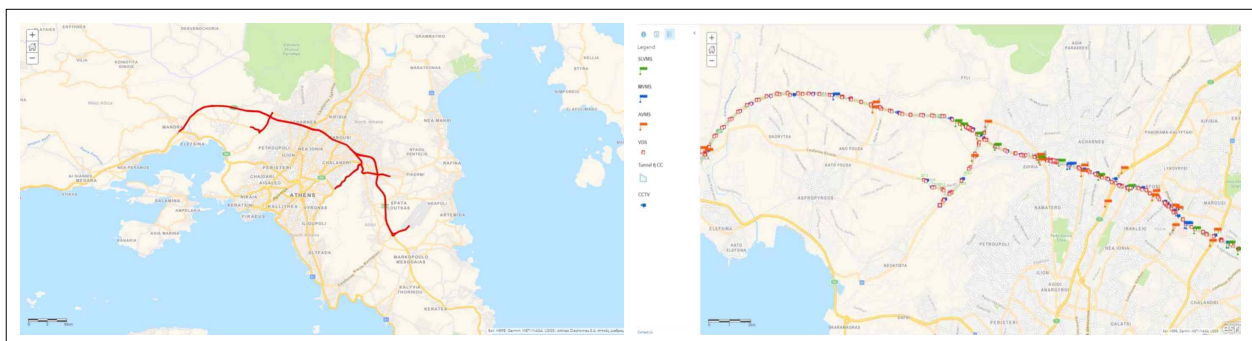
▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

그리스는 에그나티아(Egnatia)와 아티카(Attica) 두 지역에서 시범사업을 추진한다. 에그나티아 시범사업 구간인 Odos 고속도로는 660km 길이로, TEN-T 핵심 네트워크 도로의 일부이며 그리스 최서단 가장자리부터 터키 최동단 국경까지 그리스를 횡단하는 중요한 도로이다.



[그리스 에그나티아 Odos 고속도로의 시범사업 구간]

또 다른 시범사업 구간인 아티카 유료도로는 70km 길이의 고속도로로, TEN-T 핵심 네트워크 도로의 일부이자 아테네 대도시권의 순환도로이며 아티카 전체 도로망의 중추를 이루고 있다. 구체적인 시범사업 구간은 아티카 유료도로 중에서도 교통량이 가장 많은 20km 길이의 도로 중앙 구역에서 시행될 예정이다. 기존에 설치되어 있던 ITS 관련 장비(VMS, CCTV, 교통카메라, 교통감지 루프 등)는 시범사업 추진 과정에서 설치되는 C-ITS 현장 장비와 함께 활용될 예정이다.



[그리스 아티카 유료도로 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

그리스가 시범적 운영을 추진하기로 한 C-ITS 서비스 목록은 다음과 같다.

[그리스 시범운영 서비스 및 유스케이스]

서비스	유스케이스
도로작업 경고 (RWW, Road Works Warning)	- 차로 폐쇄(LC, Lane Closure) 및 그 외 제한사항
위험구역 알림 (HLN, Hazardous Locations Notification)	- 정지 차량(SV, Stationary Vehicle) - 날씨상황 알림(WCW, Weather Condition Warning) - 도로 장애물(OR, Obstacle on the Road)
차내알림 (IVS, In Vehicle Signage)	- 임베디드 VMS “Free Text”(EVFT, Embedded VMS Free Text) - 충격파 영향 감쇠(SWD, Shockwave Damping)
프로브 차량 데이터 (PVD, Probe Vehicle Data)	- 캠 어그리게이션(CA, Cam Aggregation)

2020년까지 그리스 C-Roads 2 시범사업을 통해 전체 작업계획의 약 25%가 달성되었다. 2020년 1분기에 두 개의 시범사업 구간에서 C-ITS 아키텍처 설계에 대한 준비 작업이 완료되었다. 그리고 다른 C-ITS 프로젝트의 다양한 물리적 및 기능적 아키텍처를 분석하여 그리스 C-Roads 관련 당사자 간 수행 가능한 역할과 책임을 정의하였다. 2020년 6월 기존 계획대로 컴포넌트 개발이 완료되어 시범사업 구간 별 니즈를 충족하는 세부사항이 정의되었다. 이를 기반으로 그리스는 2020년 12월 14일 C-ITS 이해관계자들을 대상으로 한 가상 워크숍을 개최하여 유럽에서의 C-ITS 구축, 이슈 등에 대한 논의를 이끌기도 하였다.

▶ 예산

[그리스 C-Roads 2 예산]

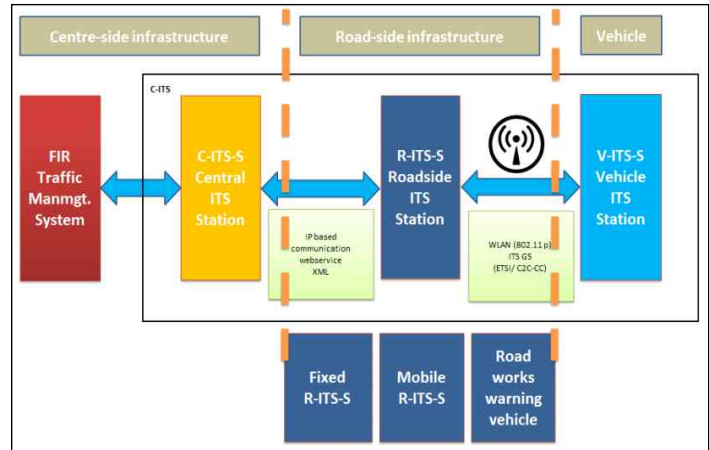
2019	2020	2021	2022	2023
27 (약 3,612만 원)	228 (약 3억 504만 원)	1,453 (약 19억 4,396만 원)	731 (약 9억 7,800만 원)	130 (약 1억 7,392만 원)

(단위: k€)

■ 헝가리

▶ 사업배경 및 목적

헝가리의 C-ITS 구축은 2015년 CROCODILE 프로젝트 1단계에서 시작되었으며 ITS-G5 인프라를 기반으로 도로 안전 개선, 특히 도로 작업구역의 개선에 초점을 맞추었다. CROCODILE 2.0 HU(2016-2019) 프로젝트의 프레임워크를 기반으로 2019년 5월까지 부다페스트 순환도로 M0를 따라 13개의 지점에 26개의 고정 노변장치가 추가적으로 설치되었다.



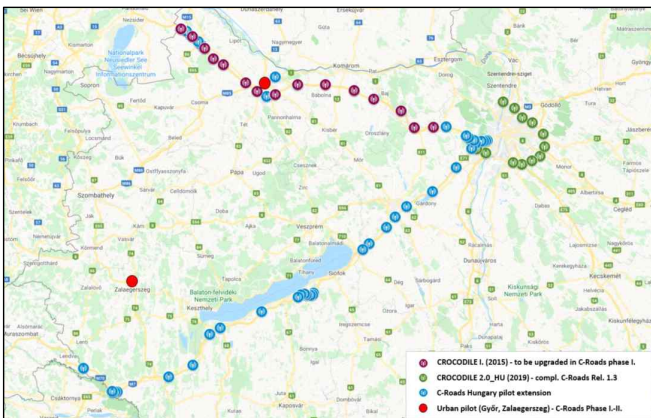
[CROCODILE 프로젝트 시스템 아키텍처]

CROCODILE 프로젝트 세 번째 단계(2018-2021)에서는 2021년 말까지 4개의 위치에 고정 노변장치 8개를 추가 도입하고 JCT No.16에 2개의 신호화된 교차로를 추가하여 고속도로 C-ITS 서비스를 개선하였다. 이러한 확장의 결과로 고속도로 M0를 따라 노변장치가 5km 마다 한 개씩 배치되었다.

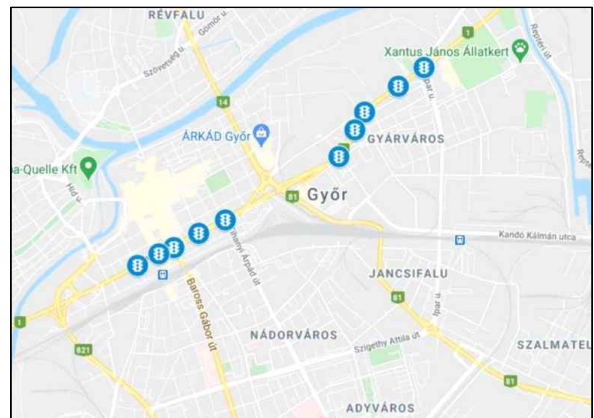
이를 기반으로 헝가리는 C-Roads 프로젝트를 통해 지리적 범위와 서비스 측면에서 C-ITS 인프라의 대규모 확장을 추진하였다. 특히 GLOSA 서비스뿐만 아니라 신호위반 경고 알림 등 교차로 안전성 향상 서비스를 도시에 배치하는 것에 중점을 두었다. 하이브리드 DSRC 및 셀룰러 통신 기술의 배치를 통한 통신 기술의 업그레이드 또한 같이 진행되었다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

헝가리 C-Roads 프로젝트 시범구간으로는 고속도로 M1, M7(지중해 도로) 및 M1 근방 죄르(Győr) 시, 자동차 시험장 근방 졸로에게르세그(Zalaegerszeg) 시가 선정되었다.



[헝가리 C-Roads 시범사업 구간]



[죄르(Győr) 시 C-Roads 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

헝가리 C-Roads 시범사업 테스트는 2020년 말에 완료되었으며 추진 내용은 다음과 같다.

① 기존 시범운영 시스템 업그레이드 (고속도로 M1)

고속도로 M1을 따라 기존에 설치된 시범운영 시스템을 기존 C-Roads Release 1.3에서 Release 1.6 사양을 준수하도록 업그레이드하였다. 이와 더불어 새로운 유스케이스 및 양방향 통신(I2V, V2I, V2X)과 하이브리드 통신(ETSI ITS-G5 및 셀룰러)을 도입하였다.

② 테스트 장치 구입 (차량 ITS 스테이션)

테스트를 위해 최소 20개의 차량 ITS 스테이션 장치를 구입하였으며 이를 활용하여 차내 신호, 위험지역 알림(날씨상황, 도로 장애물 등) 등의 서비스를 테스트하였다.

③ 도시 시범사업 (죄르 시)

헝가리는 도시 시범사업을 통해 노변 ITS 스테이션(R-ITS-S) 요소 및 새로운 기능·메시지 유형을 구현함으로써 죄르 시의 신호화된 교차로에 기반한 협력 시스템을 구축하였다.

④ 시범사업 구간의 확장

헝가리는 고속도로 M1과 M7을 따라 43개의 새로운 노변 ITS 스테이션을 설치하여 C-ITS 서비스를 제공할 수 있는 공간을 확장하였다.

▶ 향후 계획

헝가리의 C-Roads 2 프로젝트는 C-Roads에서 시행된 죄르 시의 시범사업 분석결과를 기반으로 자율주행 및 커넥티드카에 대한 도시 환경 조성에 집중하고 있다. 오스트리아, 슬로베니아, 헝가리는 3국간 협력을 통해 국경을 초월한 C-ITS 시험사업 구간을 구현할 계획이다. 헝가리는 C-Roads 2를 통해 대도시 지역과 TEN-T 도로에 C-ITS 서비스를 구현함으로써 이러한 계획의 기반을 마련할 예정이다.

▶ 예산

[헝가리 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	2 (약 268만 원)	5 (약 671만 원)	26 (약 3,491만 원)	585 (약 7억 8,551만 원)	1 (약 134만 원)

(단위: k€)

[헝가리 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
10 (약 1,342만 원)	100 (약 1억 3,430만 원)	1,785 (약 23억 9,732만 원)	1,187 (약 15억 9,418만 원)	10 (약 1,343만 원)

(단위: k€)

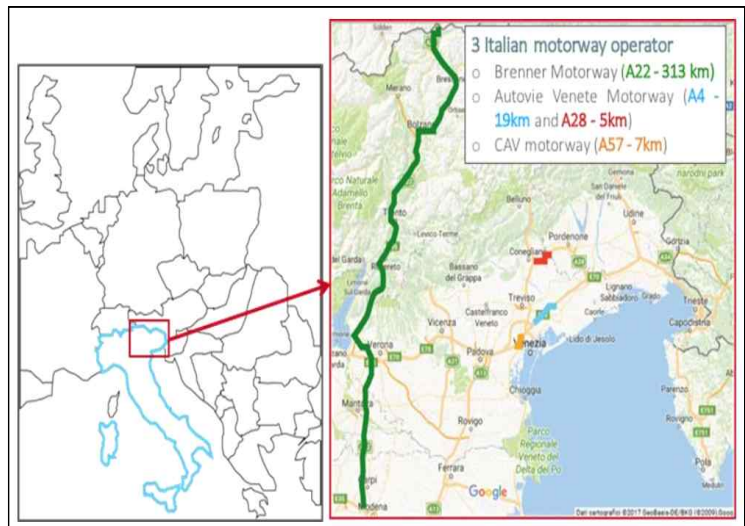
■ 이탈리아

▶ 사업배경 및 목적

이탈리아 C-Roads 시범사업의 주요 목표는 트럭 군집주행, 고속도로 운전기능(승용차), 트럭과 승용차 복합 시나리오 등에서 자율주행 애플리케이션을 구축하는 것이다. 이를 위해 이탈리아는 V2X 기술을 기반으로 한 협력 시스템을 실제 교통상황에 맞춰 구현하고 테스트 하였다. 이는 인프라의 업그레이드뿐만 아니라 V2I C-ITS 서비스 및 V2X 차량 제어 전략과의 통합을 의미하며 주로 모빌리티 분야에 큰 기여를 할 수 있을 것으로 예상된다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

이탈리아 C-Roads 시범사업 구간은 다음 그림과 같으며, 관련 도로구간 367km를 따라 82대의 노변장치가 설치되었다. 시범사업 구간에 고속도로 운전기능을 구현하기 위해 V2X 통신 펌웨어와 차량 제어/액션 소프트웨어가 설치되었다. 이를 통해 차량은 ITS-G5 및 4G 클라우드 연결을 기반으로 하는 V2X 통신으로 다른 차량과 메시지를 교환하고, 설치된 노변장치로부터 메시지를 수신할 수 있게 되었다.



[이탈리아 C-Roads 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

① 트럭 군집주행

이탈리아는 C-Roads 시범사업을 통해 4대의 트럭 군집주행을 지원하는 소프트웨어를 완성하였다. 2020년 말에 소프트웨어 테스트가 시작되었으며 2021년에 해당 기능이 개시되었다. 군집주행 기술을 통해 트럭은 30만 km 이상을 주행할 수 있었다. 이와 동시에, 차량 통신은 인프라(V2I) 및 관련 C-ITS 서비스(저속 또는 정지차량 경고, 교통체증 경고 등)를 제공하기에 적합한지 테스트되었다.

② 고속도로 운전기능 (승용차)

3대의 차량에 고속도로 운전기능이 탑재되고 C-ITS 설비가 장착되었으며, 현재 브레너(Brenner) 고속도로를 따라 운행 중이다.

▶ 향후 계획

이탈리아는 C-Roads 시범사업 분석결과를 기반으로 트럭 군집주행 기술을 실제 사용 환경에서 가장 효과적으로 운영하기 위한 개선요소를 파악하는데 집중하고 있다. 이와 더불어 C-Roads 2 시범사업을 통해 베로나(Verona) 및 트렌토(Trento) 시의 실제 도시 교통 조건에서 노상주차관리, 녹색신호 통과를 위한 최적속도 조언, 신호위반 알림 등의 C-ITS 서비스를 연구하고 테스트하는 것을 목표로 한다.

또한, 오스트리아 고속도로 사업자인 Asfinag社와 합의하여 국경 제한 없이 관련 데이터를 확보할 수 있도록 시범사업을 브레너 지역의 오스트리아 도로망까지 확장할 예정이며, 이를 통해 이탈리아는 C-Roads-2 시범사업에서 C-Roads 플랫폼의 요구에 따라 C-ITS 서비스의 완전한 상호운용성을 검증하고자 한다.

▶ 예산

[이탈리아 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	2,244 (약 30억 826만 원)	3,752 (약 50억 3,023만 원)	4,437 (약 59억 4,859만 원)	2,803 (약 37억 5,792만 원)	5,406 (약 72억 4,771만 원)

(단위: k€)

[이탈리아 C-Roads 2 예산]

2018	2019	2020	2021	2022	2023
116 (약 1억 5,551만 원)	1,320 (약 17억 6,969만 원)	1,915 (약 25억 6,740만 원)	4,005 (약 53억 6,942만 원)	3,756 (약 50억 3,559만 원)	2,625 (약 35억 1,928만 원)

(단위: k€)

■ 아일랜드

▶ 사업배경 및 목적

아일랜드는 그리스와 마찬가지로 C-Roads 플랫폼에 늦게 합류하여 C-Roads 2 시범사업을 추진 중이다. 아일랜드의 C-Roads 2 시범사업은 V2V 및 V2I 통신을 기반으로 아일랜드 교통 인프라 도로망(TEN-T) 및 더블린(Dublin) 도심에서 C-ITS 서비스를 테스트하고 평가하는 것을 목적으로 한다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

아일랜드의 시범사업 구간은 총 5개의 구역으로 나뉜다. 각 시범사업 구간 및 구간별 테스트 수행내용은 다음과 같다.

[아일랜드 C-Roads 2 시범사업 구간 개요]

구역	개요
Session 1	<ul style="list-style-type: none"> - 북아일랜드 국경과 드로게다(Drogheda) 국경 사이 고속도로 M1 - 국가 간 상호운용적인 서비스를 입증하기 위한 테스트 수행
Session 2	<ul style="list-style-type: none"> - 드로게다와 M50/M7 인터체인지 사이 고속도로 M1과 M50 - ITS-G5 인프라를 설치하여 하이브리드 통신 테스트 수행 - Day 1 서비스 테스트 수행
Session 3	<ul style="list-style-type: none"> - M50/M7 인터체인지와 코크(Cork) 사이 고속도로 M7과 M8 - Day 1 서비스 및 Day 1.5 서비스를 포함하여 서비스 카테고리의 전반적인 테스트 수행
Session 4	<ul style="list-style-type: none"> - 더블린(Dublin) 시내 및 TEN-T 네트워크에 연결되는 도로를 따라 C-ITS 서비스 테스트 수행
Session 5	<ul style="list-style-type: none"> - 리메릭(Limerick)과 M8 교차로 사이 고속도로 M7과 M18 - 다양한 서비스를 시범적으로 실시하며, V2V 및 V2I 기반 악천후 경고알림 서비스 포함



[아일랜드 C-Roads 2 시범사업 구간]

아일랜드는 시스템 설계와 노변 인프라 설계를 모두 포함하는 시범사업 설계를 완료한 후, 2020년 8월까지 C-ITS-S 및 노변장치, 차내장치 공급 계약을 체결하였다. 이는 COVID-19 이슈 등으로 인해 원래 예정일자보다 5개월이나 늦어진 계약이었다. 이러한 C-ITS 도급업체 지연으로 인해 당초 예상되었던 기간 내에 노변장치를 설치할 수 없었으며, 이에 따라 ITS-G5 설치는 2020년 내에 완료될 수 없었다. 결국 노변장치는 단계적으로 도입되어 2021년 말까지 설치가 완료되었다.

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

아일랜드는 사업구간 Session 1부터 Session 5에서 다양한 Day 1 및 Day 1.5 C-ITS 서비스를 시범적으로 실시하였으며, 특히 북아일랜드 국경과 드로게다 국경 사이 고속도로 (Session 1)에서 국가 간 상호운용적 서비스를 입증하기 위한 테스트를 수행하였다.

또한, 무선 통신 범위 측면에서 최적의 노변장치 배치 위치를 식별하기 위한 ITS-G5 무선 모델링이 수행되었다. 분석 결과 예상했던 지점보다 배치 위치가 줄어들어 비용이 절감될 것으로 예측되었다.

▶ 향후 계획

아일랜드는 노변장치 배치 위치 감소를 통해 비용을 절감하는 만큼 노변장치 네트워크를 확장할 수 있는지에 대한 논의를 지속적으로 이어나갈 계획이다. 그리고 노변장치가 설치되는 마지막 고속도로 구간인 3번 교차로와 4번 교차로 사이 고속도로 M50에서 2022년 2 분기에 C-ITS 서비스 테스트를 완료할 예정이다.

▶ 예산

[아일랜드 C-Roads 2 예산]

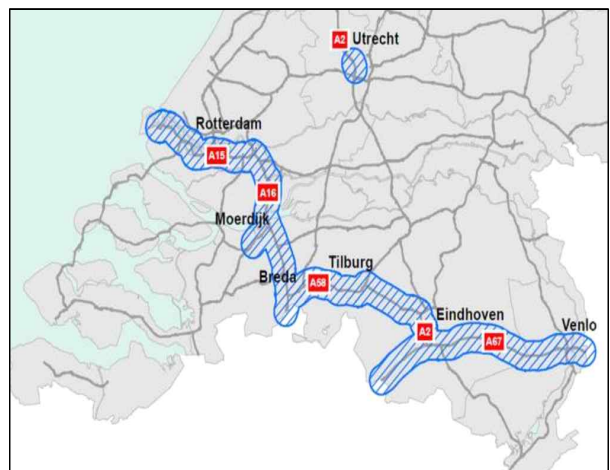
2019	2020	2021	2022	2023
593 (약 7억 9,363만 원)	717 (약 9억 5,958만 원)	2,277 (약 30억 4,740만 원)	3,248 (약 43억 4,692만 원)	2,612 (약 34억 9,368만 원)

(단위: k€)

■ 네덜란드

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

네덜란드 C-Roads 시범사업 구간은 유로포트 로테르담(Europort Rotterdam)에서 벨기에 국경까지의 TEN-T 핵심 네트워크 도로인 A15과 A16, 벨기에 국경부터 아인트호벤(Eindhoven)을 거쳐 펜로(Venlo)까지 이어지는 도로 A67이 선정되었다. 이후, 이 두 구간을 연결하여 끊임 없는 서비스를 제공하는 완전한 진행형 도로를 제공하기 위해, 브레다(Breda)에서 아인트호벤까지의 도로 구간인 A58과 A2가 추가되었다. 전체 시범사업 구간의 길이는 약 268km이다.



[네덜란드 C-Roads 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

네덜란드는 2016년 ITS-G5 통신을 기반으로 한 RWW(트레일러 기반 휴대용 솔루션) 및 PVD 서비스 관련 연구를 시작하였다. 2017년 3월에는 로테르담 남쪽 A16 고속도로에서 RWW와 IVS를 활용한 시범사업이 진행되었으며, 하이브리드 통신 구현을 위해 셀룰러 통신 기술이 추가적으로 도입되었다. 2017년 7월, ITS-G5 통신을 활용한 서비스 상호운용성 확보를 위해 테스트 지역이 도로 A16까지 확장되었다.

네덜란드 GLOSA 서비스의 시범운영 지역은 헬몬트(Helmond) 시로 확정되었으며, 2018년에 1단계 테스트를 진행하고 서비스 적용범위를 29개의 교차로로 확장하였다. 2019년 GLOSA 서비스 2단계 테스트는 ITS-G5와 셀룰러 기반 하이브리드 통신 서비스에 집중하고 교차로 신호제어기를 배치하였다. 이러한 교통신호 제어기는 신호정보 메시지를 주기적으로 제공하는 역할을 하며, 이를 기반으로 네덜란드의 많은 서비스 제공업체들이 차내장치에 표시되는 GLOSA 정보를 제공할 수 있게 되었다.

지속적으로 GLOSA 서비스 시범운영을 추진하기 위해, 노어드 브라반트(Noord Brabant) 주는 다수의 운송회사와 맺은 기존 협력관계를 활용하여 서비스 사용자를 확보하였다. 1단계 테스트가 진행된 2018년부터 약 50대의 차량이 녹색신호 우선권 및 GLOSA 서비스의 운영을 시작하였다. 2단계 테스트가 진행된 2019년에는 20명의 운전자들을 통해 서비스 테스트를 지속적으로 수행하였으며, 결국 2020년부터 해당 서비스를 정상적으로 운영할 수 있었다. 네덜란드는 2019년 활동을 마지막으로 C-Roads 시범사업을 마무리하였다.

▶ 향후 계획

네덜란드의 C-Roads 시범사업 구간은 산업 및 물류 지역인 로테르담 항, 펜로 무역항구에 근접하고 있다. 이러한 지역적 특성을 고려하여 해당 지역에 대한 접근성을 향상시키고 교통 편의성을 증진하기 위해, 네덜란드는 C-ITS 시범사업을 추후 스마트 모빌리티 솔루션 시범사업으로 확장할 계획이다.

[네덜란드 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
1,100 (약 14억 7,103만 원)	3,700 (약 49억 4,801만 원)	5,200 (약 69억 5,396만 원)	3,300 (약 44억 1,490만 원)	-	-

(단위: k€)

■ 노르웨이

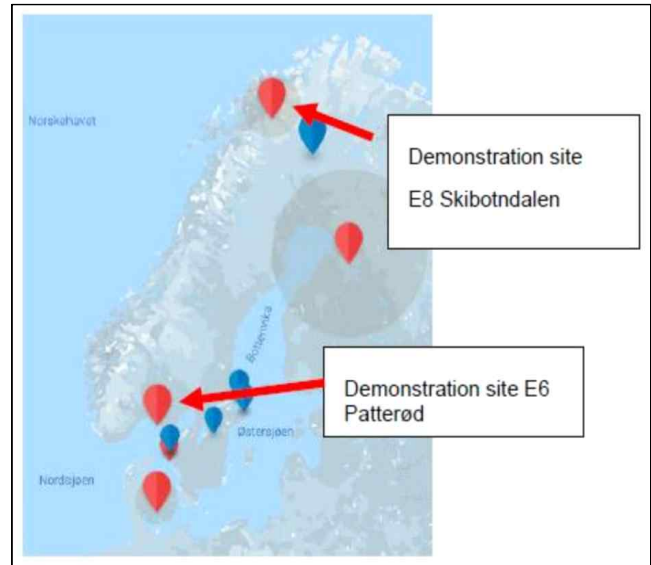
▶ 사업배경 및 목적

노르웨이 C-Roads 시범사업 또한 앞서 설명한 핀란드와 마찬가지로 NordicWay 2 프로젝트(2017-2020)의 일부였다. 덴마크, 핀란드, 노르웨이 및 스웨덴 북유럽 국가들은 NordicWay

프로젝트를 통해 상호운용 가능한 C-ITS 서비스를 개발하고자 한다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

노르웨이 C-Roads 시범사업은 트롬쇠(Tromsø)부터 핀란드 국경으로 향하는 도로를 테스트 구간으로 선정하였다. 주요 시범사업 구간은 스키토른(Skibotn)에서 킬피셰르비(Kilpisjärvi)까지 이어지는 도로이지만, 특정 서비스를 테스트하기에 적절한 경우 고속도로 E8 및 다른 도로 구간도 시범사업 구간에 포함하였다. 또한, 노르웨이 C-ITS 서비스 시범운영은 셀룰러 통신을 기반으로 하지만, 특정 노변 인프라 및 차량의 상호운용성 보장을 위해 필요한 경우, ITS-G5 설비를 추가하였다.



[노르웨이 C-Roads 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

노르웨이 C-Roads 시범사업은 Day 1 및 Day 1.5 C-ITS 서비스 유스케이스와 노르웨이 종합 네트워크 주요 화물 경로에서의 커넥티드카/자율주행을 위한 인프라 맵핑을 수행한다. 구체적인 시범사업 수행내용은 다음과 같다.

① Day 1 및 Day 1.5 C-ITS 서비스 유스케이스

[노르웨이 Day 1 서비스, Day 1.5 서비스 시범운영 목록]

서비스 구분	서비스명
Day 1 서비스	▷ 위험지역 알림(Hazardous location notifications) <ul style="list-style-type: none"> - 저속 또는 정지차량 및 전방 교통상황 경고(Slow or stationary vehicles & Traffic ahead warning) - 기상상태 및 도로상황 알림(Weather and road conditions) - 긴급제동 경고(Emergency brake light)
	▷ 도로작업 경고(Road works warning) <ul style="list-style-type: none"> - 도로 및 차로 폐쇄(Road and lane closure) - 모바일 도로작업 알림(Mobile road works)
	▷ 차내 정보제공(In vehicle signals) <ul style="list-style-type: none"> - 차내 속도제한(In vehicle speed limits)
	▷ 신호 교차로(Signalized intersection) <ul style="list-style-type: none"> - 신호위반/교차로 안전(Signal Violation/intersection safety) - 녹색신호 통과를 위한 최적속도 권고(GLOSA, Green light optimal speed advisory)
	▷ 프로브 차량 데이터(Probe vehicle data) <ul style="list-style-type: none"> - 단일 차량 데이터(Single vehicle data)

서비스 구분	서비스명
Day 1.5 서비스	<ul style="list-style-type: none"> - 대체연료 차량 급유 및 충전소 정보(Information on fuelling & charging stations for alternative fuel vehicles) - 노상주차 정보제공 및 관리(On street parking information and management) - 교통정보제공 및 스마트 경로안내(Traffic information & Smart routing) - 협력 충돌위험 경고(Cooperative collision risk warning)

저속 또는 정지차량 및 전방 교통상황 경고, 기상상태 알림, 교통정보제공 및 스마트 라우팅 서비스는 북유럽 국가 전역에서의 상호운용성 보장을 위해 NodicWay 2 네트워크 전체에서 테스트된다. 기상상태 알림 서비스는 미끄러운 도로를 감지하는 기능이 포함되어 있는데, 이는 북유럽 겨울철 도로에서 교통안전을 보장하기 위한 중요한 기능으로 작용한다. 또한, 녹색신호 통과를 위한 최적속도 권고알림 테스트는 병목현상 지역, 좁은 도로, 터널 등을 중점으로 가상신호등을 사용하여 테스트하는 방향으로 진행되었다.

② 노르웨이 종합 네트워크 주요 화물 경로에서의 커넥티드카/자율주행을 위한 인프라 맵핑

이 시범사업은 C-ITS 서비스 운영을 위해 인프라를 재구축하는 동시에 차량 센서가 네트워크의 어느 부분을 읽기 어려워하는지 식별하고, 도로당국의 백엔드로부터 정보를 전달할 수 있는지 여부를 탐색하는 것을 목표로 하였다. 관련 데이터는 모바일 네트워크 커버리지 및 품질, GNSS 가용성 및 품질, 인프라에 대한 차량의 이해까지 총 3개의 그룹으로 나뉘어 기록되었다.

▶ 향후 계획

노르웨이는 2021년부터 2023년까지 수행되는 NordicWay 3 C-ITS 프로젝트를 통해 셀룰러 네트워크와 C-Roads 하이브리드 통신 교환 노드 아키텍처를 사용하여 간선 도로망과 도시 환경에서 C-ITS 서비스 시범운영을 추진할 예정이다.

▶ 예산

[노르웨이 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	1,900 (약 25억 4,328만 원)	1,800 (약 24억 942만 원)	1,500 (약 20억 751만 원)	1,100 (약 14억 7,217만 원)	0

(단위: k€)

[노르웨이 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
320 (약 4억 2,844만 원)	840 (약 11억 2,465만 원)	1,010 (약 13억 5,323만 원)	1,030 (약 13억 8,003만 원)	1,030 (약 13억 8,003만 원)

(단위: k€)

■ 포르투갈

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

포르투갈은 핵심 네트워크 및 종합 네트워크 관련 시범사업 세 구간과 도시 시범사업 두 구간을 포함하여 대서양 도로 총 다섯 구간에 C-ITS 테스트베드를 설치하였다. 테스트베드 시범사업 결과를 기반으로 포르투갈은 C-ITS 서비스, 특히 Day 1 서비스 및 Day 1.5 서비스를 전국적으로 대규모 전개하기 위한 연구를 병행 추진하였다.

① 시범사업 1 - 단일 액세스 포인트 - SPA 서비스를 위한 SPA 및 SPApp 사용

현재 포르투갈에는 BRISA, ACMINI, NORSCUT와 같은 도로 운영자 등 DATEX II 포맷의 개별 기관에 정보를 전송하는 다양한 교통 데이터 생산자가 있으며, 이들은 교통 데이터 교환을 위해 이미 개방형 EU 표준을 사용하고 있다. 하지만 공식적인 포르투갈 국가 액세스 포인트는 부재한 상황이다. 이에 포르투갈은 시범사업 1을 통해 위원회 위임 규정(Commision Delegated Regulation(EU)) 2015/962 및 위원회 위임 규정(Commision Delegated Regulation) 886/2013에 따라 설계된 국가 단일 액세스 포인트(SPA, Single Access Point) 프로토타입 설계를 추진하였다. 또한, SPA에서 제공하는 정보를 기반으로 부가 서비스를 제공하는 모바일 애플리케이션(SPApp)이 SPA 프로토타입과 함께 테스트되었다. 이 시범사업은 향후 포르투갈에 SPA를 도입할 수 있는 기반을 마련하는 것을 궁극적인 목표로 한다. 본 시범사업은 다음과 같은 두 개의 서브 활동으로 구성된다.

[시범사업 1 - 단일 액세스 포인트 서브 활동]

활동 구분	활동 개요
Sub-activity 1.1	<ul style="list-style-type: none"> ▷ SPA를 확립하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어의 기술적 요건 식별 - SPA를 설치하기 위한 특정 요건 - DATEX에 따른 데이터 인터페이스를 포함하는 시스템 모델링
Sub-activity 1.2	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 운전자와 고속도로 운영자 간 부가가치 서비스를 가능하게 하는 SPA 모바일 애플리케이션의 설계 및 개발 - 다음과 같은 Day 1 서비스 제공을 위한 설계 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> * (Day 1 서비스) 저속 또는 정지차량 알림, 전방 교통체증 경고 알림, 기타 위험지역 알림, 도로작업 경고 알림, 기상상태 알림

② 시범사업 2 - C-ITS를 위한 포르투갈 네트워크

시범사업 2는 발렌사(Valença) 및 카이아(Caia)의 국경 교차 구간과 리스본(Lisbon) 및 포르토(Porto) 시에 접근할 수 있는 도로를 포함한 460km의 네트워크에 Day 1 및 Day 1.5 서비스를 테스트하는 것을 목적으로 한다. 이 시범사업에서는 하이브리드 통신 시스템(ITS-G5 및 셀룰러)을 기반으로 다양한 유형의 도로(수도권 도로, 도시 간 도로, 고속도로 등)에서 서비스를 테스트하는 것에 집중하며, 이를 달성하기 위해 다음과 같은 3개의 서브 활동으로 구성된다.

[시범사업 2 - C-ITS를 위한 포르투갈 네트워크 서브 활동]

활동 구분	활동 개요
Sub-activity 2.1	<p>▷ 발렌사 교차 구간(고속도로 A3, A28), 도시형 IC 노드(A6), 핵심 네트워크(A1, A2, A3, A6, A12), 종합 네트워크(A2, A22, A27, A28)에서의 C-ITS 서비스 시범운영</p> <p>- 노변장치 88개, 차내장치 29개, 차량 29대를 활용하여 다음과 같은 Day 1 및 Day 1.5 서비스 테스트</p> <p>* (Day 1 서비스) 긴급제동 경고, 긴급차량 접근 알림, 저속 또는 정지차량 알림, 전방 교통체증 경고, 기타 위험지역 알림, 도로작업 경고, 기상상태 알림, 차내 알림, 차내 속도제한 알림, 프로브 차량 데이터, 충격파 감쇠</p> <p>* (Day 1.5 서비스) 노외주차(Off street parking) 정보 알림, 주차 및 승차 정보 알림, 대체연료 차량 및 충전소 정보 알림, 교통정보 알림 및 스마트 라우팅, 도시 지역에서 특정구역 접근 통제, 잘못된 운전 알림</p>
Sub-activity 2.2	<p>▷ A25 고속도로 및 리스본(Lisbon)의 도시 노드(N6 도로 입구)에서 사용자에게 C-ITS를 제공하는 차내 앱 개발 및 테스트</p> <p>- 하이브리드 통신 시스템(ITS-G5 및 셀룰러)을 활용하여 차내 앱 개발 및 테스트</p> <p>- 두 개의 도로에 24대의 노변장치, 20대의 차내장치 설치</p> <p>- A25 고속도로 및 N6 도로를 통해 리스본 도심 노드로 진입할 때 다음과 같은 Day 1 및 Day 1.5 서비스를 제공</p> <p>* (Day 1 서비스) 저속 또는 정지차량 알림, 전방 교통체증 알림, 기타 위험지역 알림, 도로작업 경고, 기상상태 알림</p> <p>* (Day 1.5 서비스) 노외주차 정보 알림, 교통정보 알림 및 스마트 라우팅</p>
Sub-activity 2.3	<p>▷ 가르두냐 터널(Túnel da Gardunha, A23 도로)에서의 C-ITS 서비스 개발</p> <p>- A23 도로의 가르두냐 터널 내부 및 외부 20km에 6대의 노변장치 설치, 10대의 차내장치 설치</p> <p>- 하이브리드 통신 시스템(ITS-G5 및 셀룰러)을 활용하여 터널 내부 및 주변에서 다음과 같은 Day 1 서비스 제공</p> <p>* (Day 1 서비스) 긴급차량 접근 알림, 저속 또는 정지차량 알림, 전방 교통체증 경고, 기타 위험지역 알림, 도로공사 경고, 기상상태 알림, 차내 알림, 차내 속도제한 알림</p>

③ 시범사업 3 – 커넥티드카/자율주행차를 위한 네트워크 준비

시범사업 3은 하이브리드 통신을 활용하여 레벨 2, 레벨 3의 자율주행 차량과 커넥티드카를 위한 TEN-T 네트워크를 준비하는 것을 목표로 하며, 실제 주행환경에서 시범사업을 진행하기 위해 다음과 같은 세 개의 서브 활동으로 구성된다.

[시범사업 3 - 커넥티드카/자율주행차를 위한 네트워크 준비 서브 활동]

활동 구분	활동 개요
Sub-activity 3.1	<p>▷ 개방형 도로에서의 커넥티드카/자율주행차 시범운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - A27 고속도로(비아나 도 카스텔로 - 폰테 데 리마(Viana do Castelo - Ponte de Lima)) 88.3km, A28 고속도로(포르토 - 카미냐(Porto - Caminha)) 88.6km, A3 고속도로(포르토 - 브라가(Porto - Braga)) 40km 구간에 C-ITS 서비스 개발 - 자율주행 레벨 2, 레벨 3을 대상으로 사업구간에 다음과 같은 Day 1 및 Day 1.5 서비스 테스트 <ul style="list-style-type: none"> * (Day 1 서비스) 긴급제동 경고, 저속 또는 정지차량 알림, 기타 위험지역 알림, 도로작업 경고, 기상상태 알림, 차내 알림, 차내 속도제한 알림, 신호위반 알림/교차로 안전 * (Day 1.5 서비스) 노외주차 정보 알림, 주차 및 승차 정보 알림
Sub-activity 3.2	<p>▷ 홀리데이 고속도로(Holiday motorway, A2) C-ITS 서비스 시범운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - A2 고속도로의 240km(알마다(Almada))에서 알부페이라(Albufeira)까지의 홀리데이 고속도로 구간에서 C-ITS 서비스 시범운영 - Sub-activity 2.1에서 설치된 장치 일부와 추가적으로 설치되는 노변장치 50대를 기반으로 다음과 같은 Day 1 및 Day 1.5 서비스 테스트 <ul style="list-style-type: none"> * (Day 1 서비스) 긴급제동 알림, 전방 교통체증 경고, 기타 위험지역 알림, 도로 작업 경고, 기상상태 알림, 차내알림, 차내 속도제한, 프로브 차량 데이터 * (Day 1.5 서비스) 주차 및 승차정보, 대체연료 충전소 정보, 교통정보 알림 및 스마트 라우팅, 도시 내 특정구역 접근 통제, 잘못된 운전방식 알림
Sub-activity 3.3	<p>▷ 고급 C-ITS 서비스를 위한 커넥티드카 시범운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 핵심 네트워크의 고속도로 204km 및 도시 노드로 접근하는 A1 66km, A2 54km, A5 25km, A9 35km, A12 24km 구간에서 C-ITS 서비스 시범운영 - Sub-activity 2.1에서 설치된 장치 일부와 추가적으로 설치되는 노변장치 30대, 차내장치 50대를 기반으로 다음과 같은 Day 1 및 Day 1.5 서비스 테스트 <ul style="list-style-type: none"> * (Day 1 서비스) 긴급제동 알림, 저속 또는 정지차량 알림, 전방 교통체증 경고, 기타 위험지역 알림, 도로 작업 경고, 기상상태 알림, 차내알림, 차내 속도제한, 프로브 차량 데이터 * (Day 1.5 서비스) 주차 및 승차 정보, 대체연료 충전소 알림, 교통정보 알림 및 스마트 라우팅, 도시 내 특정구역 접근 통제, 잘못된 운전방식 알림 등

④ 시범사업 4 – 리스본(Lisbon) 도시 노드 C-ITS 시범운영

시범사업 4는 포르투갈의 수도인 리스본 시에서 C-ITS 서비스를 제공하는 것을 목표로 하며, 다음과 같은 다섯 개의 서브 활동으로 구성된다.

[시범사업 4 - 리스본 도시 노드 C-ITS 시범운영 서브 활동]

활동 구분	활동 개요
Sub-activity 4.1	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 리스본 교통 서비스 수준 모니터링 및 이동시간 예측 <ul style="list-style-type: none"> - 셀룰러 통신을 기반으로 A36 도로 10.5km 구간에서 다음과 같은 Day 1 및 Day 1.5 서비스 제공 애플리케이션 배포 <ul style="list-style-type: none"> * (Day 1 서비스) 저속 또는 정치차량 알림, 전방 교통체증 경고 * (Day 1.5 서비스) 교통정보 알림 및 스마트 라우팅 - Sub-activity 2.1 및 Sub-activity 2.1을 통해 설치된 노변장치 활용 - 애플리케이션은 총 교통량 데이터를 검색하고 최소 두 개의 O/D(출발지/목적지(Origin/Destination))를 생성하여 교통 관리 센터에 공급
Sub-activity 4.2	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 리스본 주차가능공간 알림 시스템 시범운영 <ul style="list-style-type: none"> - 셀룰러 통신을 기반으로 리스본 중심도로 2.7km 구간에서 서비스 시범운영 - 약 25대의 차량을 대상으로 다음과 같은 Day 1.5 서비스 제공 애플리케이션 배포 <ul style="list-style-type: none"> * (Day 1.5 서비스) 노상주차 정보알림, 노외주차 정보알림, 주차 및 승차정보 알림, 대체연료 충전소 정보제공, 스마트 라우팅 - 리스본에서 이용 가능한 주차공간에 대한 정확한 정보를 제공하는 통합 인프라 기반 센서 시스템인 기존 EMEL 주차 솔루션을 기반으로 구축 - Day 1.5 서비스 제공을 위해 기존 주차 솔루션 EMEL을 센서 장치의 견고함, 센서 네트워크 안정성, 도시 서비스 품질, 사용자 중심 요구사항 측면에서 다른 기술과 통합
Sun-activity 4.3	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 리스본 주차 및 교통정보를 제공하는 차내 앱 시범운영 <ul style="list-style-type: none"> - 리스본으로 이어지는 접근 도로인 A36 9.8km 구간을 대상으로 교통상황 및 위험상황 알림 서비스(Day 1), 주차가능공간 알림 서비스(Day 1.5) 테스트 - 하이브리드 기술(ITS-G5 및 셀룰러)을 기반으로 5대의 차량 이용
Sub-activity 4.4	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 리스본 교량의 긴급차량 우선순위 서비스 시범운영 <ul style="list-style-type: none"> - 리스본 중앙 교량에 응급차량 등 우선순위 부여 차량을 대상으로 녹색신호를 우선 부여하여 대중교통 차선의 효율성을 개선
Sub-activity 4.5	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 리스본 모빌리티 허브 <ul style="list-style-type: none"> - 리스본에 접근할 수 있는 도시 간 고속도로 A2, A5, A9을 대상으로 테스트 수행

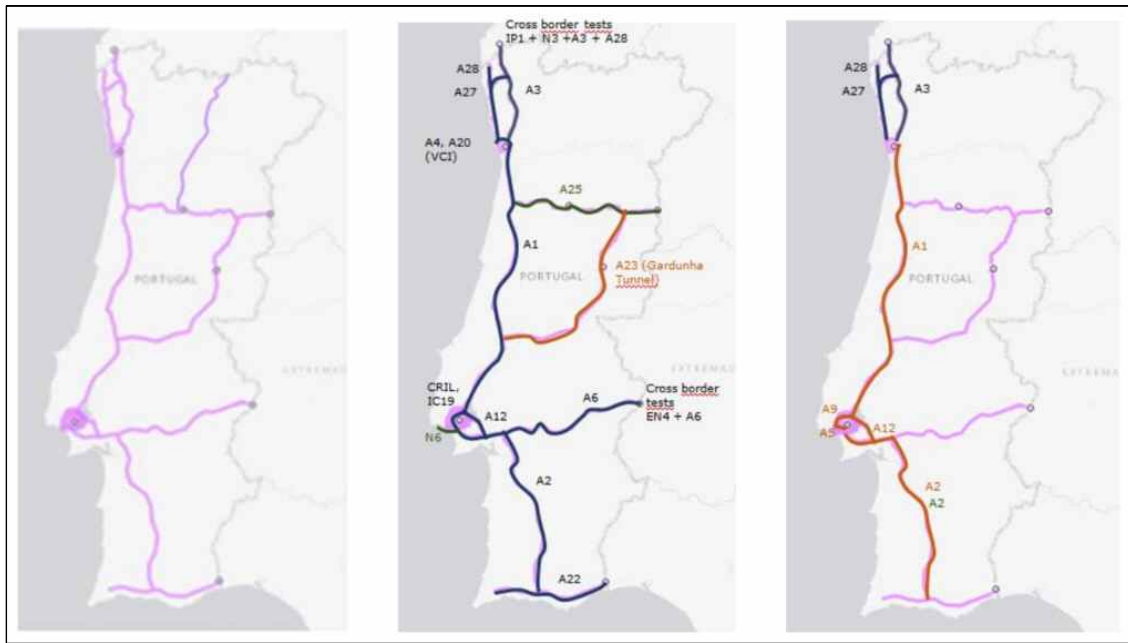
활동 구분	활동 개요
	<ul style="list-style-type: none"> - 모빌리티 서비스 제공(MaaS, Mobility as a Service) 개념으로서 다른 교통수단과의 연결을 통해 카셰어링 등 다양한 서비스를 제공하며, 구체적인 제공 서비스 목록은 다음과 같음 * (Day 1 서비스) 긴급제동 알림, 저속 또는 정치차량 알림, 전방 교통체증 경고 알림, 기타 위험지역 알림, 도로 작업 경고, 기상상태 알림, 차내알림, 차내 속도제한, 프로브 차량 데이터를 * (Day 1.5 서비스) 주차 및 승차 정보, 대체연료 충전소 정보, 교통정보 및 스마트 라우팅, 도시 내 특정구역 접근 통제

⑤ 시범사업 5 – 포르토(Porto) 도시 노드 C-ITS 시범운영

시범사업 5는 포르투갈 북부 항구도시이자 포르투갈 제2의 도시인 포르토 시의 C-ITS 구축을 목표로 하며, 다음과 같은 두 개의 서브 활동으로 구성된다.

[시범사업 5 - 포르토 도시 노드 C-ITS 시범운영 서브 활동]

활동 구분	활동 개요
Sub-activity 5.1	<p>▷ 포르토 단기 교통량 예측을 위한 C-ITS 시범운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 셀룰러 통신, 와이파이 및 DATEX 통신 기술을 활용하여 실시간 교통량 및 2시간 단기 교통량을 예측하는 C-ITS 시스템 테스트 - 교통 흐름, 도로 차량 속도, 사고 발생, 정체, 도로 공사 등의 실시간 교통정보를 교통관리센터로 전송하여 도로 병목현상 및 기타 교통 정체에 대처하기 위한 비상계획 수립 지원
Sub-activity 5.2	<p>▷ 지능형 버스와 포르토 인프라의 V2I 및 IV2 통합</p> <ul style="list-style-type: none"> - DATEX II 통신 프로토콜 및 셀룰러 통신 기술을 사용하여 약 1.4km의 도로에서 지능형 버스와 포르토 인프라 통합 테스트 수행 - 차내장치를 설치한 지능형 버스 및 노변장치를 활용하여 인프라와 지능형 버스 간 정보교환 * (Day 1 서비스) 전방 교통체증 경고, 도로 작업 경고, 차내알림, 차내 속도제한, 프로브 차량 데이터, 교통신호 우선순위 요청 * (Day 1.5 서비스) 교통정보 제공 및 스마트 라우팅



[포르투갈 C-Roads 시범사업 1, 시범사업 2, 시범사업 3 구간]



[포르투갈 C-Roads 시범사업 4, 시범사업 5 테스트 구간]

포르투갈은 계획된 노변장치 및 차내장치 설치를 2020년 2분기에 완료하고 2020년 3분기부터 여러 도로 구간에서 대부분의 C-ITS 서비스 테스트를 수행하였다. 이를 통해 국가 도로 간 상호운용적인 국가 네트워크 구현의 기반을 마련할 수 있었다. 하지만 COVID-19의 영향으로 유럽 국가 간 교류가 단절됨에 따라 국경을 넘는 테스트는 수행할 수 없었다.

▶ 향후 계획

포르투갈은 시범사업 1부터 시범사업 5까지 다양한 도로 구간을 대상으로 국가 C-ITS 서비스의 기반을 마련하였으나, 이는 대부분 개인 승용차(Private passengers cars)를 대상으로 한다는 한계점이 있었다. 이에 포르투



[포르투갈 C-Roads 2 시범사업 구간]

같은 C-Roads 2 시범사업을 통해 “협력형 도로(Cooperative Streets)”를 구축하는 것을 목표로 설정하고 연구를 시작하였다. 이 연구는 기존 포르투갈 C-Roads 프로젝트의 범위를 보완하여 TEN-T 교통 네트워크를 따라 여러 도시 지역에서 C-ITS 서비스를 테스트하는 것에 중점을 둔다. 협력형 도로는 개인 승용차뿐만 아니라 버스·트램 등 대중교통, 긴급차량, 보행자·자전거·오토바이 등 취약한 도로 이용자(VRU, Vulnerable Road Users)를 포함하여 더 넓은 범위의 차량 유형을 포함한다. C-Roads 2 시범사업은 다음과 같은 다섯 개의 주요 시범사업으로 구성되어 추진될 예정이다.

[포르투갈 C-Roads 2 시범사업 “협력형 도로” 구축 프로젝트]

시범사업 구분	시범사업 개요
Pilot 1	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 확장된 멀티모달 국가 액세스 포인트(NAP, Extended Multimodal National Access Point) 플랫폼 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 기존의 NAP는 단순히 도로 이용 관점에서 개발되어 멀티모달에 적합하지 않으며 상호운용 관점에서 한계가 있음 - 기존의 NAP에 두 개의 수직 구성요소를 추가하여 NAP 플랫폼으로 확장 - 다양한 운송수단 간 데이터 교환을 가능하게 하여 상호운용성 보장 - (진행상황) 2020년 기술 문서 및 행정문서 준비 완료, 2021년부터 개발 시작
Pilot 2	<ul style="list-style-type: none"> ▷ C-Roads와 협력형 도로의 통합(From C-Roads to Cooperative Streets) <ul style="list-style-type: none"> - C-Roads 시범사업로 구축된 C-ITS 서비스와 협력형 도로 프로젝트를 연결 - 도시·비도시 환경에 Day 1 및 Day 1.5 서비스 제공을 위한 기반 마련
Pilot 3	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 협력형 도로 구축(Cooperative Streets) <ul style="list-style-type: none"> - 멀티모달, 카셰어링·자전거 세어링·스쿠터 세어링 등 공유 서비스를 대상으로 플랫폼 구현 및 테스트 - 머신러닝 예측 알고리즘을 기반으로 통합형 공유 모빌리티 플랫폼 구축 - 기존 운영자의 서비스를 기반으로 수요에 따른 유연한 솔루션 구현 - 예측 알고리즘을 기반으로 새로운 자동화 서비스·반자동화 서비스 구현 - 실시간 데이터 수집 및 통합을 기반으로 모빌리티 통합을 위한 ICT 플랫폼 구축 - 대중교통과 주차전기차량 충전·공유 서비스 등을 통합하여 새로운 이동 서비스 장치 지원 - (진행상황) 관련된 공공단체 수가 많아 COVID-19의 영향을 가장 많이 받았으나, 노상 및 노외주차 정보 제공·결제 서비스 구축 및 전기차량 충전소 정보 통합을 완료하는 등 일부 프로젝트 완료
Pilot 4	<ul style="list-style-type: none"> ▷ MMTIS <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 정보를 포함하는 MMTIS 솔루션을 통해 대중교통 사용자에게 다양한 요소(기간, 환승 횟수, CO2 배출량 등)에 따른 통행 옵션 제공

시범사업 구분	시범사업 개요
Pilot 5	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 기술 테스트를 위한 도시 구역 조성(Urban tested-Zone to free test technology) - 새로운 모빌리티 솔루션과 서비스에 적용되는 V2V 차량 네트워크, V2I 연결 등을 실제 환경에서 테스트·검증하기 위한 기술적 프레임워크 “자유 기술 구역(FTZ, Free Technology Zones)” 구축 - (진행상황) 2019년 4월부터 탄소배출 절감 지속가능한 모빌리티 모드, 5G 기술, 불법 주차 감지 기술 테스트 완료

▶ 예산

[포르투갈 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	792 (약 10억 6,009만 원)	1,688 (약 22억 5,940만 원)	2,136 (약 28억 5,905만 원)	2,264 (약 30억 3,038만 원)	1,766 (약 23억 6,380만 원)

(단위: k€)

[포르투갈 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
1,559 (약 20억 8,673만 원)	3,875 (약 51억 8,672만 원)	13,468 (약 180억 2,705만 원)	5,906 (약 79억 524만 원)	3,602 (약 48억 2,131만 원)

(단위: k€)

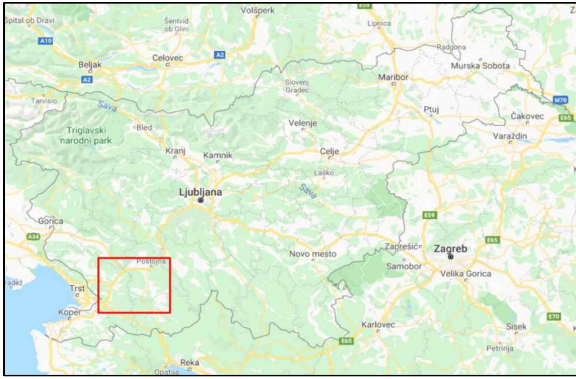
■ 슬로베니아

▶ 사업배경 및 목적

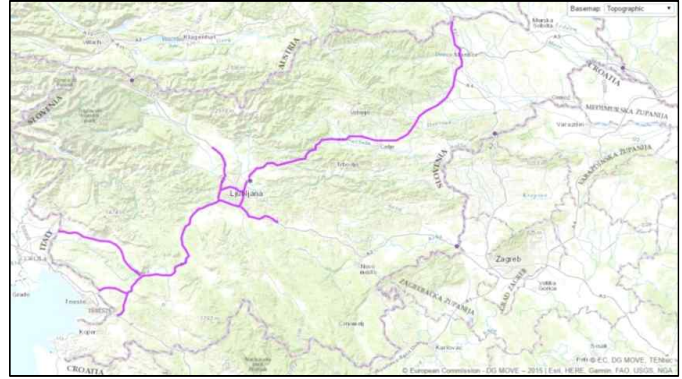
슬로베니아 C-Roads 시범사업은 실시간 교통정보를 개선하고 도로 관련 C-ITS Day 1 서비스를 위한 통신 솔루션을 테스트하는 것에 중점을 두었다. 궁극적인 목표는 주요 도로 구간의 C-ITS 노변 시스템을 교통관리센터에 통합함으로써 실시간 교통 정보와 상호작용할 수 있는 높은 수준의 교통 제어 및 관리를 수행하는 것이며, 미래 하이브리드 C-ITS 서비스의 기반을 마련하는 것에 있다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

슬로베니아 C-Roads 시범사업 구간은 슬로베니아 TEN-T 핵심 네트워크인 포스토냐(Postojna)와 디바차(Divača) 사이 고속도로 A1 30km 구간으로 선정되었다. 슬로베니아 C-Roads 2 시범사업 구간은 고속도로 A1, A3, H4 및 고속도로 A2의 핵심지점을 포함하여 300km 연장되었다.



[슬로베니아 C-Roads 시범사업 구간]



[슬로베니아 C-Roads 2 시범사업 구간]

슬로베니아는 C-ITS Day 1 서비스 구현을 위해 ITS-G5 인프라를 시범사업 구간에 배치하였으며, 특히 노변 ITS-G5 스테이션은 협력형 ITS-G5 및 RTTT DSRC 톨링 시스템 간 상호공존을 위해 고속도로 교차 지역에 설치하였다. 이를 기반으로 2019년 클라우드 정보 서비스를 제공받는 셀룰러(3G/4G) 통신 활용 커넥티드카가 고속도로 네트워크에 배치되었다.

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

2019년 C-Roads 사업구간에 위치 인식 기능이 있는 모바일 교통정보 애플리케이션이 개시되어 성공적으로 테스트가 완료되었다. 2020년에는 C-Roads 2 프로젝트를 통해 C-ITS 서비스 배치를 진행하기 시작하였으며, 제어 시스템으로부터 클라우드 및 C-ITS로의 교통이벤트 자동 전송 시스템이 성공적으로 구현되었다. 또한, 같은 해에 셀룰러(3G/4G) 네트워크와 하이브리드 솔루션 기반 C-ITS 서비스 구현이 진행되었으며, 클라우드 솔루션을 기반으로 커넥티드카와 셀룰러 네트워크를 이용하여 정보 전달을 가능하게 하는 솔루션을 개발하였다.

▶ 예산

[슬로베니아 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
152	170	553	1,129	1,560	2,077
(약 2억 352만 원)	(약 2억 2,762만 원)	(약 7억 4,043만 원)	(약 15억 1,167만 원)	(약 20억 8,876만 원)	(약 27억 8,099만 원)

(단위: k€)

[슬로베니아 C-Roads 2 예산]

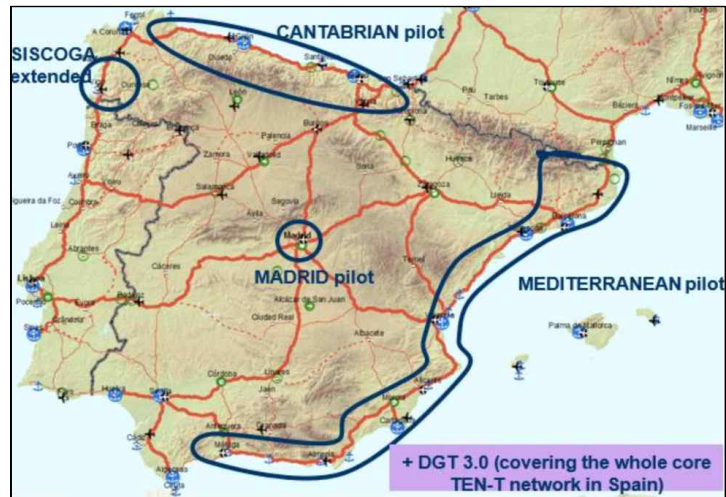
2019	2020	2021	2022	2023
0	830	1,730	2,700	0
	(약 11억 1,132만 원)	(약 23억 1,638만 원)	(약 36억 1,516만 원)	

(단위: k€)

■ 스페인

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

스페인은 5개의 구간(SISCOGA Extended, Cantabrian pilot, Madrid, Mediterranean pilot, DGT 3.0)에서 C-Roads 시범사업을 진행하였으며, 구체적으로는 마드리드(Madrid) Calle 30 도로 약 32km와 스페인 북부 도로(Cantabrian) 약 75km, 카탈로니아(Catalonia)와 안달루시아(Andalusia)에 위치한 도로(Mediterranean) 약 125km를 포함한다. 특히 스페인의 수도 마드리드 Calle 30 도로는 ITS-G5 및 셀룰러(3G/4G) 기반 하이브리드 통신을 활용하



[스페인 C-Roads 시범사업 구간]

였으며 일부 노변장치에 스페인 PKI와의 상호작용을 위해 새로운 보안 증명서를 갱신하고 재설치하였다. 2020년에는 시범사업 구간에 하이브리드 통신 구현을 위한 ITS-G5 관련 인프라 구축이 완료되었다. 같은 해에 비고 시의 노변장치가 95대로 늘어났으며, 도시 간 도로 구간에 노변장치 21대를 추가 설치하였다.

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

스페인은 C-Roads 시범사업을 통해 얻은 예비결과를 바탕으로 Day 1 서비스의 ITS-G5 통신 시나리오에 대한 기술 사양을 정의할 수 있었다. 2020년에는 기술적 관점에서 스페인 C-Roads 시범사업의 기술적 설정, 운용 등 세부사항이 정의되었다.

2020년 정의된 시범사업 기술 세부사항을 기반으로 마드리드 Calle 30 도로에 C-ITS 허브의 개발, 테스트 및 구축이 완료되었다. 중앙 시스템이 교통정보를 실시간으로 수집·분석하여 Calle 30 도로에 전송할 수 있게 된 것이다. 통신 테스트가 종료된 후 예정대로 데이터 수집이 진행되었다. 또한, 스페인은 비고(Vigo) 시에 설치되어 있던 기존 C-ITS 서비스 확장의 일환으로서 비고 시와 주변 도심지역 도로 150km에 걸쳐 ITS-G5를 테스트하였다.

같은 해에 스페인 북부 칸타브리아(Cantabria) 주에서는 실제 서비스 이용자 27명을 대상으로 데이터 수집 과정이 진행되었다. 안개 자동식별 기능을 탑재한 장비를 통해 운전자들의 사고를 방지하고, 긴급제동 알림, 주차 및 탑승 알림 등의 C-ITS 서비스를 성공적으로 테스트하였다. 스페인 서부 갈리시아(Galicia) 주에서는 제한된 환경에서 긴급제동 알림 서비스의 테스트가 시작되었으며 최종 사용자를 대상으로 사전 테스트 설문을 진행하여 의견을 수집하였다. 마지막으로 아스트리아(Asturia) 주에서는 Day 1.5 서비스인 전방 교통체증 알림 서비스 및 주차·탑승 서비스 구현을 완료하였으며, 스페인 C-Roads 시범사업은 2021년 활동을 마지막으로 종료되었다.

▶ 예산

[스페인 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	1,546 (약 20억 6,703만 원)	7,751 (약 103억 6,324만 원)	5,428 (약 72억 5,734만 원)	4,858 (약 64억 9,524만 원)	2,196 (약 29억 3,609만 원)

(단위: k€)

■ 스웨덴

▶ 사업배경 및 목적

스웨덴 C-Roads 시범사업은 NordicWay 2 프로젝트(2017-2020)의 일부로서 진행되었으며, 현재는 덴마크, 핀란드, 노르웨이, 스웨덴이 참여 중인 NordicWay 3 프로젝트(2019-2023)의 일부로 추진되고 있다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

시범사업 구간은 예테보리(Gothenburg), 스톡홀름(Stockholm), 쇠데르텔예(Södertälje), 및 읍살라시(Uppsala)로 접근하는 도로인 E6, E4, E20, E18, RV40으로 선정되었다. 해당 도로들은 스웨덴의 핵심 네트워크이자 스칸디나비아(Scandinavian)-지중해(Mediterranean) 도로의 일부이다.

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

스웨덴 C-Roads 시범사업은 셀룰러 통신을 기반으로 진행되었으며, 필요한 경우 ITS-G5를 추가 도입하였다. 이로 인해 노르웨이, 핀란드, 덴마크 뿐만 아니라 스웨덴 대부분의 지역에서 서비스가 작동될 수 있었다.

시범사업을 통해 스웨덴 일부 지역에서 긴급차량 알림, 교통신호 우선권, 녹색신호 통과를 위한 최적속도 조언 등의 Day 1 서비스 및 교통정보 알림, 스마트 라우팅 등의 Day 1.5 서비스가 테스트되었다.

▶ 향후 계획

NordicWay 2 프로젝트를 통해 진행된 평가 결과를 기반으로 스웨덴은 2021년 NordicWay 3 프로젝트를 통해 하이브리드 통신을 위한 C-ITS 세부사양을 정의하였으며 이는 2022년부터 2023년까지 진행될 신규 시범사업의 요소를 결정하는 중요한 작업이었다. 추후 진행될 신규 시범사업의 궁극적인 목표는 하이브리드 통신 규격을 공통적으로 구현한 유럽 다른 국가들과 국경의 제약을 받지 않는 C-ITS 테스트를 수행하는 것이다.

▶ 예산

[스웨덴 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	140 (약 1억 8,731만 원)	1,500 (약 20억 698만 원)	2,400 (약 32억 1,117만 원)	2,200 (약 29억 4,357만 원)	0

(단위: k€)

[스웨덴 C-Roads 2 예산]

2019	2020	2021	2022	2023
100 (약 1억 3,376만 원)	300 (약 4억 129만 원)	3,200 (약 42억 8,048만 원)	3,200 (약 42억 8,048만 원)	3,100 (약 41억 4,671만 원)

(단위: k€)

■ 영국

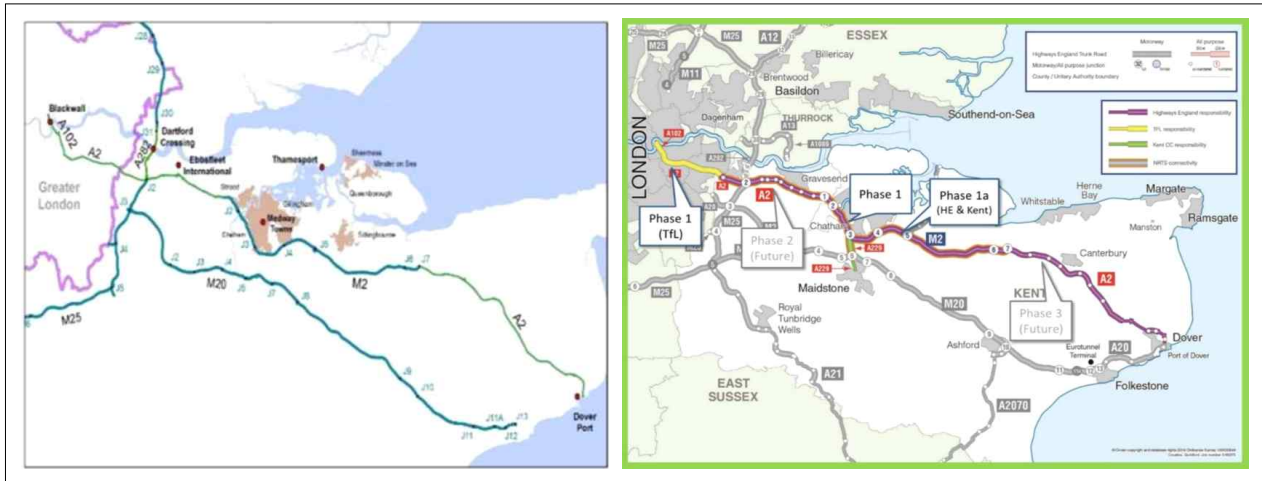
▶ 사업배경 및 목적

영국 교통부는 영국 고속도로(Highways England), 런던 교통 정부단체(Transport for London) 및 켄트 카운티 의회(Kent County Council)와 협력하여 A2/M2 커넥티드카 도로(A2/M2 CVCA2/M2 Connected Vehicle Corridor) 프로젝트를 계획하고 2019년부터 관련 활동을 본격적으로 시작하였다. 이 프로젝트는 커넥티드카에 필요한 인프라를 구축하고, 데이터 관리 및 서비스를 시범적으로 운영하여 다양한 운영 환경에서 서비스를 테스트하고 제공하는 것을 목적으로 한다.

이와 같이 국가적인 C-ITS 서비스 구축뿐만 아니라 영국은 국경 제한 없이 운용할 수 있는 서비스의 필요성을 인식하였으며, 이에 따라 프랑스 C-ITS 프로젝트인 SCOOP@F 등 유럽 다른 국가 프로젝트와 협력하였다. 영국의 A2/M2 CVC 프로젝트 또한 프랑스, 벨기에 및 네덜란드와 함께 추진하는 InterCor(Interconnected Corridors) 프로그램의 일환이었다. InterCor 프로그램의 목표는 벨기에, 프랑스, 네덜란드 및 영국 4개 회원국 간 국경의 제한을 받지 않는 C-ITS 상호운용성을 달성하고 서로 다른 국가 간 C-ITS를 공통 규격으로 연결하는 것이다.

▶ 사업구간 선정 및 인프라 구축

영국의 C-Roads 시범사업 구간은 블랙월(Blackwall) 터널과 가까운 런던 시내에서 시작되어 간선도로 A2, 고속도로 M25 및 M2, 켄트(Kent) 지방도로 A229 및 A249를 포함한다. 영국은 Phase 1과 Phase 1a로 구간을 나누어 시범사업을 추진하였으며 Phase 1은 셀룰러 통신을, Phase 1a는 ITS-G5 및 셀룰러 기반 하이브리드 통신을 활용하였다.



[영국 C-Roads 시범사업 구간]

▶ 시범사업 추진 및 서비스 구현

영국은 C-Roads 시범사업을 통해 도로 작업 경고 서비스, 차내알림 서비스, 프로브 차량 데이터 서비스, 녹색신호 우선권 서비스 도입을 완료하고, 2020년 활동을 마지막으로 시범 사업을 종료하였다.

▶ 예산

[영국 C-Roads 예산]

2016	2017	2018	2019	2020	2021
39 (약 5,221만 원)	1,190 (약 15억 9,320만 원)	4,397 (약 58억 8,683만 원)	5,972 (약 79억 9,549만 원)	423 (약 5억 6,632만 원)	0

(단위: k€)

■ C-Roads 시범사업 결론 및 향후 추진방향

C-Roads 플랫폼 시범사업을 추진한 국가들은 2017년부터 기본 기술사양과 이를 뒷받침하는 공통 테스트사양을 기반으로 시범사업을 통해 도입해야 할 유스케이스 및 네트워크 세부사항을 정의하였다. 이와 동시에 장치 설비, 입찰, C-ITS 도로 구축, 통신 시스템 구현 등 국내·외 서비스 테스트를 위한 준비 작업을 마무리하고 국가 ITS 서비스를 구축하였다.

특히 유럽 국가들은 Day 1/Day 1.5 서비스의 시범적 운영이라는 공통적인 목표에 집중하였으며, 기존에 설치된 ITS-G5 인프라를 확대 구축함과 동시에 ITS-G5 및 셀룰러(3G/4G) 기반 하이브리드 통신으로 발전하는 양상을 보였다. C-Roads 시범사업을 추진한 유럽 18개국 중 벨기에, 독일, 아일랜드를 제외한 15개국이 C-ITS 서비스의 기반으로 하이브리드 통신 기술을 채택하였다(2020년 기준). 유럽 C-Roads 2020 연간 시범사업 개요 보고서에 명시된 구체적인 국가별 통신 기술은 다음과 같다.

[C-Roads 플랫폼 시범사업 국가별 통신 기술]

국가		사업명	하이브리드 (ITS-G5+셀룰러)	ITS-G5	비고
오스트리아		C-ITS Corridor (ECo-AT)	✓		
		C-Roads Australia	✓		
벨기에	플랜더스	C-Roads Flanders			LTE 활용 (3G/4G) * 셀룰러 통신만 활용 ** 2021년 시범사업 종료
	왈로니아	C-Roads Wallonia	✓		LTE 활용 (4G)
체코		C-Roads Czech	✓		LTE/LTE-V 활용
프랑스		SCOUP@P	✓		
		InterCor	✓		
		C-Roads France	✓		LTE-V2X 활용
		InDiD(C-Roads 2)	✓		
독일		C-Roads Germany (Niedersachsen)		✓	
		C-Roads Germany (Hessen/Kassel)		✓	
		C-Roads Germany (Dresden)	✓		LTE-V2X 활용
그리스		C-Roads Greece	✓		
헝가리		CROCODILE project		✓	
		C-Roads Hungary	✓		
이탈리아		C-Roads Italy	✓		4G 클라우드(4G Cloud) 활용
아일랜드		C-Roads Ireland		✓	
네덜란드		C-Roads Netherland	✓		
포르투갈		C-Roads Portugal	✓		
		C-Roads Cooperative Streets(C-Roads 2)	✓		
슬로베니아		C-Roads Slovenia	✓		LTE 활용 (3G/4G)
스페인		C-Roads Spain	✓		LTE 활용 (3G/4G)
영국		C-Roads United Kingdom	✓		
덴마크		Nordicway 2	✓		LTE 활용 (3G/4G) * 셀룰러 기반이며, ITS-G5는 필요한 경우 도입
핀란드			✓		
노르웨이			✓		
스웨덴			✓		

* 유럽 C-Roads 연간 시범사업 개요 보고서(2020) 기반으로 작성

** 하이브리드 통신 활용 국가 중 구체적인 셀룰러 통신 기술을 명시한 경우, 비교란에 작성

헝가리는 2015년 진행된 CROCODILE 프로젝트 1단계 수행 시 노변장치와 차내장치 간 통신을 위해 ITS-G5만 활용하였으나, C-Roads 사업을 시작하면서 셀룰러 통신을 도입하여 하이브리드 통신을 구현하였다. 독일 또한 2020년까지 수행한 니더작센(Niedersachsen), 한센(Hessen) 시범사업은 ITS-G5만 도입하였으나, 2020년부터 2023년까지 수행 예정인 드레스덴(Dresden) 시범사업은 ITS-G5 및 셀룰러 기반 하이브리드 통신을 서비스 구축에 활용하고 있다. NordicWay 프로젝트를 추진 중인 덴마크, 핀란드, 노르웨이, 스웨덴 북유럽 국가들은 2023년까지 진행되는 NordicWay 3 프로젝트를 기반으로 하이브리드 통신을 지속적으로 구축하고, 하이브리드 통신 규격을 구현한 다른 유럽 국가들과 시범사업을 추진하는 것을 구체적인 공통 목표로 설정하기도 하였다.

아일랜드는 C-Roads 시범사업을 수행하는 동안 셀룰러 통신 없이 ITS-G5만 활용한 것으로 나타난다. 이는 아일랜드가 다른 국가들에 비해 C-Roads 플랫폼에 늦게 합류하였고 COVID-19 영향으로 도급업체와 계약이 늦어져 ITS-G5 인프라 설치가 2021년에 완료됨에 따라 셀룰러 통신 도입이 늦어진 것으로 분석된다.

C-Roads 플랫폼의 궁극적인 목표는 유럽 전역에서 국경 제한 없이 끊임없는 C-ITS 서비스를 구축하여 유럽 국가별 서비스의 상호운용성을 확보하는 것이었다. 이를 실현하기 위해서는 인접 국가 간 협력을 기반으로 하여 국경을 초월한 물리적 테스트(Physical cross-border test)를 수행하는 것이 중요하다. 유럽 국가별 C-Roads 시범사업 전략에도 이와 관련된 테스트 수행계획이 포함되어 있었다. 하지만, 앞서 국가별 시범사업 수행내용에서 언급하였듯이 2020년 COVID-19의 영향으로 유럽 국가 간 이동이 단절됨에 따라 물리적 테스트를 수행할 수 없었다. 대신 서로 다른 지역 간, 국가 간 C-ITS 상호운용성 실증을 위한 가상 테스트가 정상적으로 실행되었기에, 이를 기반으로 C-Roads 2 플랫폼의 남은 기간 동안 국가 간 물리적 테스트를 통한 목표 달성을 이룰 수 있을 것으로 전망한다.

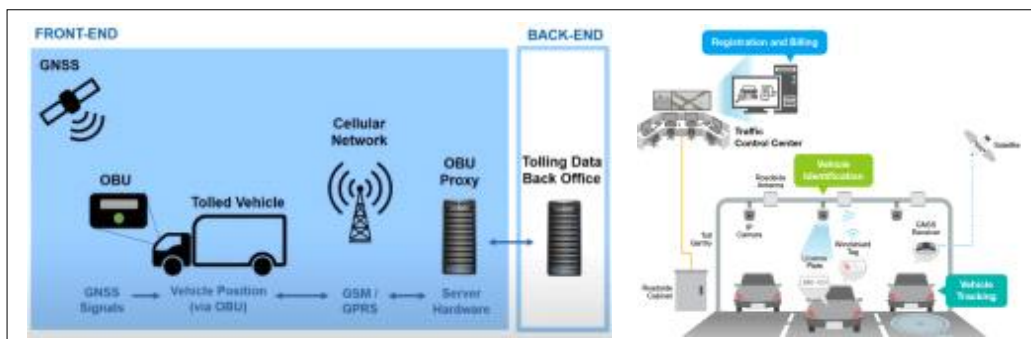
2. GNSS 기반 전자요금징수 시스템 표준화 동향

■ GNSS 기술 개요

현재 국내외 자동차 도로 인프라 산업에서는 운전자에서 시스템으로 주행 통제와 책임이 강화된 Lv.4 자율주행을 중심으로 자율주행차량을 지원하기 위한 다양한 기술들이 접목되고 있다. 전자요금징수(EFC, Electronic Fee Collection, 이하 ‘EFC’라 한다.)는 ITS 서비스로서 이러한 자율주행도로 환경의 원활한 주행흐름을 보장하기 위해 끊임없는 과금이 이루어지도록 다양한 기술이 발전하고 있는데, GNSS 기반 EFC가 그 중 하나이다.

EFC 기술은 세 가지 대표적인 기술로 구분되는데 국내에서는 하이패스에 적용되어 익숙한 근거리전용통신(DSRC, Dedicated short range communication) 기술과 Video-based charging에 쓰이는 번호판 자동 인식(ANPR, Automatic number plate recognition)기술, 그리고 Autonomous GNSS-based systems 소위 GNSS 기반 EFC 등이 있다. GNSS 기반 EFC는 GNSS를 활용하여 유료도로의 요금징수 장소와 요금 정보를 운전자에게 통지하고 위치, 주행거리, 주행시간에 대해 도로 이용료를 과금하는 서비스를 제공한다.

GNSS 기반 EFC 시스템은 보고된 위치를 기반으로 사용자(차량)에게 요금을 부과하는 방식으로 GNSS 수신기를 탑재한 단말장치(개인/차량), 단말과 통신을 위한 인프라, 과금 정산 및 차량 등록정보를 관리하기 위한 백엔드 오피스 등이 필요하다. 단말장치(OBU)는 차량의 유료 도로 주행거리와 시간을 기록하고 계산하기 위해 GNSS 수신기가 설치되어야 하며 주행 구간의 과금 정보를 운전자에게 제공하기 위해 전자지도, 위치, 도로 통행료 정보를 동기화하여 주행 구간의 과금 정보를 계산할 수 있어야 한다. 또한 노변 인프라와 통신하여 차량 주행 정보를 송수신할 수 있어야 한다. 도로노변장치(RSU)는 시스템 방식에 따라 차량을 식별하기 위해 광학카메라를 통한 번호판인식 기술이 사용되거나 RFID, 셀룰러 통신 등을 활용하여 차량 내 단말장치와 통신할 수 있어야 한다. 백엔드 오피스는 인프라를 통해 과금 도로를 이용한 차량의 등록정보와 주행거리에 따른 과금 정보를 계산, 송수신하며 관리해야 한다. 또한 과금구간의 정보를 차량의 지도정보에 갱신하여 운전자와 차량이 과금 정보를 인식하고 계산할 수 있도록 해야 한다.



〔 GPS 기반 EFC 방식에 따른 시스템 구성 (가상(좌) / 실제 갠트리(우) 활용) 〕

■ 전자요금징수시스템 표준화 현황

EFC 국제표준은 시스템 간 상호운용성 확보를 목적으로 추진되고 있으며 CEN/TC 278 WG 1에서 EFC 애플리케이션의 유럽 표준화를 주도적으로 담당하고 있다. 현재는 ISO/TC 204 WG 5(전자지불분야)와 공동 작업을 통해 관련 표준(GNSS 및 통신 프로토콜)을 개발하고 있으며 ETSI에서는 EFC 기술에 대한 시험 표준을 마련 중에 있다.

EFC 국제표준은 기술에 따라 3가지로 크게 분류할 수 있다. 국내에서 사용하고 있는 DSRC 기반의 EFC 표준과 유럽에서 주로 적용하고 있는 GNSS-셀룰러 기반의 EFC 표준, 그리고 EFC 기술에 종속되지 않고, 전자요금징수 시스템 구축과 상호운용성이 확보된 운영을 위해 고려가 필요한 아키텍처, 용어, 징수성능 등에 대한 표준으로 구분된다.

각각 기술별로 구분된 표준은 다시 프레임워크, 도구 표준, 프로파일, 시험 표준과 같이 4개로 그룹화 할 수 있다. 프레임워크 관련 표준은 전자요금징수 시스템의 전체적인 기본틀이나, 공통적으로 사용되는 용어와 보안 등 기본적인 내용을 다룬 표준으로 전자요금징수 시스템 구현이나 표준화 추진의 기반이 되는 표준이다. 도구 표준은 각각의 물리적 구성요소 간 정보교환을 위한 응용인터페이스 등 시스템 구현에 필요한 주요 요구사항과 응용프로그램을 규정한다. 프로파일은 하나의 시스템을 일정 범위 내에서 한정적으로 특정하는 그룹화된 값들을 정의하는 것으로 전체적인 EFC 내에서 특정 애플리케이션에 부합한 상호운용성을 위한 정보교환이나 적합성 확인, 위치보강 방법 등을 정의하고 있다. 마지막으로 시험 표준은 앞서 정의된 도구 표준이나 프로파일 표준을 적정하게 준수하여 시스템을 구현하고 있는지 확인하기 위한 시험방법이나 내용, 절차 등을 담고 있다.

현재 ISO/TC 204 WG 5와 CEN/TC 278 WG 1을 통해 GNSS 기반 EFC 시스템의 정보연계에 필요한 데이터 요소와 인터페이스 표준, 상호운용 애플리케이션 표준 등이 제정되어 있으며 기존에 제정된 표준적합성 시험표준 등에 대한 개정을 추진 중에 있다.

[EFC 기술별 국제표준 제정 현황]

구분	DSRC 기반 EFC	EFC 기술 독립표준	GNSS-셀룰러 기반 EFC
프레임워크	[ISO 21719-1] OBE Personalization Framework	[ISO 17573-1] EFC Architecture [ISO 17573-2] EFC Vocabulary [ISO 17573-3] EFC data dictionary [ISO 17574] Security Profiles [ISO 19299] Security Framework	-
응용 인터페이스, 성능 요구사항 등 시스템 구현과 관리를 위해 규정한 도구 표준	[ISO 14906] AID* for DSRC EFC [ISO 25110] AID for IC-cards [ISO 16785] Interface between DSRC-OBE and external in-vehicle devices	[ISO 12855] Information exchange between TC and TSP [ISO 17444] Charging performance [ISO 21192] EFC for traffic management [ISO 21193] EFC using Common Media	[ISO 17575] AID for Autonomous EFC [CEN/TS 16702] Secure Monitoring

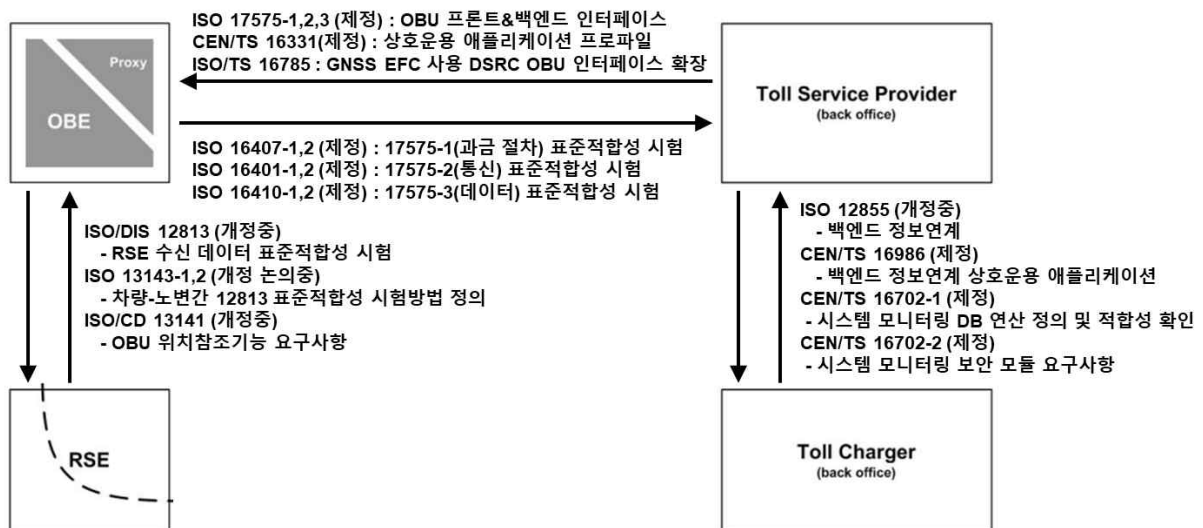
구분	DSRC 기반 EFC	EFC 기술 독립표준	GNSS-셀룰러 기반 EFC
프로파일	[CEN 15509] IAP** for DSRC EFC [ISO 21719-2] OBE Personalization - DSRC	[CEN/TS 16986] IAP for Information Exchange between TC and TSP	[CEN/TS 16331] IAP for Autonomous Tolling [ISO 12813] Compliance Check Communication [ISO 13141] Location Augmentation Communication
시험	[ISO 14907-1] Test procedures for user and fixed equipment [ISO 14907-2] OBU tests against 14906 [EN 15876] Tests 15509	[CEN/TS 17154] Tests against 16986	[ISO 16407] Tests against 17575-1 [ISO 16410] Tests against 17575-3 [ISO 13143] Tests against 12813

* AID: Application Interface Definition, 응용인터페이스 정의

** IAP: Interoperability Application Profile, 상호운용성 애플리케이션 프로파일

■ GNSS 기반 전자요금징수 표준화 동향

GNSS 기반 전자요금징수 표준은 전자요금징수 체계의 기본틀을 기반으로 차량단말기와 노변 장비, 차량단말기와 통행료 서비스 제공자, 통행료 서비스 제공자와 통행료 징수자 간 정보교환과 인터페이스 요구사항, 시험방법 등을 정의하고 있으며, 그 구성은 아래 그림과 같다.



[GNSS 기반 전자요금징수 관련 국제표준화 현황]

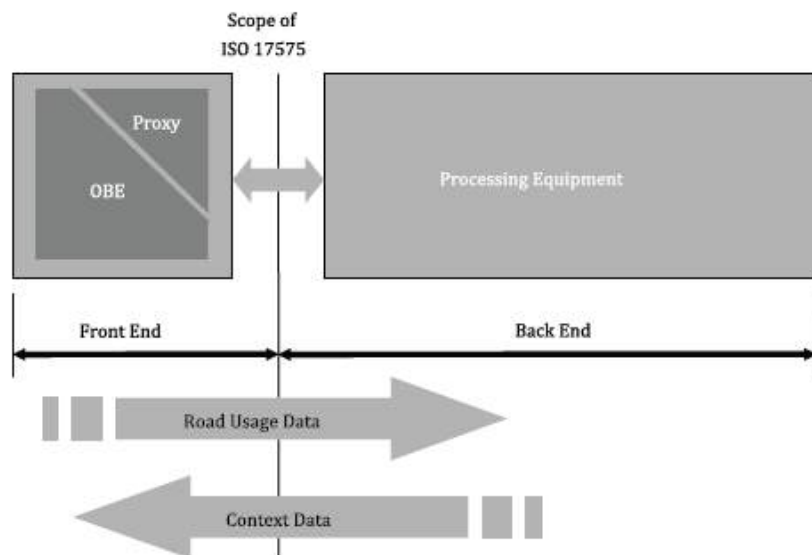
▶ 차량단말기(OBE, OBU) - 통행료 서비스 제공자 간 정보교환

차량단말기와 통행료 서비스 제공자 간 시스템 구현과 정보교환을 위한 표준은 과금절차, 통신, 데이터 교환에 대한 응용인터페이스 정의 표준과 이를 각각 적절하게 준수하고 있는지 확인할 수 있는 적합성 시험 표준으로 구성되어 있다. 또한, 유럽의 GNSS 기반 EFC 간 상호운용성을 확보하기 위한 애플리케이션의 실제 사용을 위한 요구사항과 식별자, 프로토콜 구현 적합성 확인 항목을 정의

한 표준이 별도의 유럽 표준으로 제정되어 있다. GNSS 기반 EFC가 위치기반 요금징수이고, 유럽을 중심으로 구현된 환경을 반영하다 보니 우리나라와 일본과 같이 DSRC를 이용한 거리기반 요금징수 체계 환경과는 차이가 있다. 그래서 DSRC 기반의 요금징수 시스템에 운행기록계 등 외부 차내장치를 활용하여 GNSS 기반 EFC와 호환될 수 있는 인터페이스 정의 표준(기술시방서)를 추가로 제정하여 상호호환성을 확보할 수 있는 방안을 마련하고 있다.

[GNSS 기반 차량단말기-통행료 서비스 제공자 간 정보교환 관련 표준]

구분	표준번호	표준명	제·개정
응용 인터페이스, 데이터 요구사항 정의	ISO 17575 -1,2,3	Electronic fee collection - Application interface definition for autonomous systems (전자요금징수 - 위치기반 전자요금징수 시스템(autonomous systems)에 대한 응용인터페이스 정의) - Part 1: Charging (과금 정보 수집 및 절차) - Part 2 : communication and connection to the lower layers (하위계층 통신 및 연결) - Part 3: Context data (컨텍스트 데이터)	2016.1.(개정) 2016.1.(개정) 2016.1.(개정)
		<p>[주요 내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> Autonomous(GNSS/Cellular) EFC 시스템의 OBE와 서비스 공급자 사이에서 상호운용성을 보장하는 교환 데이터와 통신 연결 인터페이스를 정의한 시리즈 표준 노변통신장치를 이용하지 않고 GNSS 위치수신, 셀룰러 통신을 통한 도로주행 데이터 및 과금정보 수신, 요금계산 등 과금 구간에서 OBE가 프론트엔드 및 백엔드 단에서 처리해야하는 정보와 인터페이스 등을 정의 <ul style="list-style-type: none"> 제1부: OBE와 요금징수 처리 장치 간 정보교환 형식과 의미를 정의하고, 요금 부과결과 및 관련 정보를 수집할 때 사용하는 데이터 요소를 설명 제2부: 1부에서 정의한 데이터 요소를 선택 및 배치하고, 요금 부과결과 프로세스에 따른 애플리케이션의 통신 스택을 정의 <ul style="list-style-type: none"> * 데이터 요소 전달 확인방법, 통신채널 수립방법, 검증방법 등 제3부: 요금 상황을 설명하기 위한 데이터 요소 정의 <ul style="list-style-type: none"> * 절차상의 요구사항과 인코딩 규칙, 애플리케이션 데이터 구조, 데이터 셋 속성 등 	



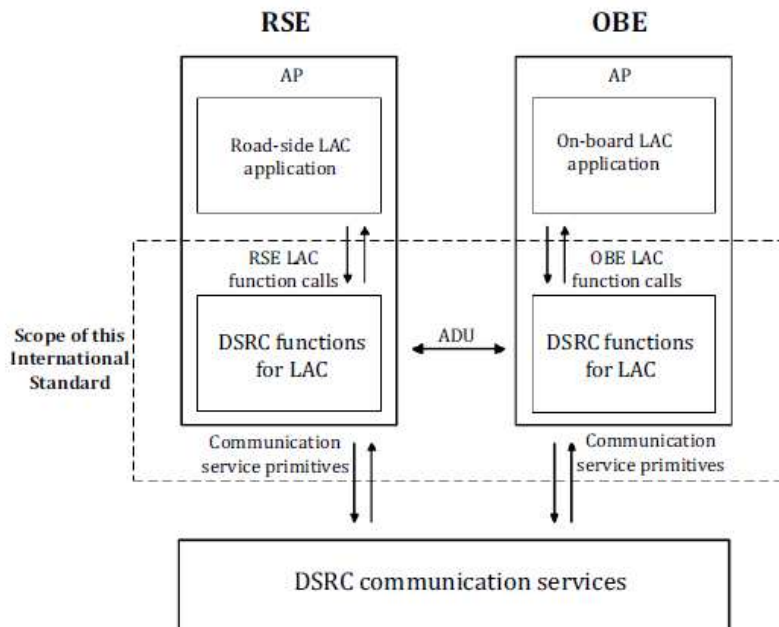
구분	표준번호	표준명	제·개정
	ISO/TS 16785	<p>Electronic Fee Collection (EFC) — Application interface definition between DSRC-OBE and external in-vehicle devices (전자요금징수 - DSRC-OBE와 외부 차내장치 간 애플리케이션 인터페이스 정의)</p> <p>[주요 내용]</p> <ul style="list-style-type: none"> • DSRC-OBE를 GNSS 모듈, 셀룰러(Cellular) 모듈 등을 포함하는 차량 내 장치와 연동하여 기능적으로 확장함으로써 DSRC 기반의 EFC와 위치기반 전자요금징수(autonomous system)으로 구성된 새로운 EFC 환경에서 적용 가능하도록 DSRC-OBE와 외부 차내장치 간 애플리케이션 인터페이스 정의 - DSRC-OBE와 GNSS, 셀룰러 네트워크를 포함한 외부장치 간의 애플리케이션 인터페이스 정의 - 데이터 그룹 및 데이터 요소의 정의 • 외부장치는 통행료 서비스 제공자와 연결되어 셀룰러 네트워크를 통해 ISO 17575-1에서 정의한 충전관련 데이터와 위치기반 전자요금징수 (autonomous system) 관련 데이터를 교환하고, DSRC-OBE는 관련 데이터를 DSRC 기반의 요금징수 RSE 또는 적합성 확인을 하거나 위치 보정을 하는 RSE와 정보를 교환 	2020.3.(개정)
프로파일	CEN/TS 16331	<p>Electronic fee collectio - Interoperable application profiles for autonomous systems (전자요금징수 - 위치기반 전자요금징수시스템에 대한 상호운용가능한 애플리케이션 프로파일)</p> <ul style="list-style-type: none"> • GNSS 및 셀룰러 네트워크를 이용하는 위치기반 전자요금징수시스템(autonomous system)의 데이터 교환 요소 및 메시지 정의 표준 • 실제 사용을 위한 조건부 요구사항과 식별자, 프로토콜 구현 적합 선언문 등을 정의 	2012.4.(제정)
시험	ISO 16407 -1, -2	<p>Electronic fee collection - Evaluation of equipment for conformity to ISO/TS17575-1 (전자요금징수 - ISO/TS 17575-1 표준 적합성에 대한 장비 시험)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Part1 : Test suite structure and test purposes (시험조 구조 및 시험 목적) - Part 2: Abstract test suite (추상적 시험조) <ul style="list-style-type: none"> • 위치기반 전자요금징수 시스템의 과금정보 수집 및 절차를 정의한 ISO 17575-1 표준의 표준적합성 시험방법과 평가과정을 정의한 표준 - OBE 프론트엔드 및 백엔드의 동작 요구사항 준수를 평가하며 ISO 17575-1에서 정의한 데이터 요소의 존재유무, 데이터그룹 전반, 보안, 사용, 계정 버전관리와 관련된 데이터 세트를 확인하는 방법과 시험 구조를 정의 	<p>2017.10.(개정)</p> <p>2012.2.(개정)</p>

▶ 차량단말기(OBE, OBU) - 노변장비(RSE) 간 정보교환

차량단말기와 노변장비(RSE) 간 정보교환을 위한 표준은 위치기반 전자요금징수시스템의 적합성 확인 통신에 대한 규격과 이를 적절하게 구현하였는지 평가할 수 있는 시험 표준으로 구성되어 있다. 위치기반 전자요금징수시스템은 국경을 넘어 이동하는 차량의 정확한 요금징수와 정산을 위하여 정확한 위치가 요구됨에 따라 적합성 확인 통신을 통해 OBE에서 전달된 데이터가 해당 통행료 제도에 따라 차량의 도로 사용량을 정확하게 반영하는지 확인하는 기능을 다루고 있으며, 노변장비를 통해 이를 보정할 수 있는 방안도 함께 마련하고 있다.

[GNSS 기반 차량단말기-노변장비 간 정보교환 관련 표준]

구분	표준번호	표준명	제·개정
프로파일	ISO/DIS 12813	Electronic fee collection — Compliance check communication for autonomous systems (전자요금징수 - 위치기반 전자요금징수시스템에 대한 적합성 확인 통신)	개정중
		<ul style="list-style-type: none"> 차량이 DSRC 통신을 통해 노변장비로 부터 수신한 위치기반 전자요금징수 시스템(autonomous systems) 과금 데이터의 적합성 확인을 위한 요구사항 정의 표준 OBE와 통신하는 노변, 휴대용 장치간에 데이터가 올바르게 송수신되는지 확인하는 방법을 정의하며 과금 정책에 따른 계약을 식별하고, 차량이 이러한 정적 정보를 연계했는지 여부와 OBE 장치 상태 및 성능을 확인하는 내용을 포함 	
	ISO/CD 13141	Electronic fee collection — Localisation augmentation communication for autonomous systems (전자요금징수 - 위치기반 전자요금징수시스템을 위한 지역화 증강 통신)	개정중
		<ul style="list-style-type: none"> DSRC 통신을 사용하는 위치기반 전자요금징수시스템(autonomous system)과 호환될 수 있도록 OBE의 위치추적기능 요구사항을 정의한 표준으로 지리적 위치와 과금대상 상태와 관련된 식별정보와 근거리 통신 요구사항을 정의 또한, OBE, RSE의 위치 및 방향 정보의 조작으로부터 보호하기 위한 보안 사항을 정의하여 DSRC 통신을 이용한 안정적인 정보교환이 가능하도록 구성 	



구분	표준번호	표준명	제·개정
시험	ISO 13143 -1, -2	Electronic fee collection - Evaluation of on-board and roadside equipment for conformity to ISO 12813 (전자요금징수 - ISO 12813 표준 적합성에 차량탑재장치 및 노변 장비에 대한 시험) - Part 1: Test suite structure and test purposes (시험조 구조 및 시험 목적) - Part 2: Abstract test suite (추상적 시험조)	2020.11.(개정) 2016.11.(개정)
		<ul style="list-style-type: none"> • 위치기반 전자요금징수시스템의 연계 데이터와 통신 요구사항을 정의한 ISO 12813 표준의 차량-노변 간 표준적합성 시험방법을 정의한 표준 - 적합성 확인 통신 인터페이스 수준에서 적합성 평가를 위한 시험 구조와 시험목적을 명시하여 서로 다른 제조사에 의해 설치된 시스템의 상호운용성을 확보할 수 있는 근거를 제공 	

▶ 통행료 징수자-통행료 서비스 제공자 간 정보교환

통행료 징수자와 통행료 서비스 제공자 간 정보교환을 위한 표준은 위치기반 전자요금징수시스템을 고려한 각 개체간 보안 요구사항을 정의한 표준이 최근 유럽 표준으로 제정되어 있다. 통행료 징수자와 통행료 서비스 제공자 간의 정보교환과 상호운용성을 확보하기 위한 정보교환 요구사항은 기술 독립적인 표준으로 정의된 ISO 12855와 유럽 표준으로 정의된 CEN 16986 표준의 참조가 가능하다.

[통행료 징수자-통행료 서비스 제공자 간 정보교환 관련 표준]

구분	표준번호	표준명	제·개정
응용 인터페이스, 데이터 요구사항 정의 파일	CEN/TS 16702 -1, -2	Electronic fee collectio - Secure monitoring for autonomous toll systems (전자요금징수 - 위치기반 전자요금징수시스템에 대한 보안 모니터링) - Part 1: Compliance checking (제1부: 데이터베이스 트랜잭션 정의 및 적합성 확인) - Part 2; Trusted recorder (제2부: 보안 기록장치(애플리케이션 모듈(SAM)) 요구사항)	2020.4.(개정) 2020.4.(개정)
		<ul style="list-style-type: none"> • 위치기반 전자요금징수시스템(autonomous system)의 OBE와 백엔드 시스템의 보안 모니터링 방법과 요구사항을 정의한 표준 • 보안 모니터링을 위해 ISO 12813(RSE 데이터 표준적합성)을 준수하는 DB 트랜잭션 요소 및 사용에 대한 정의를 포함 하며 보안 프레임워크에 필요한 기술적, 조직적 보안 조치 사양을 포함 	

■ 해외 GNSS 기술 추진 동향

▶ 유럽

유럽은 GNSS 기반 도로 요금징수 체계를 가장 적극적으로 추진하고 있는 지역으로 국가별로 스위스(2001)¹⁾, 독일(2005), 슬로바키아(2010), 헝가리(2013), 러시아(2015), 벨기에(2016), 체코(2019), 불가리아(2020)에서 현재 GNSS 기반 전자지불 방식을 채택하여 도입, 운영 중에 있으며 슬로베니아, 폴란드, 네덜란드, 리투아니아 등은 도입 추진을 검토 중에 있다. 유럽 위원회(European Commission)는 21년 10월 까지 모든 회원국에서 시행해야 하는 유럽전자통행료서비스(EETS, European Electronic Tolling Service)에 관한 규정(Commission Implementing Regulation (EU) 2020/204)을 발표하여 모든 EETS 지원 OBU에 GNSS 기반 기술 호환을 의무화하였는데, 이는 23년 말까지 도로 이용 시간 및 기간에 따른 과금에서 위치 기반 과금 전환을 목표로 하여 GNSS 도로요금징수 체계를 확장하는데 힘을 싣고 있다. 이에 REET(Regional European Electronic Toll Services)는 이러한 도로요금징수의 상호운용성을 확보하고자 하는 EU법률을 지원하는 서비스로 오스트리아, 덴마크, 프랑스, 독일, 이탈리아, 폴란드, 스페인, 스위스 등 7개 회원국의 국경에 EETS를 준수한 서비스를 배포하여 시장진입 장벽을 감소하고 이해관계자 간 협상 기반 마련, 다양한 기능을 제공하는 서비스 요소 개발과 더불어 다른 환경을 지닌 국가간 EETS 시범운영을 지원한다.

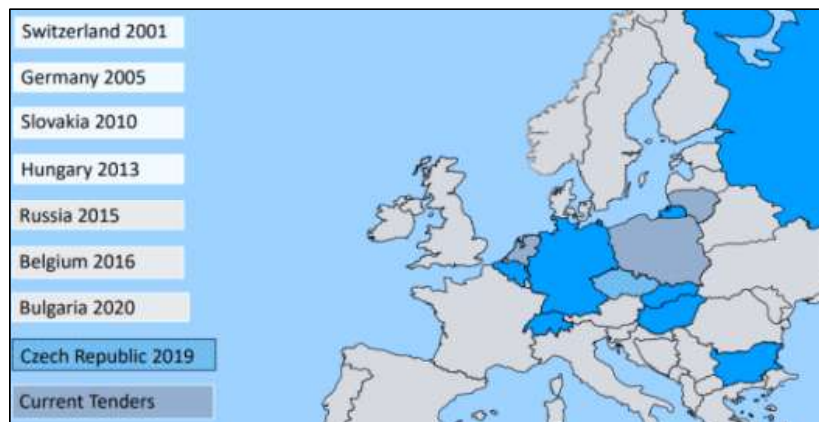
현재 유럽 내 GNSS 기반 EFC 운영 중인 8개국은 화물차량 등 중차량 대상 위주로 서비스를 운영하고 있으며 165,000km에 달하는 서비스 도로망은 도입을 고려중인 국가가 많아짐에 따라 점차 확대될 것으로 보인다. 국가별 현황으로 2001년부터 도입된 스위스의 회전속도계 기반 화물차 톨링 시스템인 LSVA는 주행기록을 GNSS를 사용하여 모니터링 한다. 이를 통해 3.5톤을 초과하는 화물차를 대상으로 도로 이용료를 징수하고 있으며 연간 14억 유로의 통행료를 징수하고 있다.

독일의 LKW-Maut 시스템은 2005년부터 시작된 세계 최초의 완전 GNSS 기반 화물차 톨링 시스템으로 화물차를 대상으로 요금을 징수해 왔으나, 2015년부터는 7.5톤을 초과하는 화물차를 구분하여 요금을 징수하고 있다. 이는 오스트리아 ASFINAG의 DSRC 시스템과도 상호운용이 가능하고 99.75%의 징수율로 연간 41억 유로의 통행료를 징수하고 있다. 슬로바키아 Skytoll 시스템은 2010년부터 시작된 GNSS 기반 화물차 톨링 시스템으로 모든 주요도로에 구축한 최초의 시스템이다. 연간 1.9억 유로의 통행료를 징수하며, 징수율을 99.84%에 달한다.

러시아의 Platon RUC 시스템은 2015년부터 시작된 GNSS 기반 화물차 톨링 시스템으로 12톤을 초과하는 화물차를 대상으로 연간 9억 유로의 통행료를 징수하고 있다. 벨기에의 Viapass 시스템은 GNSS기반 EETS(European Electronic Tolling Service)를 최초로 도입한 체계로 시스템 이용자는 도로 이용시 OBU를 작동해야 하며, 사용자 부담 원칙에 기초하여 모

1) 괄호는 도입연도를 나타냄

든 이용자에게 요금을 징수하고 있다 2016년부터 3.5톤을 초과하는 화물차를 대상으로 도로 이용료를 징수 계획을 발표하여 연간 8억 유로의 통행료를 징수하는 것으로 보인다. 체코는 2019년 말 GNSS 기반 톨링 솔루션을 도입하여 유료도로를 2,447km에서 17,762km로 확장하고, 2020년부터 10년간 45만 대의 GNSS 지원 차량 단말을 보급하였으며, 불가리아는 18,000km 국도에서 3.5톤 이상 화물차에 대한 GNSS 기반 톨링 솔루션을 적용하였다. 추가로 시스템을 도입중인 국가로 폴란드는 기존 DSRC 기반 요금징수 체계를 GNSS 기반으로 교체하기 위해 DSRC 갠트리를 철거하고 있으며, 개인 데이터의 보안과 기존 운영중인 ICT 시스템과의 호환에 중점을 두어 GNSS 기술과 셀룰러 통신으로 빅데이터를 전송하는 새로운 도로 과금 체계 도입을 고려중이다. 또한 네덜란드는 화물차 포함 전국적인 GNSS 기반 요금징수 체계 도입하고 경차에 제한하여 스마트폰을 활용한 요금징수를 추진하고 있다.



[GNSS 기반 ETC 유럽 보급현황]

▶ 아시아

아시아에서는 인도, 싱가포르, 인도네시아 등에서 GNSS 기반 요금징수 솔루션 도입을 준비중에 있다. 인도의 경우 22년까지 기존 700개 이상의 도로상 모든 RFID 기반 톨게이트를 철거하고 GNSS 기반 과금 체계로 전환을 도모하고 있다. 2018년 가동한 IRNSS(인도 지역 항법 위성 시스템)를 통한 자체 위성 신호와 GAGAN(GPS 지원 지역 위성기반 증강 시스템)의 신호 보정 체계를 활용하여 7~10m 오차 범위 내에서 차량을 추적하며 차량 단말은 2019년부터 모든 상용차에 장착을 의무화하고 있다.

싱가폴은 21년부터 신규 도로통행요금징수 시스템에 대응하는 단말 부착을 시행하여 23년까지 GNSS를 통한 요금징수와 실시간 교통상황, 스쿨존 등의 정보를 제공하고자 하며 인도네시아는 1,700km 상당 고속도로 구간 톨게이트를 GNSS 기반 톨링 시스템으로 대체하는 사업을 발주하여 향후 10년간 6,000km 도로 구간으로 과금 구간을 확장하는 계획을 발표하였다.