

Mitä automaattiautot erityisesti tarvitsevat liikenneinfraalta?

Risto Kulmala, Traficon Oy

Infrastrukturi ja automaattiajoneuvot

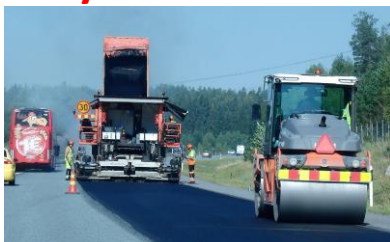
- Noin viisi vuotta sitten : automaattiajaminen ei vaadi erityistä infratukea
- 2019: INFRAMIX – ISAD Infrastructure Support for Automated Driving
- CEDR – MANTRA 2018-2021
- CCAM Platform 2019-2021 WG3 Physical & Digital Infrastructure
- AUTOMOTO Väylävirasto 2020-21
- ERTRAC Roadmap 2022 Infrastructure support for motorways
- TM4CAD 2021-23 ODD-tietoisuus
- Hi-Drive 2022- Defragmentation of ODDs
- TOTSU 2022-23 Väyläviraston toimenpidesuunnitelma

ODD kaiken takana

- ODD (Operational Design Domain) on se toimintaympäristö, jossa automaattiajojärjestelmä (ADS) on suunniteltu toimimaan
- ODD:t kehittyvät auton anturien, tekoälyn ja ohjelmistojen kehittyessä jatkuvasti
- ODD:t ovat keskeinen kilpailutekijä automaattiautojen valmistajille ja automaattiliikennepalvelujen tuottajille - enemmän kysyntää mitä laajempi ODD on tarjolla
- Yhdessä autossa voi olla useita automaattiajojärjestelmiä, joista kullakin oma ODD (esim. moottoritieoloja vaativa Highway autopilot ja hyvin merkittävä pysäköintilaitosta vaativa Valet parking)

Etäisyys (km)

Päällystys-
työmaa



Epäselvät
tiemerkinnet



Sateen
huonontama
näkyvyys



ODD:n
jatkuvuus
on tärkeää



Taajama

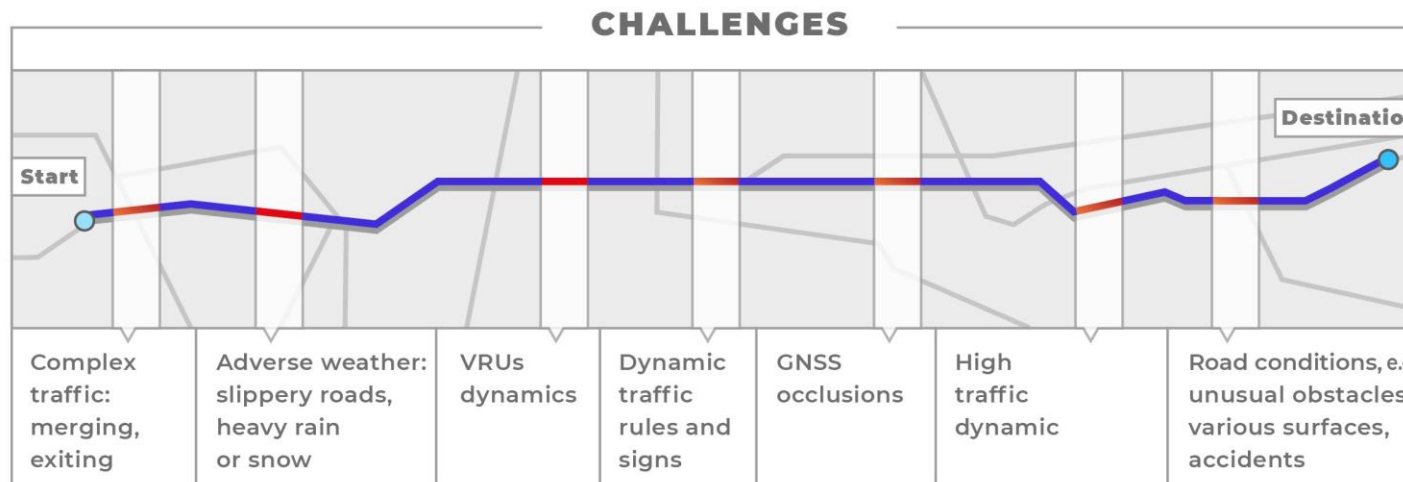
Automaattiajojärjestelmän
suunniteltu toiminta-
ympäristö ODD

ODD olemassa

Ei ODD:tä

Aika (h)

Auton- valmistajat: ODD:ien pilkkou- tumisen estäminen



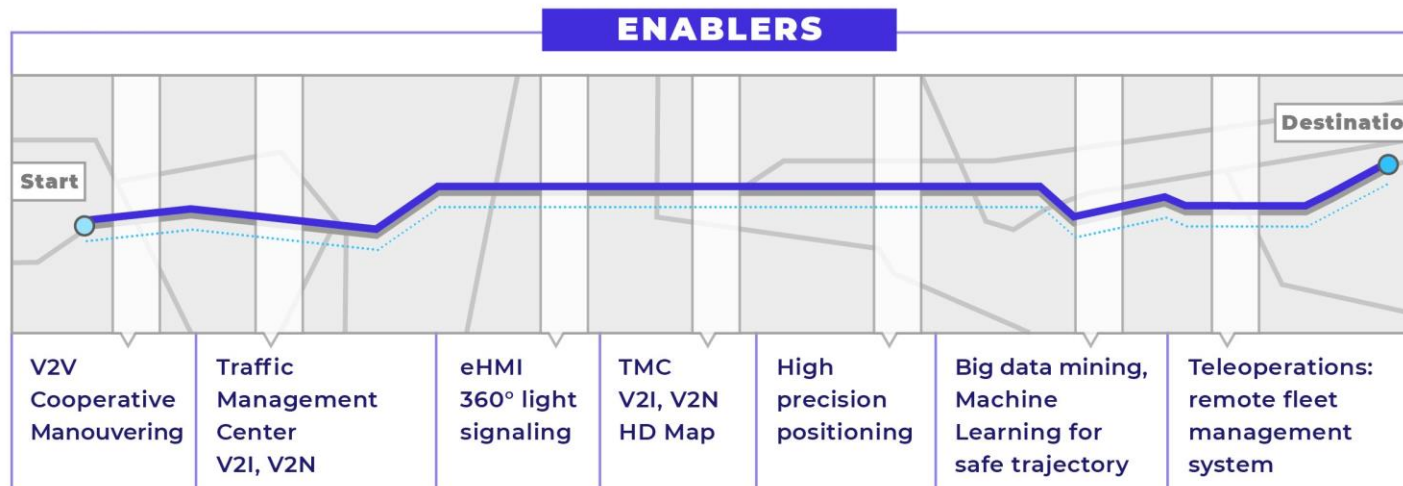
OPERATIONAL DESIGN DOMAIN

Hi-Drive

Cybersecure, interoperable, interactive and user-aware vehicles

MANUAL DRIVING

AUTOMATED DRIVING



Infrastruktuurituen muodot

Fyysinen infrastruktuuri

Tietyyppi

Geoaita / maantieteellinen alue

Ajorata ja sen rajat

Kaistamerkintöjen takaisinheijastuvuus

Kaistamerkintöjen luminanssikontrasti

Kaistamerkintöjen yhdenmukaisuus

Ajokaistan kantavuus

Päällystetyn pientareen leveys vasen/oikea

Päällystetyn pientareen kantavuus

Levennys tai levähdyspaikka

Riista-aidat

Kiinteät / muuttuvat liikennemerkit

Tien pinnan kunto ja vauriot

Kiintopisteet (landmarks)

Kiertotie

Tietyöalue

Digitaalinen infrastruktuuri

Matkapuhelintiedonsiirto 4G / 5G

Lyhyen kantaman C-ITS-tiedonsiirto

Tiedonsiirron toimivuus

Satelliittipaikannus

Satelliittipaikannuksen tukipalvelut

Digitaalinen HD-kartta

Törmäysvaroitukset

Häiriö-, tapahtuma- vaaratilannevaroitukset

Tietyötiedot

Liikennemerkkien sisältötiedot

Tiesäätiedot

Tieto liikenteen sujuvuudesta

Liikennemäärätiedot liikkujalajeittain

Reittitiedot

Digitaaliset liikennesäännöt

Liikenteen- ja häiriönhallintasuunnitelmat

ODD- ja infratukitiedotus

Operatiivinen infrastruktuuri

Liikenteen ja tiesään seurantapalvelut

Liikenteenhallintapalvelut

Tunnelien hallintapalvelut

Vaihtuvat nopeusrajoitukset

Tilapäiset liikennemerkit

Hätä- tai huoltoajoneuvo ajoradalla

Paikallinen häiriötilanteen ohjaus

Paikallinen tietöiden ohjaus

Automaattiajon vaatimat C-ITS palvelut

Liikennekeskuspalvelut

Etäohjauksen tukipalvelut

Infrastruktuurituki automaattiajotehtävälle

		Infrastruktuuri		
ADS-ajotehtävä		Fyysinen	Digitaalinen	Operatiivinen
Havainnointi	Oman ajoneuvon paikannus			
	Tietoisuus ympäristöstä			
	Tehostettu havainnointi (huono näkyvyys)			
Suunnittelu	Liikenteen tilannekuva ja liikennesäännöt			
	Turvallinen reitti- ja ajolinjasuunnitelma			
	Yhteistoiminnallinen suunnittelu			
Liikkeen hallinta	Ajoneuvon hallinta			
	Hallinnan luovutus/minimisiriskitoimi			

Mitkä automaatio-ovellukset tarvitsevat infratukea?

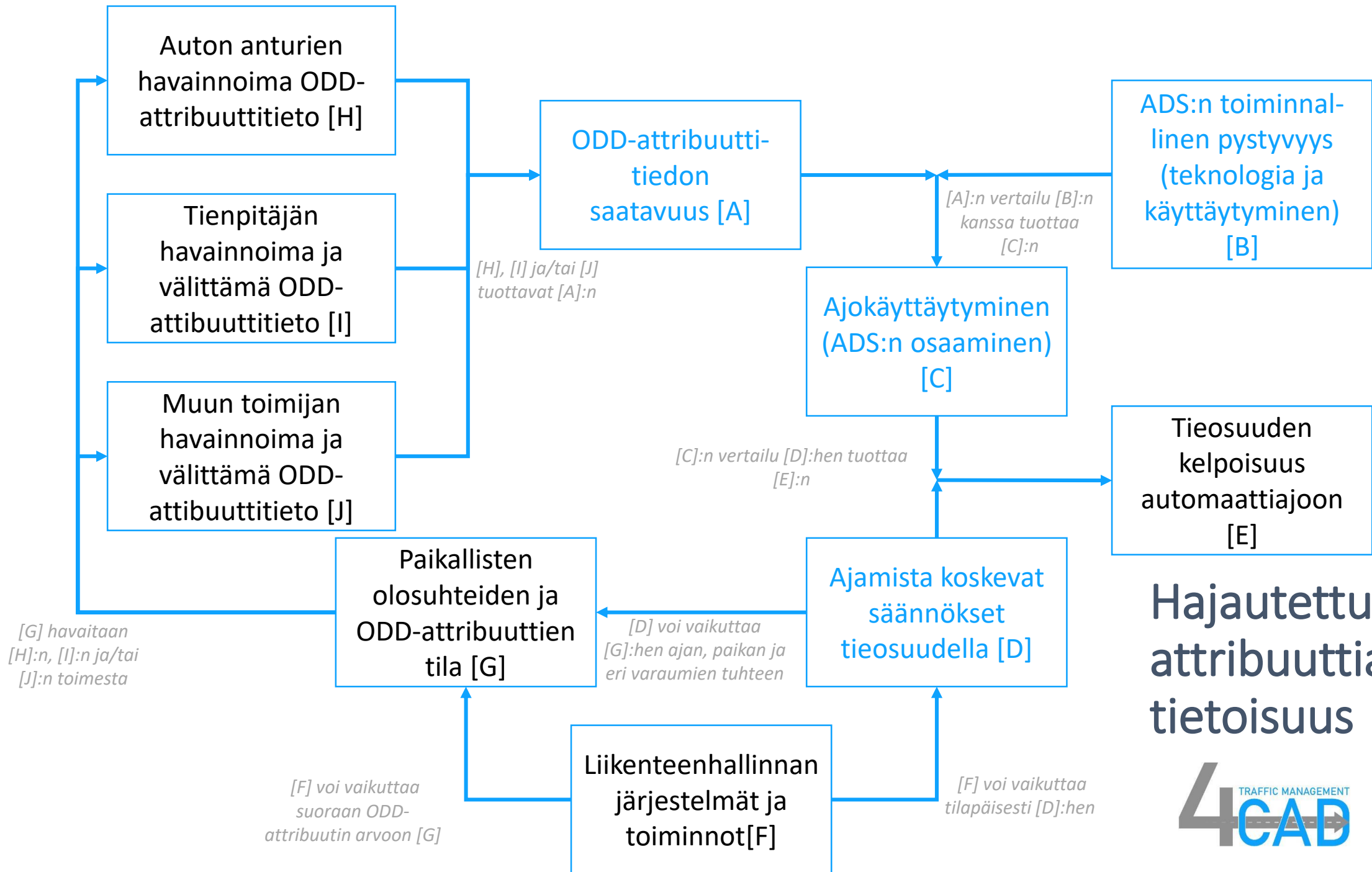
- Korkean ajonopeuden sovellukset sillä ajoneuvon anturit ”näkevät” enintään 200-300 m eteenpäin



Frank Försterling / Continental

ODD-tietoisuus

- Keskeinen vaatimus automaattiajojärjestelmälle
- ADS:n tulee tietää kussakin tilanteessa kaikkien ODD-attribuuttiansa arvo
- Tieto myös välittömästi edessä olevalta reitiltä ("elektroninen horisontti")
- Automaattiajamista voidaan jatkaa vain silloin kun kaikkien ODD-attribuuttien arvo on vähintään ODD-minimiarvonsa suuruinen
- Jos auton omat anturit eivät voi tuottaa tietoa attribuutin arvosta, sen voi saada
 - Muilta ajoneuvoilta esim. ajoneuvokaluston haltijan kautta (esim. robottitaksiyrittäjä)
 - Tienpitäjältä tieympäristössä olevien seurantajärjestelmien tuottamana tietona
 - Erilaisilta palveluntarjoajilta (esim. säätietopalvelun tuottajalta)



Hajautettu ODD- attribuuttiarvo- tietoisuus



Infrastruktuurituen priorisointi EU CCAM

- Digitaalinen ja operatiivinen infrastruktuuri fyysisen täydentämiseksi
- Uusien infrastruktuurihankkeiden tulee aina sisältää digitaaliset osat
- Tarpeelliset toimenpiteet, jotka hyödyntävät jo nykyisellään tienkäyttäjiä, tienpitoa ja tieverkon operointia – ns. no-regret -toimenpiteet
- Digitaaliset mallit (digital twin)
- Mahdolliset pullonkaulakohteet tieverkolla (tietyöt, tunnelit, liittymät)
- Paikannustuki satelliittipaikannuksen ongelmakohteissa
- Automaattiajamisen toiminnallisen turvallisuuden varmistaminen

Infrastruktuurituen priorisointi Väylävirasto

- Välttämättömät (lainsäädäntö)
 - Tosiainen liikennetieto - digitaaliset liikennesäännöt
 - Turvallisuus- ja sujuvuustiedon vaihto
- Tarpeelliset (no regret)
 - Tiedon laadun hallinta
 - Vaikuttavuusarviot
 - Tietämyksenhallinta
 - Moottori- ja muun päätieverkon toimenpiteet, luokittelu
 - Muu tieverkko
- Aktiivinen seuranta kv-tasolla
 - HD-kartat, infratarpeiden kehitys, tyyppihyväksyntä



Pohdintaa

- Automaattiajojärjestelmät tarvitsevat infratukea, etenkin maantieoloissa
- Keskeistä osaa näyttelevät digitaalinen ja operatiivinen infrastruktuuri
- Paikannus, elektroninen horisontti, minimiriskitoimenpiteet, ongelmakohteet kuten tietyöt
- Jatkuva ODD-tietoisuus
- Teknologiakehityksen nopeus: panostus siihen mikä on välttämätöntä tai hyödyntää myös muuta liikennettä



Traffic Management for Connected and Automated Driving

TM4CAD

Hankkeen sivusto, jossa raportit

<https://tm4cad.project.cedr.eu/>



4 TRAFFIC MANAGEMENT
CAD

About Deliverables Partners Contact

TM4CAD

This project is funded by CEDR Call 2020
Impact of CAD on Safe Smart Roads.

CEDR
Conférence Européenne
des Directeurs des Routes
Conference of European
Directors of Roads

Traffic Management for Connected and Automated Driving

In TM4CAD we explore the role of infrastructure systems across various Infrastructure Support for Automated Driving (ISAD) levels in creating ODD awareness for CAD systems.

As a starting point we will propose various system architectures for distributed ODD attribute information and define acquisition principles of the information based on exchange between the architecture elements, ultimately to enable CAD systems to be aware of their ODD in real-time.

Moreover, TM4CAD will demonstrate the basic mechanisms of ODD management via two real-world use cases, which build on the premise of interaction between traffic management systems and CAD vehicles. This will provide NRAs insight in methods to inform CAD systems about the kinds of support they can provide for CAD

