



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ajoneuvokohtaiset sää- ja turvallisuuspalvelut raskaalle liikenteelle

Timo Sukuvaara
Ilmatieteen laitos

timo.sukuvaara@fmi.fi



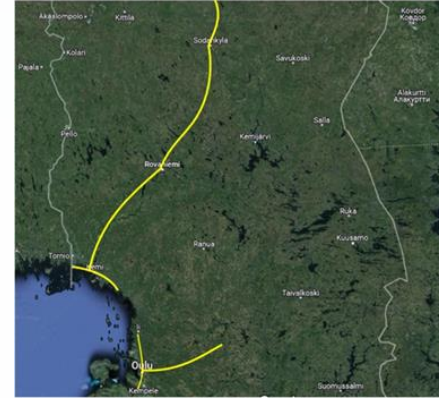
Matti Leskinen, HY

SafeTrucks



Heavy traffic safety improvements by advanced dynamics and road weather services

**BUSINESS
FINLAND**

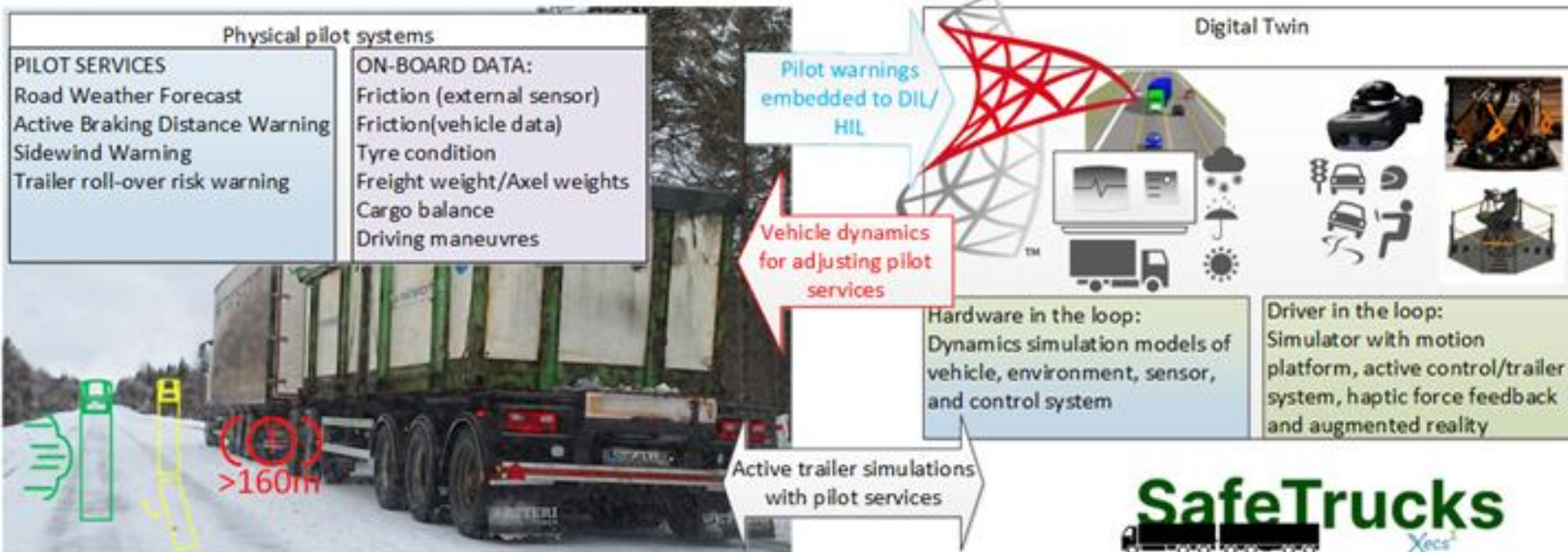


Suomi

- Ilmatieteen laitos(Koordinaattori)
- Oulun Yliopisto
- Nokian Raskaat Renkaat
- Ahola Transport
- Neste (omarahoitteinen)
- Taipale Telematics (omarahoitteinen)
- SMA ja VR Transpoint (mittaus-yhteistyökumppani)
- Lappia-opisto (mittaus-kumppani)

Kanada

- NRC- National Research Centre of Canada
- CM Labs
- Simard Suspensions Inc.
- Traxara Robotics Inc
- MANAC inc.
- Micro Engineering Tech. Inc.
- Vehicle technology Centre
- OPAL-RT



Keskeisimmät tavoitteet Suomessa

- **Raskaan liikenteen pilottipalvelut rajatulla alueella**
 - Hyödynnetään käytettävissä olevat datalähteet liikenteestä
 - Testipalvelut yhteistyökumppanin ajoneuvo-fleetille
 - Testejä ja mittauksia, palvelujen iterointi
- **Kommunikaatioympäristön vaatimukset**
 - Pilottipalveluiden toteutus
 - Kaikki mahdolliset datalähteet ja palvelut
 - V2X kommunikaatiomenetelmät
- **V2X kommunikaatiomenetelmien evaluointi**



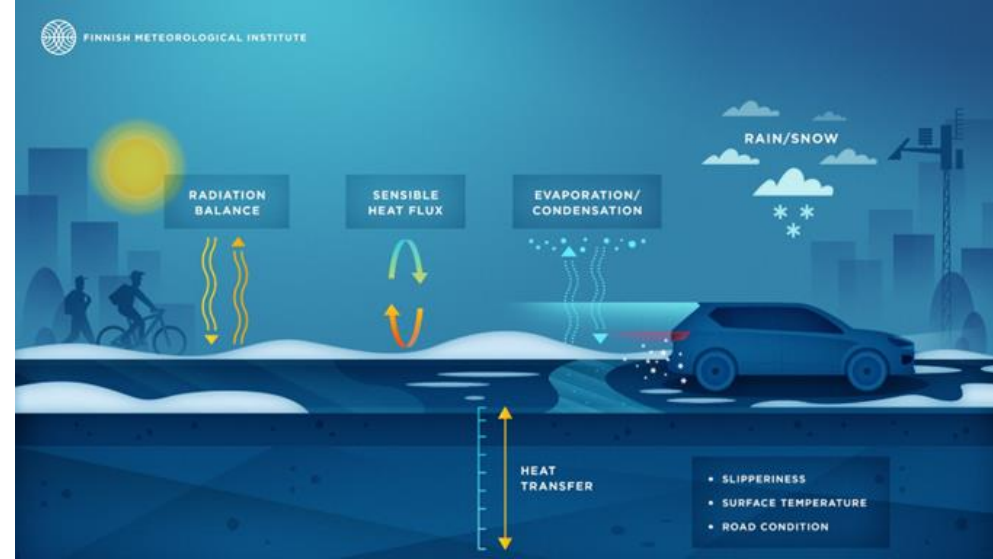
Projektissa pilotoitavat tiesääpalvelut

- Reittisää
- Liukkaus: **Jarrutusmatka**
- Räätelöidyt varoitukset ennalta määritelyihin tiepisteisiin:
 - Voimakas tuuli / Sivutuuli: **Varoitus voimakkaista puuskista**
 - Liukkaus + voimakas puuska + mutka: **Varoitus ajoneuvoyhdistelmän liukumis-/kaatumisvaarasta**

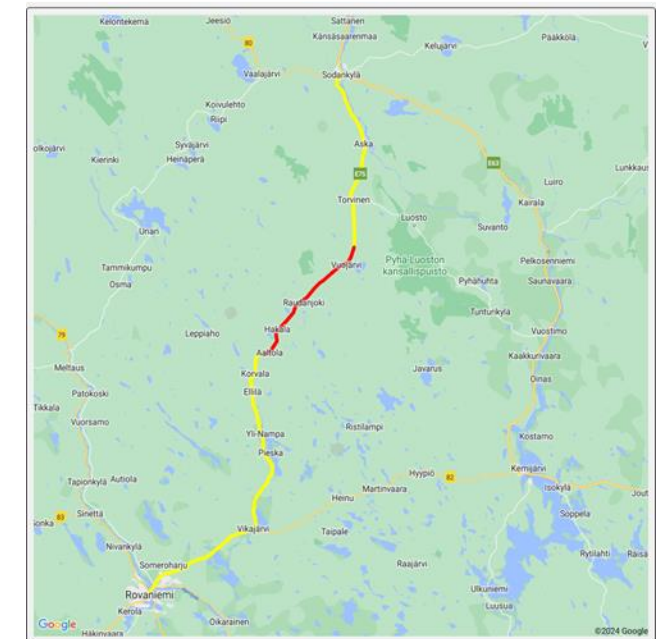


Reittisää

- Perustuu tiesäähavaintoihin ja Ilmatieteen laitoksen tiesääennusteeseen
 - Antaa tietoa mm. tienpinnan lämpötilasta, tienpinnan tilasta, liikenneindeksistä ja liukkaudesta (kitka)
- Havaintoja liikkuvista autoista
 - Lämpötila ja kitka
- Tiesää- ja varoitusdata tuodaan informatiivisesti ajoneuvopäätteisiin



Ilmatieteen laitoksen tiesäämalli



Esimerkki reittisäästä kartalla



Reittisääennustetta täydentävät datalähteet

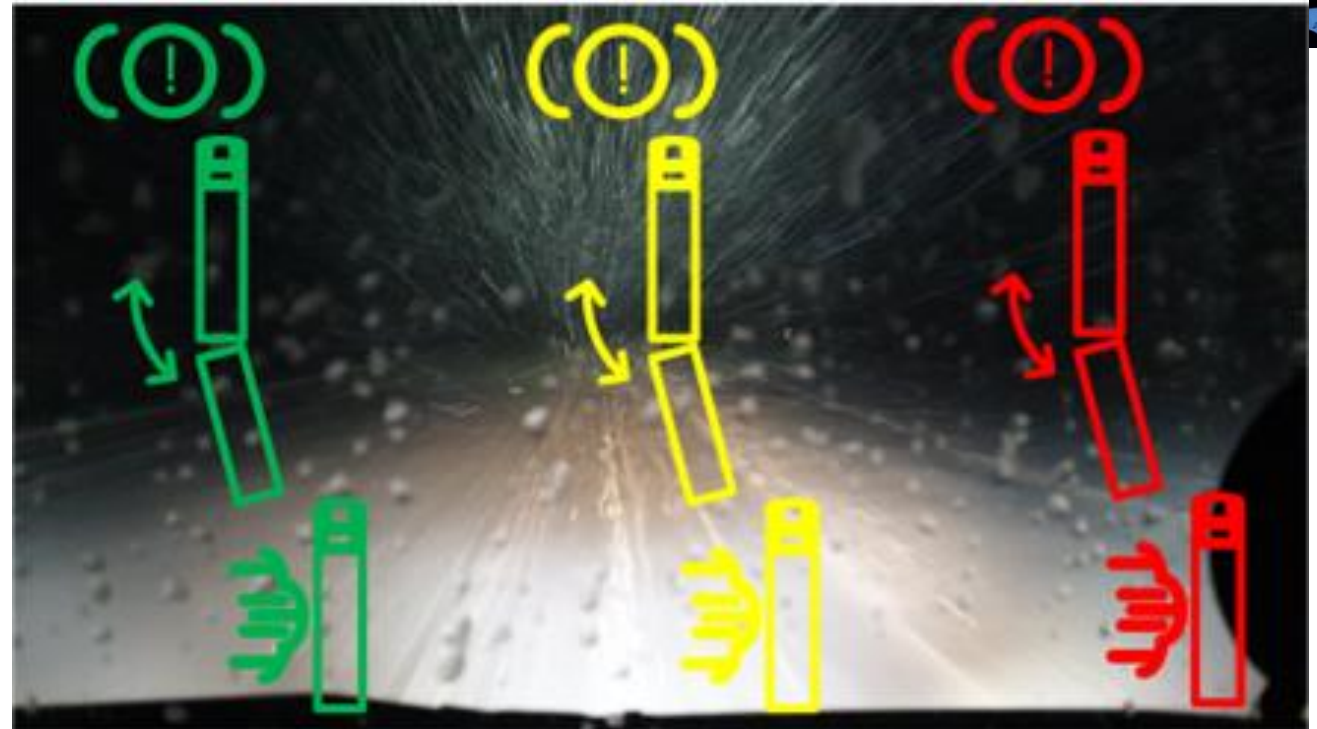
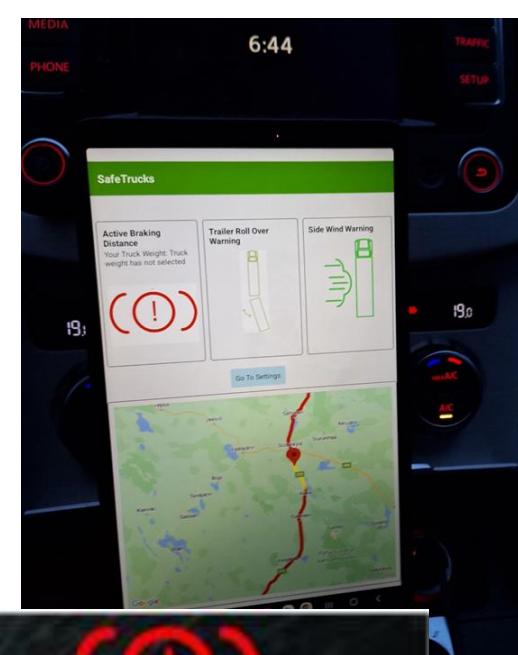
Braking distance	On-board friction	MD30 x2 (Neste, Lappia)
		RCM 431 x3 (VR Transpoint, SMA)
		MD30 x2 (Neste, Lappia)
	On-board temperature (road)	
		RCM 431 x3 (VR Transpoint, SMA)
	On-board temperature (air)	MD30 x2 (Neste, Lappia)
		RCM 431 x3 (VR Transpoint, SMA)
	RWS friction	Petäjämaa
		Test track (closed road)
		Fintraffic
	RWS temperature (road)	Petäjämaa tiesääasema
		Testirata tiesääasemat (2x, suljettu alue)
		Fintraffic (351)
	RWS temperature (air)	Petäjämaa tiesääasema
		Testirata tiesääasemat (2x, suljettu alue)
		Fintraffic (351)
	RWS road weather index	Petäjämaa tiesääasema
		Testirata tiesääasemat (2x, suljettu alue)
		Fintraffic (351)

Sidewind warning	Local road weather info	Local road weather info
	Local road weather forecast	Local road weather forecast
	Wind information/forecast	Suomen tuuliatlas
Trailer falling risk	Local road weather info	Local road weather info
	Local road weather forecast	Local road weather forecast



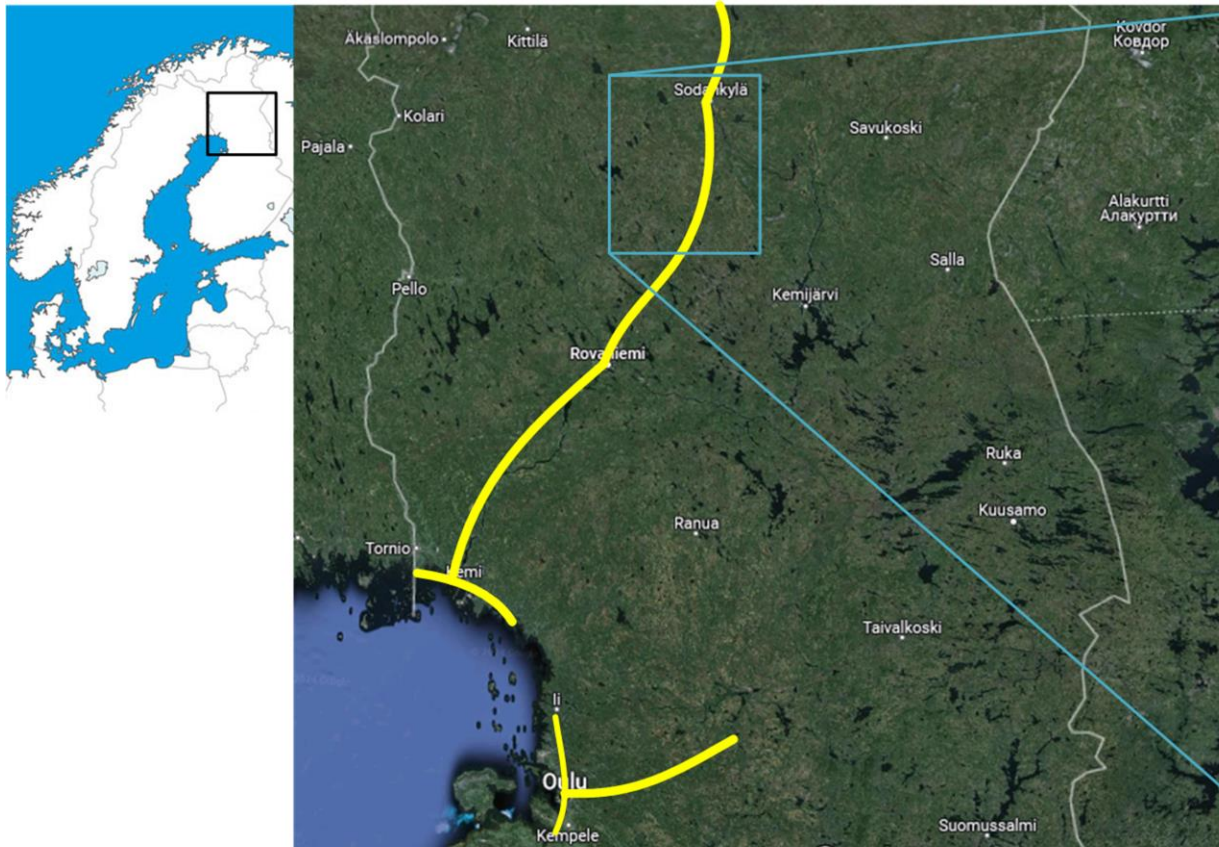
Varoitukset esitettynä ajoneuvopääätteellä

- * Jarrutusmatka / liukkaus
- * Voimakas puuska / Sivutuuli
- * Liukumis- / kaatumisvaara
 - 3 varoitusluokkaa ja 3 varoitustasoa
 - Tiesääennuste jatkuvana tietona

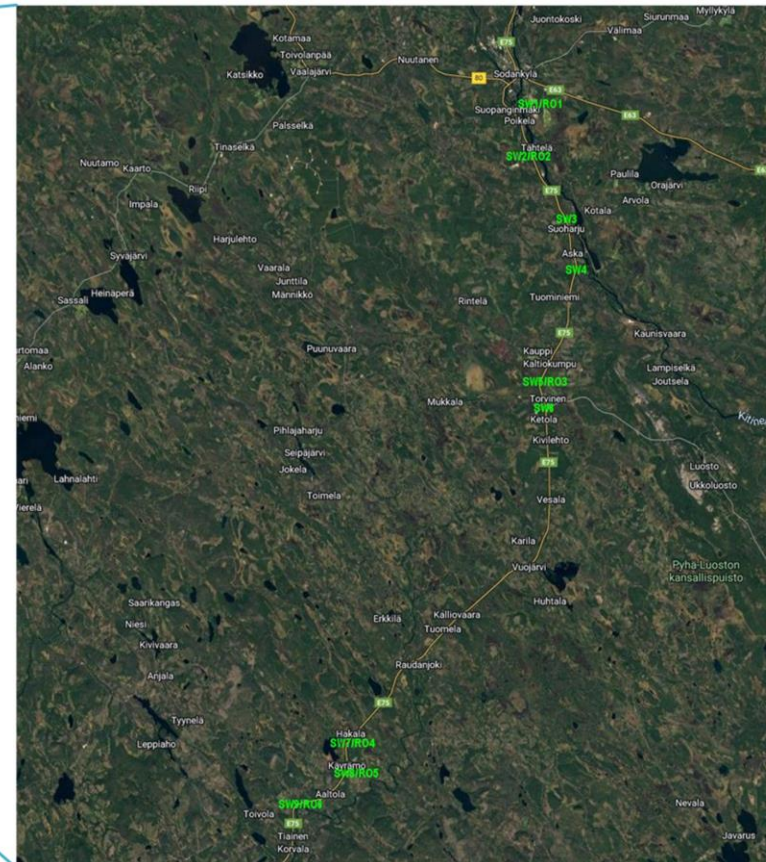


Kolmiportainen värikoodattu tieto varoituksista

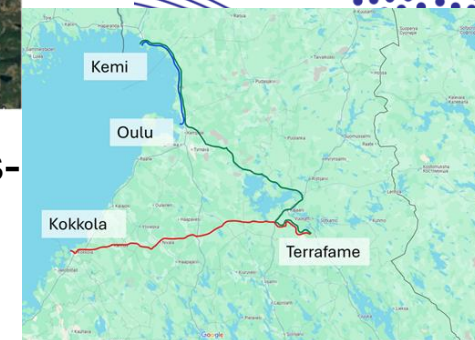
Tiesään pilottireitit ja -pisteet



Pilottireitit: Reittisää ja
jarrutusmatka/liukkaus



Pilottipisteet: Tuuli (9) ja liukumis-
/kaatumisvaara (6)



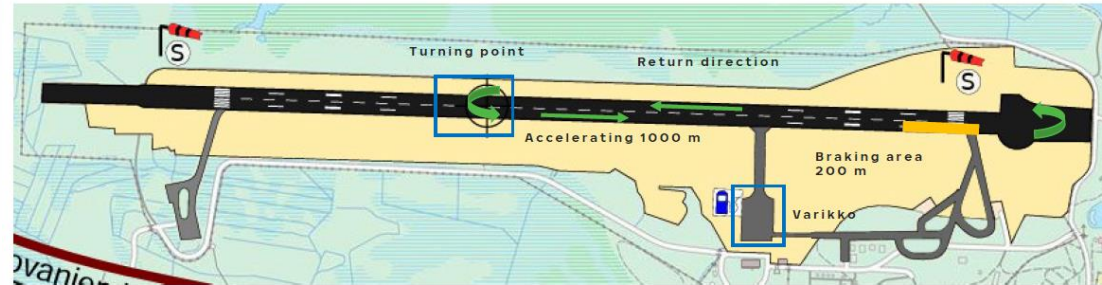
SafeTrucks



Jarrutusmatka-pilotti

BRAKING DEMO - WK 6/2025

PUDASJÄRVI AIRFIELD



Vehicles:

- 1) 1,5-ton Passenger car
- 2) 2,2-ton Van
- 3) 18-ton MAN truck
- 4) 33-ton Container carrier empty
- 5) 44-ton Electric truck + semi-trailer
- 6) 68-ton Truck + Trailer
- 7) 76-ton Container carrier loaded

Lappia
VR Transpoint
Lappia
Lappia
VR Transpoint

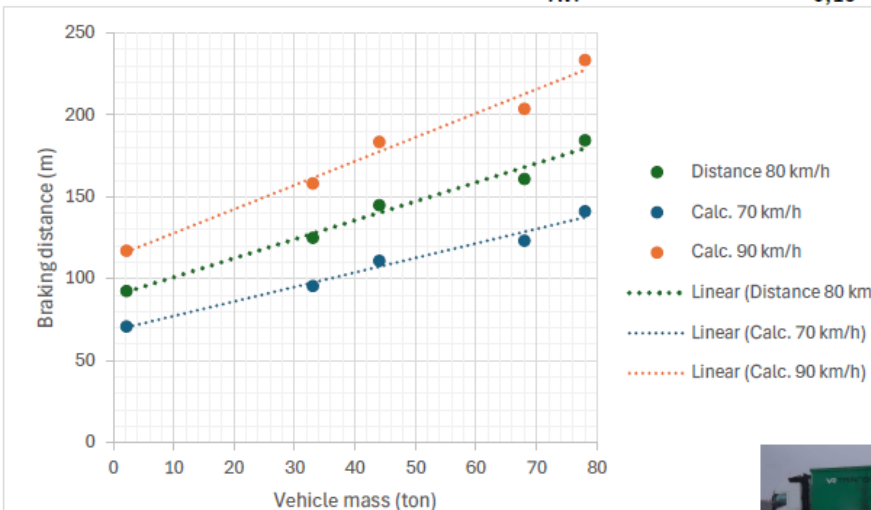
Braking speed 50 km/h and 80 km/h

Other vehicles:

- 1) University of Oulu, Sisu Polar Truck + TTT test trailer with 385/65R22.5 reference tyre and Teconer optical sensor and Intuitu Smart Tyres
- 2) FMI test car with Teconer optical sensor and braking calculation app
- 3) Lappia electric truck with Vaisala optical sensor

nokian
TYRES

Vehicle	Mass (t)	1st-80km/h	Calc.friction	2nd-80km/h	Calc.friction
Peugeot Boxer Van	2,2	85	0,30	100	0,25
VR Transpoint Container Carrier - Empty	33	125	0,20		
Lappia EV Truck + Semi-trailer	44	140	0,18	150	0,17
Lappia Truck + Trailer	68	160	0,16	162	0,16
VR Transpoint Container Carrier - Loaded	76	188	0,13	181	0,14
Av.			0,19		0,18



Peugeot Boxer Van



Lappia EV Truck +Semi-trailer



Lappia Truck + Trailer



VRTranspoint Container Carrier



Braking distance tests in Pudasjärvi 2025



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

nokian
TYRES

UNIVERSITY OF OULU

Xecs



National Research
Council Canada

Conseil national de
recherches Canada

BUSINESS
FINLAND

SafeTrucks – Varoitusten kuukausiyhteenvetoja

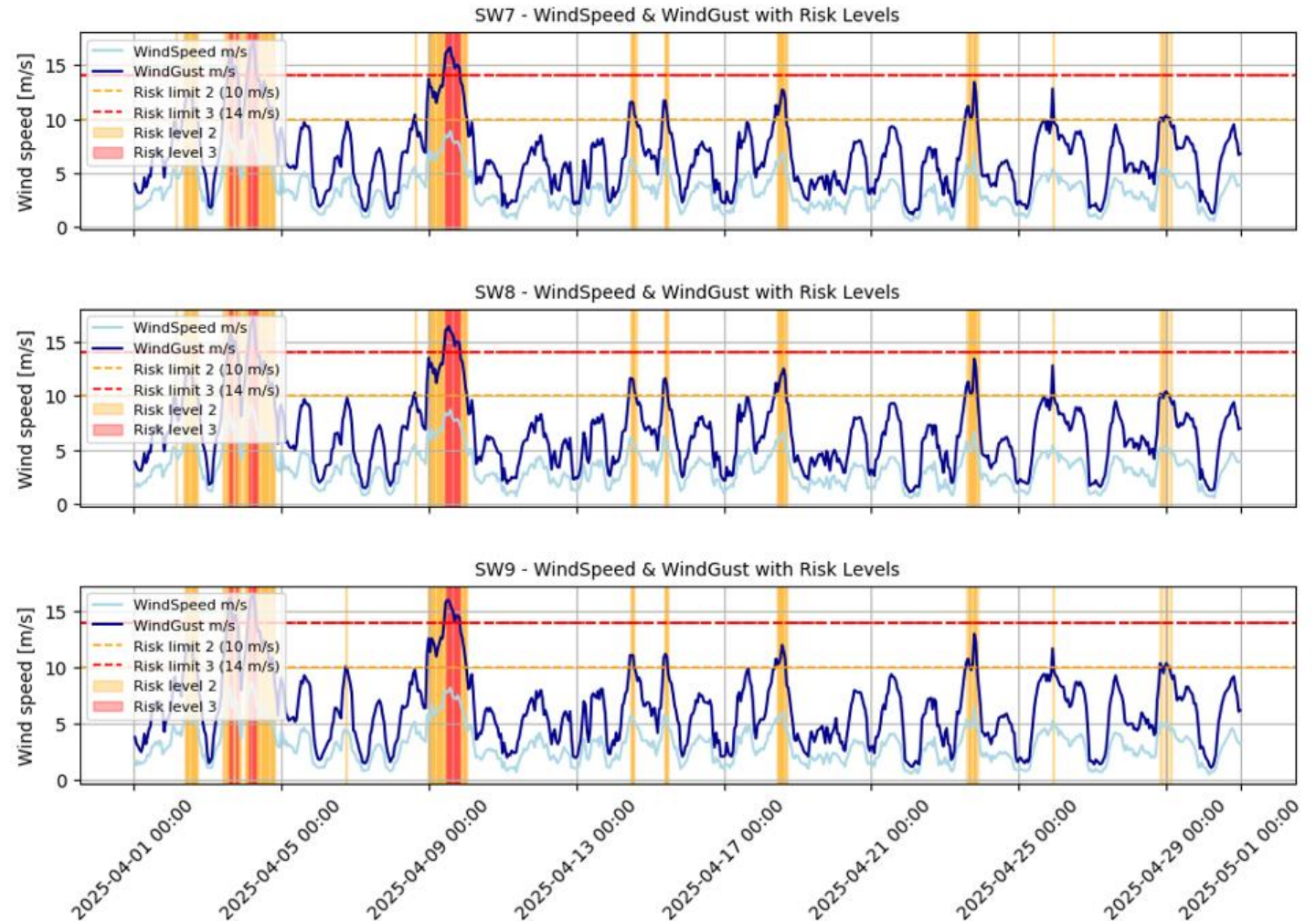
Sivutuuli-pilottien kuukausiyhteenvetoja

(tuulen puuskan voimakkuus huomioitu)

Tavoite:

Noin 2% tapauksista punaista varoitusta (OK)

Noin 8-10% tapauksista oranssia varoitusta (hienoista yliennustamista)



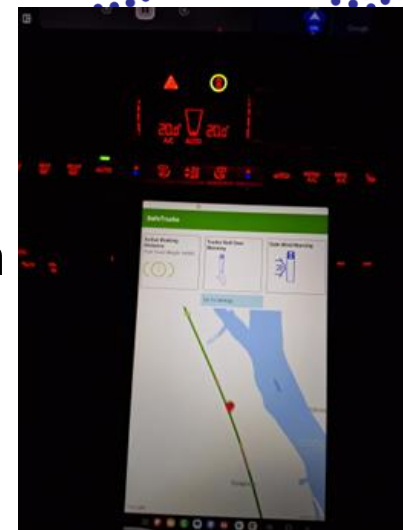
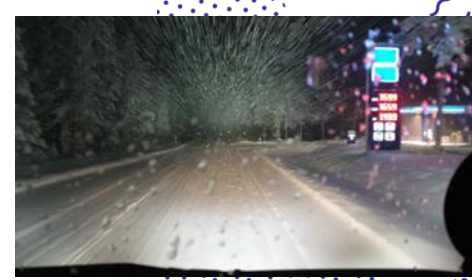
Kommunikaatiojärjestelmä

Pilottipalveluiden vaatimukset

- Uplink; kitkadata, navigointi, Sensor-monitorointi (ennakoimaton käytös)
 - Vähäinen dataliikennetarve, sekuntien viive dataliikenteessä sallittu, kohtalainen liikenteen luotettavuus riittää
- Downlink; tiesääennuste ja paikkakohtainen varoitustieto
 - Alustusvaiheen jälkeen vähäinen dataliikenteen tarve (10kbps/user). Myös suuri (1s) viive sallitaan kun määritellään ennuste ajoneuvon vastaanottopisteeseen, eikä tarvita ennustetta kaikkiin reittipisteisiin. Luotettavuusvaatimus korkea, koska välitetään turvallisuusvaroituksia
 - Tällä hetkellä järjestelmä ei "ennusta" tulevaa reittipistettä, vaan tiesääennuste toimitetaan kaikkiin reittipisteisiin lähellä. Tämä aiheuttaa hieman korkeammat vaatimukset viiveen ja dataliikenteen suhteen → melko vähäinen dataliikenne (50kbps/user), pienehkö viive (<1s)

Visio operatiivisesta palvelujärjestelmästä

- Uplink; pilotin dataliikenne + CAN-bus/logger data ajoneuvosta, rengas-sensorin data, kuorman tasapainon seuranta
 - Can-väylän ajoneuvodynamiikkatieto ja viitteet ajoneuvon hallinnan menettämiseen, rengas-sensorin kitka-arvio ja tiekontaktin häiriöt
 - Kaikki herätteet jotka viittaavat ajoneuvon hallinnan poikkeamiin ja siten onnettomuusriskiin. Ei suurta dataliikennevaatimusta mutta viive minimoitava
- Downlink; pilotin dataliikenne + onnettomuus- ja vaaratilannevaroitukset + eri ajoreittien sää- ja häiriötieto
 - Kohtalainen dataliikenne 1 Mbps, alhainen viive varoituksille (<100 ms)
- Vehicle-to-vehicle välitön varoitus ajoneuvon hallinnan menettamisestä tai suoraan onnettomuudesta
 - Alhainen dataliikenne 10 kbps, äärimmäisen alhainen viive (<10ms)



Älyliikenteen tiesääpalveluiden testirata Sod5G

Intelligent traffic systems

- Private 5G network with narrowband IoT, WiFi6, Vehicular ITS-G5 and C-V2X, Starlink

State-of-the-art road weather

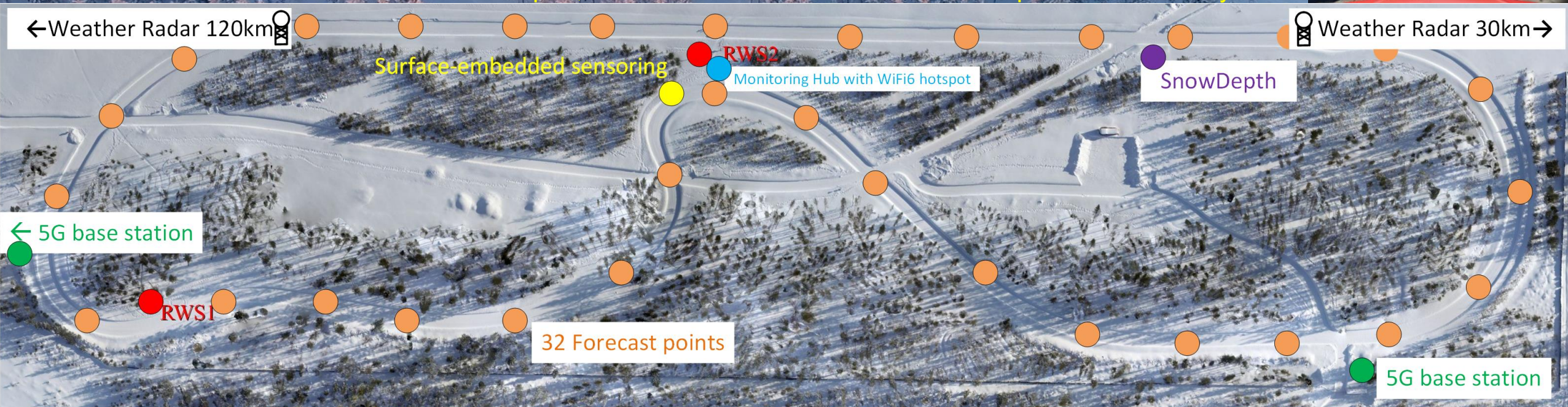
- 2 road weather stations, optical friction, visibility, under-surface temperature, snowdepth, up-to-the-date forecast points, road cameras, LiDAR monitoring, RTK-GPS accurate positioning, vehicular friction instruments

Local facilities

- Digital Twin model of the track, monitoring station with control to track measurements, combined road weather station and ITS roadside unit with 5G Edge processing, miniature robot vehicle for autonomous driving tests

Areal instruments

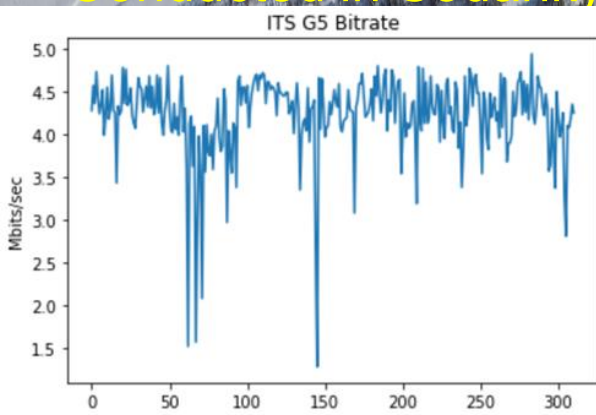
- Weather radars in Luosto and Kaunispää, research road weather station in the public road nearby



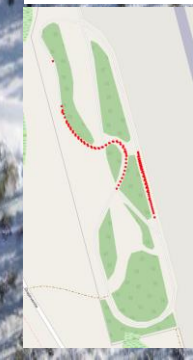
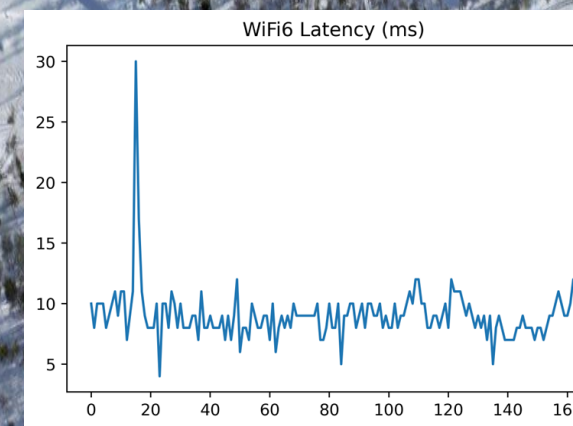
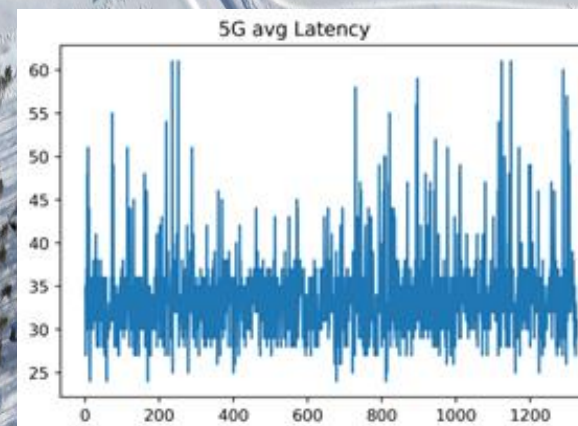
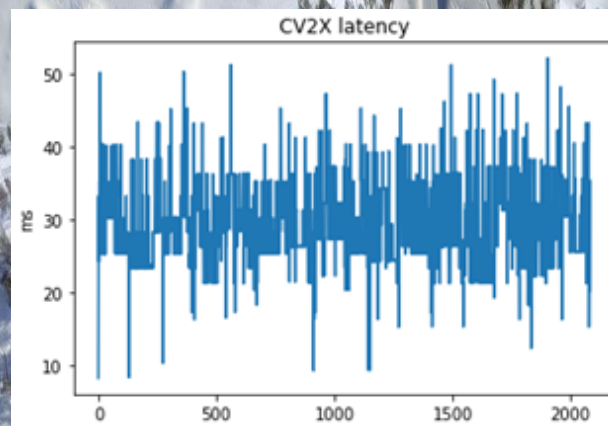
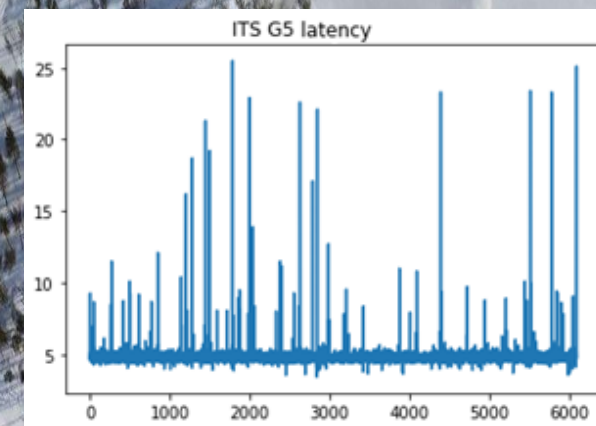
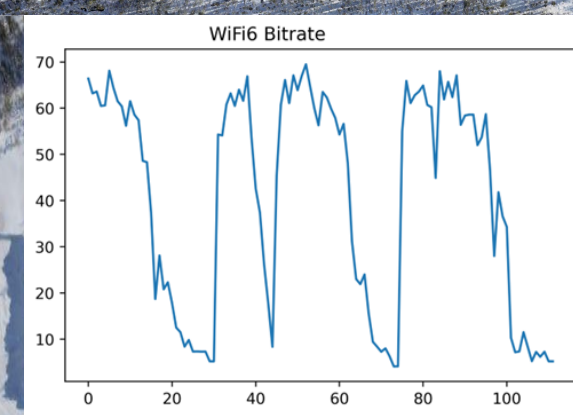
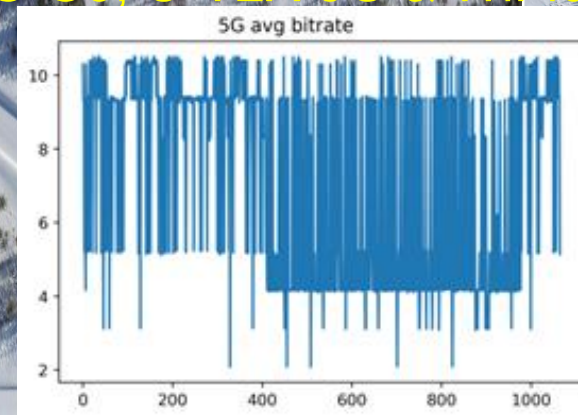
V2X mittaukset



- Conducted in Sodankylä test track with parallel ITS-G5, C-V2X 5G & WiFi6



Failed to measure





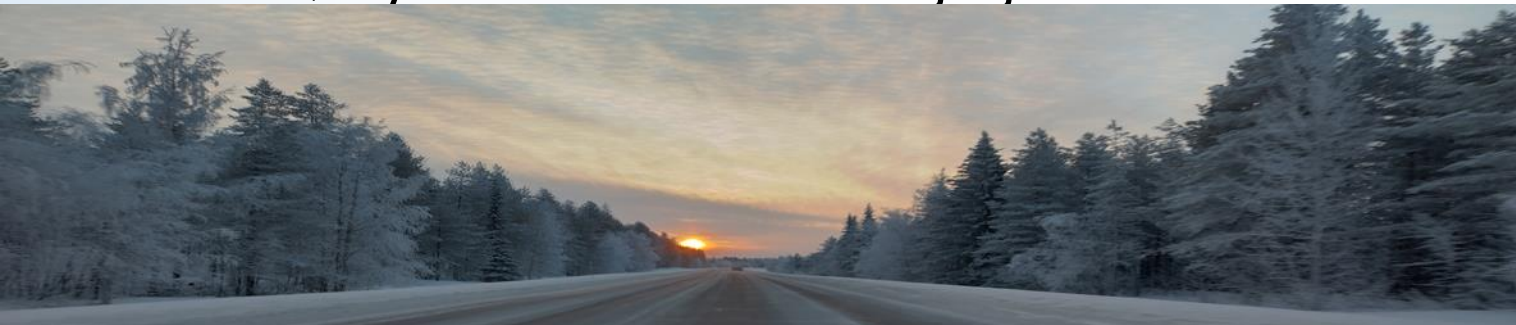
V2X vs. Safetrucks palvelut

Safetrucks pilottipalvelut

- Kommunikaatiovaatimukset eivät merkittäviä, kaupallinen 4G/5G verkko käytännöllisin ratkaisu palveluiden tarjontaan

Visio operatiivisesta palvelujärjestelmästä, jossa onnettomuus- ja vaaratilannevaroitukset

- 5G:n suorituskyky paras verrokkiratkaisujen joukossa, kun mitataan datanopeutta, viivettä ja kattavuutta
- Kun halutaan välittää välittömiä varoituksia suoraan autolta autolle ja siten minimoida viive, ITS-G5 käytetyissä laitekonfiguraatioissa nopeampi, mutta laajemmin tarkasteltuna WLAN-rakenne ja vähäinen käyttäjämäärä aiheuttaa kattavuusongelman
- →Hybridikommunikaatiojärjestelmä rinnakkaisilla 5G- ja ITS-G5 -radioilla



Talven 2025-2026 suunnitelmia

- Tiesääpilottien jatkokehitys
 - Huomioidaan testikäyttäjien palaute
 - Varoitusten hienosäätöä myös data-analyysin ja testikampanjoiden perusteella
 - Testataan ja kehitetään sovelluksen ja datasiirron luotettavuutta ja vakautta sekä käyttöliittymän toimivuutta
- Palvelukokonaisuus, jossa raskaiden ajoneuvojen yksilöllisen dynamiikan perusteella annetaan varoitus ”räätälöidysti oikealla intensiteetillä”
 - Merkityksellisemmät varoitukset → parempi vaikuttavuus → vähemmän raskaan liikenteen onnettomuuksia → kokoaan suurempi vaikutus kokonaisliikenneturvallisuuteen
- Jarrutustestit ja hankkeen palveluiden pilotointi Pudasjärvellä helmikuussa 2026

