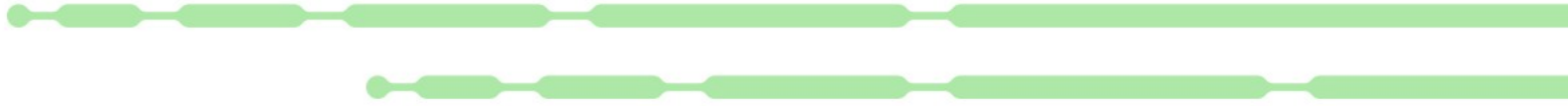




**DIGI
RATA**

**Digirata ohjausryhmä
17.6.2022**

Jari Pylvänäinen ja Juha Lehtola



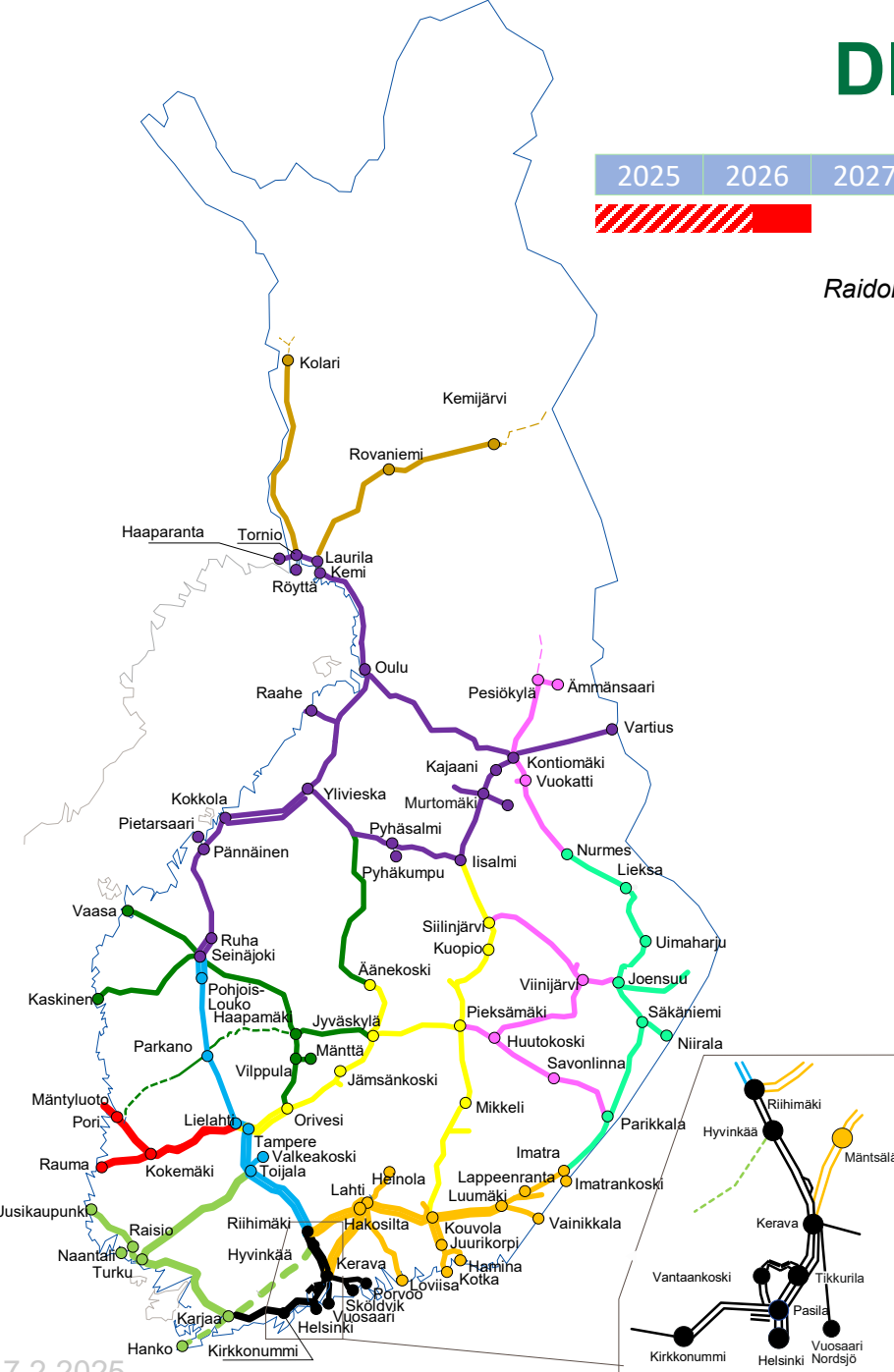
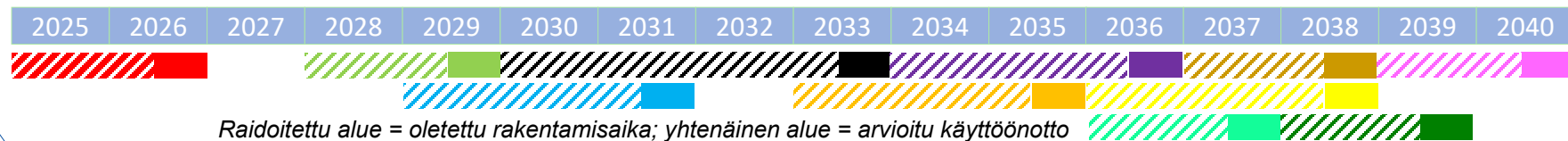
Digirata-hankkeen tilannekatsaus

Mistä on kyse: Digirata lyhyesti

- Tällä hetkellä Suomen lähes koko junaliikenteen käyttämä rataverkko on varustettu nykyisen junakulunvalvonnan (JKV) ratalaitteilla.
- JKV tulee uusia arviolta 2030-luvun puolivälissä, koska kulunvalvontajärjestelmän elinkaari tulee tiensä päähän.
- Uudet ratalinjaukset vaativat eurooppalaisen kulunvalvonnan (ETCS-järjestelmän).
- EU-sääntely edellyttää ETCS-kulunvalvontaratkaisun käyttöönottoa suurelta osin 2040.
- Tavoitteena ratalaitteiden vähentäminen rataverkolta, joka on havaittu kustannustehokkaimmaksi tavaksi ottaa ETCS käyttöön.
- Investointi on joka tapauksessa tehtävä. Moderni järjestelmä mahdollistaa hyötyjä.
- Investoinnin kokonaisarvoksi on arvioitu noin 1,7 mrd.€, josta 75-80% kohdistuu infraan.



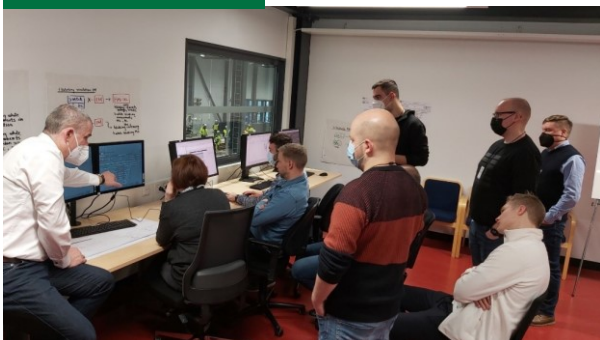
DIGIRADAN ETENEMISSUUNNITELMA



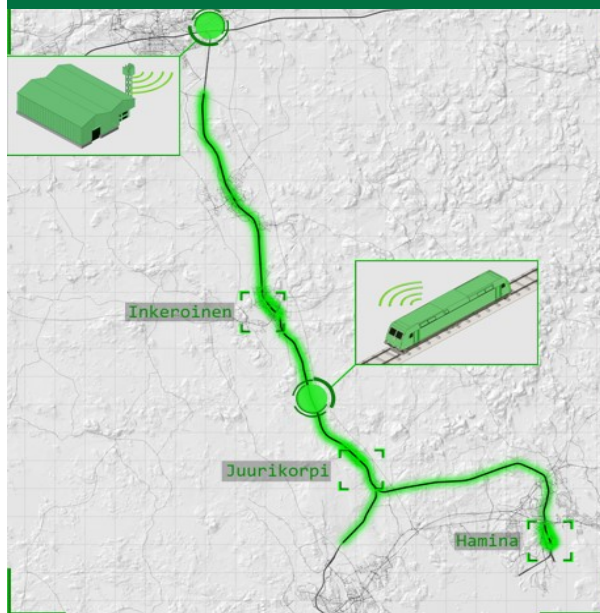
	Arvioitu rakentamisaika	Arvioitu käyttöönottovuosi	Raidekilometrien määrä (yksi raide)	Alustava LO – koulutus-tarve	Alustava arvio kalustosta	Alustava kuljettajien koulutus-tarve
1	2025-2026	2026	191	20-25	50–60 yksikköä	170–200
2	2028-2029	2029	451	60-70	Tarkentuu	Tarkentuu
3	2029-2031	2031	302	40-45	Tarkentuu	Tarkentuu
4	2030-2033	2033	214	0-5 (60-70)	Noin 80 yksikköä	Tarkentuu
5	2033-2035	2035	544	65-75	Tarkentuu	Tarkentuu
6	2034-2036	2036	1091	55	Tarkentuu	Tarkentuu
7	2036-2037	2037	453	35-40	Tarkentuu	Tarkentuu
8	2036-2038	2038	649	30-40 (90)	Tarkentuu	Tarkentuu
9	2037-2038	2038	376	0-5	Tarkentuu	Tarkentuu
10	2038-2039	2039	615	0-10	Tarkentuu	Tarkentuu
11	2039-2040	2040	574	0-15	Tarkentuu	Tarkentuu

Tiekartta kohti radiopohjaista järjestelmää

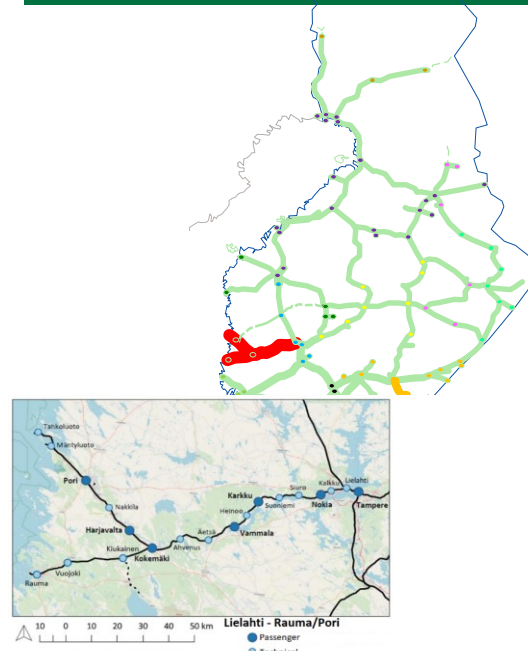
2022



2021 - 2024



2024-2027



2028



• Testilabra

- 1. iteraatio toiminnassa 2022 alusta

• Testirata – radanvarsijärjestelmä

- Pituus: 54 km
- Asemia: 3
- ETCS-taso: ETCS L2
- Radioverkko (testitarkoitukseen): LTE pohjainen

• 1. vaihe (EKA)

- Lielähti-Rauma/Pori
- Noin 190 kilometriä yksiraiteista rataa
- 18 asemaa
- Radioverkko. Toteutetaan viimeisimmän regulaation mukaan tai sen esiversiona

• Roll Out

- Rautateiden uusi radioverkko ratkaisu toteutetaan ensin
- Liikkuvan kaluston päivitykset vastaavasti etupainotteisesti

Oppimispolku: European Train Control System (ERTMS) Suomessa

Labra ja testirata 2020-2024

- Testirata Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) pohjautuvalle European Train Control System (ETCS) ratkaisulle
 - ETCS vain testikäyttöön
- Miksi labra ja testirata?
 - Kasvatetaan osaamista radiopohjaisesta ratkaisusta
 - Implementoidaan ja testataan

Lielahti-Rauma/Pori rata 2024-2027

- Tuodaan FRMCS:n perustuva ETCS ratkaisu kaupalliseen käyttöön
- Laaditaan määrittelyt Suomen tarpeisiin
- Miksi erillinen hyväksyntä?
 - Kasvattaa valmiutta Roll outtiin
 - Kerätä oppeja hyväksyntäprosessista
 - Optimoidaan Roll outin onnistuminen
 - Kalusto-operaattorien valmiuden lisääminen

ROLL OUT 2028-2040

- Uudistaa infrastruktuuri koko Suomen rataverkolla.
- Hyödyntää digitalisaation mahdollisuudet
- Tavoitteena tuoda paras ratkaisu loppukäyttäjälle
- Optimoida kunnossapito ja käytettävyys

Labra ja testirata

Labra

- Ensimmäinen versio testitapauksista kehityksessä
- Testaukset virtuaalijärjestelmällä tehty 2022 aikana
- Uhka-arvioinnin jälkeen kartoitetaan kybersuojauksen testausmahdollisuuksia

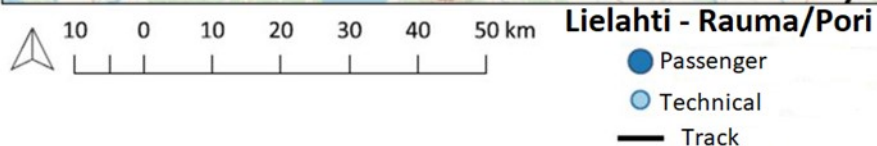
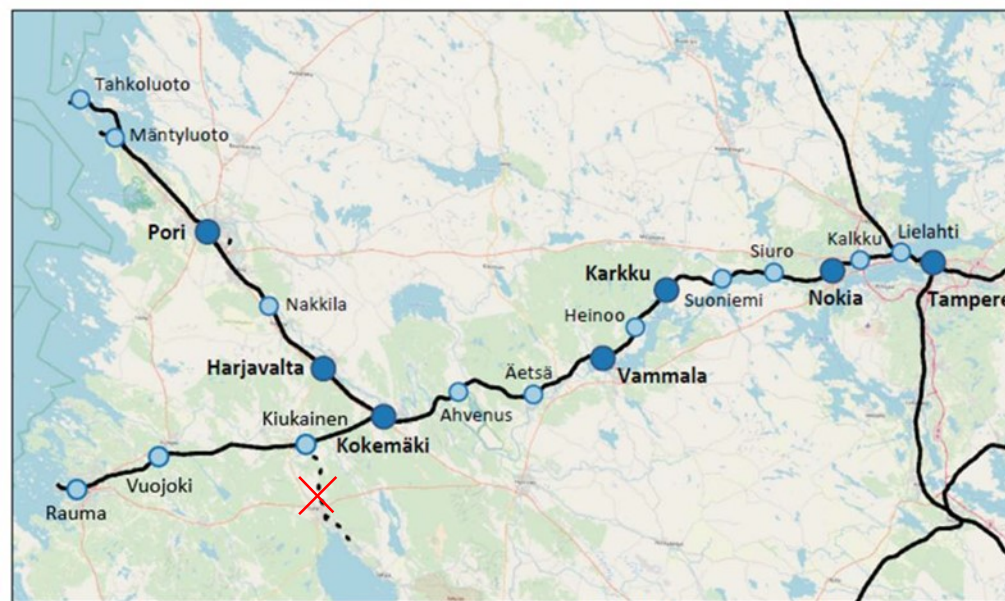
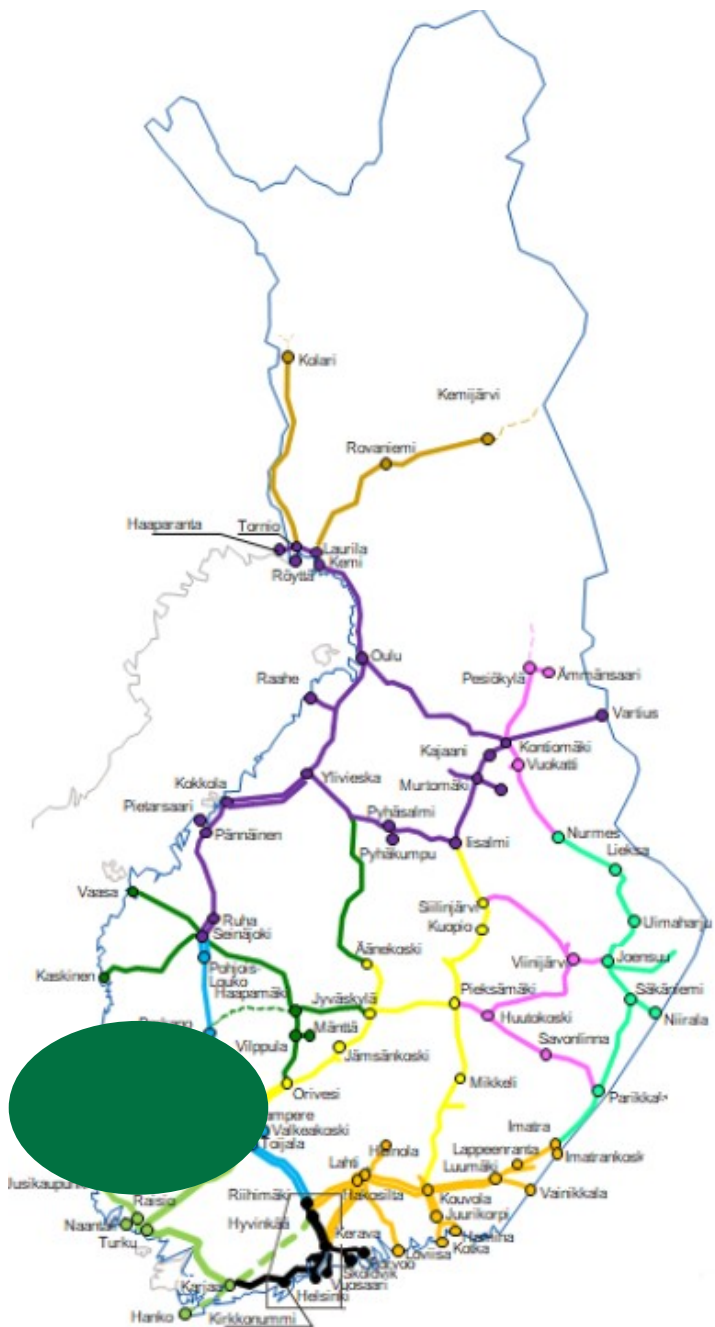
Testirata

- Rakentaminen käynnissä
- Käyttöönottosuunnitelmat valmistelussa
- Hyväksyntäprosessit tulevien vaiheiden tarpeisiin määrittelyssä
- Testauskaluston varustelu valmistelussa



Lielähti-Rauma/Pori (EKA) rataosa

- Ensimmäinen kaupalliselle liikenteelle rakennettava rataosa
- Määrittelyt täydessä käynnissä (konseptit, ohjeet, teknologia)
- Vuoropuhelu Euroopan unionin rautatieviraston kanssa aloitettu

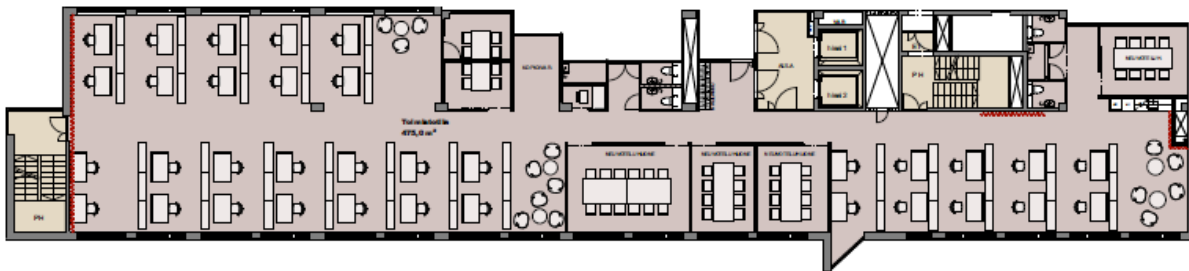


Lielahti-Rauma/Pori (EKA) eteneminen



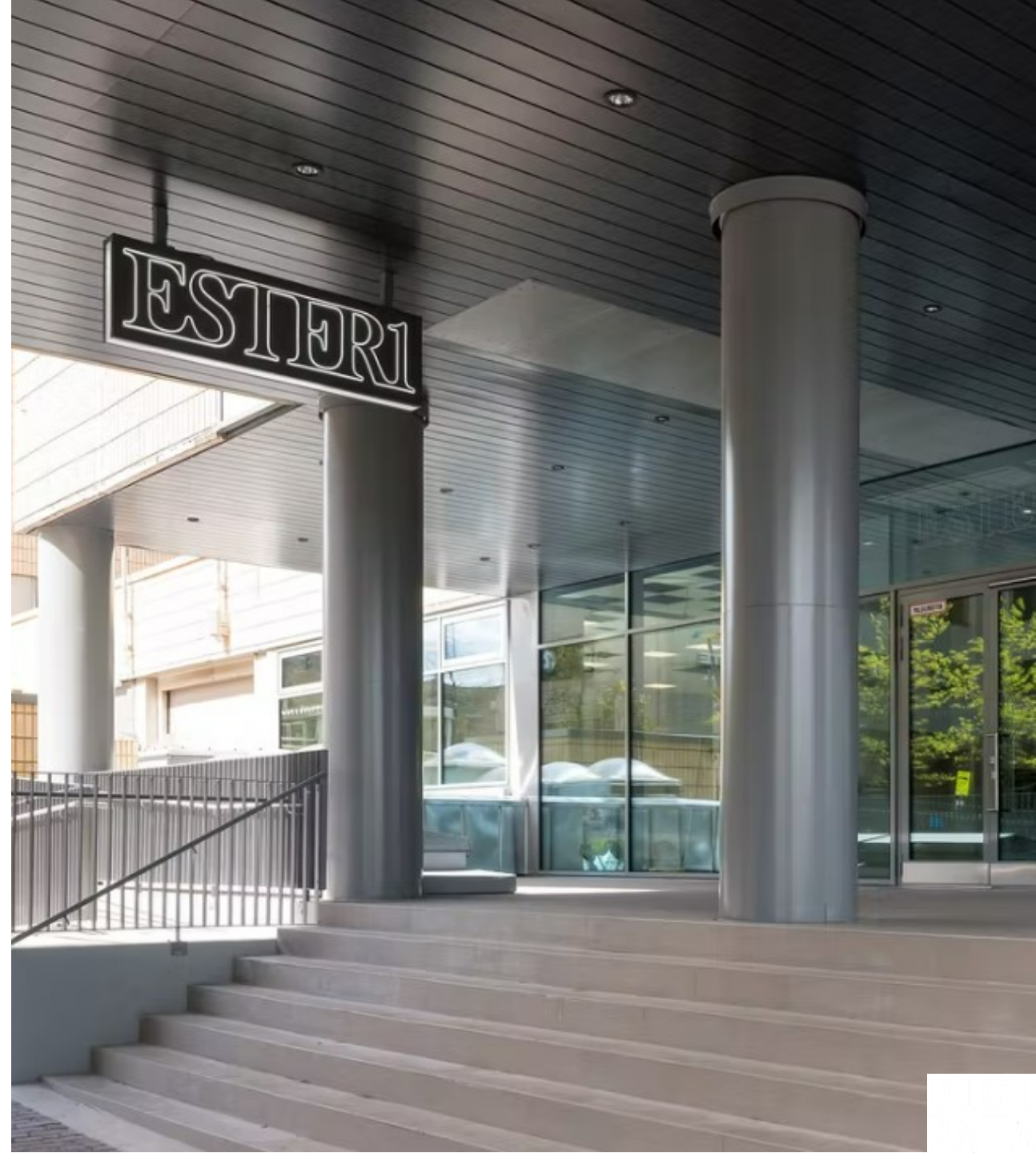
Projektitoimisto

- Projektitoimisto avataan syksyllä 2022
- Tila Pasilasta Esterinportti 1



17.2.2025

<https://www.ester1.fi/>





Kysymyksiä?

Radioverkkotestaus Suomen rataverkolla



- Digirata/Fintraffic
- Sweco
- Proxion

Mittausprojektin hallinta
Kaluston omistaja
Mittaukset ja analyysit

Mittausprojektin peruskysymykset

□ Kysymys #1

Ovatko suomalaiset julkiset matkaviestinverkot peittävydeltään ja kapasiteetiltaan riittävän hyviä ETCS-kulunvalvontaliikenteen välitykseen?

□ Kysymys #2

Täyttävätkö Suomen julkiset matkaviestinverkot luotettavuusvaatimukset IP-liikenteen suhteen (testataan simuloitulla liikenteellä simuloitun OBU:n ja simuloitun RBC:n välillä)?

□ Kysymys #3

Yleisellä tasolla: ovatko hyvin suunnitellut julkiset matkaviestinverkot riittävän hyviä, jotta ne toteuttavat FRMCS:n vaatimukset (huom: esi-FRMCS:lle asetettuja vaatimuksia on käytetty Digiradan mittausten referenssiarvoina, koska muita arvoja ei ole toistaiseksi saatavilla)?

Mittausprojektin yleiskatsaus

- ❑ Suomen rataverkko mitattiin viikoilla 16-23 /2022. Mitatun matkan pituus kaikkineen oli noin 8000 km.
- ❑ Koska operaattorien 5G-peittoalueet ovat vielä paikallisia, mittauksessa käytetyn reitittimen radioyksiköt lukittiin käyttämään vain 4G/LTE –yhteyksiä.
- ❑ Mittausprojektin aikana sekä 4G- että 5G-taajuuudet ja niiden näkyvyys tutkittiin RF-skannerilla.
- ❑ Johtopäätöksenä tähänastisten testien perusteella voidaan todeta, että simuloitu ETCS-liikenne eri tyyppineen täytti Digiradan tavoitearvot sekä Subset-093:n asettamat vaatimukset



Liikennetyypit

TCP-yhteydenmuodostus

Session avaaminen. Suoritetaan kerran 1-2 sekunnissa. Aikavalvonnan raja on 2 s.

Paikkatietoraportti

Position Report (ETCS-sanoma) lähetetään kerran sekunnissa ja kuitataan sanomalla ETCS General Message, jotta voidaan laskea kokonaisviive.

MA Request (Ajolupapyyntö)

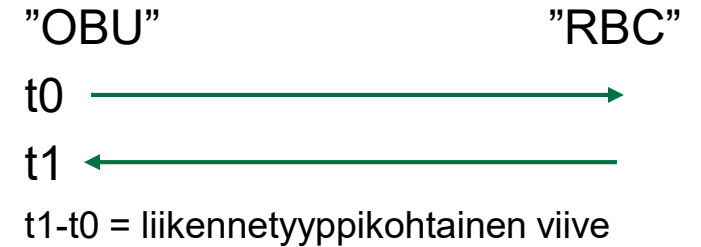
ETCS MA Request lähetetään kerran 10 sekunnissa. Vastauksena tähän saadaan ETCS MA (Ajolupa tietoineen).

HTTP-pyyntö

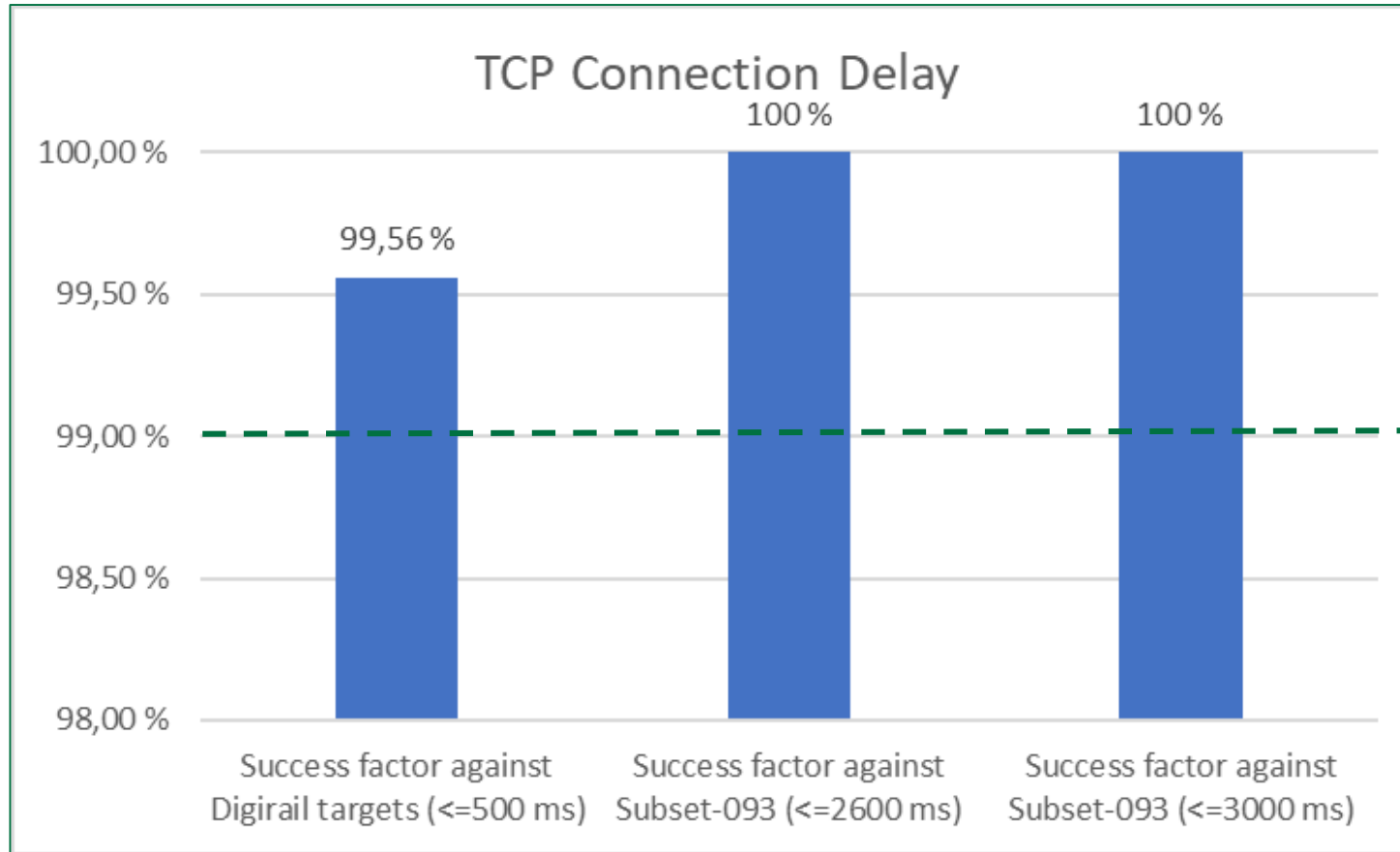
Standardi HTTP-pyyntö (vrt. selain). Viive lasketaan kun on saatu vaste pyyntöön.

DNS-kysely

Nimipalvelinkysely lähetetään ja viive mitataan kun vastaus on saatu.



TULOKSET – TCP-yhteydenmuodostuksen viive



1. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	707523
OK Näytteet /Digirata	704410
NOT OK Näytteet /Digirata	3113
OK Näytteet (Subset-093 /2600)	707523
Not OK Näytteet (Subset-093 /2600)	1
OK Näytteet (Subset-093 /3000)	707523
Not OK Näytteet (Subset-093 /3000)	1

2. NÄYTTEIDEN TIEDOT

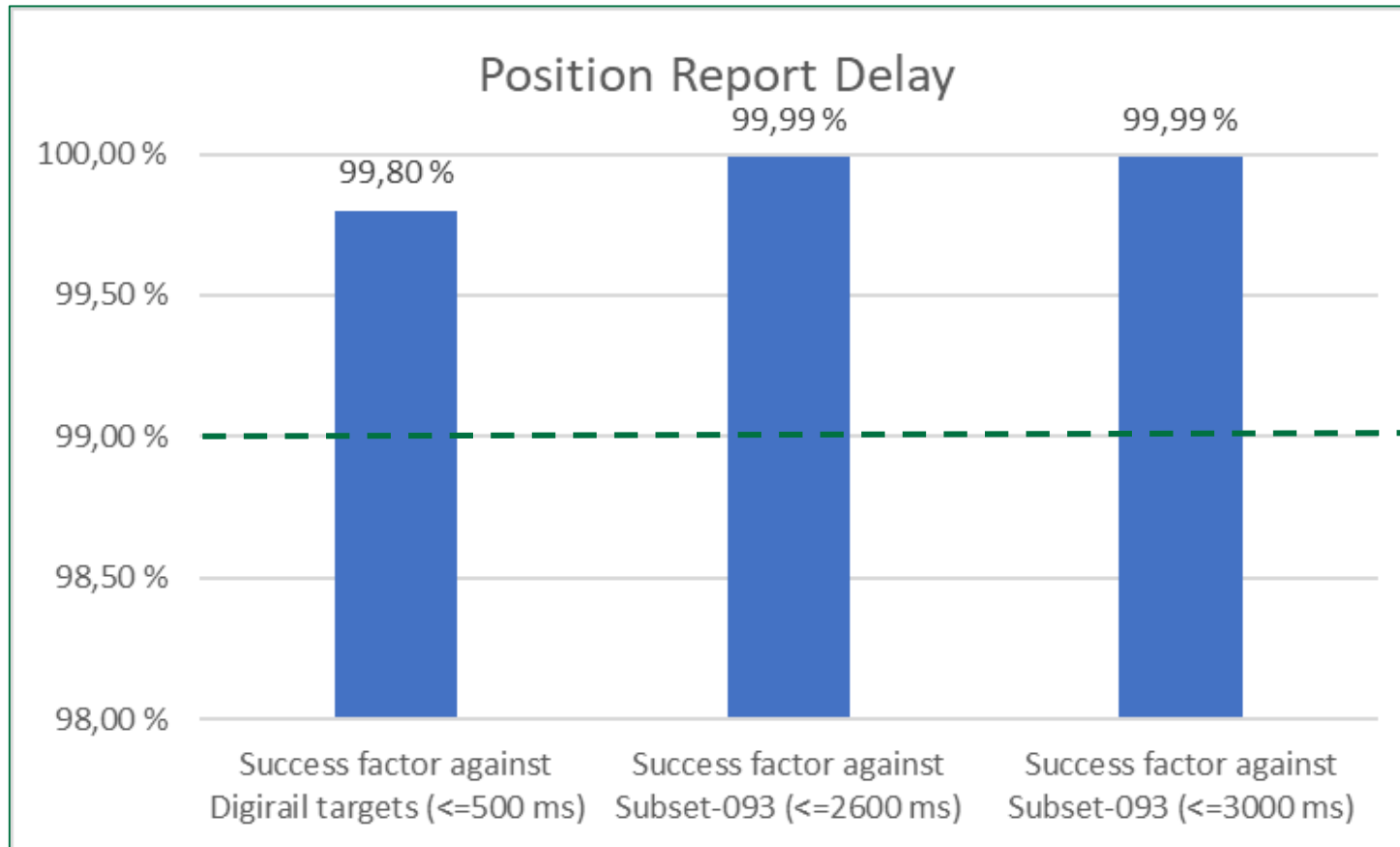
Näytteiden kokonaismäärä	707523
Pakettiliikenteen huojunta (ms)	15.61

Kuten esitetty dialla #6, 99% on vaatimustaso hyväksyttävillä tuloksilla.

Digirata: vaatimustaso täytetty.

Subset-093: vaatimustaso täytetty.

TULOKSET – Paikkatietosanoman viive



Kuten esitetty dialla #6, 99% on vaatimustaso hyväksyttävillä tuloksilla.

Digirata: vaatimustaso täytetty.

Subset-093: vaatimustaso täytetty.

17.2.2025

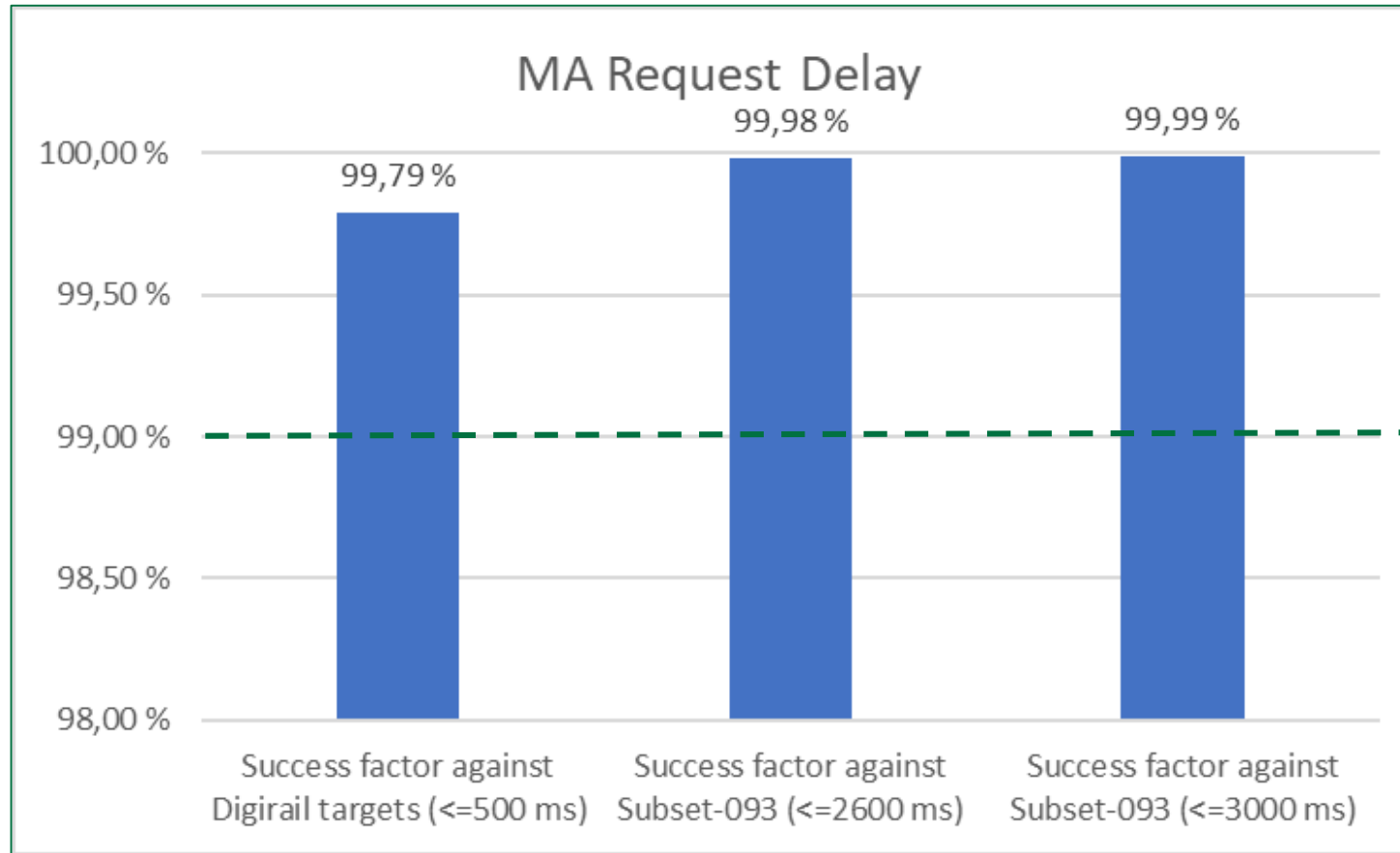
1. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	688444
OK Näytteet /Digirata	687099
NOT OK Näytteet /Digirata	1345
OK Näytteet (Subset-093 /2600)	688347
Not OK Näytteet (Subset-093 /2600)	97
OK Näytteet (Subset-093 /3000)	688375
Not OK Näytteet (Subset-093 /3000)	69

2. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	688444
Pakettiliikenteen huojunta (ms)	18.45

TULOKSET – Ajolupapyyntön viive



Kuten esitetty dialla #6, 99% on vaatimustaso hyväksyttävillä tuloksilla.

Digirata: vaatimustaso täytetty.

Subset-093: vaatimustaso täytetty.

17.2.2025

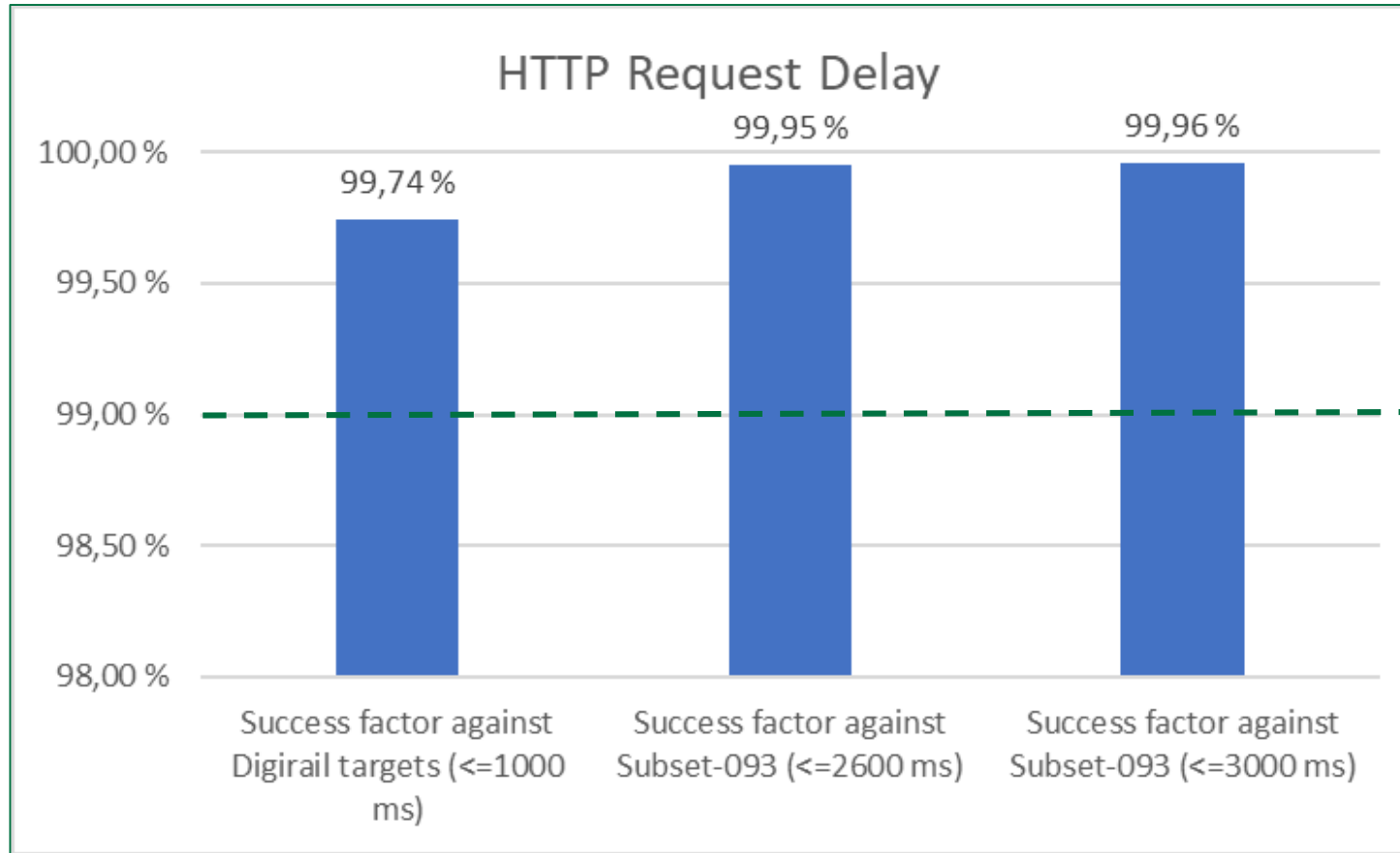
1. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	72870
OK Näytteet /Digirata	72716
NOT OK Näytteet /Digirata	154
OK Näytteet (Subset-093 /2600)	72857
Not OK Näytteet (Subset-093 /2600)	13
OK Näytteet (Subset-093 /3000)	72861
Not OK Näytteet (Subset-093 /3000)	9

2. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	72870
Pakettiliikenteen huojunta (ms)	21.54

TULOKSET – HTTP-pyyynnön viive



Kuten esitetty dialla #6, 99% on vaatimustaso hyväksyttävillä tuloksilla.
Digirata: vaatimustaso täytetty.
Subset-093: vaatimustaso täytetty.

17.2.2025

1. NÄYTTEIDEN TIEDOT

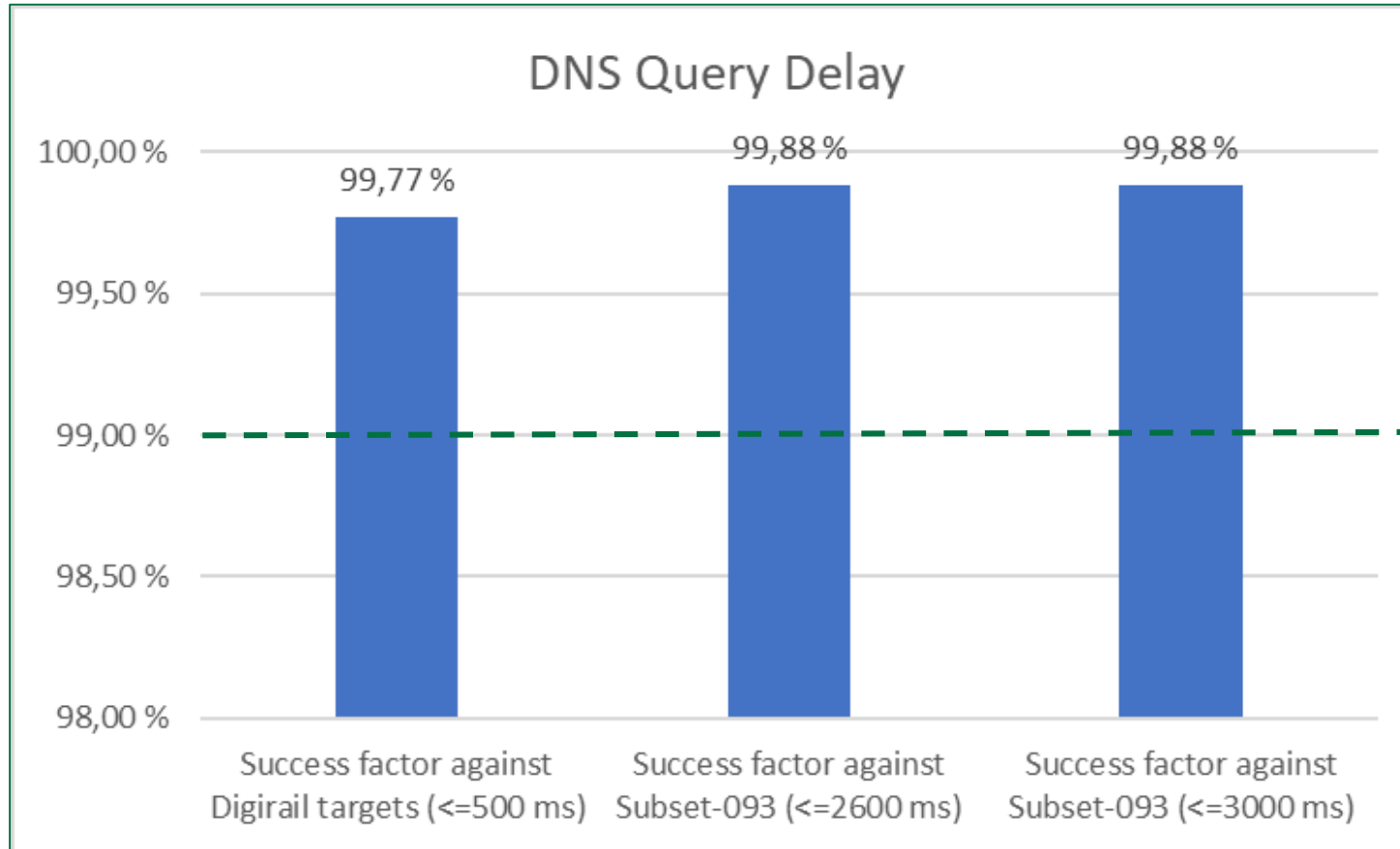
Näytteiden kokonaismäärä	676506
OK Näytteet /Digirata	674766
NOT OK Näytteet /Digirata	1740
OK Näytteet (Subset-093 /2600)	676180
Not OK Näytteet (Subset-093 /2600)	326
OK Näytteet (Subset-093 /3000)	676225
Not OK Näytteet (Subset-093 /3000)	281

2. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	676506
Pakettiliikenteen huojunta (ms)	23.31

Huom: HTTP-liikenne ei ole määritelty Subset-093:ssa.

TULOKSET – DNS-kyselyn viive



Kuten esitetty dialla #6, 99% on vaatimustaso hyväksyttävillä tuloksilla.

Digirata: vaatimustaso täytetty.

Subset-093: vaatimustaso täytetty.

17.2.2025

1. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	715549
OK Näytteet /Digirata	713932
NOT OK Näytteet /Digirata	1617
OK Näytteet (Subset-093 /2600)	714712
Not OK Näytteet (Subset-093 /2600)	837
OK Näytteet (Subset-093 /3000)	714721
Not OK Näytteet (Subset-093 /3000)	828

2. NÄYTTEIDEN TIEDOT

Näytteiden kokonaismäärä	715549
Pakettiliikenteen huojunta (ms)	18.36

Löydökset 1/2

Joitakin huomioitavia seikkoja:

- ❑ **Ei peittoa:** mitatulla alueella on joitakin paikkoja, joissa matkaviestinverkon peittoa ei ole tarjolla. Tässä suhteessa suurin löydös on rata Vartiuksen raja-aseman lähellä. Muualla tämän tyyppiset ongelmat ovat paikallisesti hyvin pieniä.
- ❑ **Ei peittoa:** rautatietunneleissa 4G/LTE peittoa ei ole.
- ❑ **Edestakaisin ajettu:** on joitakin rataosuuksia, joilla yhteen suuntaan ajettaessa yhteydet toimivat moitteettomasti, mutta toiseen suuntaan ajettaessa löytyy radioverkollisia haasteita. Mahdollinen syy: radioverkossa oleva yksisuuntainen naapuruusmäärittely tai jotenkin vajavaisesti toimiva soludominanssi.
- ❑ **Suuret rakennusmassat:** radioyhteydet heijastelevat tai toimivat muuten odottamattomasti. Esimerkkejä: kun ajetaan Pasilasta länteen sekä Tampereen rautatieaseman alue.

TARKEMMAT SELVITYKSET OVAT OSA LOPPURAPORTTIA (Elokuu 2022)

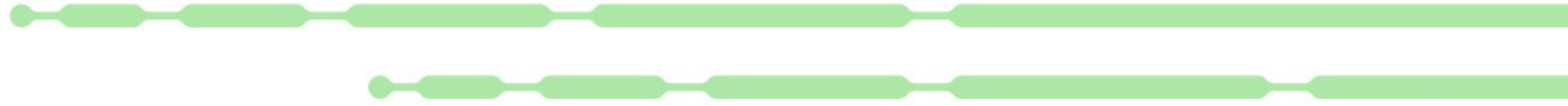
Löydökset 2/2

- ❑ **Maaseutu-taajama-maaseutu:** on joitakin paikkoja joissa maaseudun muuttuminen taajamaksi (tai päinvastoin) aiheuttaa haasteita radioverkkojen suhteen. Esimerkki: hieman Riihimäeltä pohjoiseen on alue, jossa interferenssi aiheuttaa hankaluuksia radioyhteyksille.
- ❑ **Itäraja:** sopimukselliset rajoitukset koskien taajuuksien käyttöä aiheuttaa sen, että itärajan läheisyydessä kaikilla operaattoreilla on haasteita niin tehojen kuin yhteyksien laadun suhteen.
- ❑ **Antennit (masto) rautatien läheisyydessä:** on joitakin paikkoja, joissa rautatien läheisyydessä on tietoliikennemasto. Signaali on erinomainen kun juna lähestyy mastoa, mutta maston kohdalla yhteys katkeaa avautuakseen maston ohituksen jälkeen uudelleen.
- ❑ **Signaalikeila ei ulotu radalle:** näitä kohtia on erityisesti Itä-Suomessa. Mastot ovat sijoitettu korkeisiin paikkoihin ja niistä lähtevä signaali ampuu alempana kulkevan rautatien ylitse.

TARKEMMAT SELVITYKSET OVAT OSA LOPPURAPORTTIA (Elokuu 2022)



Kysymyksiä?



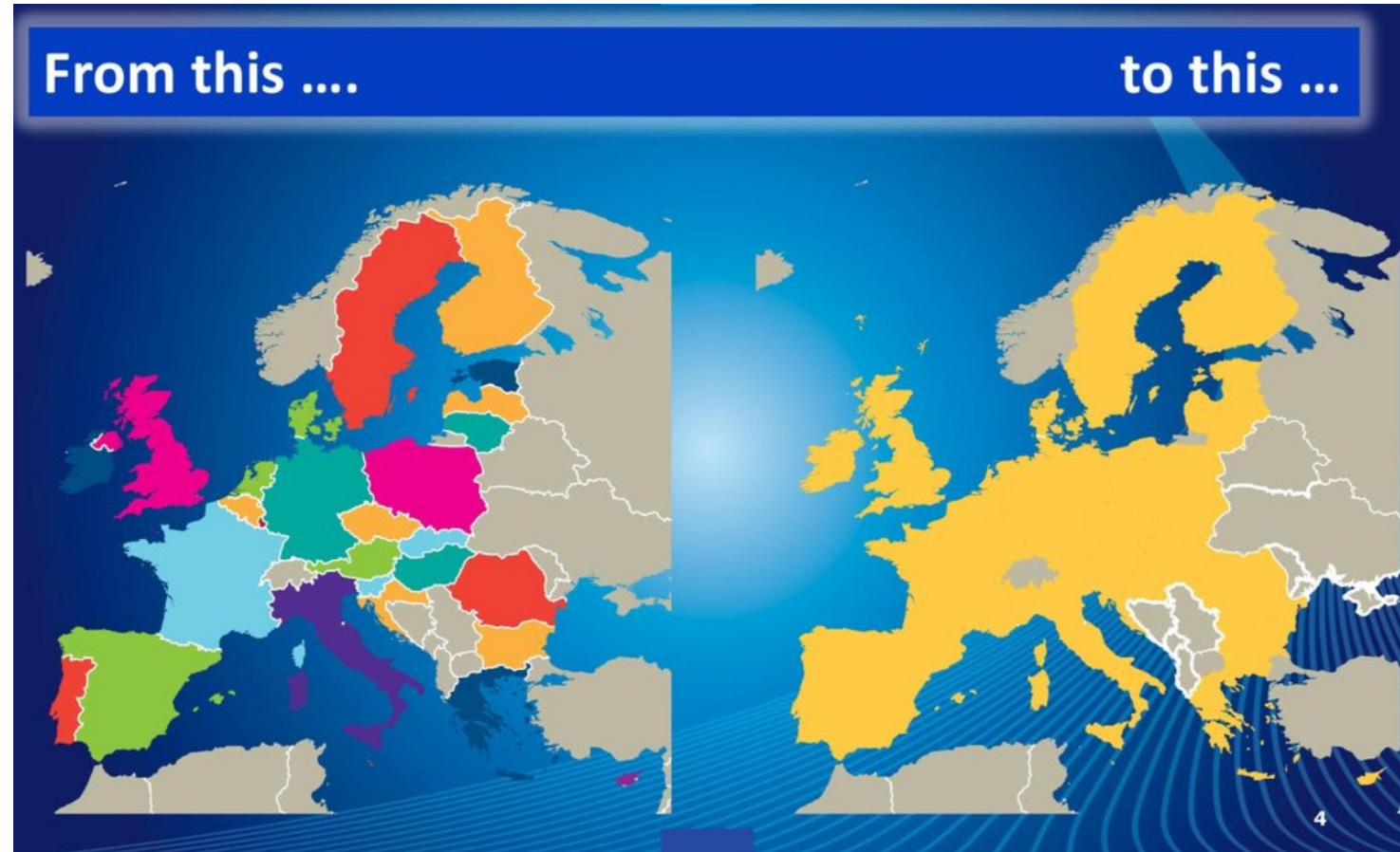
Digiradan EU- ja kansainvälinen vaikuttaminen

Sisällöstä

- Yleistä taustaa
- Vaikuttamiskehikko
- Rajapinnat Suomi-EU
- TOP-asiat Digiradan kannalta tällä hetkellä

Yleistä

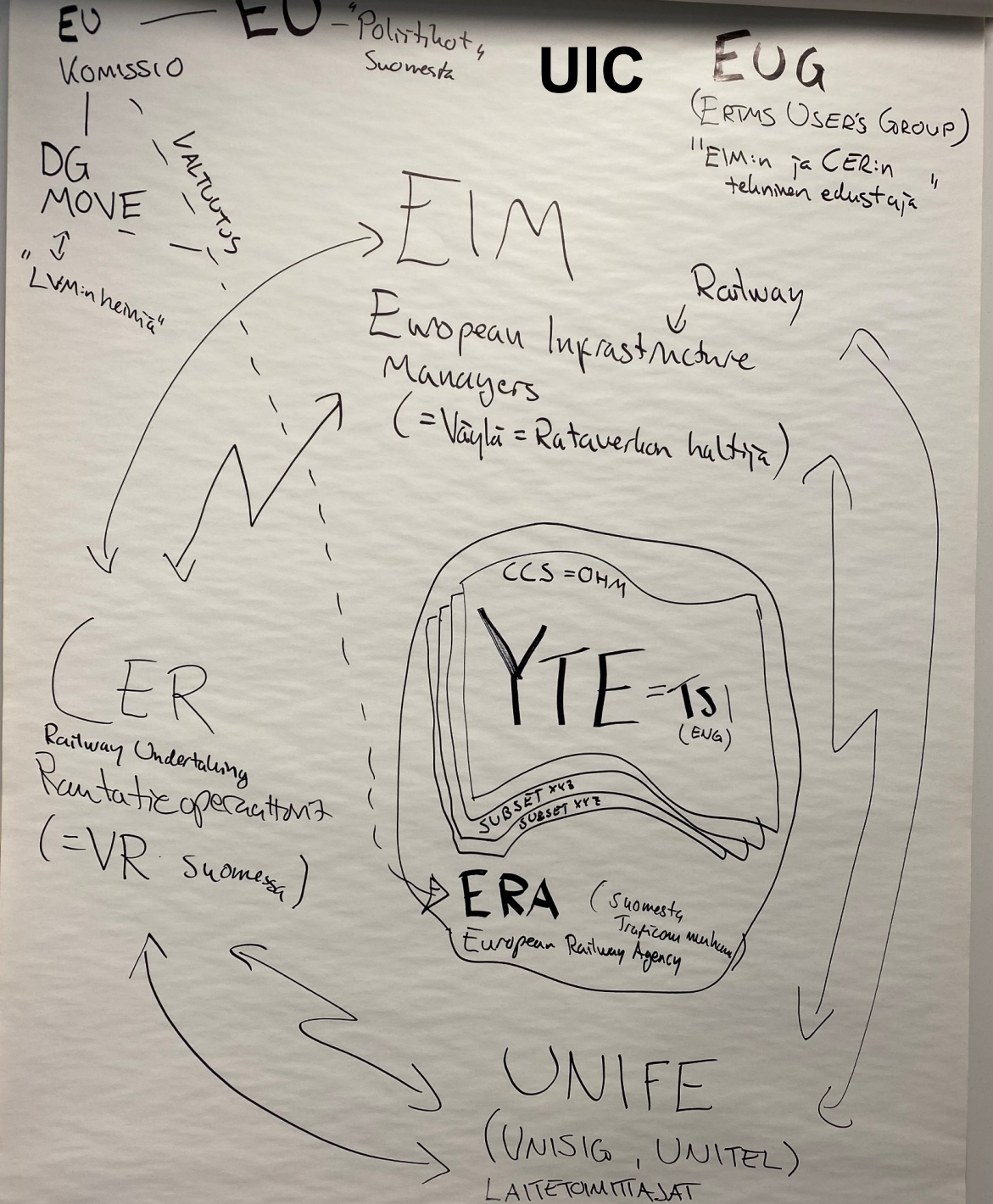
- Rautatiet on erittäin tiukasti säännelty liikennemuoto
- Sääntely koskettaa laaja-alaisesti infrastruktuuria, liikkuvaa kalustoa ja liikennöintiä
- Erityistä huomiota sääntelyssä saa ns. Ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmä (OHM)
- Perimmäisenä ajatuksen EU:lla on saavuttaa ns. Yhtenäinen eurooppalainen rautatiealue
 - vrt. nykyisin voimakkaasti kansallisesti toimivaan rautatiejärjestelmään
 - www: https://www.era.europa.eu/work-programme-2022_en
- Rajat ylittävä liikenne, matkustajainformaatio, lippupalvelu, yms.



Kuva: <https://slideplayer.com/slide/12805410/>

Vaikuttamiskehikko (CASE OHM)

- Yhteentoimivuuden tekniset eritelmät (YTE) määrittelevät raamit yhteentoimivuudelle euroopanlaajuisesti
- Komissio (DG MOVE) vastaa → mandaatti Euroopan Unionin Rautatievirastolle (ERA) valmisteluun
- ERA johtaa valmistelua, mutta ratkaisut perustuvat lopulta äänestykseen jäsenvaltioiden kesken → tietyllä tavalla palautuu EU-tasolle
- EIM, CER ja UNIFE päätoimijat, joiden jäseniin sääntely suoraan vaikuttaa
 - EIM, European railway Infrastructure Managers
 - CER, Community of European Railway and Infrastructure Companies
 - UNIFE, European Rail Supply Industry
- UIC ja EUG toimivat käytännön työn tekijöinä monessa tai koordinoivat työryhmiä, joissa osallistujia laajasti sidosryhmäkentästä



Rajapinnat Suomi – EU

- LVM – EU komissio
 - Valmistele EU:n liikenne- ja viestintäpolitiikan strategisia tavoitteita ja lainsäädännön linjoja.
 - Tuoda mahdollisimman varhaisessa vaiheessa esille Suomen näkemyksiä siitä, miten EU:n rautatieliikennettä tulisi kehittää uudet teknologiset ratkaisut huomioon ottaen.
 - Jatkuva prosessi, jossa oikea-aikaisuudella merkittävä rooli.
- Traficom – ERA
 - Valmistele suositukset YTE:istä ja hyväksyy ERTMS:n tekniset asiakirjat.
 - YTE:jen sisällöt vaikuttavat merkittävästi Digirataan. Erityisen merkittävää on tulevan YTE 2022 päivityksen Game Changer –teknologioiden vaikutus.
 - Aktiivisen vaihe YTE-valmistelujen vaiheiden mukaan
- Väylävirasto – EIM
 - Tärkeä tiedon lähde ja tärkeä vaikuttamiskanava varsinkin, kun ERTMS on jo otettu käyttöön.
 - Osallistuu valmisteluun
 - Tuoda rataverkon haltija -kollegoille tietoon Suomen ajatuksia ja saada heitä tukemaan Suomen malleja eri foorumeilla
 - Vaikuttamismahdollisuus on jatkuvaa
- VR – CER
 - Tärkeä tiedon lähde ja tärkeä vaikuttamiskanava ERTMS:n määräysten laadinnan, muutosten ja käyttöönoton kannalta
 - Osallistuu valmisteluun
 - Huolehtia Suomen erityispiirteiden ja muiden Suomelle tärkeiden asioiden esille tuonnista ERA:n työryhmiin ja CER kannanottoihin.
 - Vaikuttamismahdollisuus on jatkuvaa

	LVM	Traficom	Väylävirasto	VR
EU komissio (DG MOVE ja DG CONNECT)				
ERA Euroopan Unionin Rautatievirasto				
EIM Euroopan rataverkon haltijat				
CER Euroopan rautatie- ja infrastruktuuriyhtiöiden yhteisö				
UIC Kansainvälinen rautatieyhteisö				
EUG ERTMS Users Group				

- Väylävirasto – EUG ja UIC
 - Saadaan viimeisin tieto eurooppalaisesta kehityksestä hankkeelle tarkimmalla mahdollisella tasolla. Voidaan kollektiivina (EUG-jäsenet) vaikuttaa kehityksen suuntaan.
 - Valmistele ja tarkastele ERA:n toimeksiannosta määräyksiä
 - Teknisten asioiden käsittely on jatkuva prosessi, jossa läsnäololla ja oikea-aikaisuudella merkittävä rooli
 - Väylävirasto yhdessä Fintrafficin kanssa osallistuu eri tasoisten työryhmien työskentelyyn

TOP 3 -nostot tällä hetkellä

- Radioverkkokehitys (FRMCS, 5G)
 - Suomi korostaa kaupallisten radioverkkojen tärkeyttä osana rautateiden digitalisaation edistämistä
 - Olemme ”jalkautuneet” työryhmiin kirjoittamaan uusimpia vaatimuksia ja saman aikaisesti vaikuttamme komission tasolla
 - Tavoitteena, että:
 - sääntelyssä sallitaan jäsenvaltion valinnan vapaus radioverkon toteuttamistavassa,
 - ei ajauduta toimittajariippuvuuksiin ja
 - varmistaa tulevaisuutta kestävät ratkaisut.
- DAC (Digitaalinen automaattikytkin veturi-vaunu välillä)
 - Suomi haluaa varmistaa, että todennäköisesti standardiratkaisuksi tuleva DAC täyttää:
 - pohjoismaiset ilmastovaatimukset,
 - on teknistaloudellisesti kestävä ratkaisu ja
 - jättää mahdollisuuden myös maakohtaiseen ratkaisuun.
- YTE-kehitys
 - Suomi haluaa varmistaa, että viimeistään (arviolta) 2025 tuleva seuraava YTE tukee jo aidosti digitalisaation kautta tulevan vihreän siirtymän mahdollistamisen
 - FRMCS-kehitys, junien automaattitoiminnot ja paikantamisen kehitys





Kysymyksiä/keskestelua?



Kiitos.