

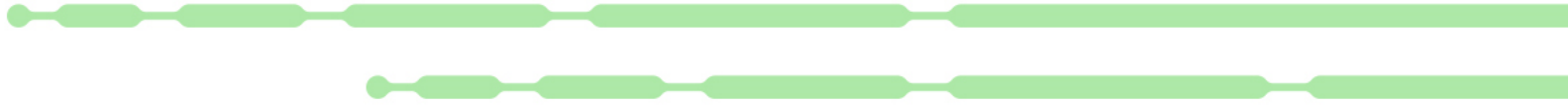


**DIGI
RATA**

**Digirata ohjausryhmä
4.10.2022**

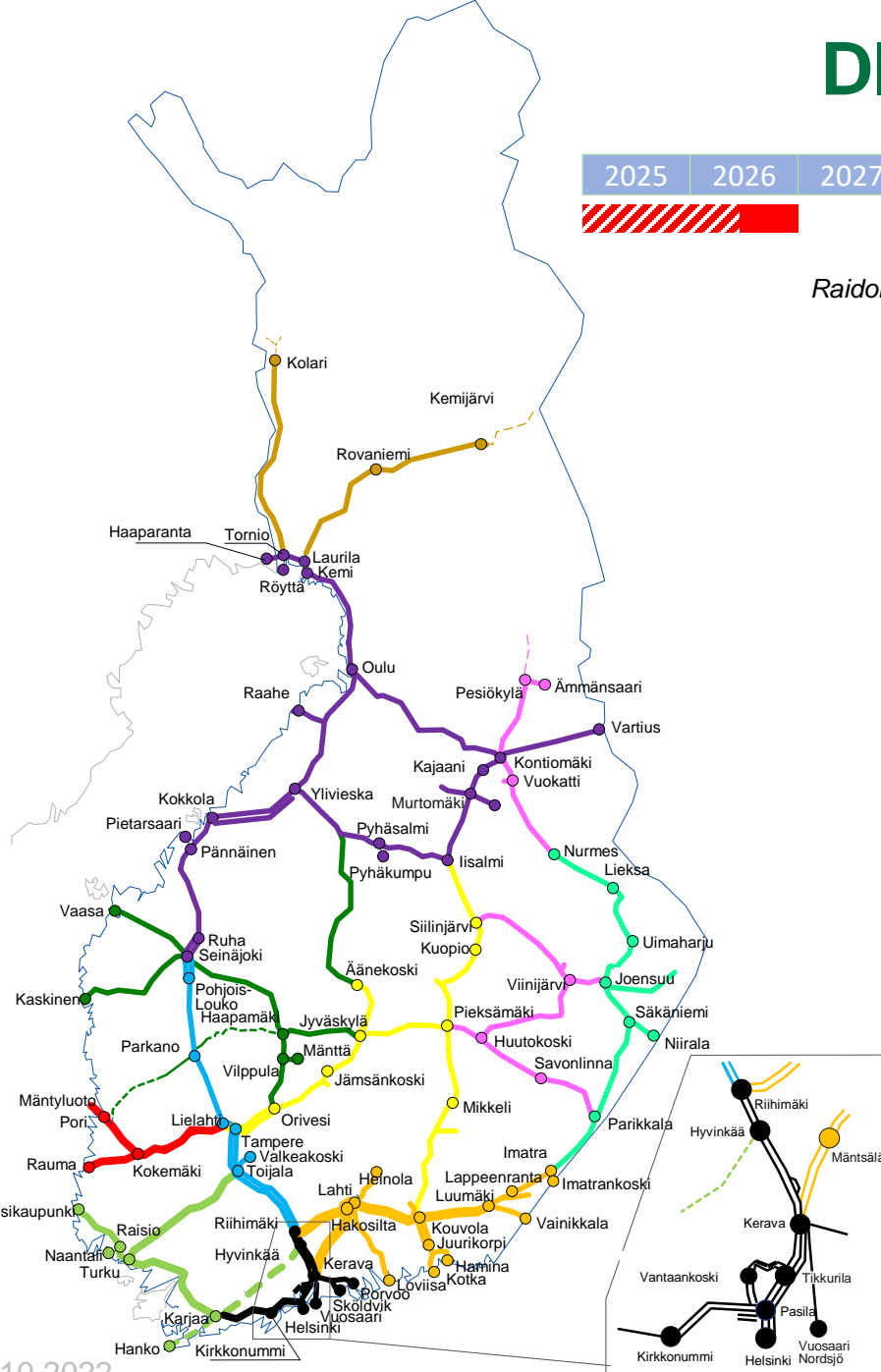
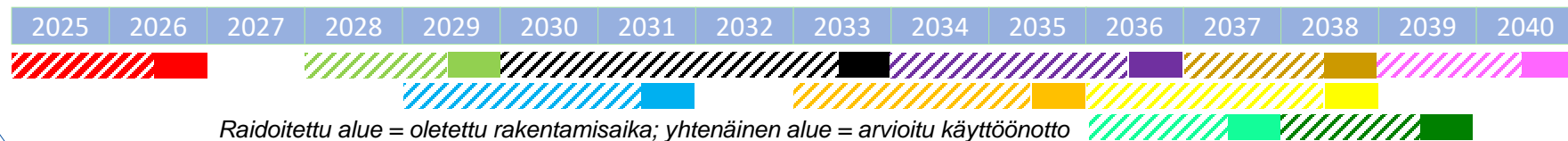
Jari Pylvänäinen ja Juha Lehtola





Digirata-hankkeen tilannekatsaus

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

Top-riskit kehitys

Regulaatio

- 29 Riittämättömät resurssit KV-yhteistyössä, ei vaikuteta riittävästi esim. FRMCS-normin kehitykseen, ei olla läsnä eurooppalaisessa päätöksenteossa

Rahoitus ja hankinta

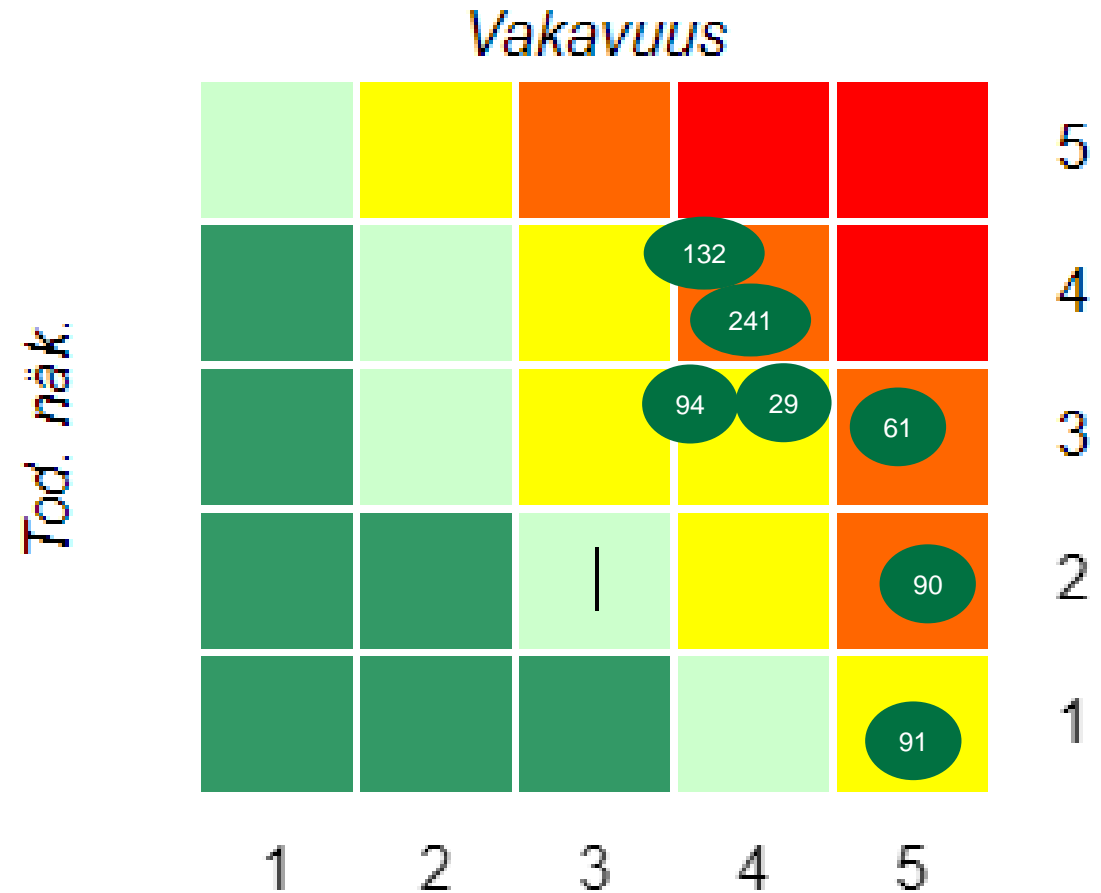
- 61 Rahoituksen rajoitukset kaluston varusteluun, investoinnit viivästyvät
- 90 Rahoituksen rajoitukset infran varusteluun, investoinnit viivästyvät
- 91 Laitetoimittajat eivät tarjoa (halutussa aikataulussa/ tavoiteltavaa teknologiaa)

Suunnitteluvaihe

- 241 Osaavat resurssit ja niiden saatavuus Digiradan modernin järjestelmän suunnitteluun on liian vähäistä

Toteutusvaihe

- 94 Kaluston hyväksyttämisen prosessin pitkä läpimenoaika viivästyttää käyttöönottoa
- 132 Operatiivisen henkilöstön osaaminen ei kehity käyttämään Digiradan modernia järjestelmää.



EKA-radän valmistelutyöt 2022



Paikannus– status 29.9.2022

Lainsäädäntö

- Uusien paikannusmenetelmien vaatimukset julkaistaan tämän hetkisen tiedon mukaan 2025 TSI:ssä ja niitä täydennetään 2027 TSI:ssä.
- Eheydenvalvonta odottaa 2022 TSI julkistusta sekä ratkaisua radioteknologioista.
- Karttavaatimukset (ETCS digital map) baseline 1:en osalta lyöty lukkoon ja julkaistaan lähipäivinä.
- Osallistutaan aktiivisesti vaatimuksia valmistelevaan työhön EUG paikannustyöryhmässä.

Tekniset asiat vs. projektin aikataulu

- Paikannuspilotissa erilaisten paikannusmenetelmien testit käynnistyvät arviolta vk 40/2022.
- Eheydenvalvonnan osalta Sm5:s RFI:ssä selvitettiin saatavuutta. Joillakin toimijoilla ratkaisu ainakin osaan matkustajakalusoaa, mutta odottaa 2022 TSI:tä.
- Karttavaatimuksten osalta työ menossa, mitä tietoja jo löytyy sekä mitä tarvitsee täydentää digitaalisen karttavaatimuksen osalta Väylän järjestelmistä, huomioiden myös ATO:n vaatimukset.

Lisätietoja: Hankkeen osaprojekti

Kyberturvallisuus– status 29.9.2022

- Digirata hankkeen tietoturvajohtamisjärjestelmän kehittäminen
- Uhkakenttä, uhkamallinnus ja uhkamallinnukset toimintatavat.
 - Valmistaudutaan aloittamaan työ EKA-radan osalta.
- Kyberturvallisuuden Digirata NFR (Non Functional Requirements)-vaatimukset valmistelussa
- ERTMS -raideteknologia RFI (sisältää myös kyberturvallisuutta koskettavia kohtia)
- Tiedonhallinta, -käsittely ja -luokittelu, koulutukset käynnistymässä
- Digirata kyberturvallisuussuunnitelman päivitys
- Esittely Digirata kyber EU komission Railsec kokouksessa (alustavasti 19.10.2022)

Lisätietoja: Hankkeen työryhmä

ERTMS integrointi– status 29.9.2022

- Operointiskenaariot (täydentävät operointikonseptia) valmistelussa
- Ensimmäisen kaupallisen rataosan toiminnallisten vaatimusten kokoaminen alkaa skenaariotyön jälkeen
- Arkkitehtuurin kuvaaminen – versio 0.8 katselmoitu, päivitetty kommenttien pohjalta
- EULynx komentorajapintojen (SCI-) analysointi
- Turvajärjestelmän konsepti – katselmoitu, etenee analyysivaiheeseen uusien toiminnallisuuksien osalta
- Rajapintojen hallintasuunnitelma tulossa katselmointiin
- Vaatimustenhallintajärjestelmän käyttöönotto loppusuoralla

Lisätietoja: Hankkeen osaprojekti

Osaamisen kehittäminen – status 29.9.2022

- Hanketoimiston sisäiset avajaiset pidettiin Pasilassa 28.9.2022
 - Yhteisellä hanketoimistolla on suuri merkitys osaamisen kehittymiselle, koska se mahdollistaa digiratalaisten kohtaamiset ja tiedonjakamisen
 - Joulukuussa erillinen tilaisuus sidosryhmille
- Osaamiskartoituskysely uusitaan 2022 aikana
- Osaamisprofiilien kartoitus menossa
 - Haastatteluilla selvitetään monipuolisesti Digiradan osaamisen tarpeita, oppimismenetelmiä ja muutosvalmiutta
 - Tarkoituksena on kuvata kriittisimpien profiilien tila nyt ja tulevaisuudessa, sekä tunnistaa tulevaisuuden osaamiskapeikat
- EKA:n aikatauluun perustuvan alustavan koulutussuunnitelman koostaminen tehdään vuoden 2022 aikana, pyrkii huomioimaan kattavasti kaiken operatiivisen toiminnan

Lisätietoja: Hankkeen työryhmä

ATO – status 29.9.2022

- Vastaukset Digiradan Sm5-testijunien tietopyyntöön on saatu viideltä toimittajalta, joiden kanssa on käyty myös tarkentavat keskustelut.
- Alan merkittävät toimijat osallistuivat keskusteluihin ja osoittivat mielenkiintoa Digirata-hanketta kohtaan. Todellinen kiinnostus mitataan kuitenkin vasta tarjoustenjättövaiheessa.
- Tarkkaa Digiradan Sm5-testijunien laitehankinnan käynnistysaikataulua ei ole vielä päätetty. Tämä selviää kun hankinnan suunnitteluvaihe saadaan päätökseen.
- ATO:n kannalta tärkeiden infratietojen kartoitus on aloitettu. Selvityksen alla on tällä hetkellä se, miten tietoja kannattaa kerätä, säilyttää ja ylläpitää tulevaisuudessa.

Lisätietoja: Hankkeen osaprojekti

Liikkuva kalusto – status 29.9.2022

- Itäisen yhdysliikenteen vaunujen jarrupainoprosentin koejojen valmistelu etenee
 - Testisuunnitelma ja riskianalyysi teossa
 - Lupamenettelyt selvityksessä
- Kaluston kasoisvarustelua selvitetään
 - 2 erillistä laitetta, STM vai jotain muuta
 - Yksi MMI kuljettajalle selvityksessä kahden laitteen versiossa
 - Business case valmistelussa eri ratkaisujen osalta.
- OBU FRS (Functional Requirements Specifications), alustava versio tehty
- Kaluston (puhe)radion jatkon selvittäminen (muiden tukena)

Lisätietoja: Hankkeen työryhmä

Tietoliikenne ja radioverkot– status 29.9.2022

- Mittaukset onnistuneesti tehty, kattavampi raportti jäljempänä.



Kysymyksiä?



DIGIRAIL Radio Measurements

Final Report
OHRV 4.10.2022

Fintraffic
Proxion
Sweco

Overall control of the project
Measurements & Analysis
Measurement vehicle

In a Nutshell

Questions

- Are the Finnish Mobile Networks good enough in terms of capacity and coverage for ETCS traffic (up to 50 kb/s per train)?
- Do the Finnish Mobile Networks fulfil reliability requirements in terms of IP Application traffic (= IP traffic between simulated OBU and simulated RBC)?
- In general, are well planned public mobile networks able to respond FRMCS-type of requirements on adequate level (note: pre-FRMCS requirements used as Digirail reference values here)?

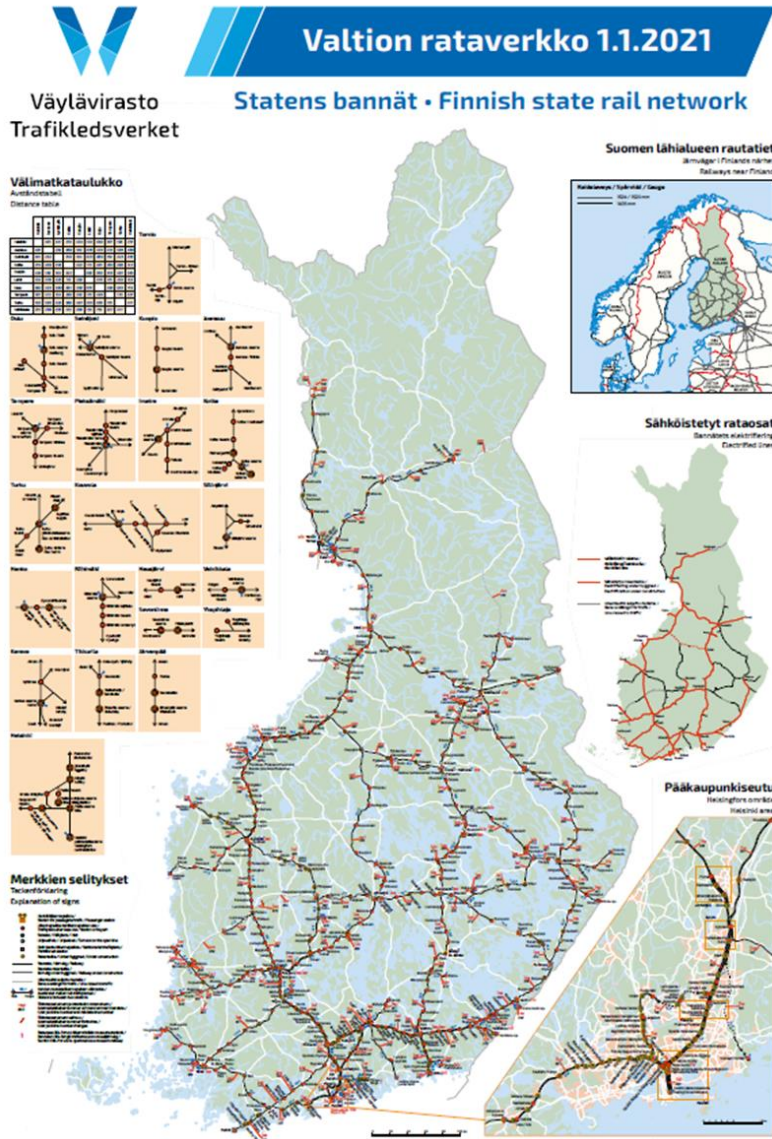
Answers

- In terms of capacity and coverage: Yes, they are, when used in Packet Duplication mode
- In terms of reliability: Finnish mobile networks fulfil ERA/Subset-093 requirements as well as pre-FRMCS requirements as known today
- UIC FRMCS Requirements (TR22.889 and TR22.989) are fulfilled concerning Legacy Apps. Future apps requirements are currently (Aug 2022) N/A
- MCX Service: Finnish mobile networks fulfil 3GPP Rel14 requirements concerning MCPTT

ETCS European Train Control System
RBC Radio Block Center
MCPTT Mission-Critical Push-To-Talk

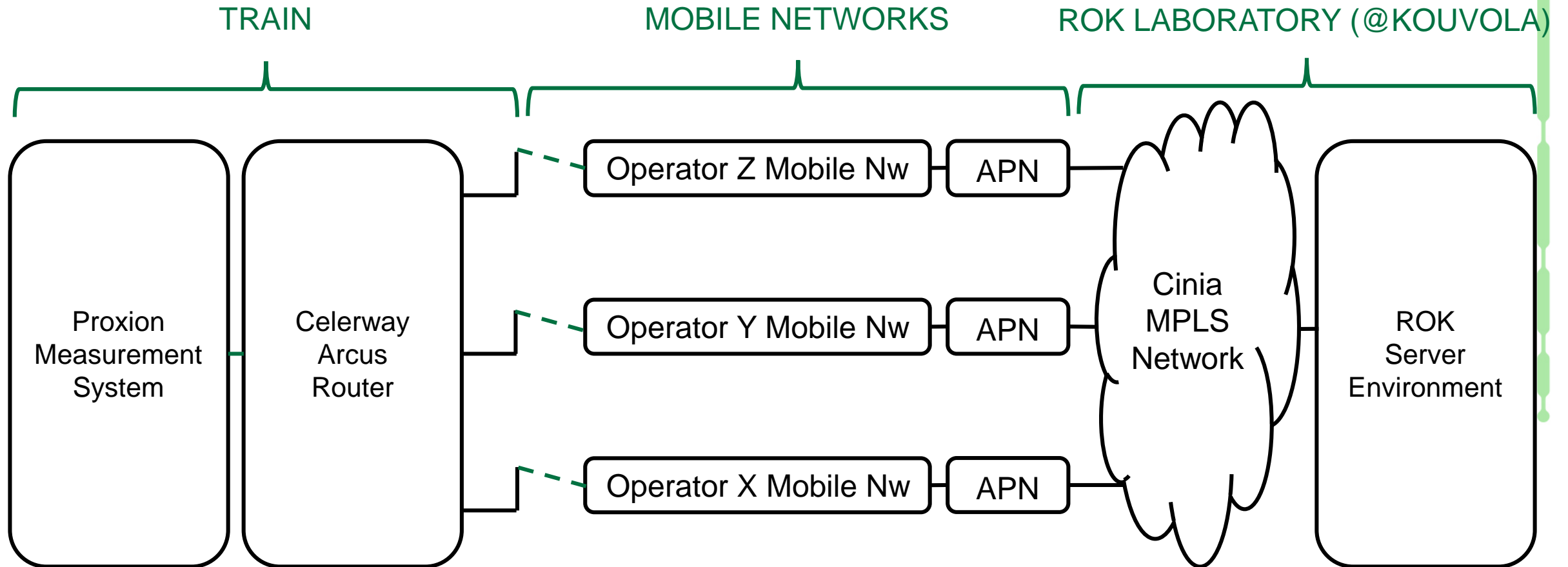
OBU On-Board Unit
FRMCS Future Railway Mobile Communication System

Area to Measure



- ❑ As per defined, the measured track sections consisted of so-called Operational Level 1 track sections (all tracks which are under the control of the Fintraffic Traffic Management Center)
- ❑ Due to the nature of the railway network, the total length measured was around 8000 kms.
- ❑ The whole network was measured first with router mode **Best Quality** and then a Comparison Drive was made with router mode in **Packet Duplication** with selected track sections (length approx. 2000 km)
- ❑ The only track section which was not possible to measure was between Kajaani and Ämmänsaari because of track maintenance works. The length of this track section (Kontiomäki-Pesiökylä-Ämmänsaari) is 93 km.
- ❑ During the measurement campaign RF Scanner collected radio data for both 4G and 5G. Since 5G coverage is still spot-type, all measuring modems were locked to 4G/LTE and all measurements were done over 4G/LTE connections.
- ❑ As conclusion it can be stated that all performed simulated ETCS traffic (& others) are well within the limits Digirail has set (FRMCS Draft SRS Values) as well as Subset-093 values. Closer results are presented in further slides.

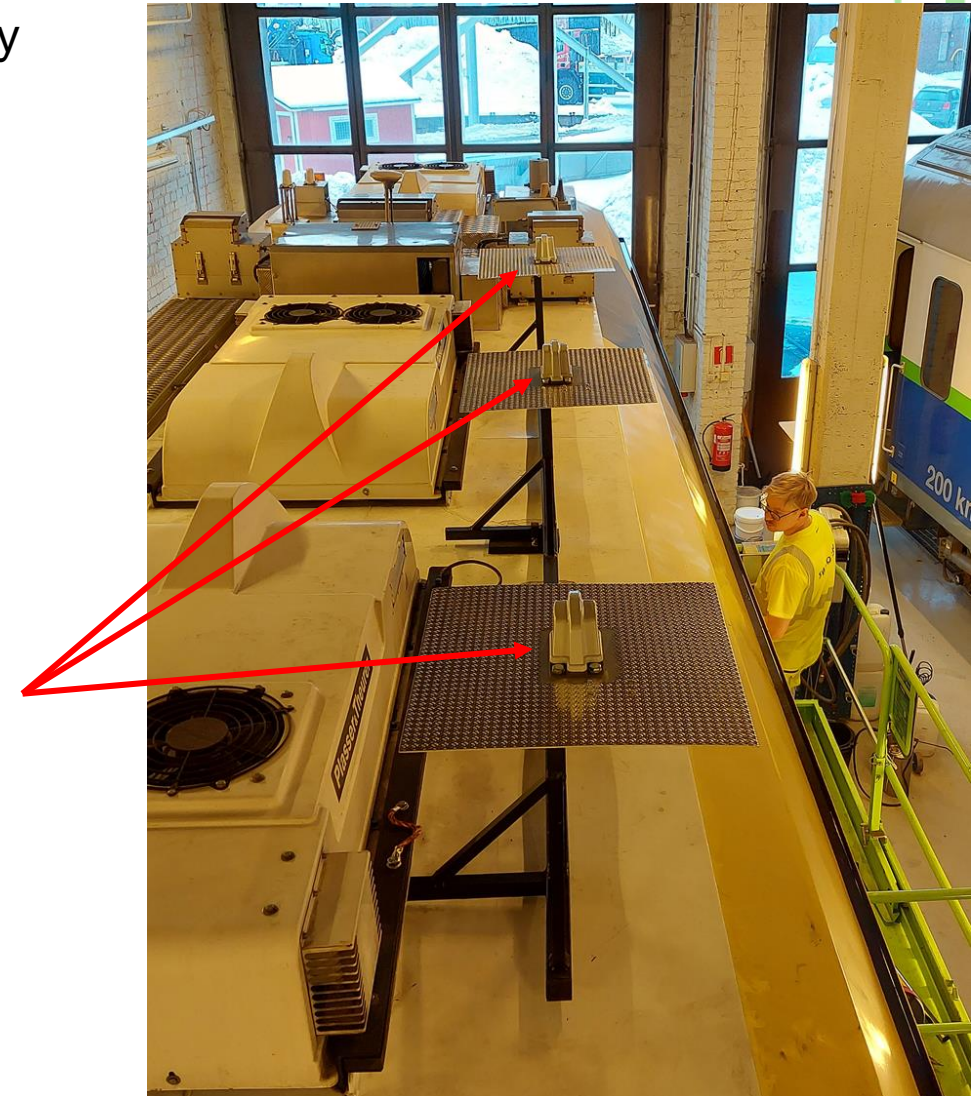
Measurement System Networking



APN = Access Point Name
MPLS = Multi-Protocol Label Switching

Antenna Installation

- ❑ Antenna to be used in the testing is especially designed for railway use: Kathrein Train Antenna 694–6000 MHz and GNSS (GPS, GLONASS, BEIDOU, GALILEO) 87010032.
- ❑ In addition to the antenna, Low Noise Amplifier GNSS (GPS, GLONASS, BEIDOU, GALILEO) 86010142 were used.
- ❑ 3 pcs of Kathrein antennas were located on the rooftop of the measurement vehicle having 1 – 1.5 m mutual distance to each other. Each antenna was provided with low-noise amplifier and cabling is done to the personnel premises located in the middle part of the measurement vehicle. Also, the Arcus multi-channel router is installed in the personnel premises of the vehicle.
- ❑ Antenna cabling:
 - Ant01, on rear of Emma
 - Ant02, on middle of Emma
 - Ant03, closest to measurement rack



Measurement Vehicle (EMMA)



Measurement System & monitoring in action

EMMA (Ttr151) maximum speed is 120 km/h

Subset-093 Based Requirements vs. Digirail Targets

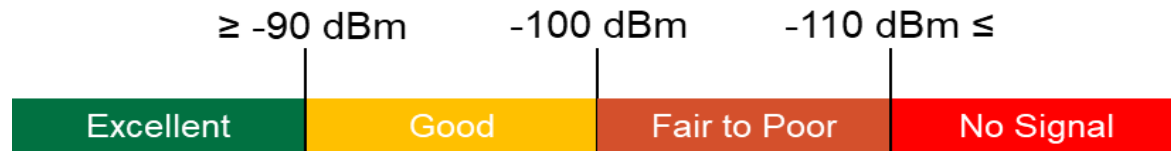
ITEM	SUBSET-093 REQUIREMENT	DIGIRAIL TARGETS (FRMCS Draft SRS values)
Packet Service Setup Attach Delay PDP Context Activation	≤ 35 s (99%) ≤ 5 s (99%) ≤ 3 s (99%)	Altogether ≤ 10 s (99%)
Transaction Transfer Delay OBU Originated 100 octets 1)	≤ 2.6 s (99%)	≤ 500 ms (roundtrip)(99%)
Transaction Transfer Delay RBC Originated 320 octets 2)	≤ 3.0 s (99%)	≤ 500 ms (roundtrip)(99%)
ETCS-DNS Lookup Delay	≤ 3 s (99%)	≤ 500 ms (roundtrip)(99%)
HTTP Request/Response	Not defined	≤ 1 s (roundtrip)(99%)
IP Traffic Jitter (DNS, TCP, POS, MA)	Not defined	≤ 20 ms
Packet Loss	Not defined	$\leq 1\%$

- 1) In simulated ETCS traffic these messages are Position Reports and MA Requests. Acknowledgement messages are added to calculate roundtrip delay.
- 2) In simulated ETCS traffic these messages are messages containing MA. Acknowledgement messages are added to calculate roundtrip delay.

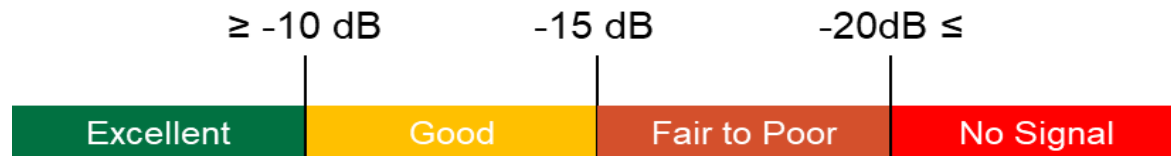
Radio Connection Classification

- ❑ Classification is based on collected RF scanner data and the values the Celerway Arcus radio modems were frequently producing.

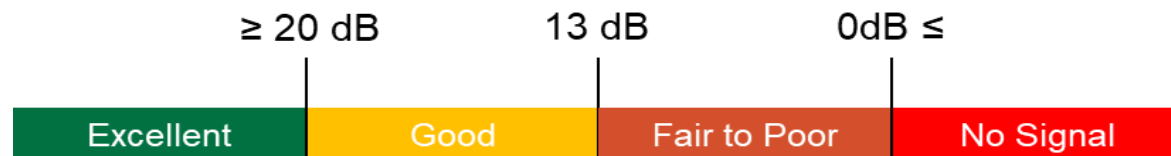
RSRP (Reference Signal Received Power [dBm]):



RSRQ (Reference Signal Received Quality [dB]):



SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio [dB]):



The logo consists of the words "DIGI" and "RATA" stacked vertically in a bold, green, sans-serif font, centered within a white circle. The background of the slide is dark green with decorative light green horizontal lines and dots.

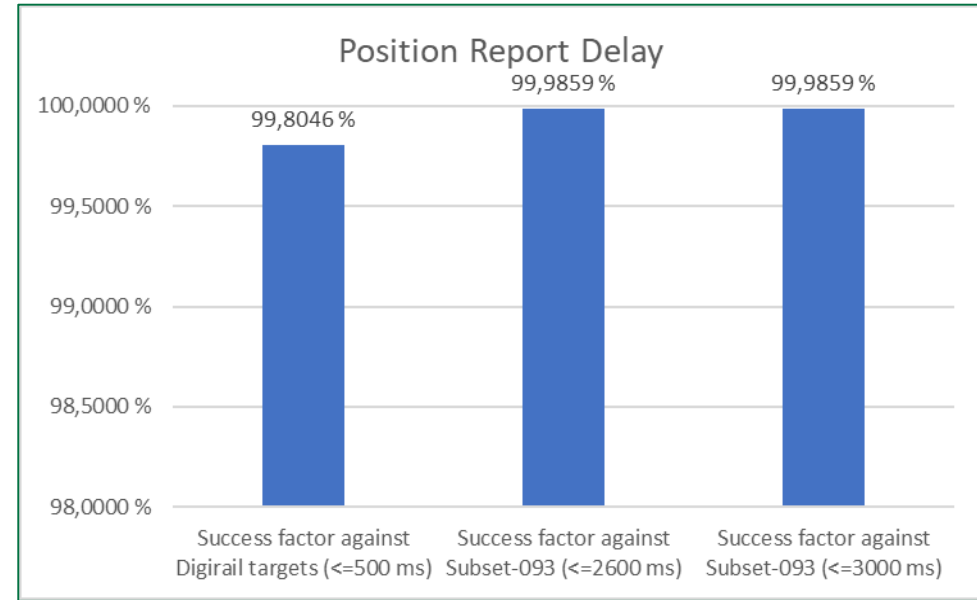
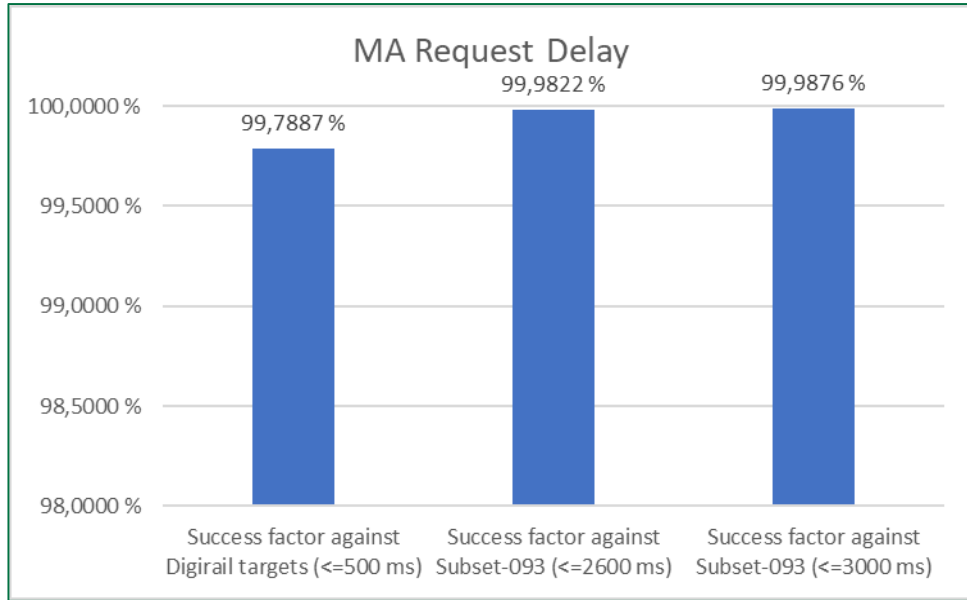
DIGI RATA

A High-Level Comparison Between Best Quality Mode and Packet Duplication Mode

Summary results of Best Quality Mode and Packet Duplication Mode Measurements against Subset-093, pre-FRMCS (Digirail) Target values and UIC limits

Measurement Results in Best Quality Mode

Best Quality Mode – 8000 Km



Total Samples	72870
Jitter (ms)	21,54
Average Delay (ms)	107,30

Total Samples	688444
Jitter (ms)	18,45
Average Delay (ms)	83,35

Delay Iteration – Best Quality Mode

Delay Upper Limit (ms)	TCP 705613 samples	MA 72870 samples	POS 688444 samples	HTTP 676506 samples	DNS 715549 samples
10	0,03 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
20	0,03 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
30	3,25 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %
40	20,51 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	11,67 %
50	46,39 %	0,00 %	0,09 %	0,00 %	32,24 %
60	75,52 %	0,00 %	9,46 %	0,02 %	63,03 %
70	88,18 %	0,06 %	31,07 %	2,88 %	82,16 %
80	96,11 %	6,10 %	55,66 %	12,06 %	93,86 %
90	98,17 %	23,94 %	76,12 %	22,92 %	97,57 %
100	98,70 %	47,38 %	86,96 %	37,69 %	98,44 %
110	98,96 %	69,68 %	91,62 %	52,64 %	98,79 %
120	99,13 %	82,29 %	95,57 %	70,03 %	99,00 %
130	99,22 %	89,23 %	97,48 %	81,50 %	99,12 %
140	99,29 %	92,62 %	98,41 %	90,07 %	99,19 %
150	99,34 %	95,53 %	98,94 %	94,01 %	99,25 %
160	99,39 %	97,73 %	99,18 %	96,83 %	99,31 %
170	99,44 %	98,68 %	99,28 %	97,95 %	99,36 %
180	99,48 %	99,04 %	99,34 %	98,33 %	99,40 %
190	99,51 %	99,17 %	99,39 %	98,54 %	99,44 %
200	99,54 %	99,24 %	99,45 %	98,75 %	99,47 %
210	99,57 %	99,33 %	99,49 %	98,86 %	99,50 %
220	99,59 %	99,41 %	99,52 %	98,93 %	99,52 %
230	99,61 %	99,45 %	99,54 %	99,00 %	99,54 %
240	99,63 %	99,48 %	99,57 %	99,07 %	99,56 %
250	99,65 %	99,50 %	99,58 %	99,13 %	99,58 %
260	99,66 %	99,53 %	99,60 %	99,18 %	99,59 %
270	99,67 %	99,55 %	99,61 %	99,22 %	99,60 %
280	99,68 %	99,57 %	99,63 %	99,26 %	99,62 %
290	99,69 %	99,58 %	99,64 %	99,29 %	99,63 %
300	99,70 %	99,59 %	99,65 %	99,32 %	99,64 %
310	99,71 %	99,60 %	99,66 %	99,35 %	99,64 %
320	99,72 %	99,62 %	99,67 %	99,37 %	99,66 %
330	99,73 %	99,63 %	99,68 %	99,39 %	99,66 %
340	99,74 %	99,65 %	99,69 %	99,41 %	99,67 %
350	99,74 %	99,66 %	99,70 %	99,43 %	99,68 %
360	99,75 %	99,67 %	99,71 %	99,44 %	99,69 %
370	99,76 %	99,68 %	99,72 %	99,46 %	99,70 %
380	99,77 %	99,69 %	99,73 %	99,47 %	99,70 %
390	99,77 %	99,70 %	99,73 %	99,48 %	99,71 %
400	99,78 %	99,71 %	99,74 %	99,49 %	99,72 %
410	99,78 %	99,72 %	99,75 %	99,51 %	99,72 %
420	99,79 %	99,73 %	99,75 %	99,51 %	99,73 %
430	99,79 %	99,73 %	99,76 %	99,52 %	99,73 %
440	99,80 %	99,74 %	99,77 %	99,53 %	99,74 %
450	99,80 %	99,75 %	99,77 %	99,54 %	99,74 %
460	99,81 %	99,76 %	99,78 %	99,55 %	99,75 %
470	99,81 %	99,77 %	99,79 %	99,56 %	99,75 %
480	99,82 %	99,78 %	99,79 %	99,56 %	99,76 %
490	99,83 %	99,78 %	99,80 %	99,57 %	99,77 %
500	99,83 %	99,79 %	99,80 %	99,58 %	99,77 %

What is the minimum delay to achieve 99% (Subset-093 requirement) and 99.9% (UIC limit value):

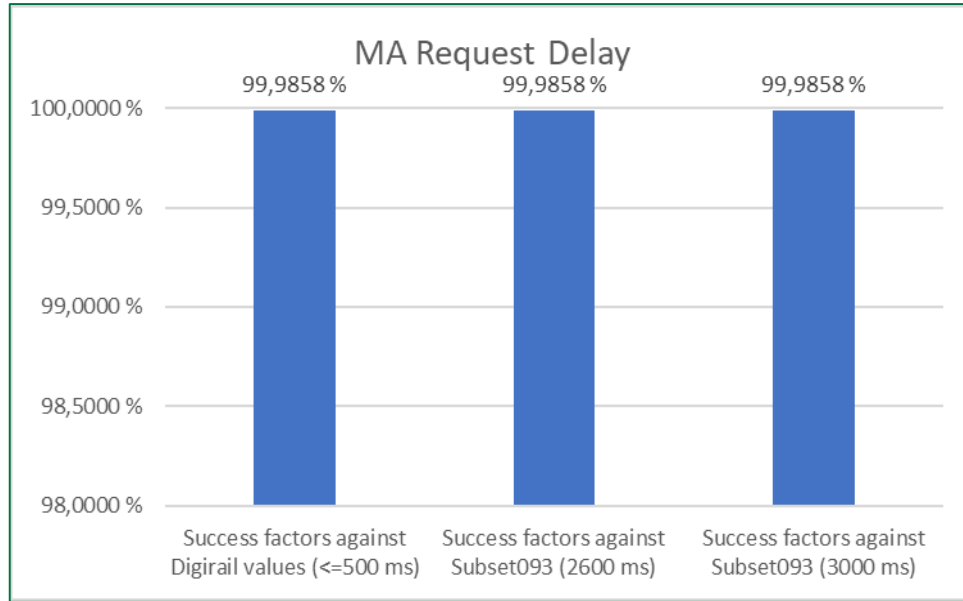
	Subset-093	UIC
TCP	120 ms	>500 ms
MA	180 ms	>500 ms
POS	160 ms	>500 ms
HTTP	140 ms	>500 ms
DNS	120 ms	>500 ms

As conclusion:

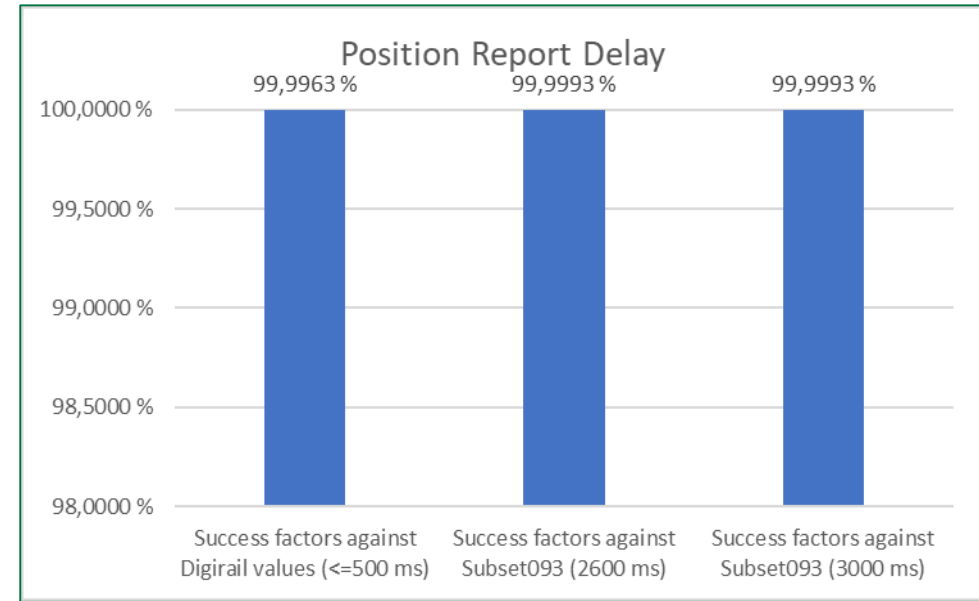
- ❑ Subset-093 limit value 99% is achieved with 144 ms delay (average)
- ❑ UIC limit value 99.9% is **not** achieved within 500 ms delay. Minimum value is somewhere between 500 ... 1000 ms

Measurement Results in Packet Duplication Mode

Packet Duplication – 2000 Km



Total Samples	14043
Jitter (ms)	10,71
Average Delay (ms)	90,64



Total Samples	133352
Jitter (ms)	7,76
Average Delay (ms)	67,06

Delay Iteration – Packet Duplication

Delay Upper Limit (ms)	TCP 128927 samples	MA 14043 samples	POS 133352 samples	HTTP 132937 samples	DNS 137764 samples
10	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
20	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
30	23,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	2,66 %
40	71,10 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	40,02 %
50	83,98 %	0,00 %	0,33 %	0,01 %	83,24 %
60	99,05 %	0,00 %	25,87 %	3,97 %	96,58 %
70	99,88 %	0,21 %	67,49 %	25,61 %	99,51 %
80	99,96 %	17,22 %	90,50 %	50,61 %	99,92 %
90	99,97 %	57,40 %	97,69 %	75,72 %	99,96 %
100	99,97 %	84,53 %	99,40 %	91,69 %	99,97 %
110	99,98 %	95,48 %	99,77 %	97,92 %	99,97 %
120	99,98 %	98,85 %	99,89 %	99,53 %	99,97 %
130	99,98 %	99,66 %	99,94 %	99,86 %	99,98 %
140	99,98 %	99,81 %	99,97 %	99,93 %	99,98 %
150	99,98 %	99,89 %	99,98 %	99,95 %	99,98 %
160	99,98 %	99,96 %	99,98 %	99,96 %	99,98 %
170	99,98 %	99,96 %	99,99 %	99,96 %	99,98 %
180	99,99 %	99,96 %	99,99 %	99,97 %	99,98 %
190	99,99 %	99,97 %	99,99 %	99,97 %	99,98 %
200	99,99 %	99,97 %	99,99 %	99,97 %	99,98 %
210	99,99 %	99,97 %	99,99 %	99,97 %	99,99 %
220	99,99 %	99,97 %	99,99 %	99,97 %	99,99 %
230	99,99 %	99,97 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
240	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
250	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
260	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
270	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
280	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
290	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
300	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
310	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,98 %	99,99 %
320	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
330	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
340	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
350	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
360	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
370	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
380	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
390	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
400	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
410	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
420	99,99 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
430	100,00 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	99,99 %
440	100,00 %	99,98 %	99,99 %	99,99 %	100,00 %
450	100,00 %	99,98 %	100,00 %	99,99 %	100,00 %
460	100,00 %	99,98 %	100,00 %	99,99 %	100,00 %
470	100,00 %	99,98 %	100,00 %	99,99 %	100,00 %
480	100,00 %	99,98 %	100,00 %	99,99 %	100,00 %
490	100,00 %	99,98 %	100,00 %	99,99 %	100,00 %
500	100,00 %	99,99 %	100,00 %	99,99 %	100,00 %

What is the minimum delay to achieve 99% (Subset-093 requirement) and 99.9% (UIC limit value):

	Subset-093	UIC
TCP	60 ms	80 ms
MA	130 ms	150 ms
POS	100 ms	120 ms
HTTP	120 ms	140 ms
DNS	70 ms	90 ms

As conclusion:

- ❑ Subset-093 limit value 99% is achieved with 96 ms delay (average)
- ❑ UIC limit value 99.9% is achieved with 116 ms delay (average)

Measurement Results in Packet Duplication Mode regarding critical data and future (not yet defined) apps

Comparison Drive Results against TR22.889 and 22.989

(Router Mode: Packet Duplication)

❑ **Mentioned specifications define UIC limit values as follows:**

- ❑ Critical Data (legacy apps) Latency <= 500 ms and reliability 99.9% (1/1000 samples can fail the limit)
- ❑ Critical Data (future apps) Latency <= **100 ms and reliability 99.9999%** (1/1000000 samples can fail the limit)

TCP	OK /500 ms	OK /100 ms	POS	OK /500 ms	OK /100 ms	MA	OK /500 ms	OK /100 ms
Total samples: 128927	128922 Pcs	128892 Pcs	Total samples: 133352	133347 Pcs	132556 Pcs	Total samples: 14043	14041 Pcs	11870 Pcs
Success-%	99.9961 %	99.9729 %	Success-%	99.9963 %	99.4031 %	Success-%	99.9858 %	84.5261 %
Average delay	36.6581 ms	36.6581 ms	Average delay	67.0636 ms	67.0636 ms	Average delay	90.6373 ms	90.6373 ms

DNS	OK /500 ms	OK /100 ms	HTTP	OK /500 ms	OK /100 ms
Total samples: 137764	137758 Pcs	137720 Pcs	Total samples: 132937	132932 Pcs	121896 Pcs
Success-%	99.9956 %	99.9681 %	Success-%	99.9962 %	91.6946 %
Average delay	43.0819 ms	43.0819 ms	Average delay	80.9911 ms	80.9911 ms

Legacy apps: fully compliant
 Future apps: partially compliant

The logo consists of the words "DIGI" and "RATA" stacked vertically in a bold, green, sans-serif font, centered within a white circle. The background of the slide is dark green with decorative light green horizontal lines that have a segmented, digital appearance.

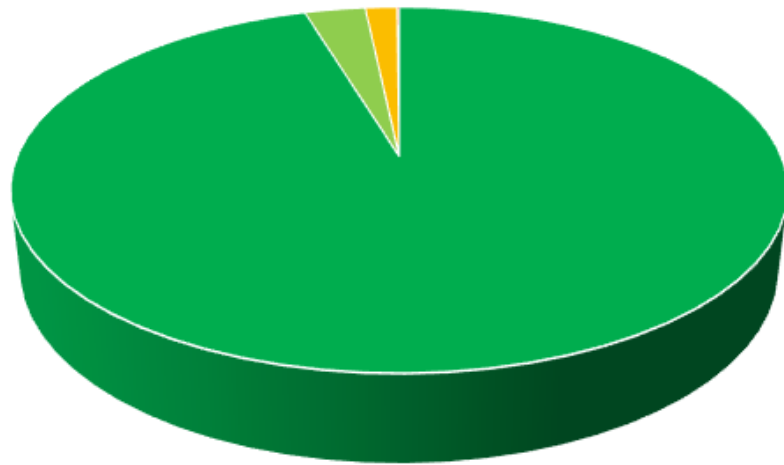
**DIGI
RATA**

Analysis & Conclusions

Multi-channel Router – Operator Visibility

Following maps describe how many operators have coverage (RSRP stronger than -110 dBm) in Packet Duplication Mode.

Operator Visibility over the Measured Route



■ 3 Operators visible 95.31% ■ 2 Operators visible 3.01%
■ 1 Operator visible 1.58% ■ 0 Operators visible 0.10%

All 3 operators visible:

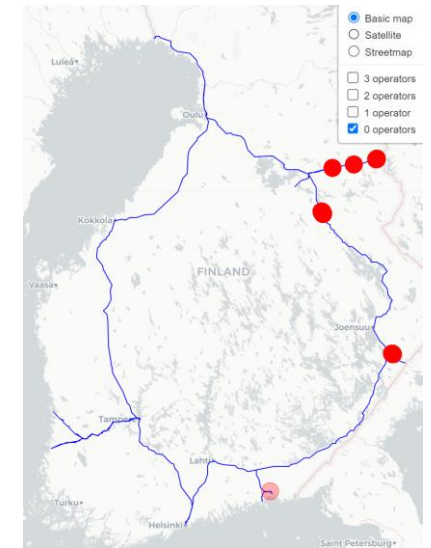
All three operators are visible for communication **95.31%** of the route.



Only 2 operators visible
(RSRP for 1 operator < -110 dBm and for two others >= -110 dBm)



Only 1 operator visible
(RSRP for 2 operators < -110 dBm and for one >= -110 dBm)



0 operators visible
(RSRP for all < -110 dBm)

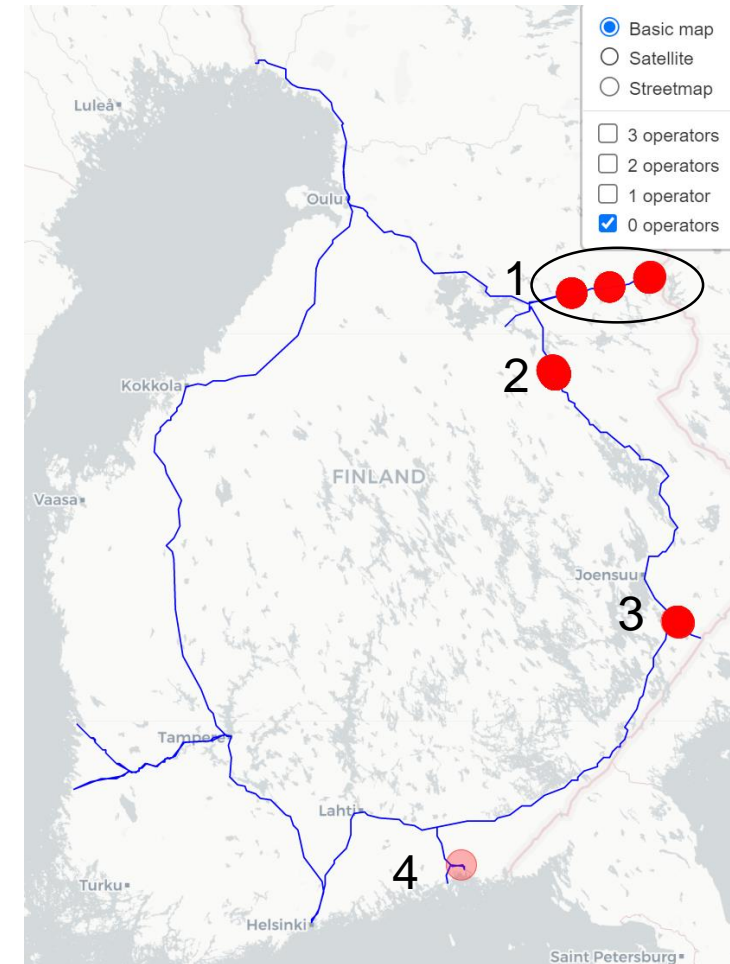


Coverage Holes

- Near Vartius
- Near Saviaho
- Near Tohmajärvi
- Near Hamina

Places where all three network operators have RSRP <-110 dBm (Coverage Holes)

- ❑ 1. Near Vartiuss. Challenges with coverage on forested and uninhabited area due to proximity of Russian border and the agreement of not using 800Mhz radio.
- ❑ 2. Near Saviaho. Challenges with coverage on forested and uninhabited area. RSRP between -110 and -120.
- ❑ 3. Near Tohmajärvi. Challenges with coverage on forested area due to proximity of Russian border and the agreement of not using 800Mhz radio.
- ❑ 4. Near Hamina. Railway tunnel of Suurivuori.





Radio Challenges (long delays)

- Near Luumäki
- Near Vartius
- Near Sweden border
- Haaparanta

Radio Challenges in Router Packet Duplication Mode #1

LAT: 60.910337 LONG: 27.598662

Observation near Luumäki. Challenges with DNS, TCP, HTTP and POS tests. All have poor coverage and interference at the observation point. Operator Y and Operator Z have also quality issues at the observation point. Downlink speed with ROK-server is poor or 0 in this area.

The observation point is in a rural area, in the valley between two hills. Nearest base station is on top of the hill.

Probably antenna tilts are too big at the observation point. In south there is over 8 km to the nearest base station. On the 25.4.2022 there was also lack of coverage with all operators at the observation point. Both measurements were done in the same direction.

DNS

Difference: 1363.97

Peak > 500 ms

2022-06-27 16:25:45

Operators X,Y and Z

RSRP	-103	-104	-102
RSRQ	-20	-17	-15
RSSI	-68	-67	-67
SINR	-4.4	-0.4	9

Latitude: 60.910337

Longitude: 27.598662



Radio Challenges in Router Packet Duplication Mode #2

Observations between 11:40:21 – 11:41:14 and 11:42:18 – 11:43:10 near Vartius and Russian border. Challenges with DNS, TCP, MA and HTTP tests. All operators have challenges with coverage and interference in the first observation area.

In the second observation area Operator X and Operator Y have challenges with coverage. All have interference except Operator Z with last observation. Operator X modem resetting at the end of second observation area.

To the west there is over 15 km to the nearest base stations. To the east the nearest base station is about 4 km away and cell alignment is away from track. Downlink speed with ROK - server is bad on this area. Both observation areas are in a rural and uninhabited area.

Observations were made only when heading to the east. From the measured RF-data it can be found out, that the closeness to the Russian border and the agreement of not using certain bands from 800MHz 4G causes coverage challenges for all operators. On 18.5.2022 there was matching observations on same area.

HTTP

Difference: 15546.89
 Peak > 1000 ms
 2022-06-29 11:40:21
 Operators X,Y and Z
 RSRP | -107 | -119 | -117
 RSRQ | -12 | -12 | -11
 RSSI | -83 | -88 | -86
 SINR | 6 | 0.4 | 10
 Latitude: 64.520472
 Longitude: 29.826475

TCP

Difference: 2003.52
 Peak > 500 ms
 2022-06-29 11:40:27
 Operators X,Y and Z
 RSRP | -106 | -120 | -119
 RSRQ | -11 | -14 | -13
 RSSI | -79 | -86 | -86
 SINR | 6.4 | -1.8 | 9
 Latitude: 64.520891
 Longitude: 29.829426

ETCS MA

Difference: 6029.01
 Peak > 500 ms
 2022-06-29 11:41:14
 Operators X,Y and Z
 RSRP | -106 | -116 | -117
 RSRQ | -15 | -14 | -13
 RSSI | -74 | -85 | -85
 SINR | 5 | -0.6 | 8
 Latitude: 64.523735
 Longitude: 29.849431

HTTP

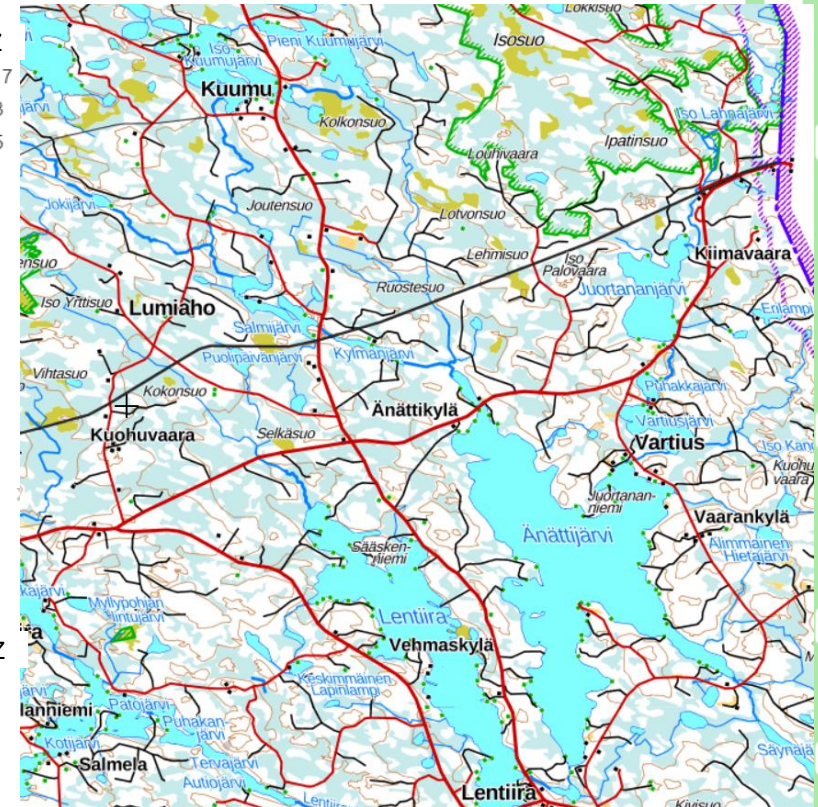
Difference: 31569.19
 Peak > 1000 ms
 2022-06-29 11:42:18
 Operators X,Y and Z
 RSRP | -88 | -130 | -128
 RSRQ | -10 | -15 | -16
 RSSI | -63 | -94 | -91
 SINR | 10.8 | -4 | 8
 Latitude: 64.527914
 Longitude: 29.878816

DNS

Difference: 10071.37
 Peak > 500 ms
 2022-06-29 11:42:34
 Operators X,Y and Z
 RSRP | -86 | -131 | -130
 RSRQ | -13 | -18 | -18
 RSSI | -56 | -96 | -91
 SINR | 8.4 | -1.8 | NA
 Latitude: 64.529064
 Longitude: 29.885523

ETCS MA

Difference: 6558.32
 Peak > 500 ms
 2022-06-29 11:43:10
 Operators X,Y and Z
 RSRP | -89 | -126 | NA
 RSRQ | -9 | -17 | NA
 RSSI | -61 | -90 | NA
 SINR | 15.6 | -5.4 | NA
 Latitude: 64.531845
 Longitude: 29.901427



Radio Challenges in Router Packet Duplication Mode #3

LAT: 65.827902 LONG: 24.153819

Observation near the Swedish border.
Challenges with DNS, TCP, HTTP
and POS tests.

All operators have challenges with
quality and interference at the
observation point because area is on
the edge of the nearest cells.
Downlink speed with ROK -server is
poor or 0 in this area.

Observation point is in an urban area,
crossing the border between Finland
and Sweden. On the 1.6.2022 there
were matching observations in the
same area. Observation was only
when heading to the west.

HTTP

Difference: 1427.06

Peak > 1000 ms

2022-06-29 17:10:06

	Operators X,Y and Z		
RSRP	-81	-87	-92
RSRQ	-18	-18	-20
RSSI	-48	-38	-46
SINR	-3	-8.2	3

Latitude: 65.827902

Longitude: 24.153819



Radio Challenges in Router Packet Duplication Mode #3

LAT: 65.828260 LONG: 24.131414

Observation in Haaparanta. Challenges with DNS, TCP, HTTP and POS tests.

All operators have challenges with the coverage, quality and interference at the observation point because the area is on the edge of the nearest cells.

Downlink speed with ROK -server is poor or 0 in this area. Observation point is in the Haaparanta railway yard in Sweden.

HTTP

Difference: 8939.65

Peak > 1000 ms

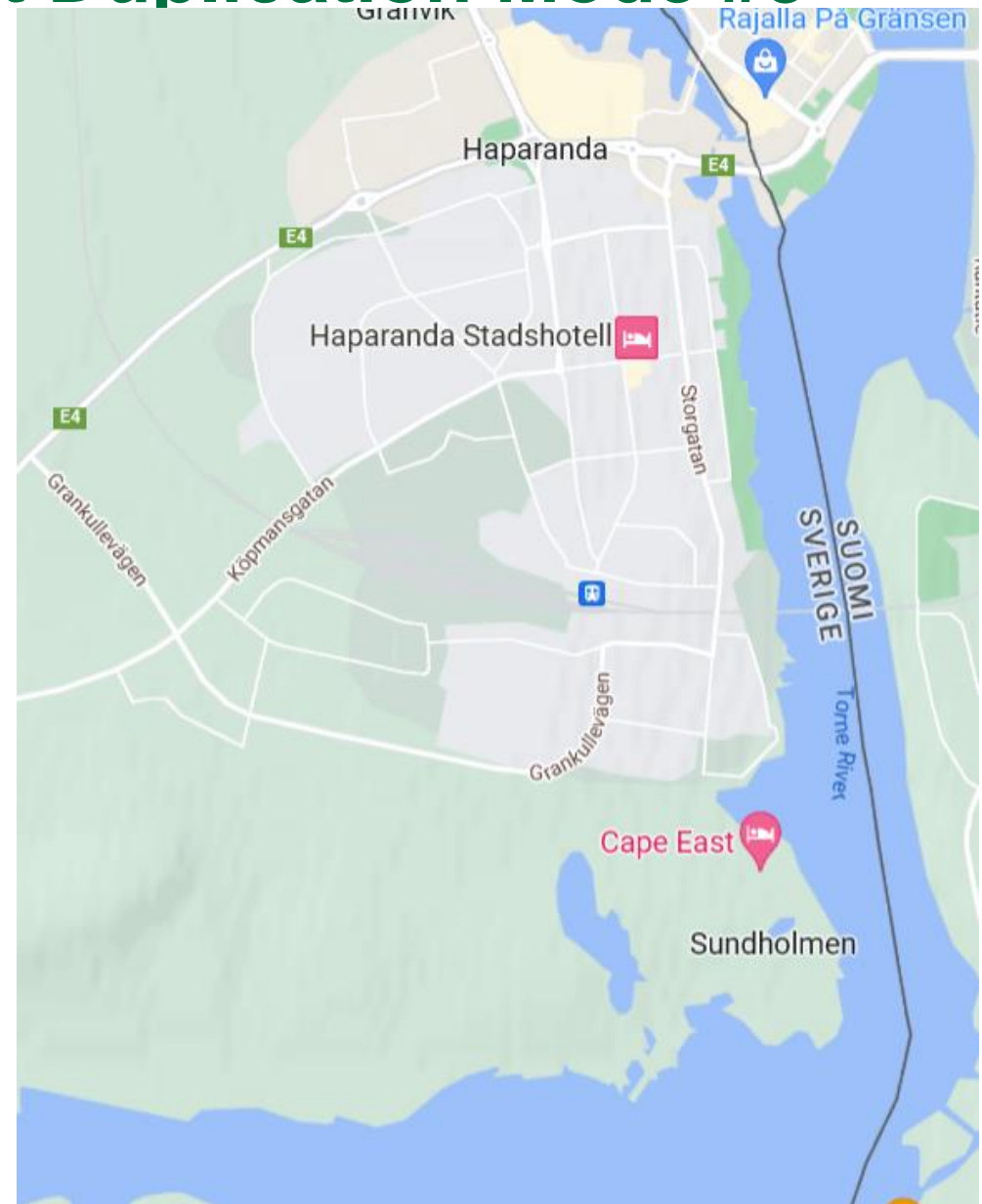
2022-06-29 17:13:28

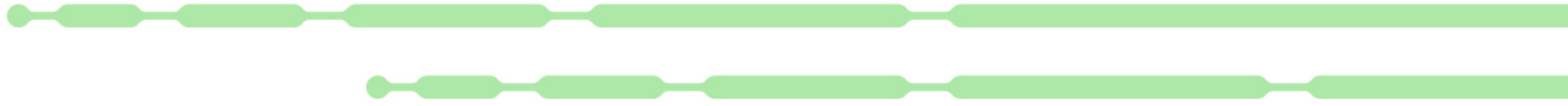
Operators X,Y and Z

RSRP	-98	-106	-113
RSRQ	-20	-15	-17
RSSI	-45	-68	-74
SINR	-8.8	-6.2	7

Latitude: 65.828260

Longitude: 24.131414





Railway Tunnels

Railway tunnels

As the following results on the next pages will show, most of the Finnish railway tunnels have a decent 4G radio network coverage. 5G coverage on tunnels is lesser than 4G

Some of the operators have excellent radio network or no coverage at all on some tunnels.

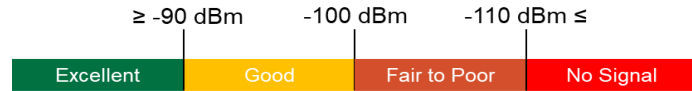
When RF-signal is excellent there is probably dedicated mobile cell configuration on tunnel. Like mobile cell with leaky RF-cable or straight head antenna to tunnel.

Tunnels with less than 193m of length are not analysed here because of the interval of the measurements. These tunnels have only 1-2 measuring points per operator because of the speed of Emma. On short tunnels surrounding mobile network coverage will carry inside of tunnel. Most of the tunnels have only one-way analysis.

Results are gathered from the RF-scanner and the multi-channel router.

Railway tunnels

RSRP (Reference Signal Received Power [dBm]):



GREEN = RF -signal excellent or better on whole tunnel

ORANGE = RF -signal between no signal and excellent signal

RED = No RF -signal on whole tunnel

Like the "traffic lights" suggest, there are quite many tunnels where RF-signal varies and may cause short, momentary breaks in radio connection.

	Measured tunnel	Operator Z	Operator Y	Operator X
1	24.5.2022 Kerava – Vuosaari, 13575m.	Red	Red	Red
2a	19.4.2022 Kehärata / airport, 8230m. To east	Green	Yellow	Yellow
2b	19.4.2022 Kehärata / airport, 8230m. To west.	Yellow	Yellow	Yellow
3	13.5.2022 Lahdenvuori, 4290m.	Red	Green	Green
4	17.5.2022 Kangasvuori, 2734m.	Yellow	Yellow	Yellow
5	13.5.2022 Paasivuori, 2459m.	Yellow	Yellow	Yellow
6	13.5.2022 Pönttövuori, 1429m.	Red	Green	Green
7	19.4.2022 Märjänmäki, 1240m.	Yellow	Yellow	Green
8	13.5.2022 Keijonkangas 1, 1064m.	Yellow	Green	Yellow
9	13.5.2022 Pieni Neulamäki, 1002m.	Green	Yellow	Yellow
10	19.4.2022 Lemunmäki, 775m.	Green	Green	Green
11	13.5.2022 Paavalinvuori, 768m.	Yellow	Yellow	Yellow
12	3.5.2022 Suurivuori, 765m.	Red	Yellow	Yellow
13	24.5.2022 Labbacka, 651m.	Yellow	Yellow	Yellow
14	19.4.2022 Lavianmäki, 580m.	Yellow	Yellow	Yellow
15	19.4.2022 Pepallonmäki, 530m.	Green	Green	Green
16	19.4.2022 Tottola, 520m.	Green	Green	Green
17	19.4.2022 Haukkamäki, 436m.	Yellow	Yellow	Green
18	8.6.2022 Kulonpalonvuori, 418m.	Yellow	Yellow	Yellow
19	3.5.2022 Kehä 2, 388m.	Green	Green	Green
20	13.5.2022 Lautakkomäki, 383m.	Yellow	Green	Yellow
21	13.5.2022 Mustavuori 2, 373m.	Yellow	Yellow	Yellow
22	5.5.2022 Möykynmäki, 350m.	Yellow	Yellow	Yellow
23	26.4.2022 Kyrönniemi, 336m.	Yellow	Yellow	Yellow
24	19.4.2022 Bäjens, 298m.	Yellow	Yellow	Yellow
25	13.5.2022 Mustavuori 1, 282m.	Yellow	Yellow	Yellow
26	19.4.2022 Riddarbacken, 274m.	Yellow	Yellow	Yellow
27	19.4.2022 Harmaamäki, 265m.	Green	Yellow	Green
28	13.5.2022 Mustamäki, 250m.	Yellow	Yellow	Yellow
29	13.5.2022 Matomäki, 239m.	Yellow	Green	Yellow
30	19.4.2022 Malminkartano, 230m.	Yellow	Yellow	Green

Mitä seuraavaksi?

- Lobbailu FRMCS Versio 2:n osalta jatkuu kiivaana. Pitäisi saada ainakin monikanavareititin ja kaupalliset verkot mukaan siihen ja hyväksytettyä vuoden 2023 loppuun mennessä, jotta saadaan normin mukainen rakenne EKA-radalle ajoissa.
 - Suomi on myös halukas pilotoimaan V2 ns. Morene-projektissa
- Mitta-setupista kohti käytäntöä
 - Syksyllä testataan vielä eri kaluston ohjaamokuuluvuutta erikois-SIM:eillä, etsitään puheradioratkaisua minimi-investoinneilla Virven jälkeiseen elämään
 - Testataan 2 vaihtoehtoista radioantennia ja toinen monikanavareititin, etsitään vähemmän tilaa vaativaa fyysistä asennusta
 - Aloitetaan keskustelut mobiilioperaattoreiden kanssa hallintomallista ja sopimusrakenteista
 - Tutkitaan kaupallisten verkkojen redundanssia ja arvioidaan mahdollista lisäinvestointitarvetta



Kysymyksiä?



Digiradan kansainvälisten asioiden ajakohtaiset

Juha Lehtola

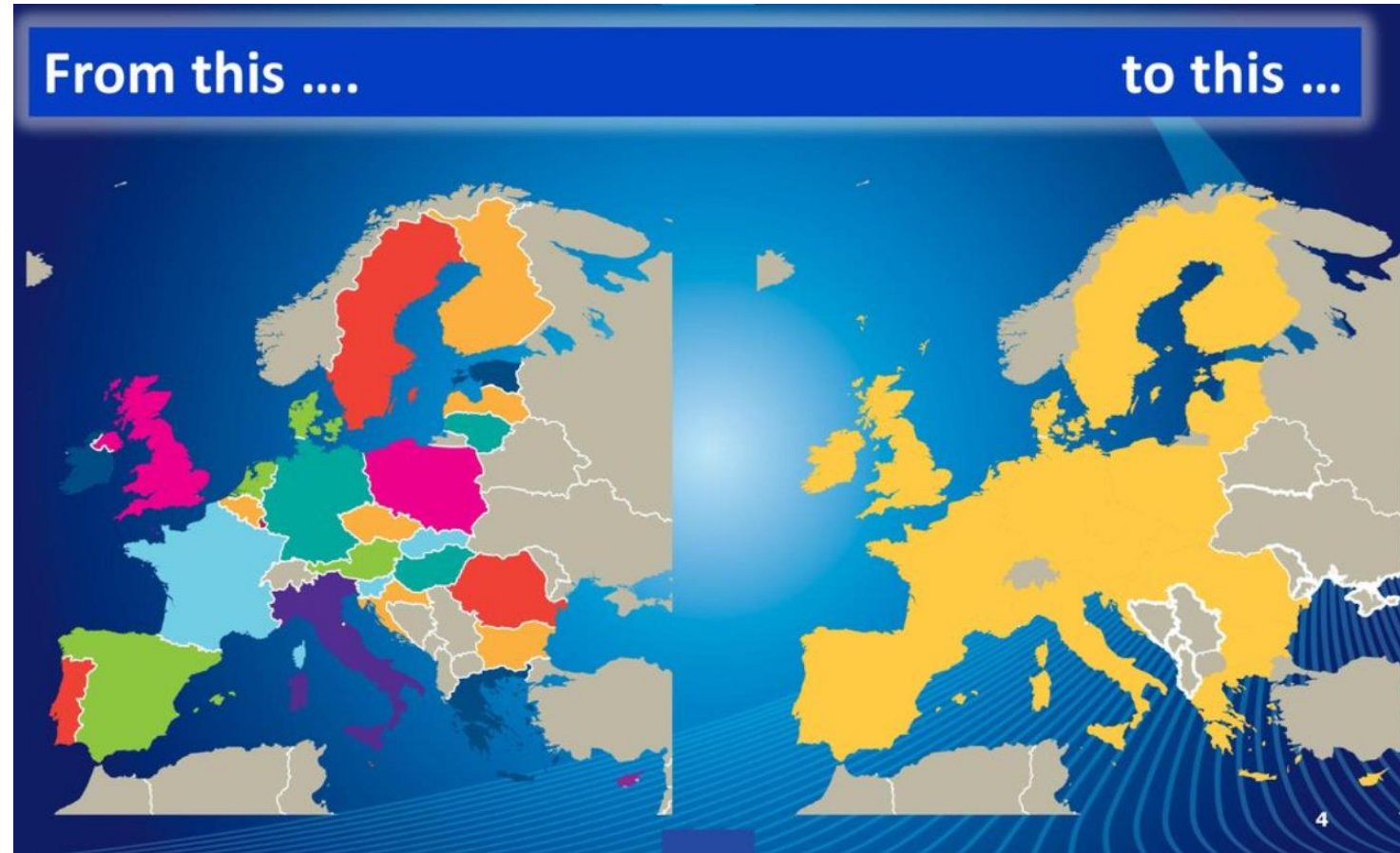
4.10.2022

Sisällöstä

- Vähän kertausta
- TEN-T-asetus
- Komission ja kansalliset ERTMS-koordinaattorit
- ERTMS-koordinaattorin työohjelma ja näkemyksiä
- Muualla maailmassa?
- TOP-asiat Digiradan kannalta tällä hetkellä

Yleistä (kertausta)

- Rautatiet on erittäin tiukasti säännelty liikennemuoto
- 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.

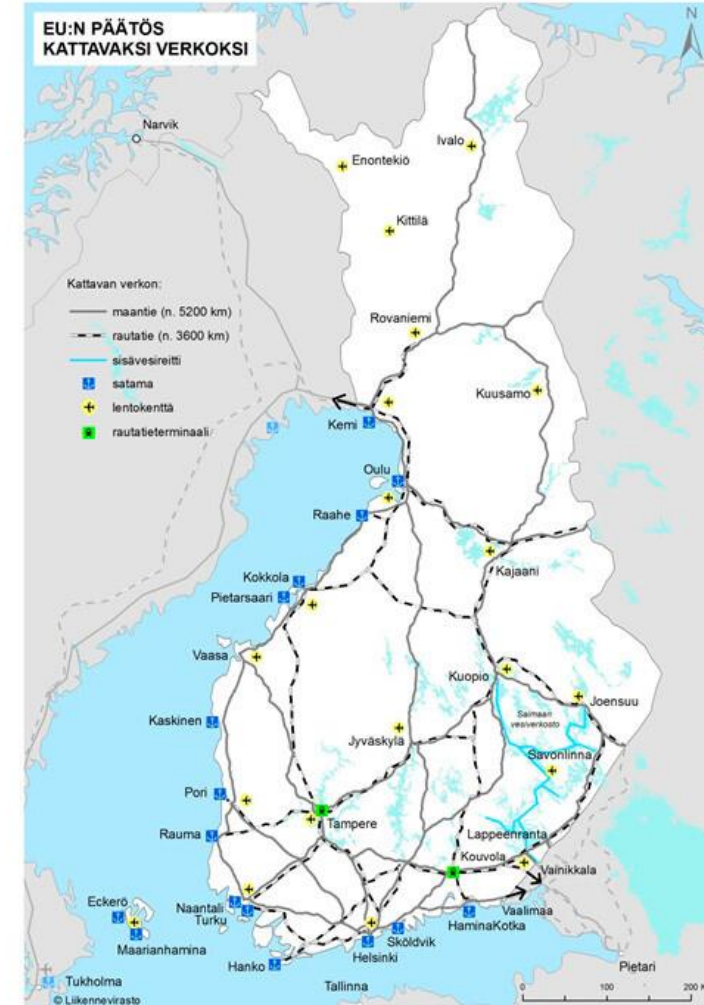
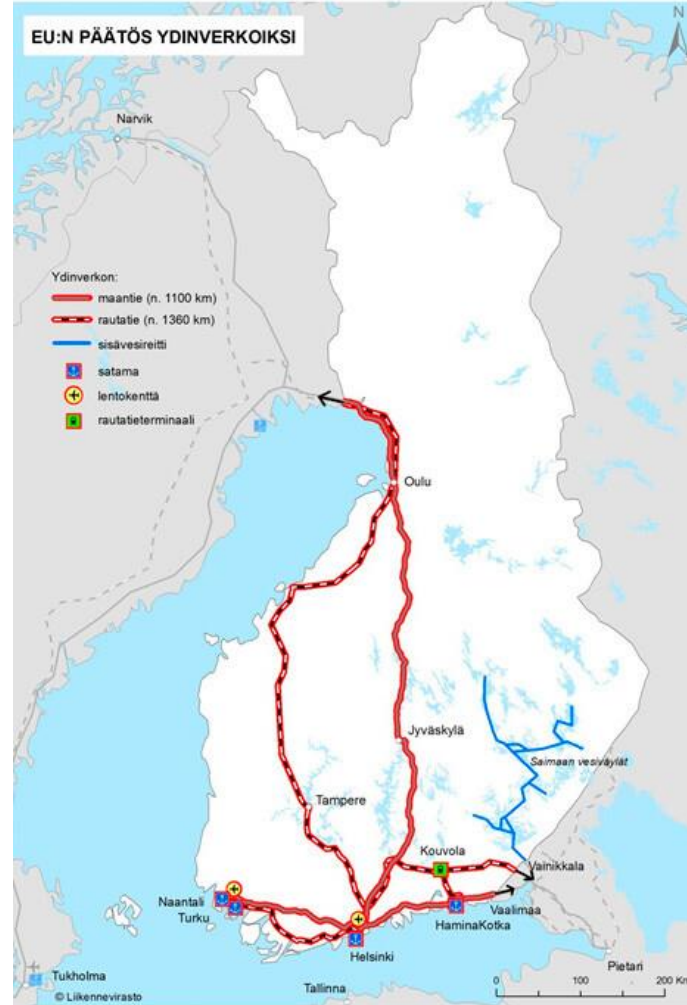


Kuva: <https://slideplayer.com/slide/12805410/>

Liikenneverkkoja koskeva sääntely ja linkitys Digirataan

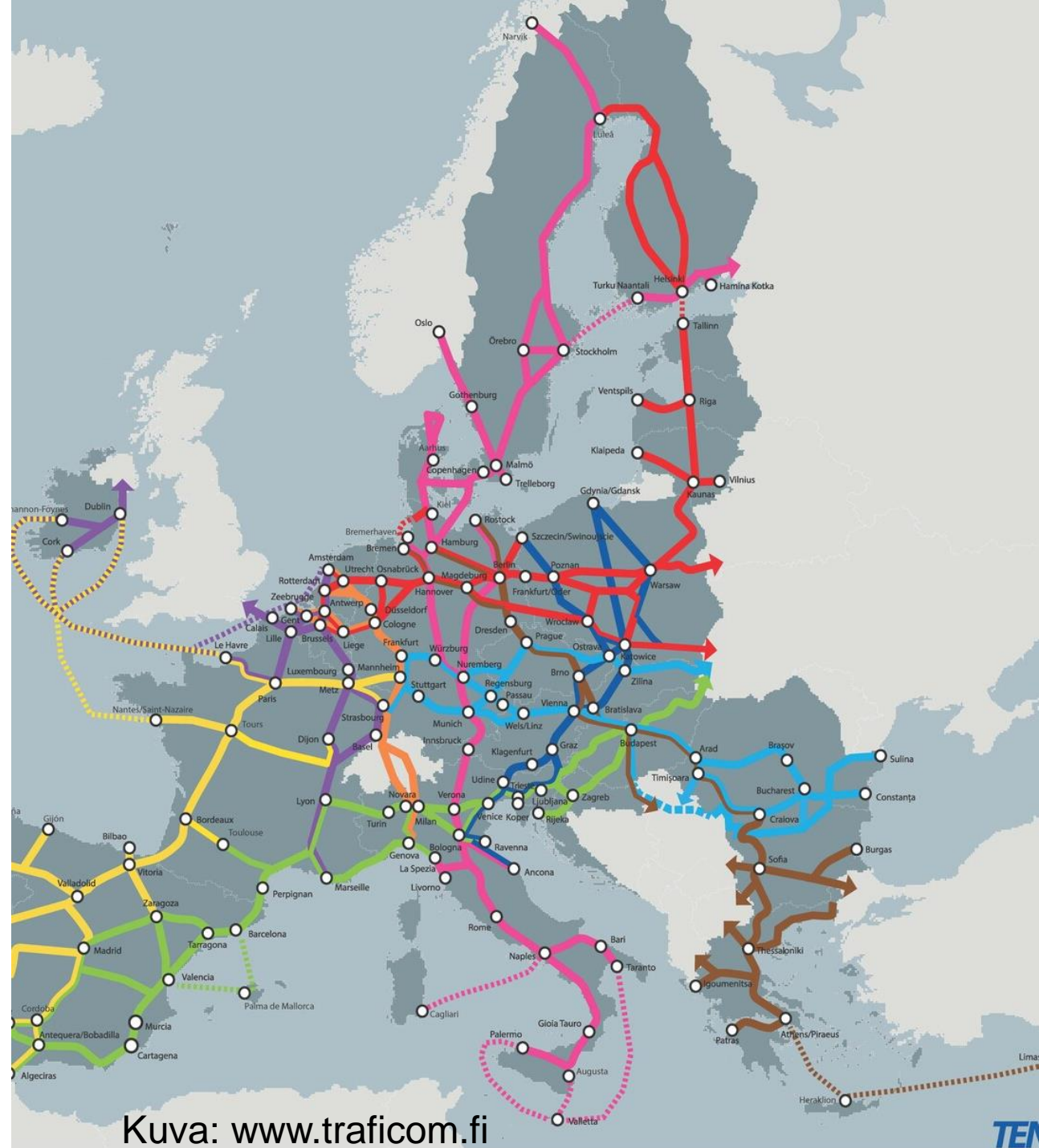
TEN-T-asetus

- Ydinverkot → ERTMS 2030 mennessä
- Kattava verkko → ERTMS 2050 (päivityksessä esitetty 2040 mennessä)
- Digirata-hankkeen ajoitus ja ajatukset osuivat neulan kantaan päivitykseen nähden
 - Kansallisten järjestelmien purkuvaade 2040 mennessä
 - 2026 alkaen saisi toteuttaa vain radioverkkopohjaisia ETCS:ä niin uudis- kuin korjausrakentamisessa
 - Ns. Level 1 –ratkaisu kielletään (L1 ei ole radioverkkopohjainen vaan sisältää radan varressa olevat opastimet). Suomen aiempi suunnitelma pohjautui L1:een



Liikenneverkkoja koskeva sääntely ja linkitys Digirataan

- ERTMS-koordinaattori
 - https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/transport-european-transport-network-ten-t/european-rail-traffic-management-system_en
- Tehtävänä edesauttaa ERTMS:n käyttöönottoa
- Ydinverkkokäytävien läpileikkaava koordinointi
- ERTMS-koordinaattorin työohjelma (Work Plan)
 - Esittelee tilannekatsauksen
 - 2022 lopussa 14% ydinverkosta ETCS:llä
 - Korostaa verkkomaista ajattelua, ei yksittäisiä saarekkeita
 - Korostaa teollista toteuttamista
 - Korostaa rahoitusmekanismien hyödyntämistä
 - ERTMS koko Euroopan järjestelmäksi tukien kehitystä
- ERTMS-koordinaattori alkaa järjestää säännöllisesti kansallisten ERTMS-koordinaattorien tapaamisia → tiedonvaihto



Muualla maailmassa?

- ERTMS:llä on mahdollisuuksia nousta globaaliksi standardiksi
- Tänä päivänä jo maat (ja maanosat), jotka hankkivat järjestelmiä toimittajilta Avaimet käteen – periaatteella, hankkivat ERTMS:ää
 - Afrikassa ainakin Egyptissa valtava hanke lähtenyt käyntiin
 - Australiassa voimakkaat siteet Iso-Britannian kautta Eurooppaan
 - Aasiassa paljon ETCS-toteutuksia, osa jopa kaupallisissa radioverkoissa
 - Intia, Indonesia ainakin
- Yhdysvallat eroaa tästä → Oma kulunvalvontamalli PTC
- Kiina on aikojen saatossa kopioinut mallin → ETCS on muuttunut CTCS:ksi
- Tätä oikeastaan isossa kuvassa kannattaa tavoitellakin → globaali standardi, johon isot laitetoimittajat ovat sitoutuneet, laskee oletettavasti hintoja

TOP 3 -nostot tällä hetkellä

- Radioverkkokehitys (FRMCS, 5G)
 - Suomi korostaa kaupallisten radioverkkojen tärkeyttä osana rautateiden digitalisaation edistämistä
 - Olemme ottamassa pilottimaan roolia, hyödyntäen testirataa
 - Haluamme edistää "early implementor" ajatusta
- 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
 - YTE2022 siirtyi loppuvuoteen ja nyt edelleen 2023 puolelle → hidasta edistystä
 - 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
 - Tarjoamme Suomea testialustaksi erilaisin keinoin (testirata, labra, 900MHz FRMCS testaaminen)
- Teknologianeutraalius
 - Speksataan toimintoja ei teknologiaa

4.10.2022



DIGI
RATA



Kysymyksiä/keskestelua?



Kiitos.