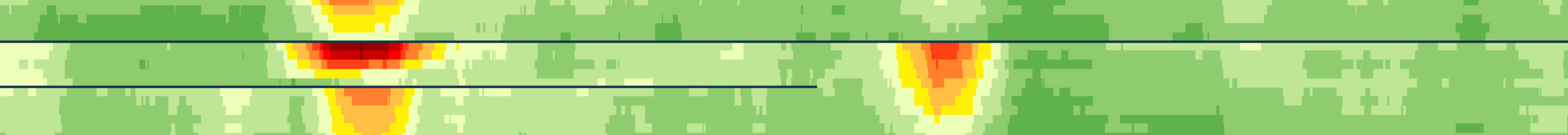


RAIDEGEOMETRIAN TARKASTUSTULOSTEN KEHITTYNYT ANALYSOINTI (APRA) JA HYÖDYNTÄMINEN TUENNAN SUUNNITTELUSSA SEKÄ ONNISTUMISEN SEURANNASSA



Mika Silvast, Loram Finland Oy & Antti Nurmikolu, Trackwise Oy
Tukemispäivä, 27.3.2024, Helsinki

LORAM Finland

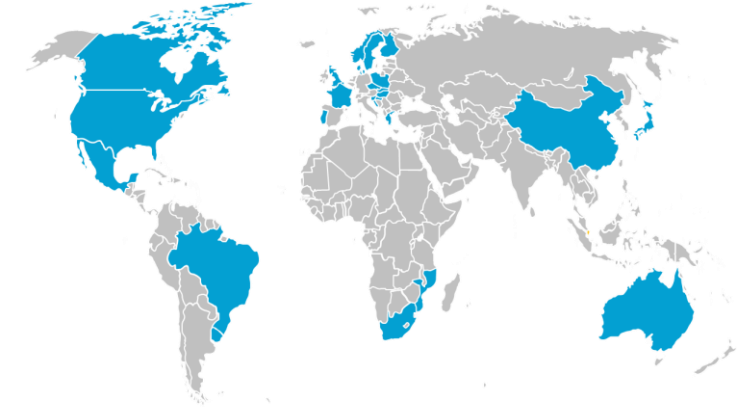
TRACKWISE

Väylävirasto

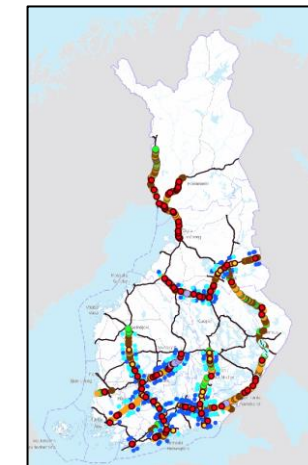
KEITÄ?



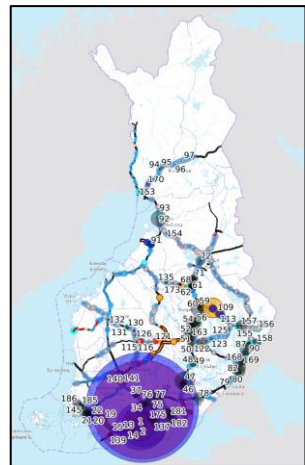
- **Mika Silvast** on johtanut Roadscannersin ratadivisioonaa vuodesta 2003 lähtien ja toiminut Loram Finlandin toimitusjohtajana vuodesta 2019 eteenpäin. Mika on radan toiminnallisen ja rakenteellisen kunnon diagnostiikan, geofysiikan ja signaalinkäsittelyn sekä yhdistetyn aineiston analyysin erikoisasiantuntija yli 20 vuoden kansainvälisellä julkaisu-, tutkimus-, kehitys- ja työkokemuksella.
- **Antti Nurmikolu**, TKT, Professori, Trackwise Oy:stä on toiminut erityisasiantuntijana lukuisissa radantarkastustekniikoita, -tuloksia ja niiden analysointia koskevissa kehitys- ja sovellutustehtävissä. Aiemmin Antti toimi viime vuosituhannelta alkaen tutkijana ja myöhemmin rautatierakenteiden professorina TTY:llä tutkien, suunnitellen ja johtaen lukuisia Väyläviraston tilaamia radan rakenneosien kuntoon ja elinkaareen liittyviä tutkimushankkeita.
- Loram Finland on radan toiminnallisen ja rakenteellisen kunnon asiantuntijayhtiö, joka on toiminut Suomessa ja kansainvälisillä rataverkoilla raidegeometrian sekä ratarakenteiden kunnon ja ominaisuuksien diagnostiikan ja toimenpidesuunnittelun palvelutuotannossa sekä kehityksessä ja tutkimuksessa vuodesta 2003 lähtien. Toiminta on ollut Roadscanners Oy:n alaisuudessa 01/2003-04/2019 välisenä aikana ja Loram Finland Oy:nä 05/2019 lähtien.
- **Nyt toteuttajana Väyläviraston raidegeometrian analytiikan puitesopimuksessa osatehtävässä 1 (OT1), jossa sisältönä määrämuotoista analytiikkatulosten tuotantoa (APRA-raportit) ja tarkempaa kohde- ja tapauskohtaista analytiikkaa.**



ROPE





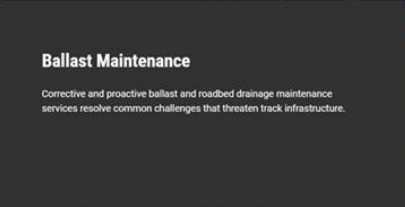



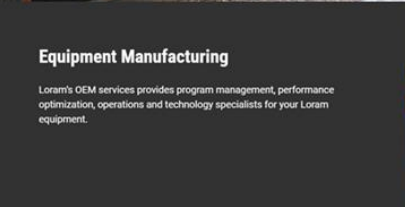
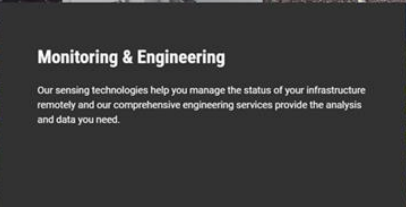
RATUS



LORAM

Loram Facts



<p>LORAM MAINTENANCE OF WAY SERVICES AND EQUIPMENT SOLUTIONS</p>		<p>LORAM TECHNOLOGIES INSPECTION AND INFRASTRUCTURE SOLUTIONS</p>	
 <p>Rail Maintenance</p> <p>Loram's rail grinders incorporate high power, flexible grinding modules and patented control systems to deliver industry-leading speed and proven productivity.</p>	 <p>Inspection Services</p> <p>Loram Technologies track inspection solutions put cutting-edge technology to use to find track flaws and ballast deficiencies that traditional inspection methods might miss.</p>		
 <p>Ballast Maintenance</p> <p>Corrective and proactive ballast and roadbed drainage maintenance services resolve common challenges that threaten track infrastructure.</p>	 <p>Ballast Technologies</p> <p>Our ballast handling technologies help mitigate ballast challenges faster with pinpoint accuracy and industry-leading productivity to minimize impact on your track time.</p>		
 <p>Material Handling</p> <p>Loram's Material Handling offering includes rail handling and rail car cleaning solutions, ballast handling and placement solutions, and work platforms for enhanced productivity.</p>	 <p>Friction Management</p> <p>Loram Technologies leads the way in friction management solutions including Top of Rail and Gauge Face systems, advanced modifiers, plus engineering and installation services.</p>		
 <p>Equipment Manufacturing</p> <p>Loram's OEM services provides program management, performance optimization, operations and technology specialists for your Loram equipment.</p>	 <p>Monitoring & Engineering</p> <p>Our sensing technologies help you manage the status of your infrastructure remotely and our comprehensive engineering services provide the analysis and data you need.</p>		

RADANTARKASTUSAINEISTO JA SEN KÄSITTELY

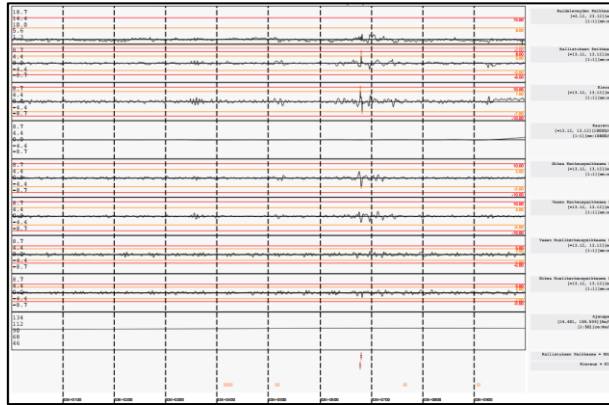
RAIDEGEOMETRIAN TARKASTUSTULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI

LÄHTÖTIEDOT



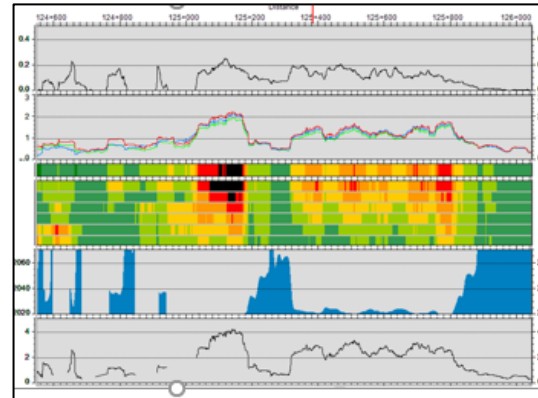
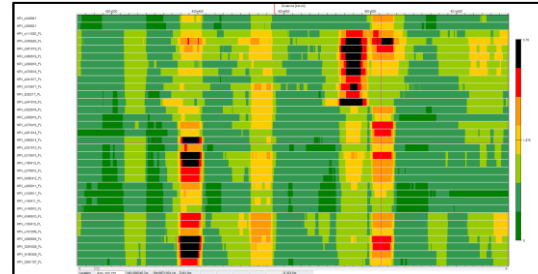
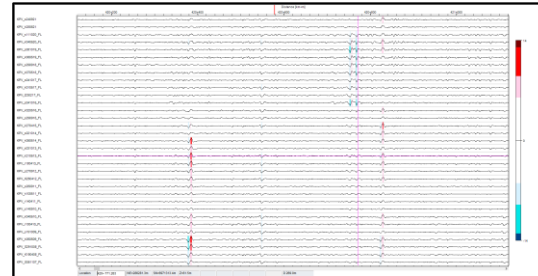
+
(RAIKU & RATKO)

PERUSTULOKSET

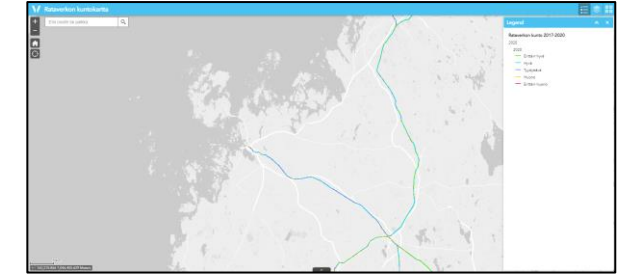


RAILIN GEOMETRIAN TARKASTUSTULOKSET												
KUNNAN		KUNNAN		KUNNAN		KUNNAN		KUNNAN		KUNNAN		KUNNAN
RAIKU	RATKO	RAIKU	RATKO	RAIKU	RATKO	RAIKU	RATKO	RAIKU	RATKO	RAIKU	RATKO	RAIKU
0	100	7,2	8,2	7,2	8,2	7,2	8,2	7,2	8,2	7,2	8,2	7,2
100	200	10,1	4,1	10,1	4,1	10,1	4,1	10,1	4,1	10,1	4,1	10,1
200	300	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
300	400	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
400	500	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
500	600	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
600	700	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
700	800	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
800	900	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
900	998	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
86,0	87,0	107,1	42,1	5,1	106,1	12,1	104,1	10,1	5,1	4,1	246,1	18,1

KEHITTYNYT ANALYYSI



TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN

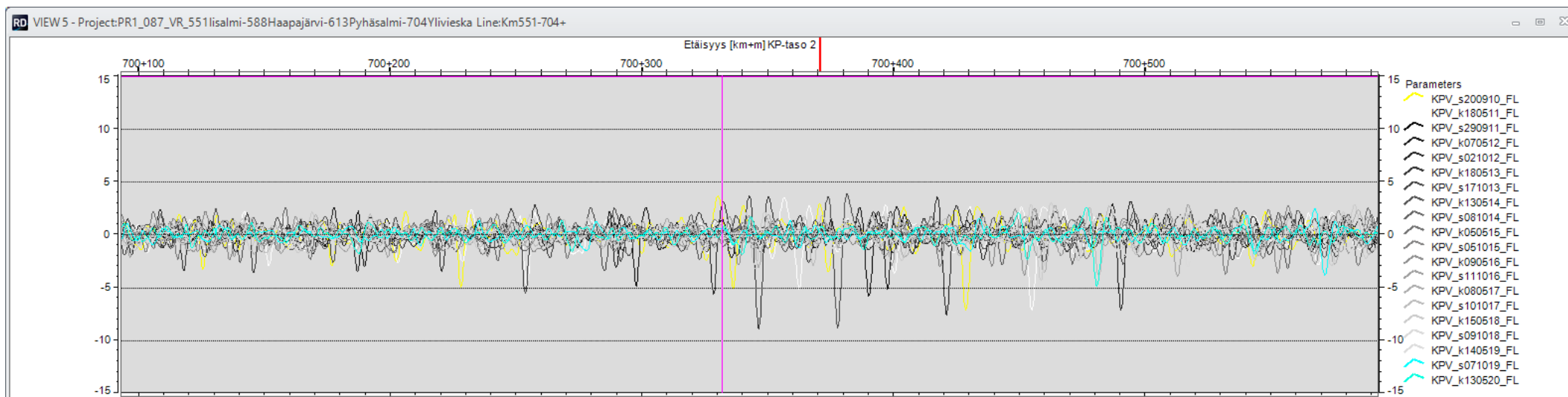


25 CM RADANTARKASTUSTULOKSET

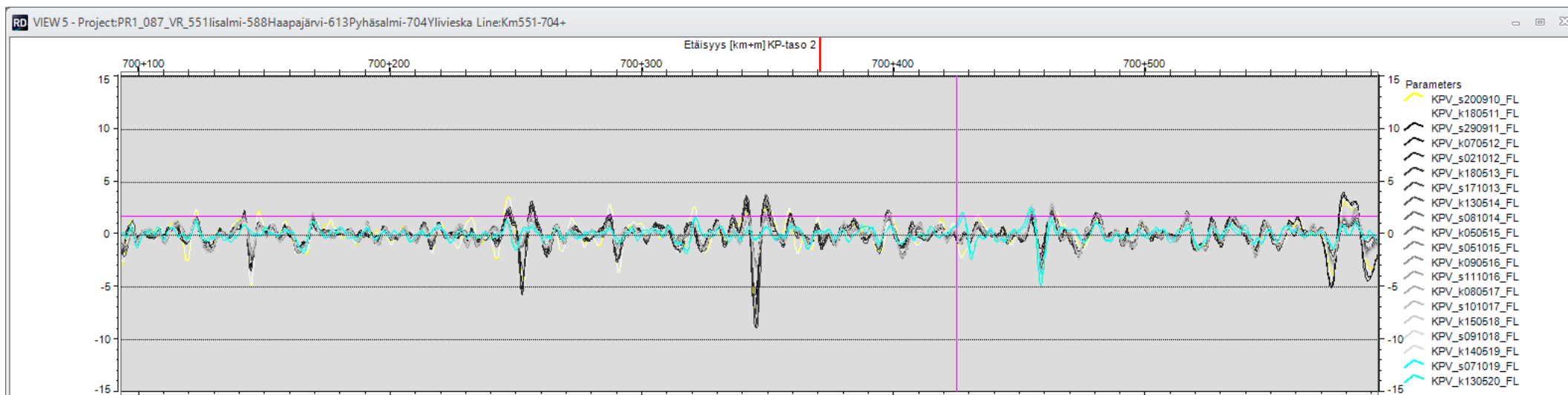


Track	Location [km+m]	Latitude	Longitude	Ajonopeus [Km/h]	Raideleveyden Poi	Kallistus [mm]	Kallistuksen Poikke	Kierous [mm]	Kaarevuus [10000]	Raideleveyden Poi	Kierouden Poikke	Vasen Korkeuspoi	Oikea Korkeuspoi	Vasen Korkeuspoi	Oikea Korkeuspoi	Vasen Korkeuspoi	Oikea Korkeuspoi	Vasen Nuolikorke	Oikea
087 ILMYV 1	551+0450.00	63.56978917° N	27.19773614° E	45.872	2.58	-1.15	-1.21	0.7	0.66	0.23	-3.28	-2.74	0.03	0.88	-12.99	-12.75	0.41		
087 ILMYV 1	551+0450.25	63.56979141° N	27.19773542° E	45.889	2.68	-1.08	-1.16	0.56	0.07	0.13	0.09	-3.09	-2.58	-0.06	0.77	-13.1	-12.88	0.44	
087 ILMYV 1	551+0450.50	63.56979364° N	27.19773466° E	45.905	2.32	-1.21	-1.32	0.39	0.07	-0.46	-0.09	-2.82	-2.36	-0.15	0.66	-13.21	-13.01	0.47	
087 ILMYV 1	551+0450.75	63.56979587° N	27.19773391° E	45.917	2.06	-1.15	-1.27	0.57	0.07	-0.36	0.09	-2.5	-2.09	-0.24	0.56	-13.33	-13.14	0.48	
087 ILMYV 1	551+0451.00	63.56979811° N	27.19773315° E	45.926	2.13	-0.85	-0.99	0.32	0.07	-0.02	-0.15	-2.14	-1.79	-0.33	0.45	-13.44	-13.27	0.49	
087 ILMYV 1	551+0451.25	63.56980034° N	27.19773240° E	45.938	2.32	-0.67	-0.81	0.23	0.07	0.47	-0.25	-1.78	-1.48	-0.41	0.35	-13.55	-13.4	0.51	
087 ILMYV 1	551+0451.50	63.56980257° N	27.19773164° E	45.959	2.3	-0.55	-0.7	0.43	0.07	0.22	-0.04	-1.44	-1.16	-0.5	0.24	-13.66	-13.53	0.54	
087 ILMYV 1	551+0451.75	63.56980477° N	27.19773090° E	45.989	2.53	-0.53	-0.7	0.5	0.07	-0.08	0.02	-1.14	-0.84	-0.58	0.14	-13.77	-13.66	0.58	
087 ILMYV 1	551+0452.00	63.56980697° N	27.19773016° E	46.02	2.34	-0.74	-0.92	0.27	0.08	-0.39	-0.2	-0.89	-0.54	-0.66	0.03	-13.88	-13.78	0.62	
087 ILMYV 1	551+0452.25	63.56980916° N	27.19772941° E	46.046	2.24	-1.02	-1.21	0.36	0.08	-0.75	-0.1	-0.7	-0.28	-0.73	-0.07	-13.98	-13.91	0.65	
087 ILMYV 1	551+0452.50	63.56981136° N	27.19772867° E	46.068	1.91	-0.92	-1.13	0.28	0.08	-0.51	-0.17	-0.57	-0.07	-0.81	-0.18	-14.09	-14.03	0.69	
087 ILMYV 1	551+0452.75	63.56981356° N	27.19772793° E	46.082	1.78	-0.93	-1.15	0.15	0.08	-0.11	-0.29	-0.48	0.09	-0.88	-0.28	-14.2	-14.15	0.71	
087 ILMYV 1	551+0453.00	63.56981576° N	27.19772718° E	46.092	1.83	-0.91	-1.14	0.15	0.08	0.31	-0.28	-0.41	0.2	-0.95	-0.38	-14.3	-14.28	0.74	
087 ILMYV 1	551+0453.25	63.56981795° N	27.19772644° E	46.113	2.14	-0.72	-0.97	0.18	0.08	0.11	-0.23	-0.38	0.28	-1.01	-0.49	-14.4	-14.4	0.75	
087 ILMYV 1	551+0453.50	63.56982015° N	27.19772570° E	46.129	2.22	-0.65	-0.92	0.29	0.08	-0.35	-0.11	-0.36	0.33	-1.08	-0.59	-14.51	-14.52	0.75	
087 ILMYV 1	551+0453.75	63.56982235° N	27.19772495° E	46.146	1.89	-0.8	-1.09	0.54	0.08	-0.82	0.15	-0.36	0.35	-1.14	-0.69	-14.61	-14.64	0.73	
087 ILMYV 1	551+0454.00	63.56982454° N	27.19772421° E	46.158	1.48	-0.85	-1.15	0.94	-0.08	-0.76	0.56	-0.36	0.36	-1.2	-0.79	-14.71	-14.75	0.69	
087 ILMYV 1	551+0454.25	63.56982674° N	27.19772347° E	46.157	1.32	-0.86	-1.18	1.07	0.08	-0.57	0.69	-0.36	0.36	-1.26	-0.89	-14.81	-14.87	0.64	
087 ILMYV 1	551+0454.50	63.56982894° N	27.19772273° E	46.162	1.46	-0.7	-1.04	1.3	0.08	0.2	0.93	-0.34	0.35	-1.32	-0.99	-14.9	-14.98	0.59	
087 ILMYV 1	551+0454.75	63.56983113° N	27.19772198° E	46.17	1.32	-0.52	-0.87	1.45	0.09	0.33	1.08	-0.3	0.34	-1.37	-1.09	-15	-15.09	0.55	
087 ILMYV 1	551+0455.00	63.56983333° N	27.19772124° E	46.178	1.68	-0.36	-0.74	1.4	0.09	0.15	1.02	-0.23	0.34	-1.42	-1.18	-15.09	-15.21	0.51	
087 ILMYV 1	551+0455.25	63.56983552° N	27.19772050° E	46.201	1.65	-0.25	-0.64	1.46	0.09	-0.21	1.08	-0.14	0.35	-1.47	-1.28	-15.19	-15.32	0.46	
087 ILMYV 1	551+0455.50	63.56983772° N	27.19771975° E	46.221	1.61	-0.2	-0.61	1.71	0.09	-0.81	1.32	-0.04	0.35	-1.52	-1.37	-15.28	-15.42	0.41	
087 ILMYV 1	551+0455.75	63.56983992° N	27.19771901° E	46.229	1.11	-0.08	-0.51	1.88	0.09	-0.73	1.49	0.06	0.35	-1.57	-1.47	-15.37	-15.53	0.35	
087 ILMYV 1	551+0456.00	63.56984211° N	27.19771827° E	46.234	0.87	0.15	-0.3	2.09	0.09	-0.51	1.69	0.15	0.33	-1.61	-1.56	-15.46	-15.64	0.3	
087 ILMYV 1	551+0456.25	63.56984431° N	27.19771752° E	46.25	0.92	0.37	-0.09	2.11	0.09	0.26	1.69	0.24	0.29	-1.65	-1.65	-15.54	-15.74	0.25	
087 ILMYV 1	551+0456.50	63.56984651° N	27.19771678° E	46.26	1.1	0.54	0.07	1.98	0.09	0.52	1.54	0.31	0.25	-1.69	-1.74	-15.63	-15.84	0.22	
087 ILMYV 1	551+0456.75	63.56984870° N	27.19771603° E	46.279	1.37	0.68	0.19	1.88	0.09	0.25	1.42	0.38	0.22	-1.73	-1.83	-15.71	-15.94	0.19	
087 ILMYV 1	551+0457.00	63.56985090° N	27.19771525° E	46.297	1.39	0.81	0.31	1.77	0.09	-0.14	1.27	0.46	0.19	-1.77	-1.92	-15.8	-16.04	0.16	

RADANTARKASTUSAINEISTOJEN KOHDISTUS

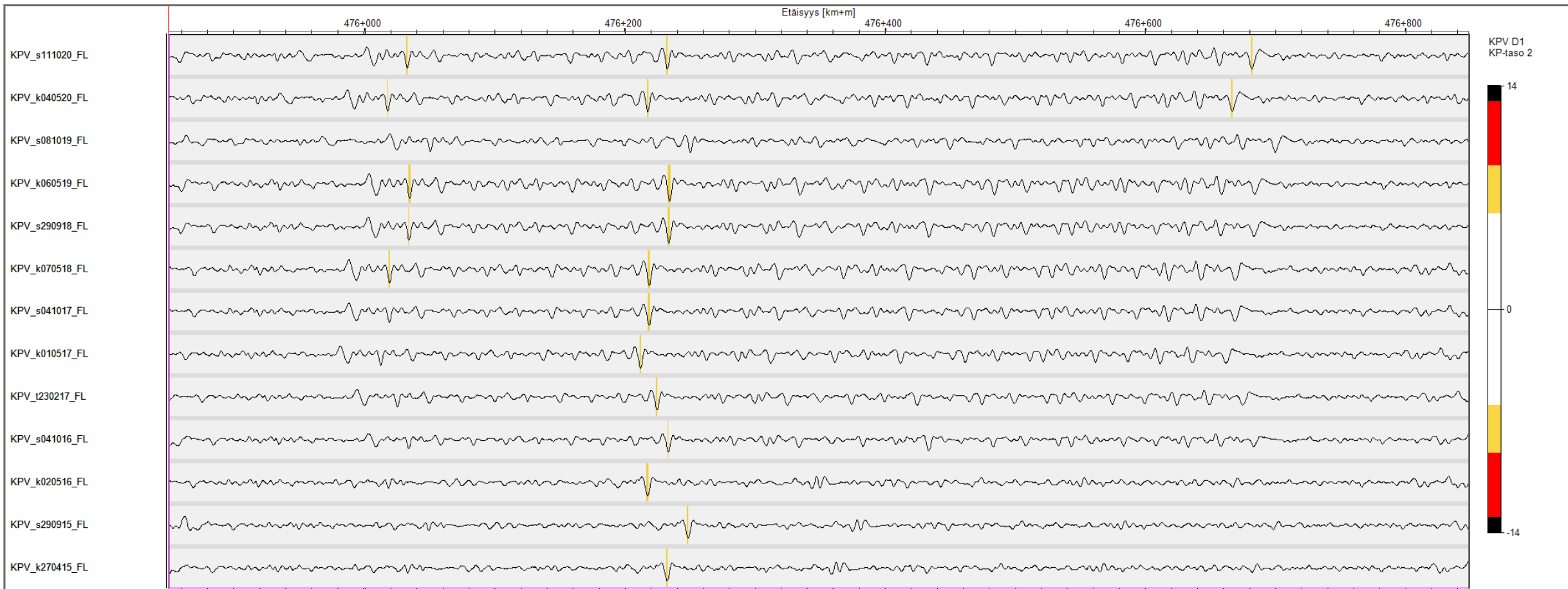


RADANTARKASTUSAINEISTOJEN KOHDISTUS



RADANTARKASTUSAINEISTOJEN KOHDISTUS

KOHDISTAMATON AINEISTO

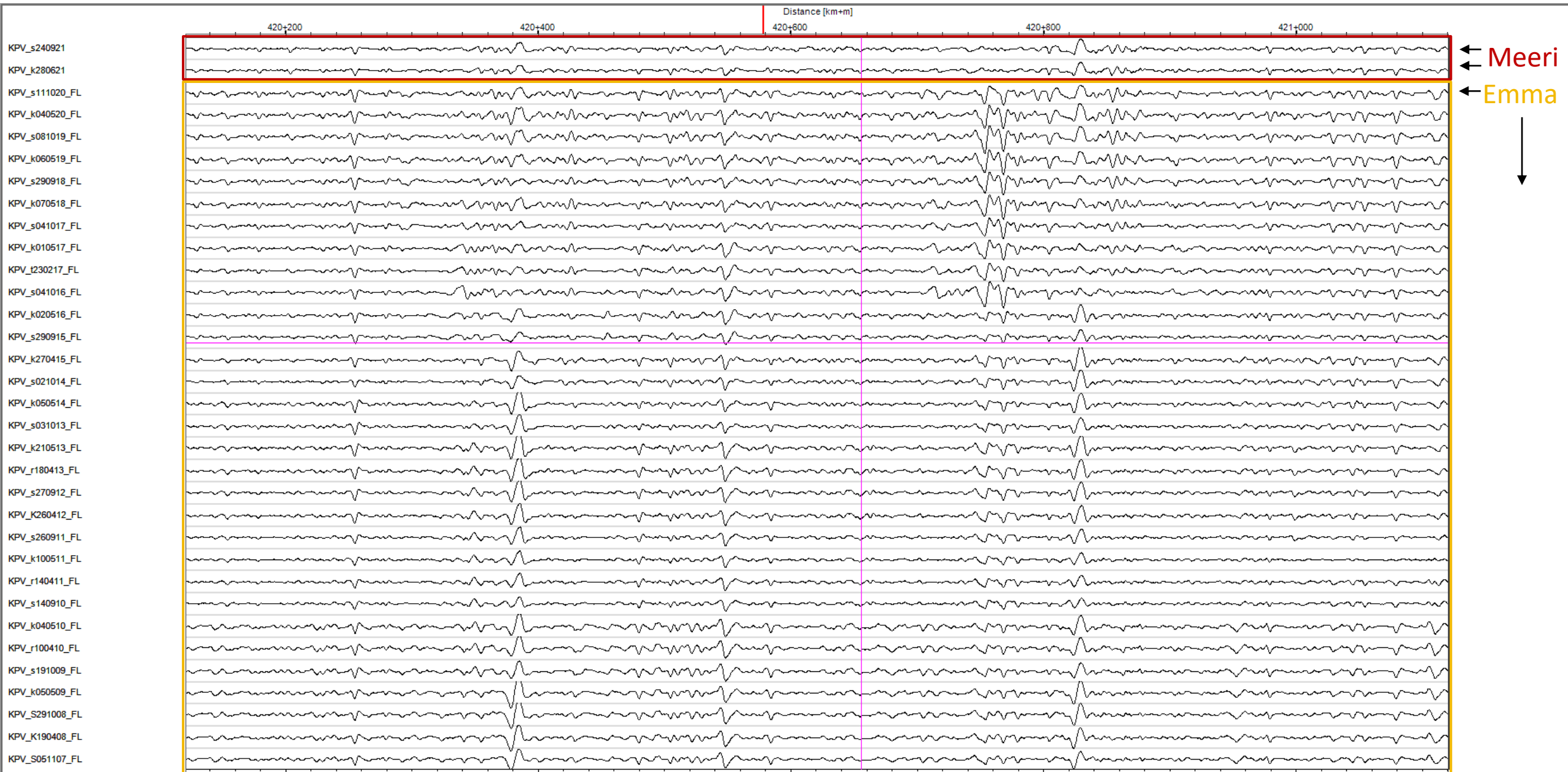


RADANTARKASTUSAINEISTOJEN KOHDISTUS

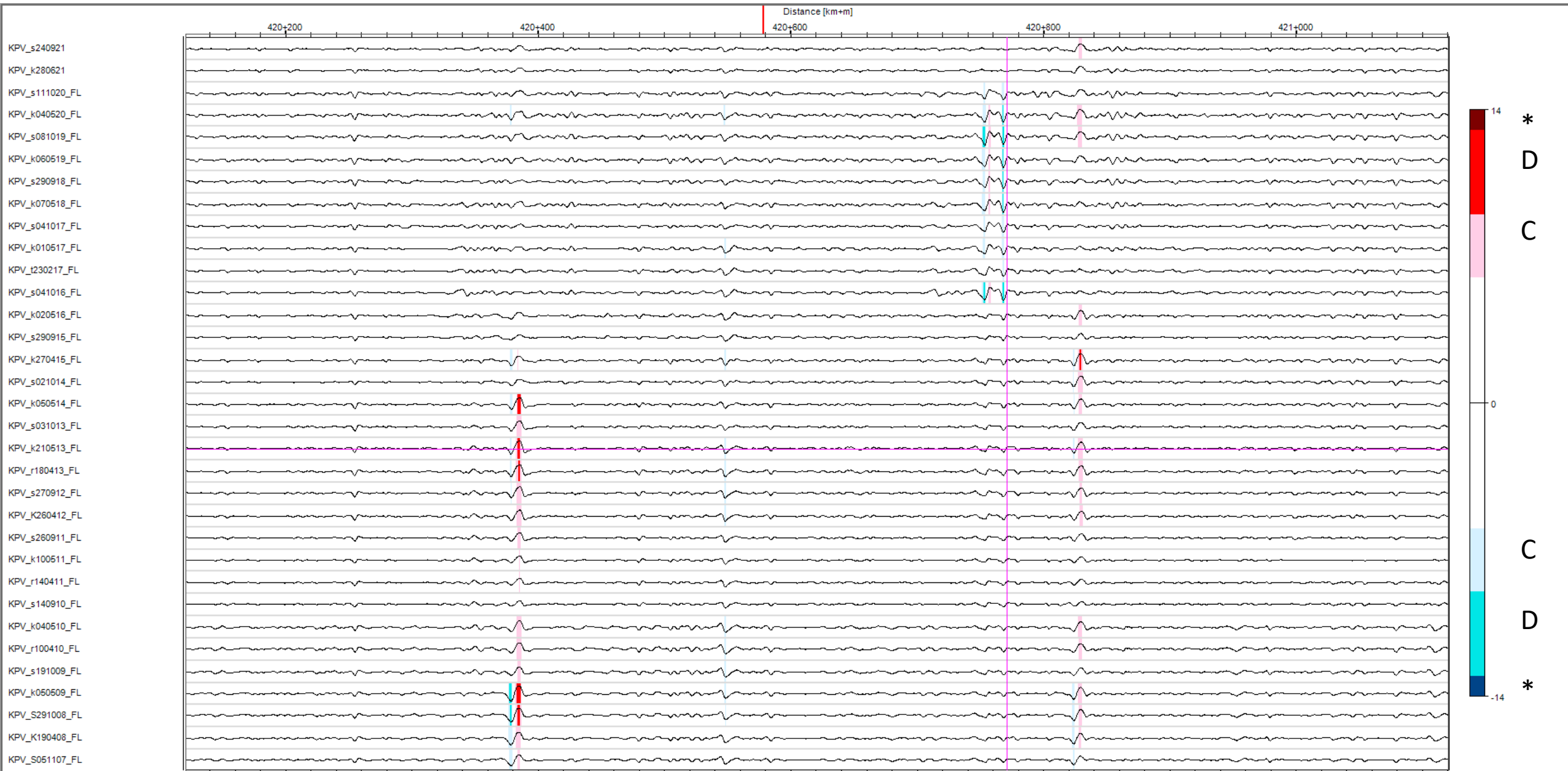
KOHDISTETTU AINEISTO



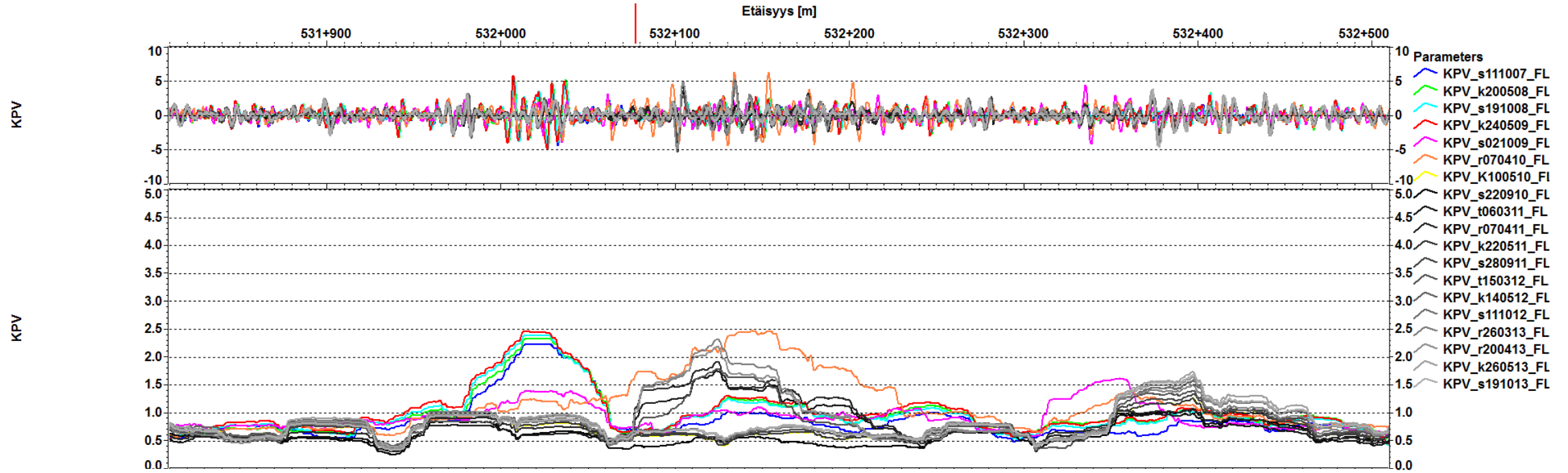
RADANTARKASTUSAINEISTON YHDISTÄMINEN AIEMPAAN EMMAN RADANTARKASTUSHISTORIAAN



PIIKKIESITYSTAPA VIRHERAJOILLA



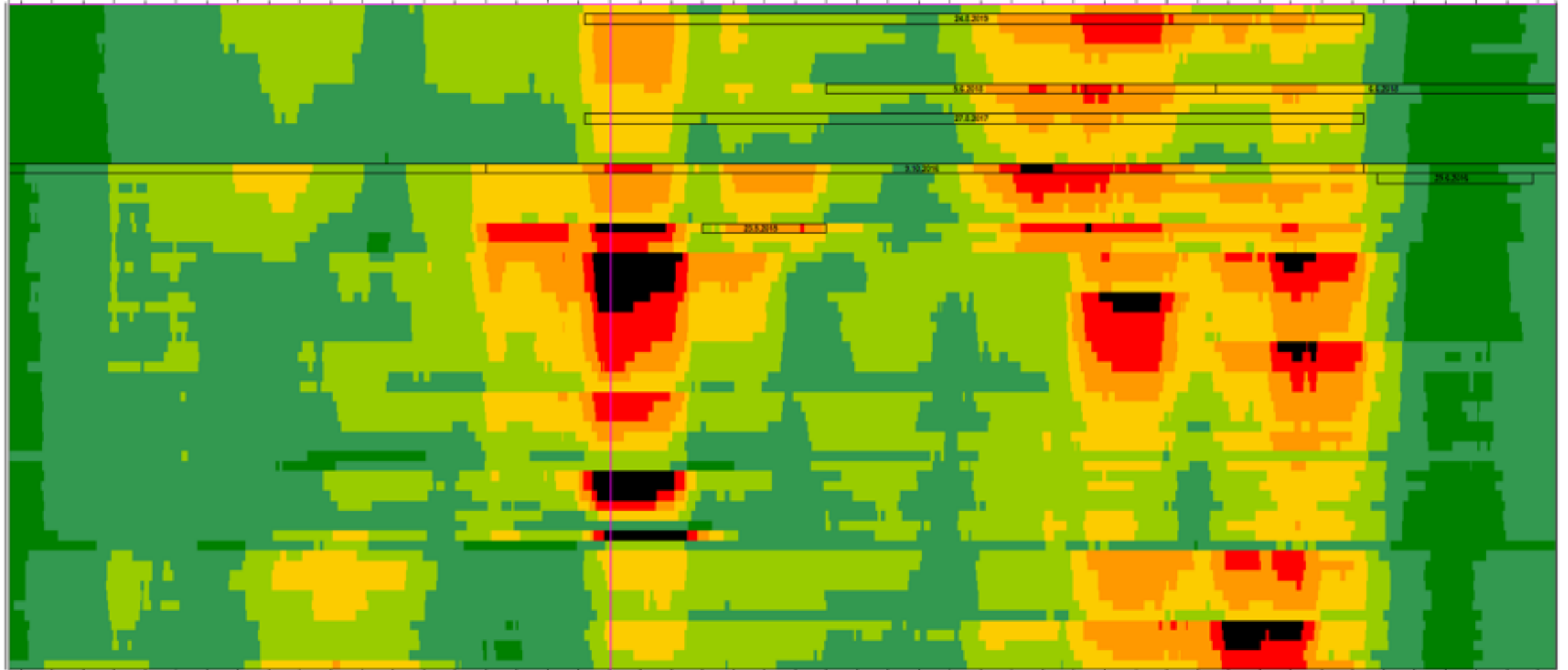
KÄYRÄ-, HAJONTA- JA AIKASARJAESITYS



Aika →

KOHDISTETTU AINEISTO 15V AIKASARJA + TUENNAT VIIMEISET 4V

KPV_026019_FL
KPV_0120019_FL
KPV_0120019_FL
KPV_000019_FL
KPV_0150019_FL
KPV_0271110_FL
KPV_020019_FL
KPV_000019_FL
KPV_0070019_FL
KPV_002019_FL
KPV_0021017_FL
KPV_0100017_FL
KPV_0010017_FL
KPV_0220017_FL
KPV_0021016_FL
KPV_020016_FL
KPV_020016_FL
KPV_0100210_FL
KPV_020015_FL
KPV_020015_FL
KPV_0270415_FL
KPV_0050210_FL
KPV_0011014_FL
KPV_0040014_FL
KPV_005014_FL
KPV_0200214_FL
KPV_0201112_FL
KPV_0110012_FL
KPV_020012_FL
KPV_0020012_FL
KPV_0140012_FL
KPV_0011211_FL
KPV_020011_FL
KPV_005011_FL
KPV_000411_FL
KPV_000211_FL
KPV_0051110_FL
KPV_0020010_FL
KPV_000410_FL
KPV_0100210_FL
KPV_0021000_FL
KPV_0200000_FL
KPV_0040000_FL
KPV_0210000_FL
KPV_0021000_FL
KPV_0270000_FL
KPV_0020000_FL
KPV_0100400_FL
KPV_0071107_FL
KPV_0210007_FL
KPV_0110307_FL
KPV_041206_FL
KPV_0271006_FL
KPV_0070006_FL
KPV_0000006_FL
KPV_0261005_FL
KPV_0210005_FL
KPV_0270405_FL
KPV_0000205_FL
KPV_0261004_FL
KPV_0210404_FL



INTEGROITU RATATIEDON KÄSITTELY

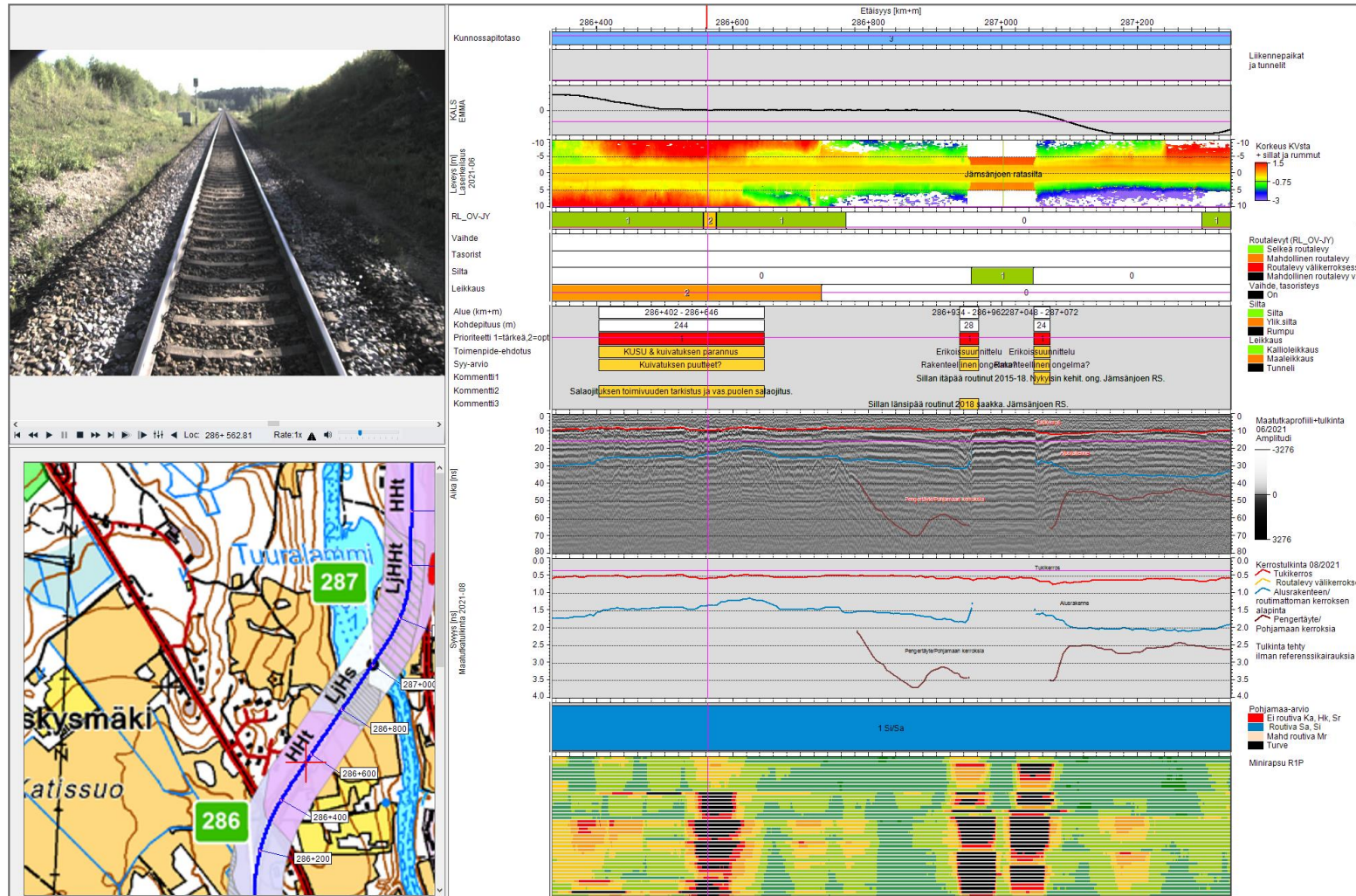
Aineiston kohdistuksessa, visualisoinnissa ja analyyseissä on käytetty Rail Doctor 3.7 ohjelmistoa.

Video	Yleistieto
	Assetit
	Toimenpiteet
Sijainti	Rakenteellinen kunto
	Toiminnallinen kunto



INTEGROITU RATATIEDON KÄSITTELY

Aineiston kohdistuksessa, visualisoinnissa ja analyyseissä on käytetty Rail Doctor 3.7 ohjelmistoa.



APRA

**RAIDEGEOMETRIAN
ANALYTIIKAN PERUSRAPORTTI**

ANALYTIIKAN PERUSRAPORTIN (APRA) 3 OSAA

A) YHTEENVETOKAAVIOT

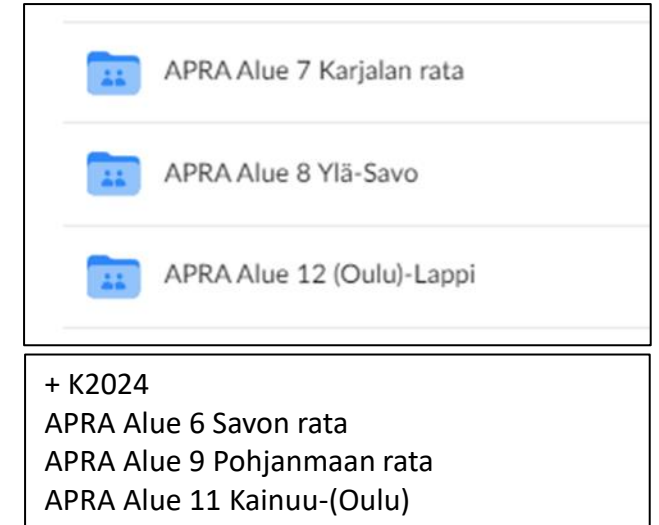
1. VIRHEMETRIT JA VIRHEPAIKAT
2. VAIHTEISIIN SIJOITTUVAT VIRHEET
3. HAJONTAMITTARIT
4. TUENTA-ALUETARKASTELU

B) PROFIILITULOSTEET

- Valikoidut geometriatulokset **jatkuvana profiilina (vaaka-akselina km+m)** aikasarjaesityksenä, sisältäen ratakohteet (vaihteet, sillat jne.) ja tuenta-alueet

C) KARTTAESITYKSET

- Valikoidut geometriatulokset ja tuenta-alueet aikasarjaesityksenä **kartalla**



TULOSKOONTI: TULOS KITEYTETYSTI 4 TEEMAAN JAOTELTUNA

- Rataosan ja tarkasteltavan ajon perustiedot
- Eri kunnossapitotaso-osuuksien jakauma
- Sanalliset huomiot tuloksista

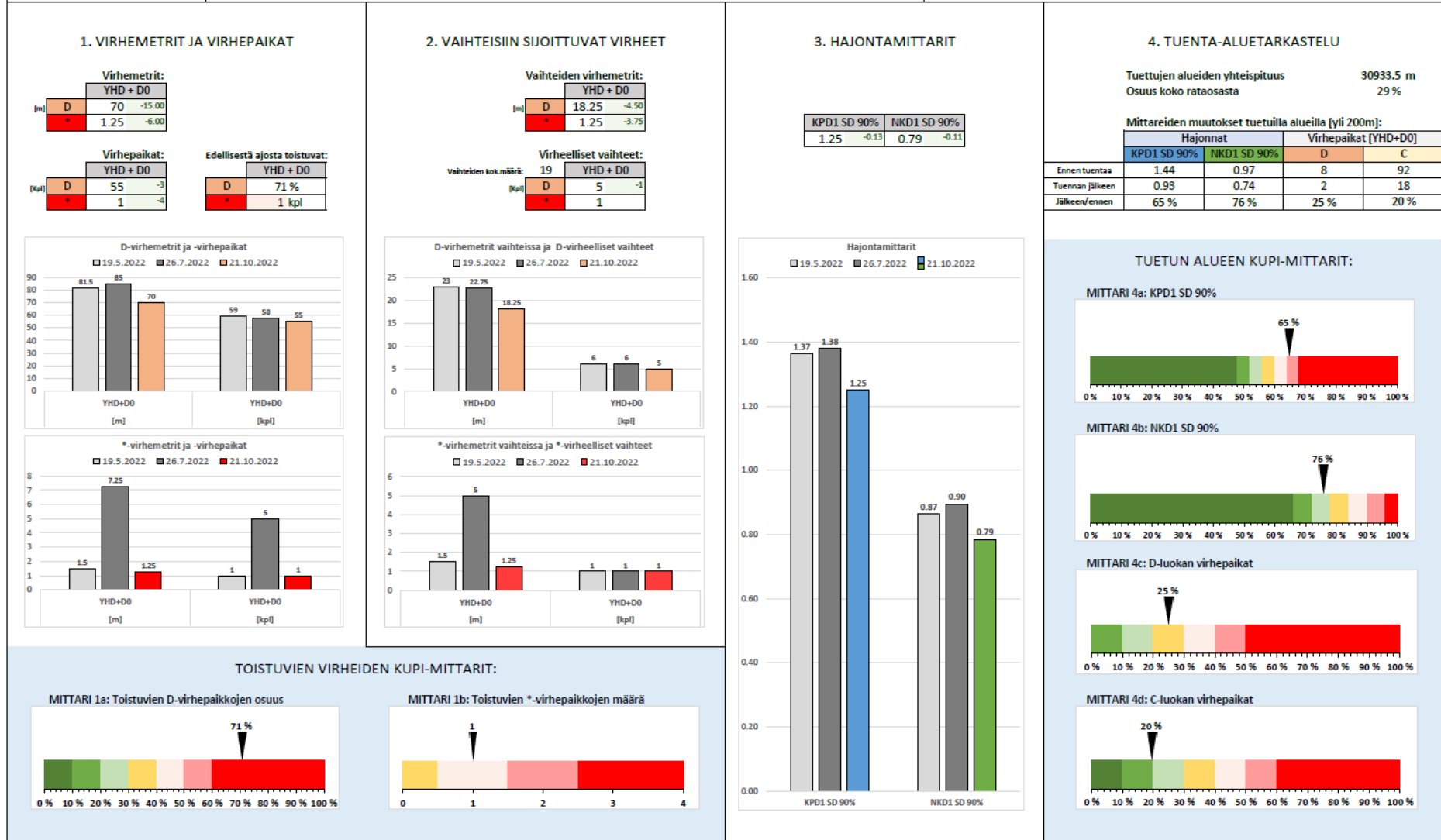
TULOSKOONTI

Rataosa	005 ILMKON 1	Kp-taso-osuudet:							
Pvm	21.10.2022	1AA	1A	1	2	3	4	5	6
Alku	551+0300.00			88 %		12 %			
Loppu	658+0190.00								
Kp-taso	1								

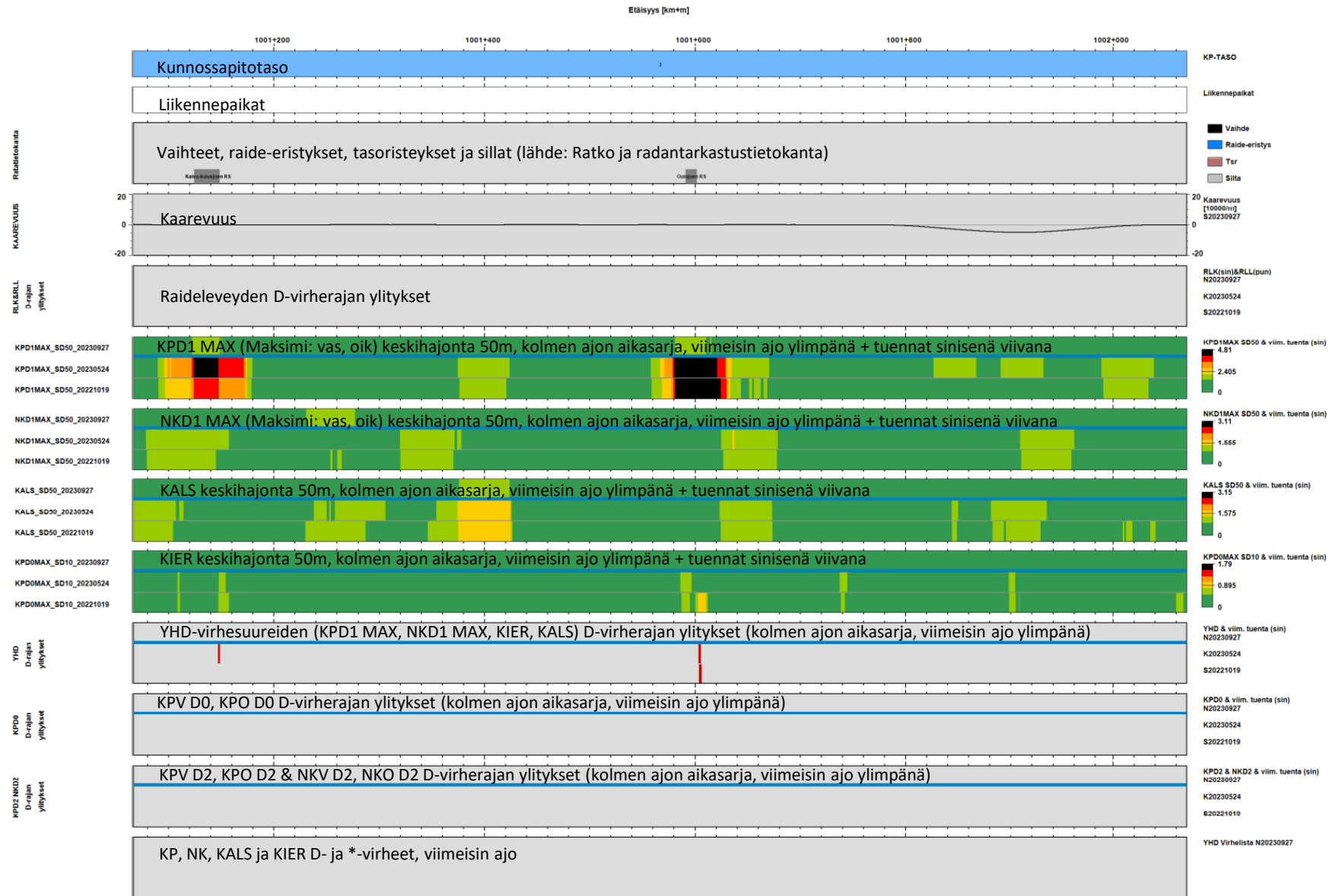
TULOSKOONNIN 4 TEEMAA:

- Koonti koko osuuden virhemetreistä ja virhepaikoista (sis. vaihteet) koskien YHD+D0-suureita.
- Koonti osuuden vaihteiden virhemetreistä ja virhepaikoista. Mukana vaihteiden kokonaismäärä ja virheellisten vaihteiden määrä, eli monessako vaihteessa ylittyä jonkin YHD+D0 -suureen virheraja-arvo.
- Hajontamittarit; rataosan NKD1:n ja KPD1:n 200m liukuvan keskihajonnan (SD) kertymäfunktion 90 % arvo.
- Tuenta-alueet; edellisen ajon jälkeen tuettujen alueiden (á > 200m) kokonaispituus, niiltä laskettu koontitulokset ennen ja jälkeen tuennan sekä tulossuhde.

- Vaaleansinisellä pohjalla korostettuna mittariesitykset uusien KuPi-mittareiden tuloksista sidottuna sanktio-bonus-askelmiin: ääripäinä tumma punainen = sanktio 3, tumma vihreä = bonus 3, keltainen = tavoitteen perustaso.
- ✓ Toistuvien virheiden mittarit: 1a, 1b
- ✓ Tuenta-alueen mittarit: 4a, 4b, 4c, 4d



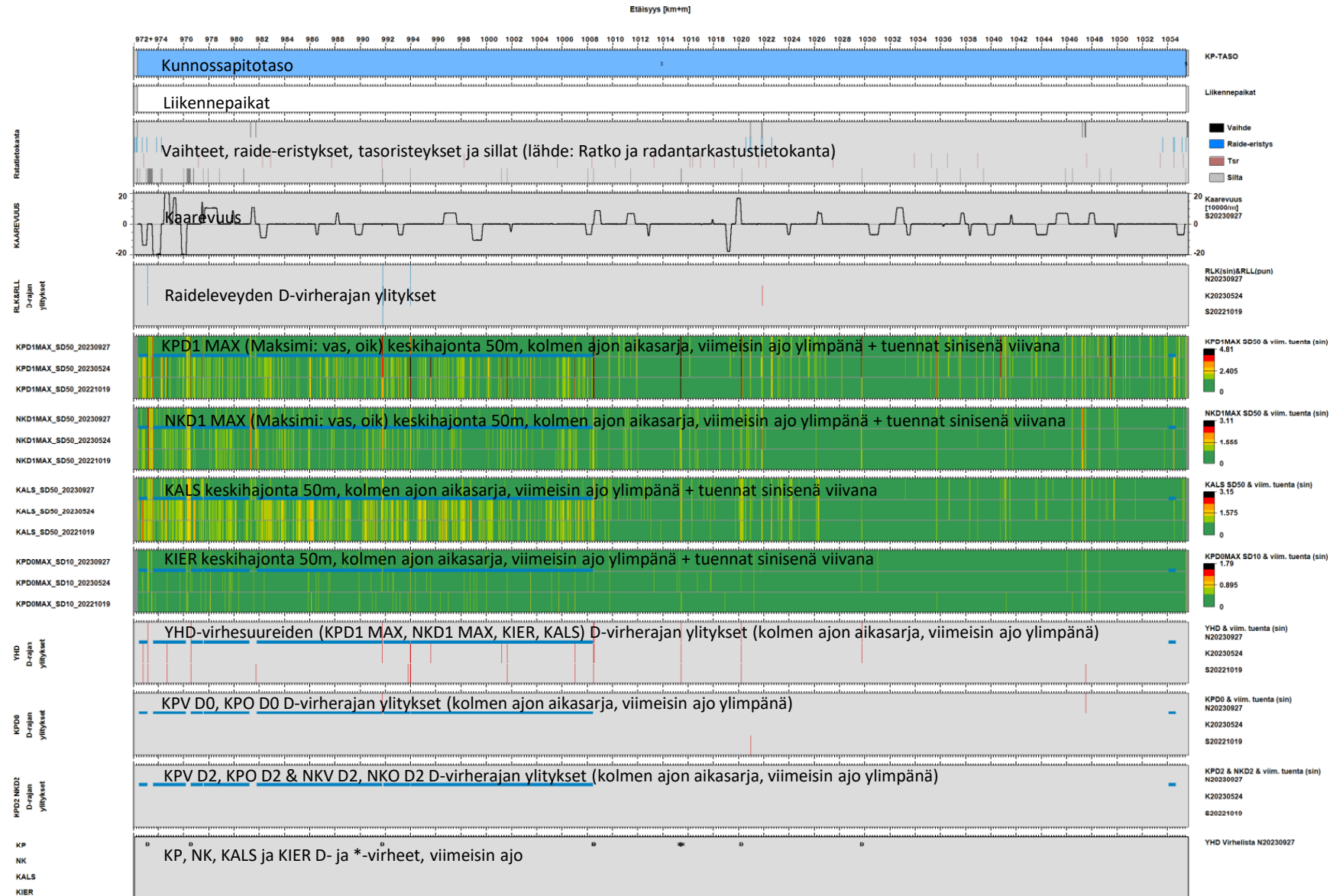
- Valikoidut geometriatulokset jatkuvana profiilina (vaaka-akselina km+m) aikasarjaesityksenä, sisältäen ratakohteet (vaihteet, sillat jne.) ja tuenta-alueet



- Valikoidut geometriatulokset jatkuvana profiilina (vaaka-akselina km+m) aikasarjaesityksenä, sisältäen ratakohteet (vaihteet, sillat jne.) ja tuenta-alueet

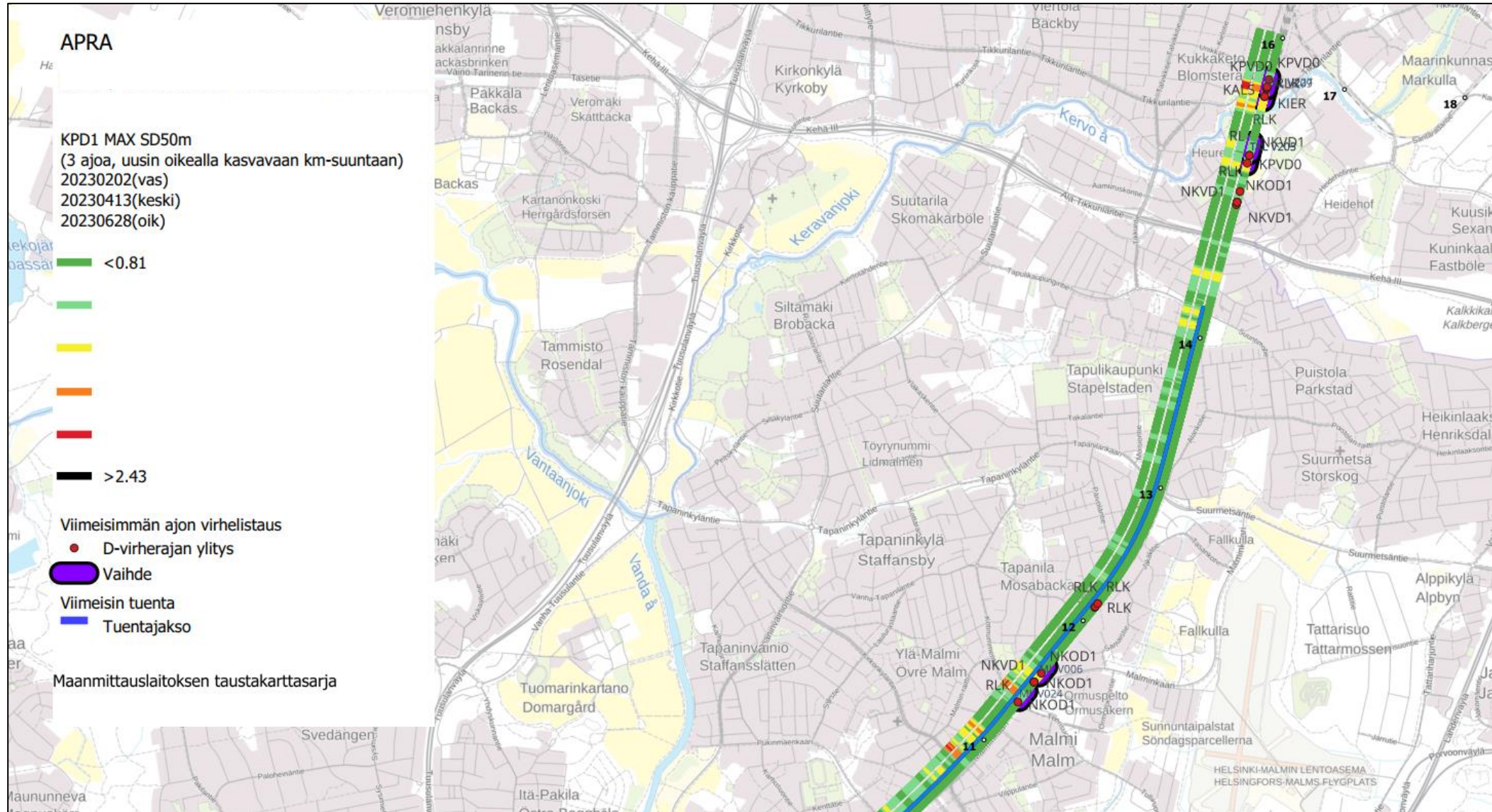


- Valikoidut geometriatulokset jatkuvana profiilina (vaaka-akselina km+m) aikasarjaesityksenä, sisältäen ratakohteet (vaihteet, sillat jne.) ja tuenta-alueet

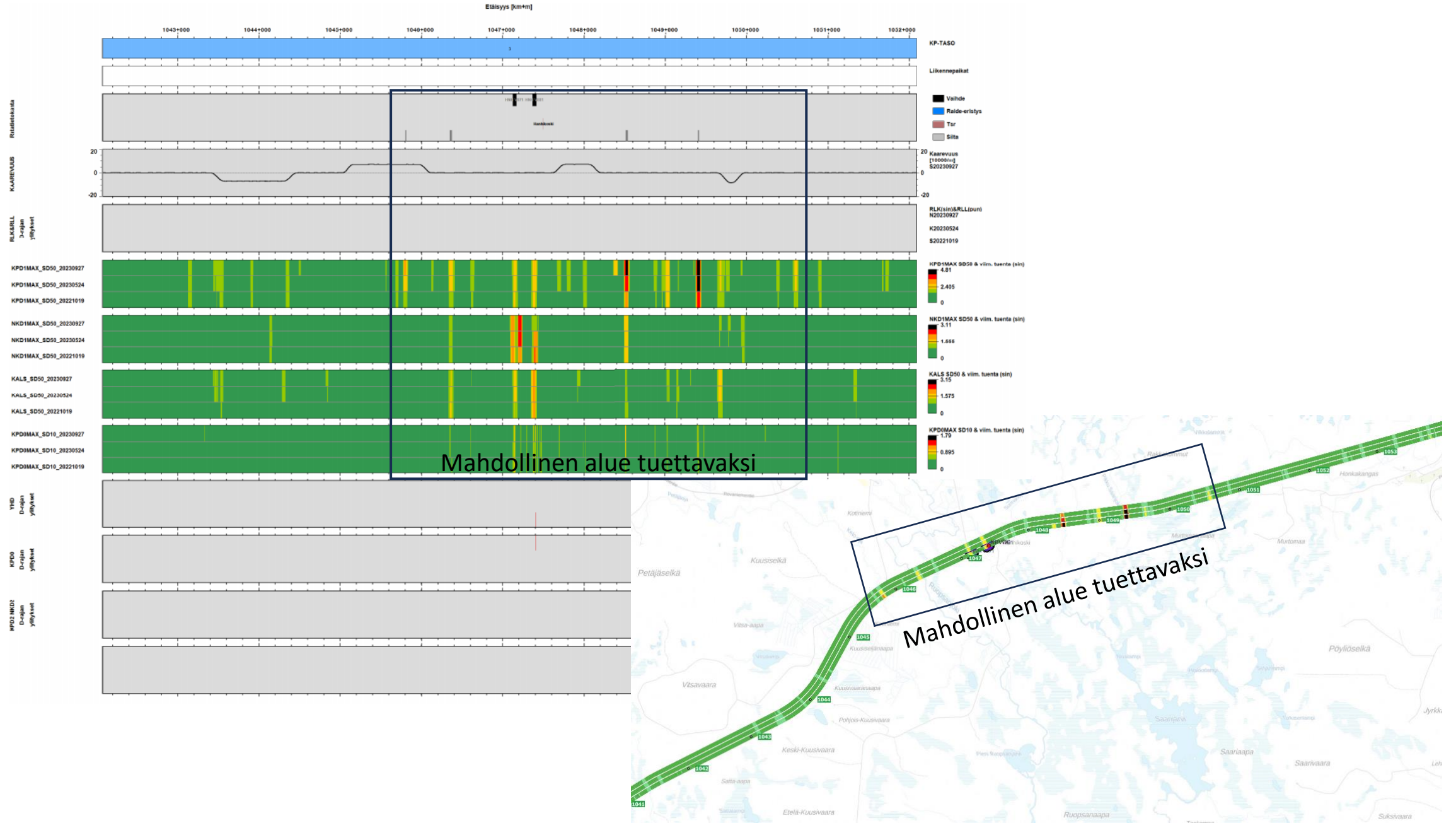


KPD1 MAX SD 50m + viimeisin tuenta + viimeisimmän ajon virheet.

Mittausajot: 20230202 (vas), 20230413 (kesk), 20230628 (oik)

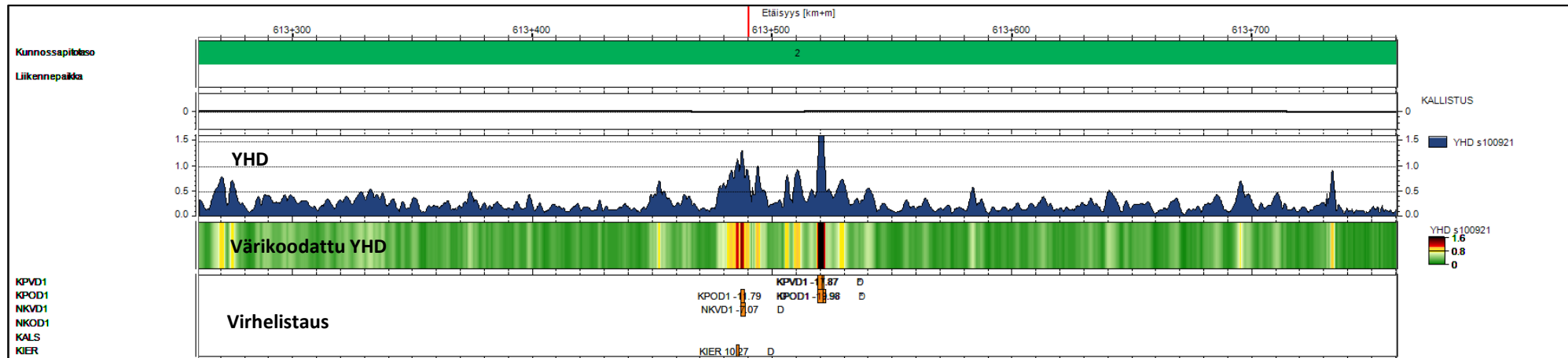
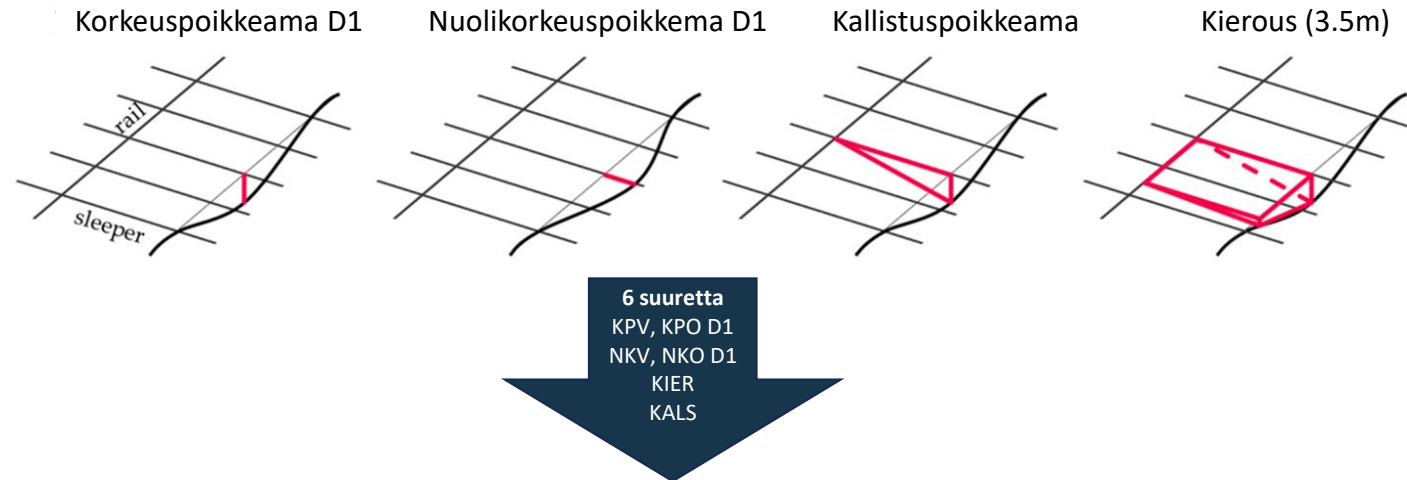


ESIMERKKI MANUAALISESTA TUENTASUUNNITTELUSTA VALITSEMALLA TUETTAVA JAKSO APRA-RAPORTIN PROFILIN PERUSTEELLA



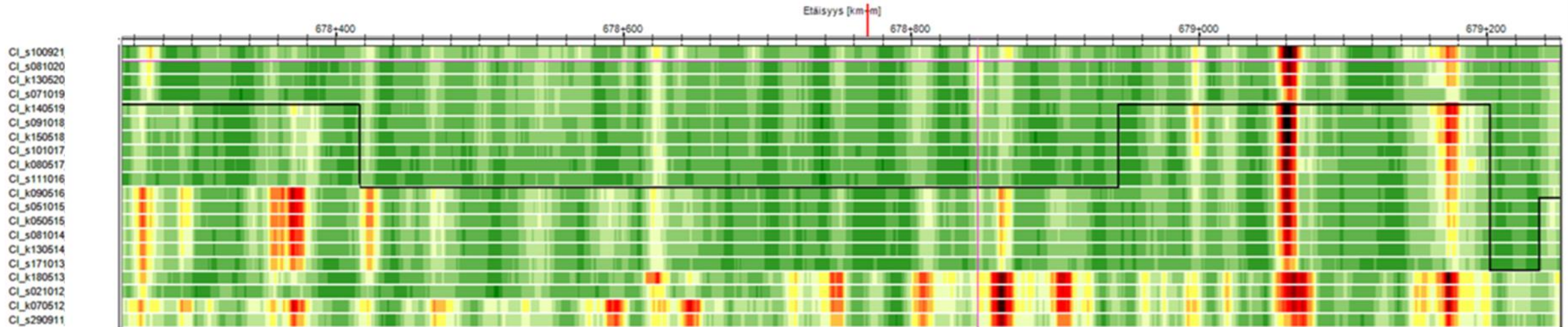
**GEOMETRIAN YHDISTETTY INDEKSI
JA
GEOMETRIAN KEHITYSENNUSTEEN HUOMIOVA
TUENTAOHJELMOINTI**

YHDISTETTY INDEKSI (YHD)



- Yhdistetty indeksi (YHD) esittää maksimiarvon 6:sta D-virherajan tasolle normalisoidusta suureesta 25 cm välein
- Yhdistetyn indeksin arvon 1 ylitys kuvaa siis D-rajan ylitystä millä tahansa em. suureella
- Helpottaa aineiston käsittelyä ja monipuolistaa hyödyntämistä huomattavasti

YHDISTETYN INDEKSIN AIKASARJA JA VIIMEISIN TUENTA-AJANKOHTA



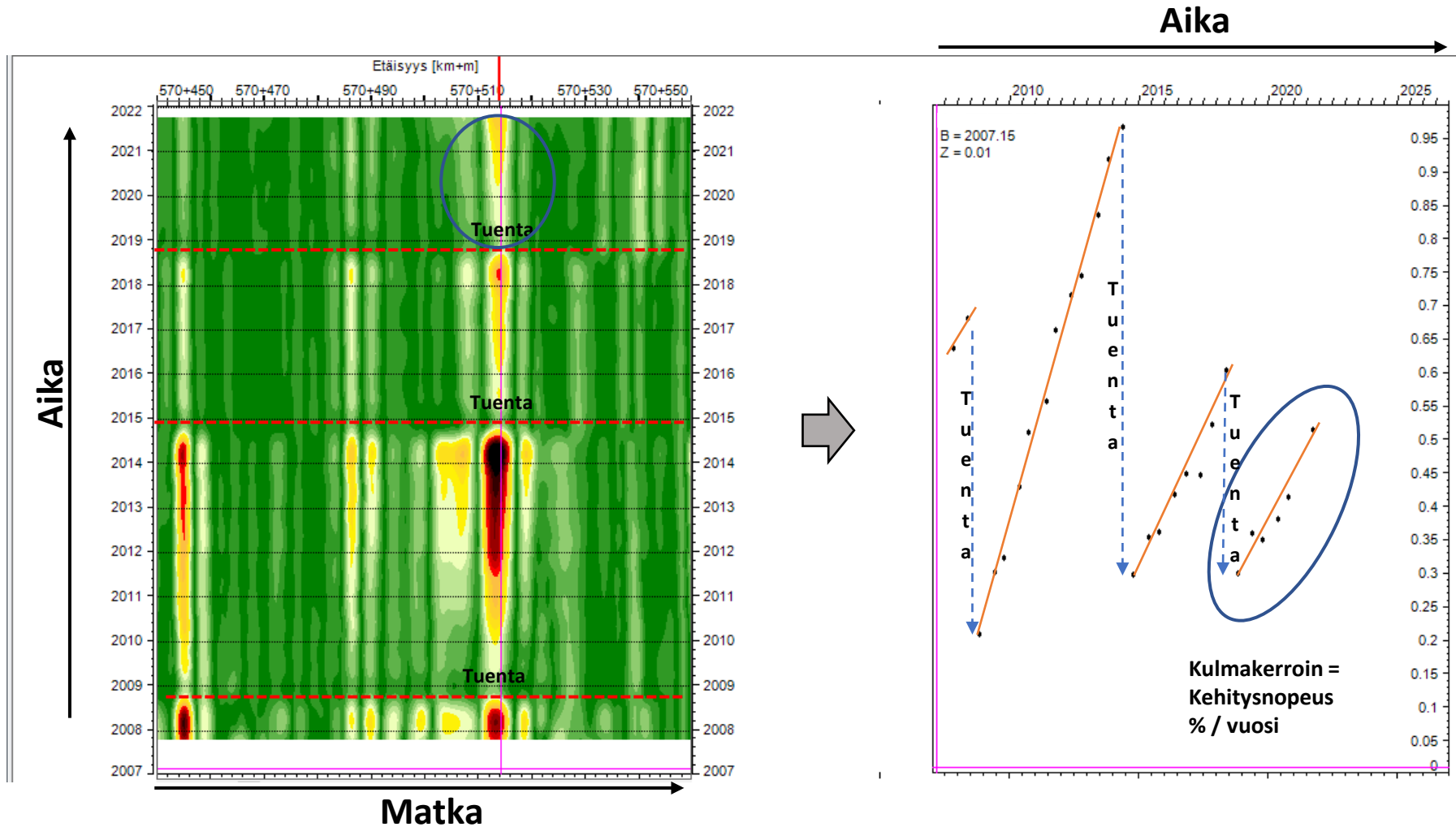
- Yhdistetyn indeksin aikasarja sekä viimeisimmän tuennan ajankohta merkittynä mustalla viivalla (lähteenä Raiku ja geometrian muuttuminen)
- Kehitysnopeutta tarkastellaan viimeisimmän tuennan jälkeiseltä ajalta, mahdollinen vuodenaikaisvaihtelu (routa) huomioiden.



Tunniste	Linkki	Lähdekirjauksen tunniste	Kohdekir	Tyyppi	Alityyppi	Aloituspäivä	Aloitusaik	Lopetuspäivä	Lopetusaika
1624334	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	27.11.2023	19:55:25	27.11.2023	21:23:25
1616036	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	22.11.2023	10:32:25	22.11.2023	10:32:25
1615846	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	22.11.2023	9:00:24	22.11.2023	9:00:24
1605843	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	11.11.2023	21:45:15	11.11.2023	23:30:15
1575915	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	17.10.2023	18:00:36	17.10.2023	19:15:36
1575914	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	17.10.2023	16:15:26	17.10.2023	17:34:26
1575912	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	17.10.2023	15:20:20	17.10.2023	15:50:20
1575911	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	17.10.2023	14:30:14	17.10.2023	15:10:14
1575847	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	17.10.2023	18:00:36	17.10.2023	19:36:36
1575845	https://extranet.vayla.fi/raide/kunnossapito#			Geometri	Tukeminen	17.10.2023	16:30:34	17.10.2023	17:14:34

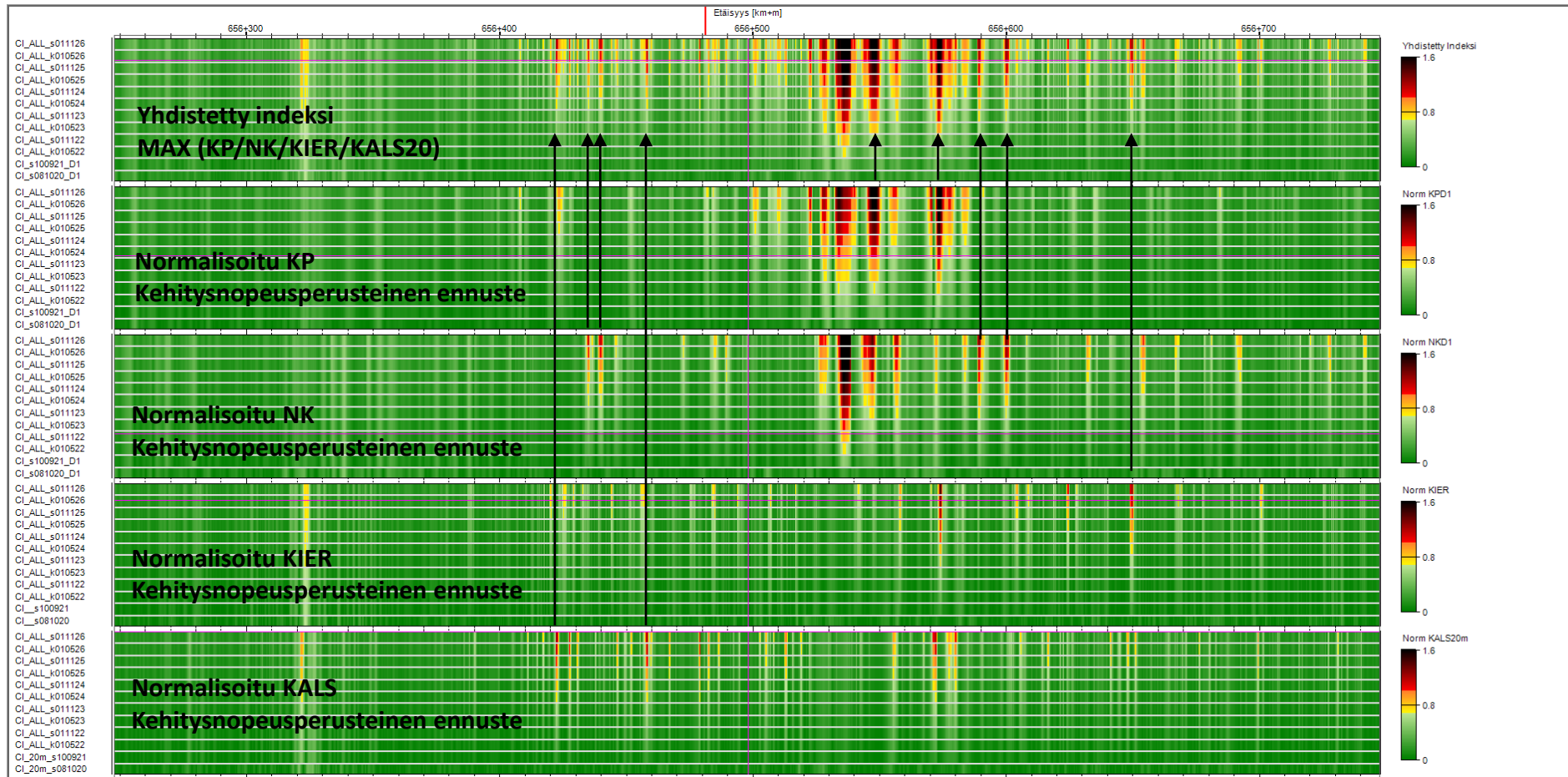
KEHITYSNOPEUDEN LASKENTA

Kehitysnopeuden visualisointi poikkileikkauksessa



KEHITYSENNUSTE

Kun tuenta-ajankohta on määritetty, yhdistetyn indeksiin ennustetta varten tehdään taustalle ensin parametrikohtainen ennuste 5 vuoden jaksolle. Tällöin yhdistetty indeksi voidaan myös ennusteessa muodostaa eri parametrien **maksimiarvosta** (vastaavasti kuten toteutuneessa historiassakin).

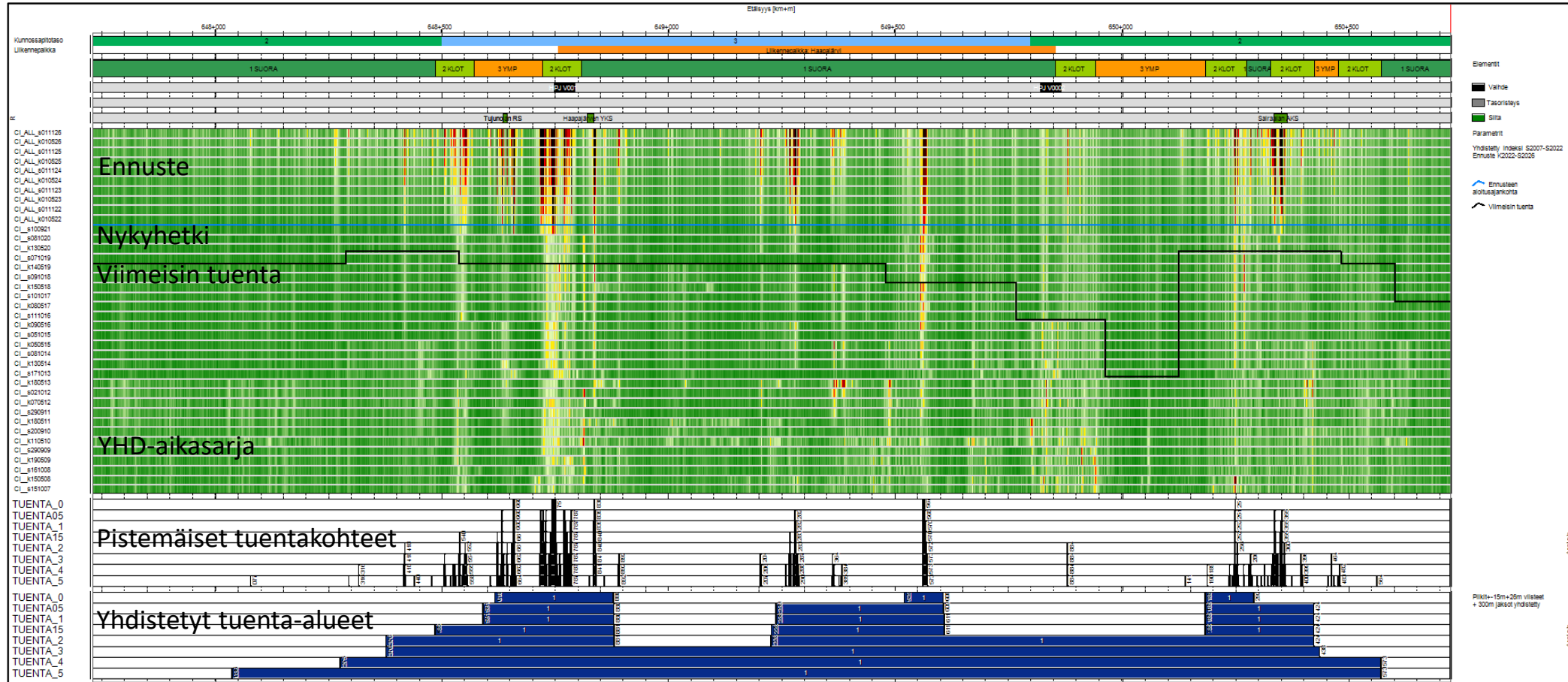


YHDISTETYN INDEKSIEN KEHITYS AIKASARJASSA (2007- 2021)-2026



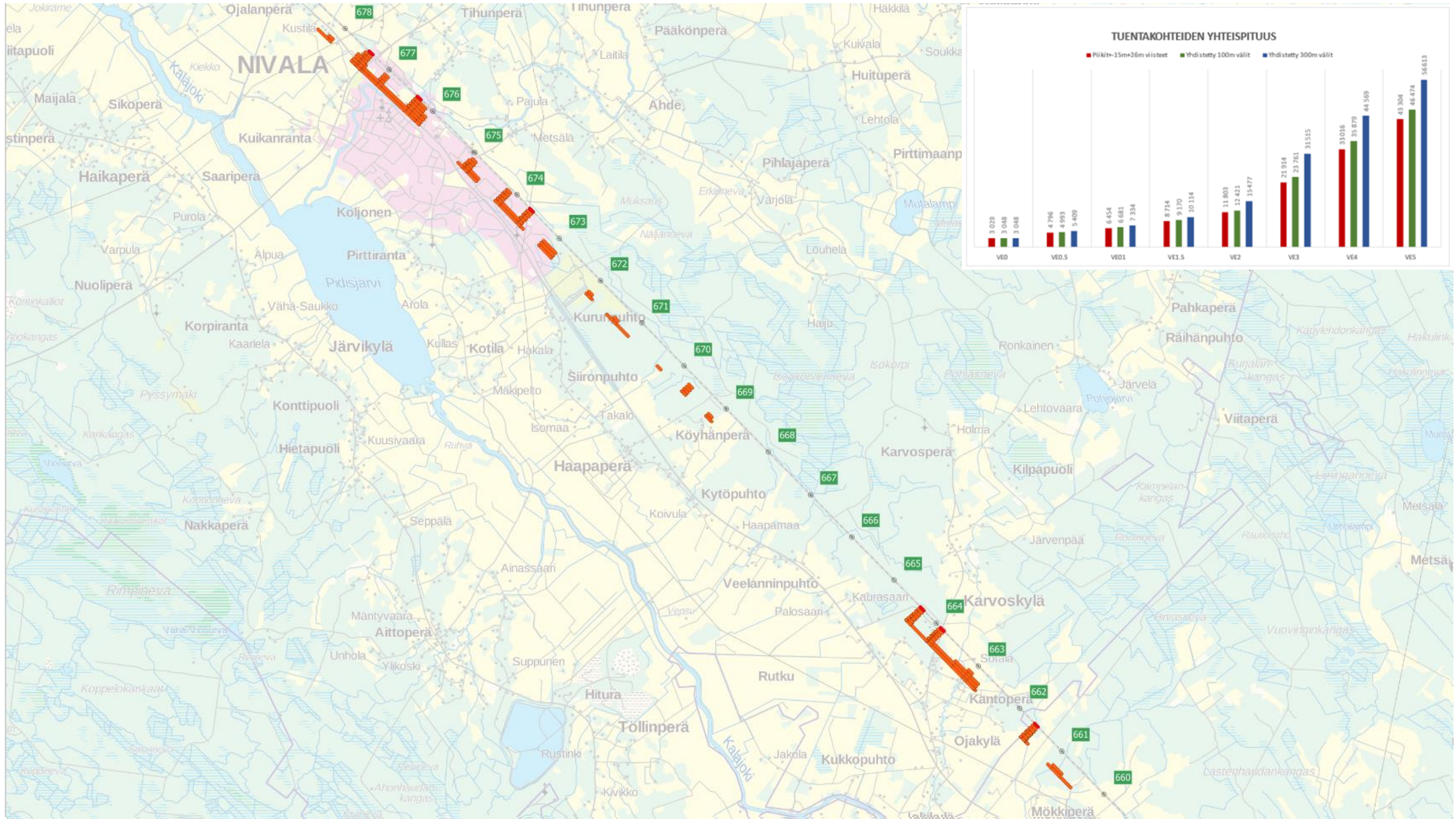
ENNUSTEMALLIA HYÖDYNTÄVÄ ÄLYKÄS TUENTAOHJELMOINTI

- Tuentakohteet ohjelmoidaan ottaen ennakoivasti huomioon tulevia yhdistetyn indeksin D-rajan ylityksiä
- Valitulle tuentavaihtoehdolle tehdään alueiden yhdistely sekä otetaan huomioon geometriaelementit (ja alku- ja loppusujut)



- VE0: tuetaan nyt alueet, joissa D ylittyy nyt
- VE0,5: tuetaan nyt alueet, joissa D on ylittymässä seuraavan 0.5v aikana
- VE1: tuetaan nyt alueet, joissa D on ylittymässä seuraavan 1v aikana
- VE1,5: tuetaan nyt alueet, joissa D on ylittymässä seuraavan 1.5v aikana
- VE2: tuetaan nyt alueet, joissa D on ylittymässä seuraavan 2v aikana
- VE3: tuetaan nyt alueet, joissa D on ylittymässä seuraavan 3v aikana
- VE4: tuetaan nyt alueet, joissa D on ylittymässä seuraavan 4v aikana
- VE5: tuetaan nyt alueet, joissa D on ylittymässä seuraavan 5v aikana

KARTTAESIMERKKI TUENTAOHJELMAVAIHTOEHDOSTA



TUENNAN JÄLKIARVIOINTI APRA-RAPORTEISSA

4. TUENTA-ALUETARKASTELU

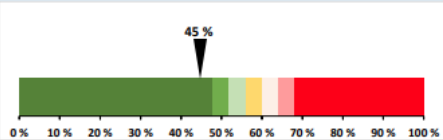
Tuettujen alueiden yhteispituus **34971.5 m**
Osuus koko rataosasta **42 %**

Mittareiden muutokset tuetuilla alueilla:

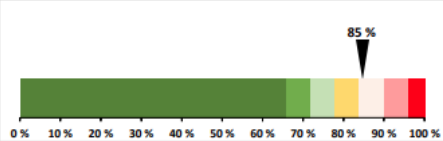
	Hajonnat		Virhepaikat [YHD+D0]	
	KPD1 SD 90%	NKD1 SD 90%	D	C
Ennen tuentaa	1.60	0.82	8	35
Tuennan jälkeen	0.72	0.70	0	3
Jälkeen/ennen	45 %	85 %	0 %	9 %

TUETUN ALUEEN KUPI-MITTARIT:

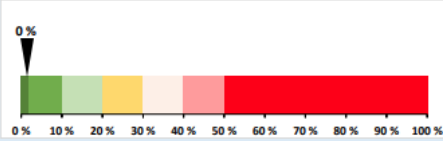
MITTARI 4a: KPD1 SD 90%



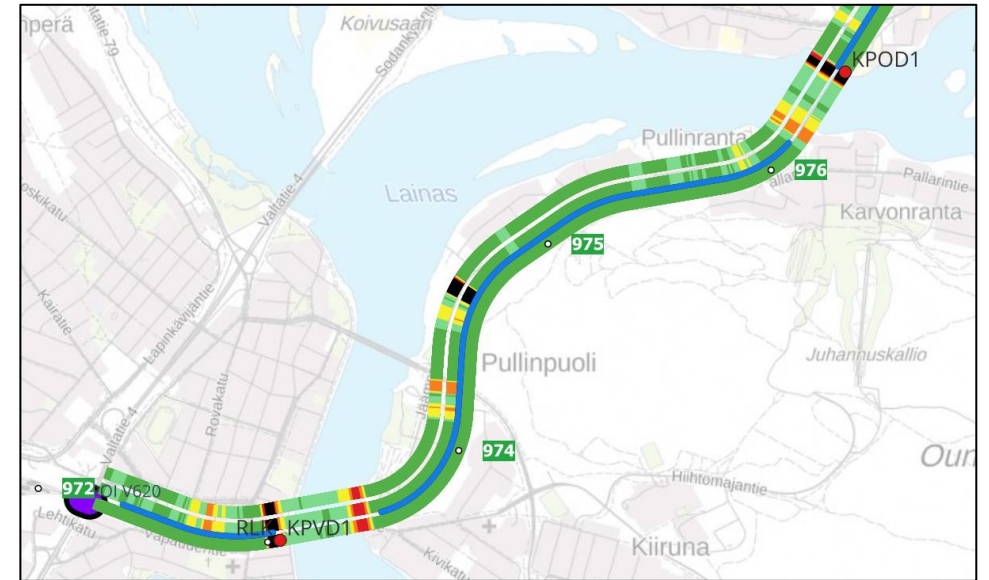
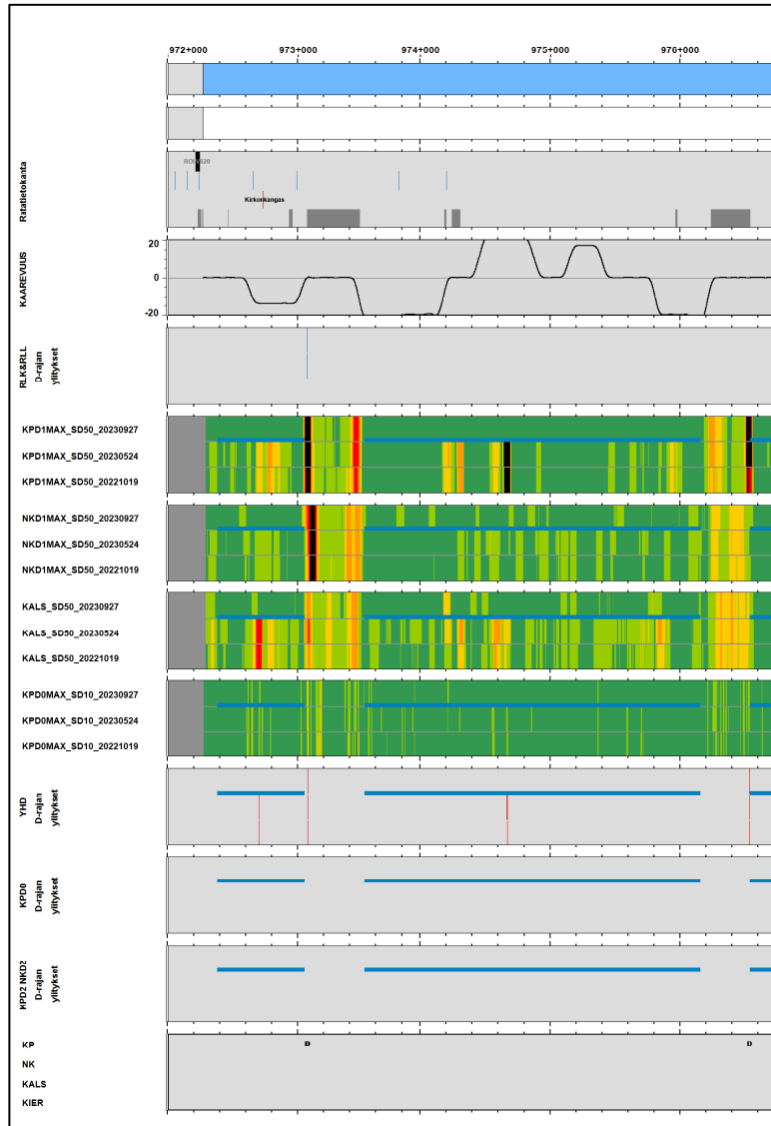
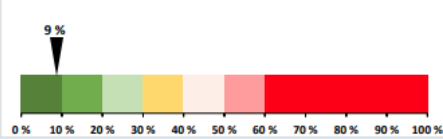
MITTARI 4b: NKD1 SD 90%



MITTARI 4c: D-luokan virhepaikat



MITTARI 4d: C-luokan virhepaikat

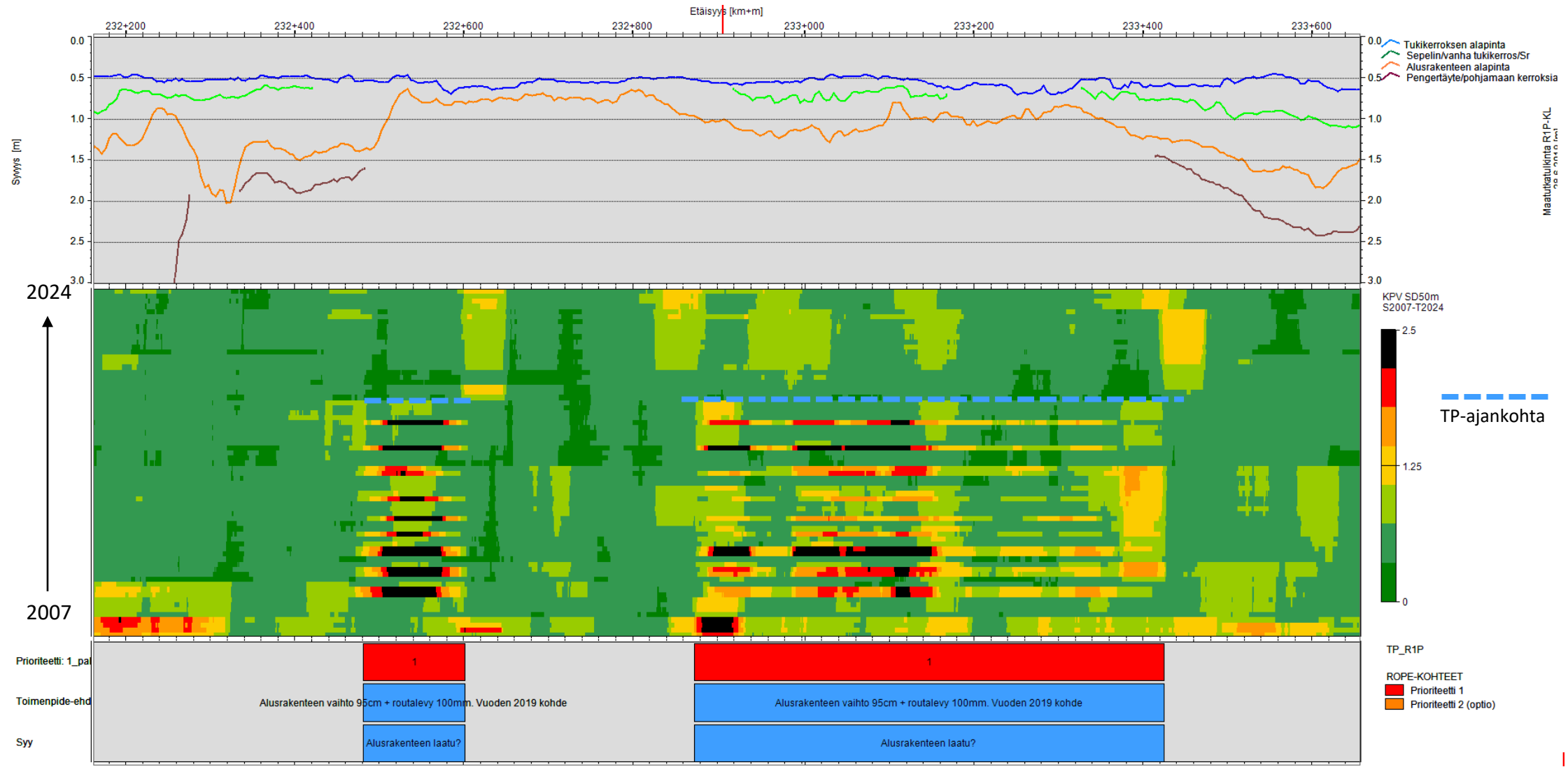


4.1 TUENTA-ALUE-ERITTELY

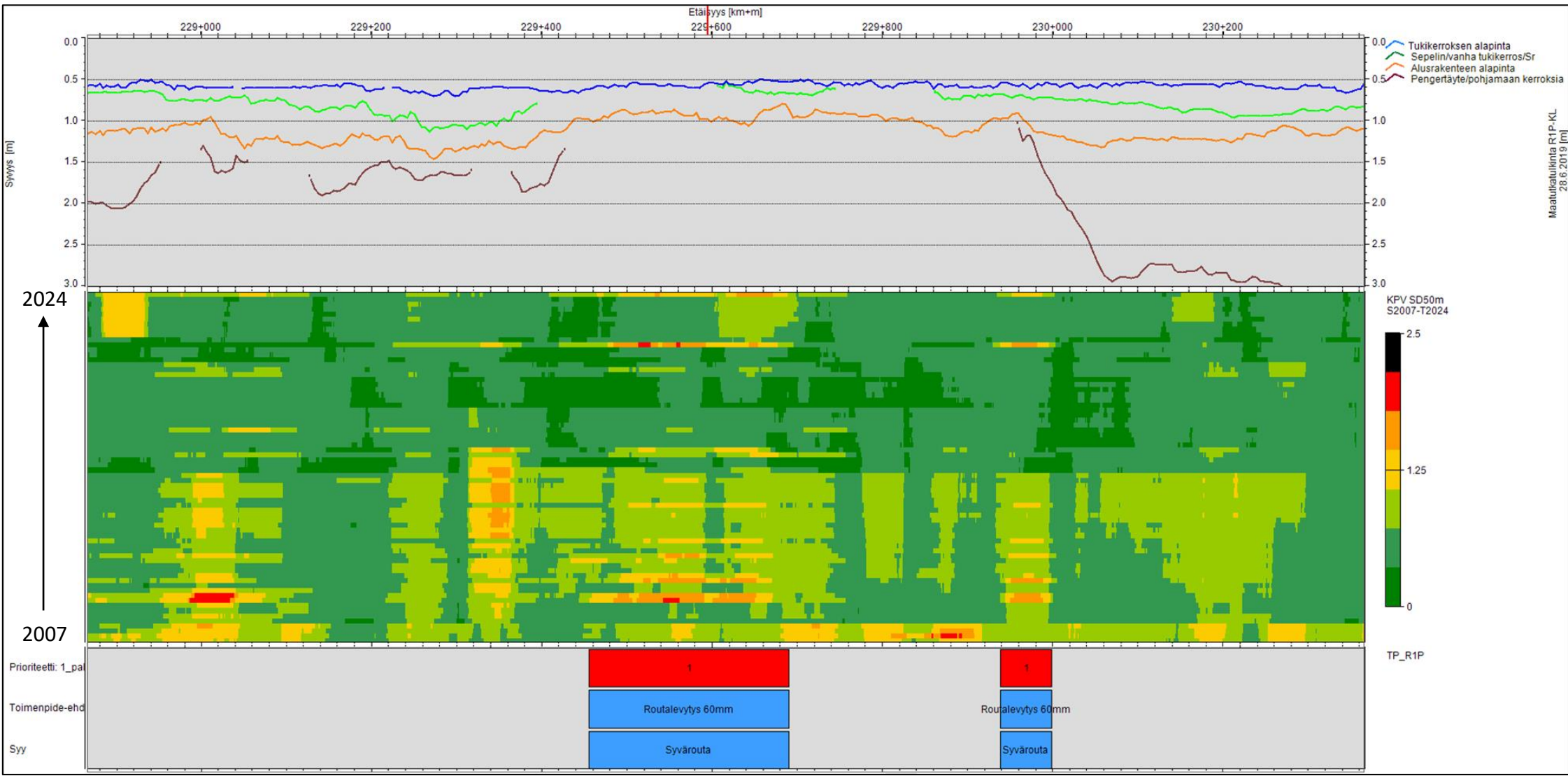
Tuentajako	TUENTA-ALUE				TULOS TUENNAN JÄLKEEN				TULOS TUENTAA ENNEN			
	Alku [Km+m]	Loppu [Km+m]	Pituus [m]	Osuus koko rataosasta	Virhepaikat [YHD+D0]		Hajonnat		Virhepaikat [YHD+D0]		Hajonnat	
					C	D	KPD1 SD 90%	NKD1 SD 90%	C	D	KPD1 SD 90%	NKD1 SD 90%
KAIKKI			34972	42 %	3	0	0.72	0.70	35	8	1.60	0.82
1	972+380	973+050	672	1 %	0	0	0.74	0.72	2	1	2.06	0.93
2	973+510	976+150	2580	3 %	1	0	0.69	0.72	3	1	2.12	0.89
3	976+530	977+520	990	1 %	2	0	0.58	0.71	3	1	1.60	0.82
4	977+570	981+200	3630	4 %	0	0	0.59	0.73	0	0	1.33	0.87
5	981+760	991+700	9940	12 %	0	0	0.66	0.71	5	0	1.43	0.80
6	991+800	993+920	2120	3 %	0	0	0.69	0.64	2	0	1.73	0.79
7	993+950	1008+418	14469	17 %	0	0	0.77	0.67	19	5	1.62	0.78
8	1053+990	1054+560	570	1 %	0	0	0.80	0.76	1	0	1.90	1.13

MUIDEN PARANNUSTÖIDEN JÄLKIARVIOINTI – ROUTAKORJAUSKOHDE

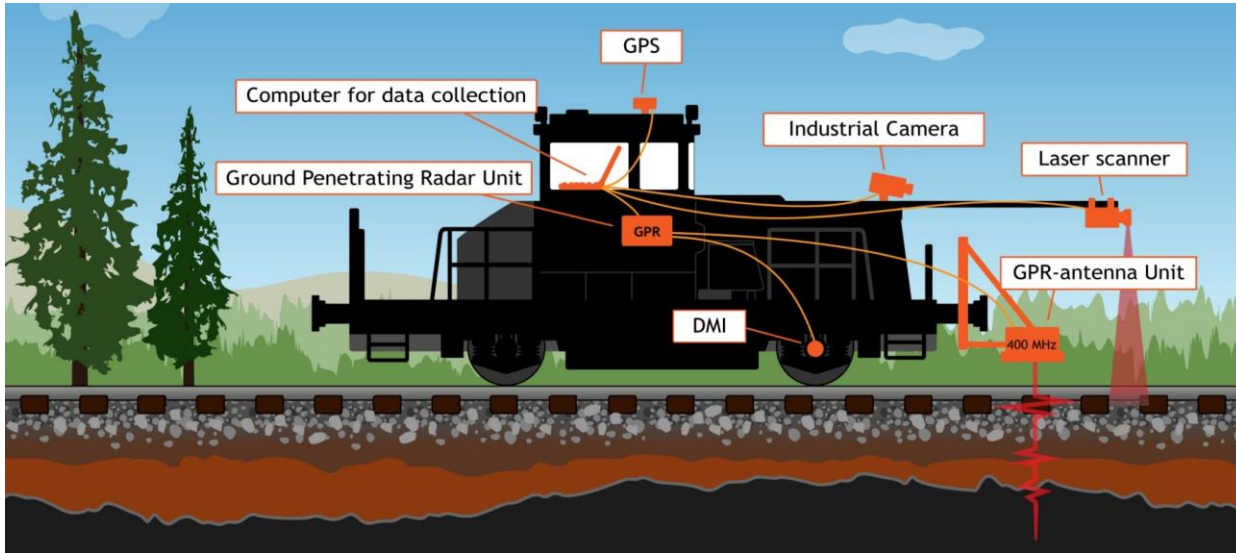
ROUTALEVY ALUSRAKENTEESSA ALLA



MUIDEN PARANNUSTÖIDEN JÄLKIARVIOINTI – ROUTAKORJAUSKOHDE AIEMMIN DIAGNOSOITU, MUTTA EI KORJATTU JAKSO, ROUTII JÄLLEEN

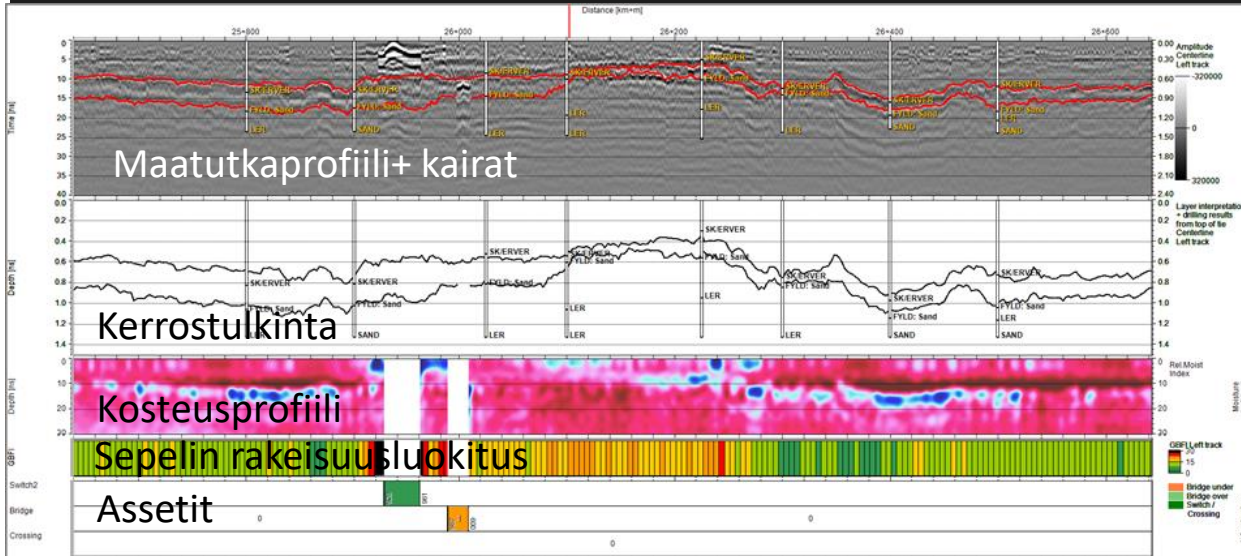


MAATUTKALUOTAUS

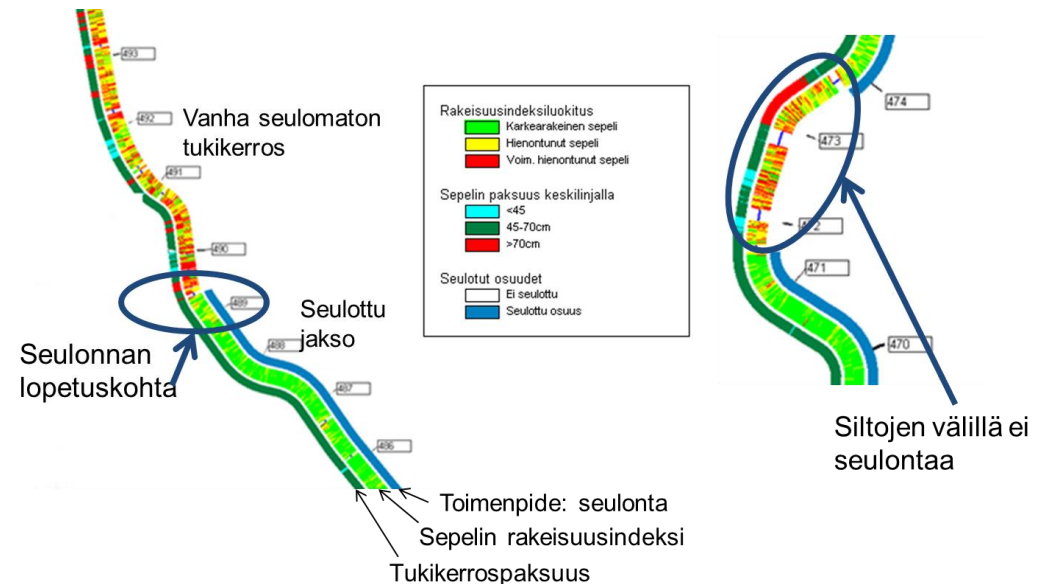


Menetelmän avulla saatavaa pinnanalaista tietoa:

- Jatkuvat kerrosrajat
- Sepelin rakeisuusindeksi/-luokitus
- Pohjamaan tyyppi (karkea, siltti/savi, kallio)
- Kosteus karkeissa kerroksissa
- Assetit (vaihteet, sillat, tasoristeykset, baliisit jne)
- Penkereen pohjan muoto, painumat
- Pinnanlaiset erikoisrakenteet (sillan tulopenkeret, routalevyt, rummut, paaluhatut, -laatat jne.)



Mittausnopeus 1-160km/h



Koontia

1. Raidegeometrian mittaustuloksen ("25cm välein olevan datan") prosessoinnissa ja **syväisemmässä analysoinnissa** on lukuisia mahdollisia sudenkuoppia, joihin pudotessa aineiston analysointi on hankalaa ja/tai analysointitulokset vääristyvät ratkaisevasti. Tietomäärät ovat suuria. Kehittyneen ohjelmiston laskentaominaisuuksilla, analysointi-, visualisointi- ja eri tietojen yhdistämiskäytännöillä kyetään hyvin **tehokkaasti ja täsmällisesti** mm. tunnistamaan ja luokittelemaan geometrian ongelmapaikkoja, arvioimaan ongelmien syitä, seuraamaan kunnan kehitystä sekä arvioimaan ja luokittelemaan eri toimenpiteiden tarpeita ja onnistumisia niin kohdekohtaisissa syväanalyseissä kuin yleisemmin koko osuuden/verkon tasolla.
2. **Vakioidut APRA-raportit (yhteenveto, profiilitulosteet, kartat)** tuovat tukemiseen liittyen lisäarvoa mm. tuentojen suunnitteluun ja onnistumisen seurantaan sekä virhepaikkojen korjausten onnistumisen tarkasteluun. APRA-raporttituotannosta on sovittu (tilanne kevät 2024) kp-alueille 6-12.
3. Monivaiheisen yli 15 vuotisen analysoinnin kehitystyön myötä nykyisin on mahdollista muun muassa tehdä **älykästä tuenta-alueiden ohjelmointia kohdennettuun läpituentaan varsin tehokkaasti**.
 - Menettely perustetaan erityisen tarkkaan tietoaineistojen kohdistukseen ja geometrian **yhdistettyyn indeksiin** (YHD), joka ilmentää selkeästi ja yksinkertaisesti sen, kuinka lähellä toimenpidetarvetta ollaan määrävimmän virhesuureen osalta.
 - Geometrisen kunnan (YHD) **kehitysnopeuden** tarkastelumenettely on tehnyt mahdolliseksi luoda geometrialle **ennuste** historiaan ja nykytilaan perustuen. Ennusteen avulla saadaan varsin hyvällä tarkkuudella käsitys siitä, milloin missäkin radan kohdassa toimenpideraja ylittyy.
 - Yhdistettyä indeksiä ja haluttaessa sen ennustetta käyttäen menettelyllä on mahdollista luoda **tuentaohjelmia vaihtoehtoisina versioina** tai halutuilla valinnoilla koskien mm. tuentaa varsinaisesti edellyttävien alueiden yhdistämisestä;
 - Ilman ennustetta tuotettavissa nykyhetken tuentaa edellyttävien kohteiden tuentaohjelma, VE0.
 - Ennusteen avulla luotu tuentaohjelmavaihtoehdot VE0.5, VE1, VE1.5, VE2, VE3, VE4, VE5, joissa luku kuvaa sen, kuinka monen vuoden päästä D-rajaa saavuttavat virhepaikat ovat ohjelmassa mukana. Esim. VE3 käsittää kaikki ne alueet, jotka tulevat (minkä tahansa suureen osalta) saavuttamaan D-rajaa 3 vuoden kuluessa.
4. **Maatutka** kertoo muun ohella tukikerroksen kunnosta, ja sitä voidaan hyödyntää *toiminnallisen* kunnan (=geometria) rinnalla yhtenä lisätietona *rakenteellisesta* kunnosta esim. arvioitaessa tuennan pysyvyyttä ja/tai tarvetta tuentaa järeämpiin toimenpiteisiin (tukikerroksen uusimistarve)

Kiitokset mielenkiinnosta!

Lisätietoja:

Mika Silvast

Loram Finland Oy
mika.a.silvast@loram.com

Antti Nurmikolu

Trackwise Oy
antti.nurmikolu@gmail.com