

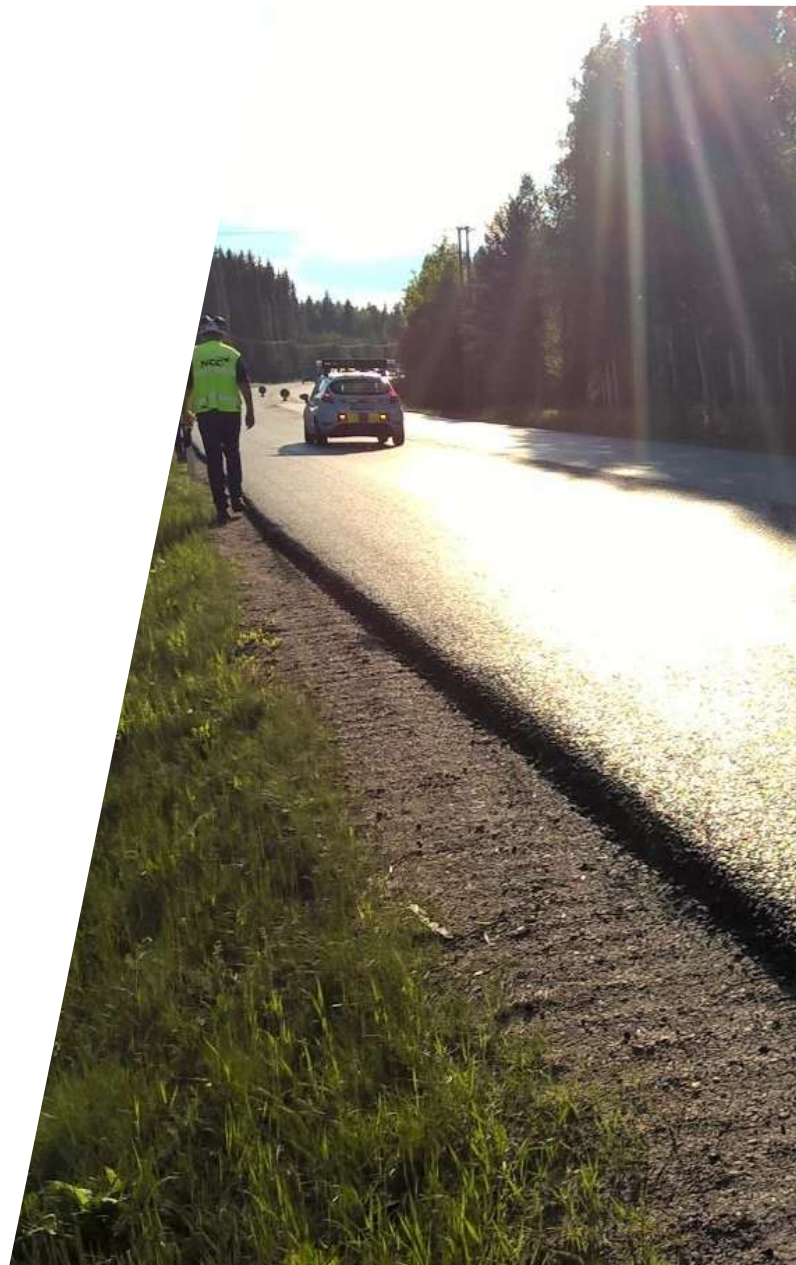
PTM- ja päällystetutka- mittaukset uusilla päällysteillä

PANK-menetelmäpäivä 22.1.2026

Sisältö:

- PTM-mittaukset uusilla päällysteillä 2026
- Päällystetutkamenetelmän kehittäminen 2025-2026

Katri Eskola



Uusien päällysteiden laatua pyritään mittaamaan menetelmillä, jotka:

- Ovat jatkuvia, koko kohteen pituudelta joko työn aikana tai
- voidaan tehdä ajoneuvolla muun liikenteen mukana
- Ovat luotettavia: Riittävän hyvä toistettavuus ja uusittavuus ja
- kuvaavat haluttua ominaisuutta

Jatkuvia mittauksia valmiista päällysteestä:

- PTM -palvelutaso, mm. tasaisuus ja sivukaltevuus
- Päällystetutkamittaus, päällystekerrosten kokonaispaksuus ja päällysteen tiheyden tasalaatuisuus

Jatkuvia mittauksia työn aikana (kehitettävää!):

- Massamäärä levittimellä
- Alustan ja levitetyn päällysteen lämpötila
- Jyräyksen aikainen tiivistystyö

Jos laadun varmistamiseen tarvittavaa ominaisuutta ei luotettavasti pysty jatkuvilla mittauksilla toteamaan, tarvitaan näytteen ottoa ja näytetutkimuksia – suunnitelmallisuus ja edustavuus

Uusien päällysteiden PTM-mittaukset

- Mitattavat tunnusluvut ja
- huomioon otettavia asioita

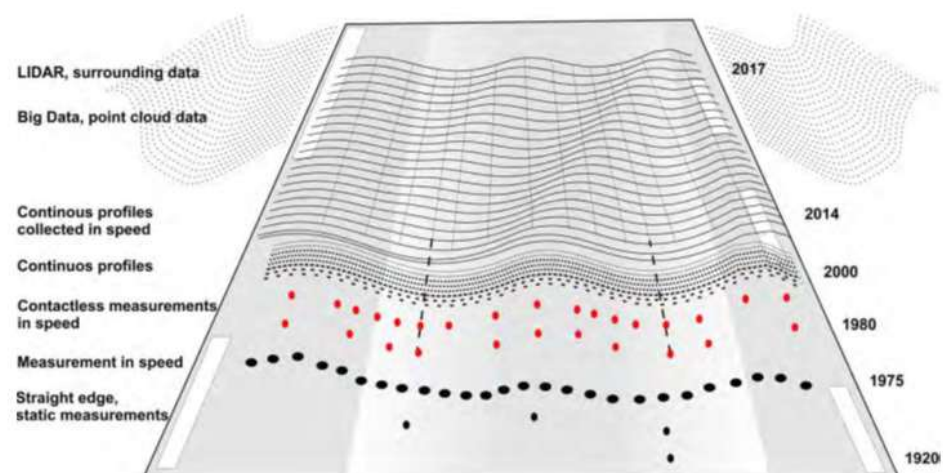


PTM-tekniikka uusien päällysteiden tasaisuuden mittaamisessa

- Tien palvelutason mittaus PTM-autolla: pituus- ja poikkisuuntaisia profiileja
- Pituusprofiileista määritetään tunnuslukuja, esim:
 - Pituussuunnassa IRI ja IRI 4 (mm/m): PANK-5207
 - Pintakarkeus MPD: PANK-5212 / PANK-5213,

Poikkiprofiilista skannerilla:

- Maksimiurasyvyys (mm) PANK-5214
- Sivukaltevuus (%) PANK-5215

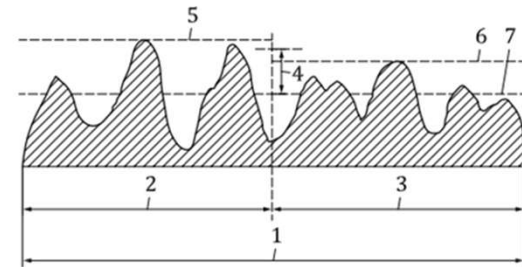


Pituusprofiileista lasketaan MPD

- MPD eli Mean Profile Depth mittaa hyvin lyhytaaltoista pinnan epätasaisuutta eli **makrokarkeutta**. (EN 13473-1:2019 Characterization of pavement texture by use of surface profiles - Part 1: Determination of mean profile depth)
- MPD:t mitataan 3 pituussuuntaisesta linjasta PANK-5213. Useampia linjoja PANK-5212 -menetelmässä.
- Suomeen soveltuvia, alustavia raja-arvoja (VO 1/2026):

Päällyste- tyyppi	Sideaineen pintaan nousu, jos MPD < x,x mm	Karkea rakeisuuslajittuma, jos MPD > x,x mm
SMA 16	0,40	1,80
AB 16	0,40	1,30

- Päällysteiden lajittumavirheiden maasto- ja makrokarkeustarkastelut Uudenmaan ELY-keskuksen alueella. Väyläviraston julkaisuja x/2026.
- Uusien päällysteiden tasalaatuisuuden arviointi takuuaikana pintakarkeusmittauksen avulla, Väyläviraston julkaisuja 15/2022.
- Päällysteen tasalaatuisuuden mittaaminen. Väyläviraston tutkimuksia 11/2019.



Key

1 segment (100 mm ± 10 mm)
 2 first half of segment
 3 second half of segment
 4 mean segment depth (MSD) = $\frac{\text{peak level (1st)} + \text{peak level (2nd)}}{2} - \text{average level}$
 5 peak level (1st)
 6 peak level (2nd)
 7 average level

Figure A.4 — Illustration of the terms "segment" and "MSD"



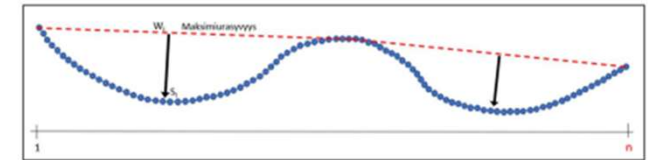
Dynaamisesti kaistan leveyteen mukautuva laskentaleveys

Päällystettyjen maanteiden palvelutasomittaus (PTM) 2023 - 2026
PTM-muuttujien määrittelyt mittausten tallennus ja formaatti

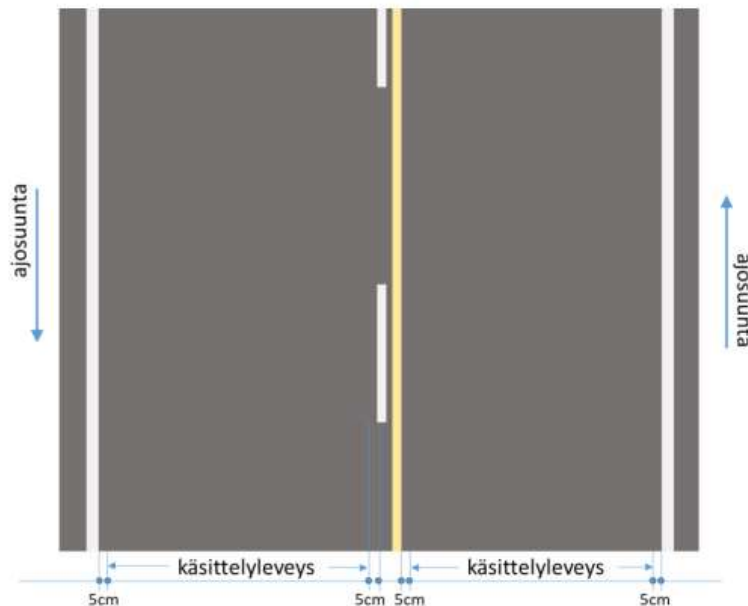
- PANK 5214**

- Skannerilla jatkuva poikkiprofiili – langan pituus kaistan leveyden mukaan dynaamisesti säätävä**

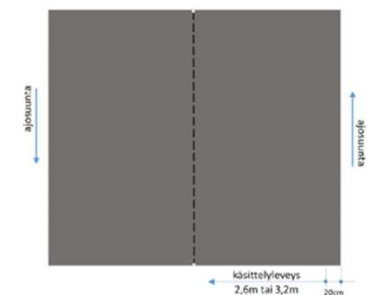
- Jos ei ole tiemerkeitä, lanka 3,2 tai 2,6 m asetetaan päällystetyn kaistan keskelle



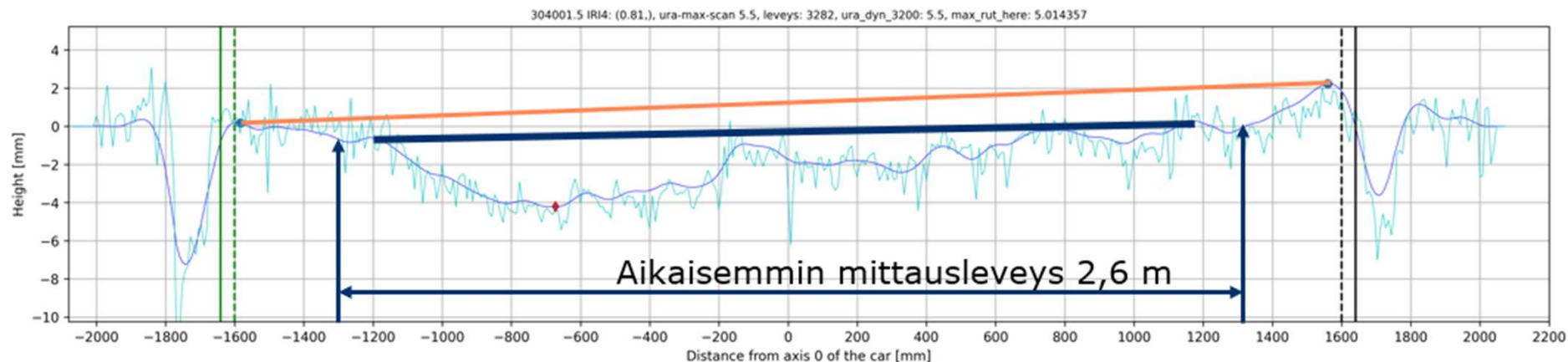
Kuva 1. Lankauramallin ja maksimiurasyvyyden määrittämisen periaate.



Normaalitilanteessa käsittelyleveys on tiemerkeitöiden väliin jäävä kaistan leveys miinus 5cm molemmin puolin.

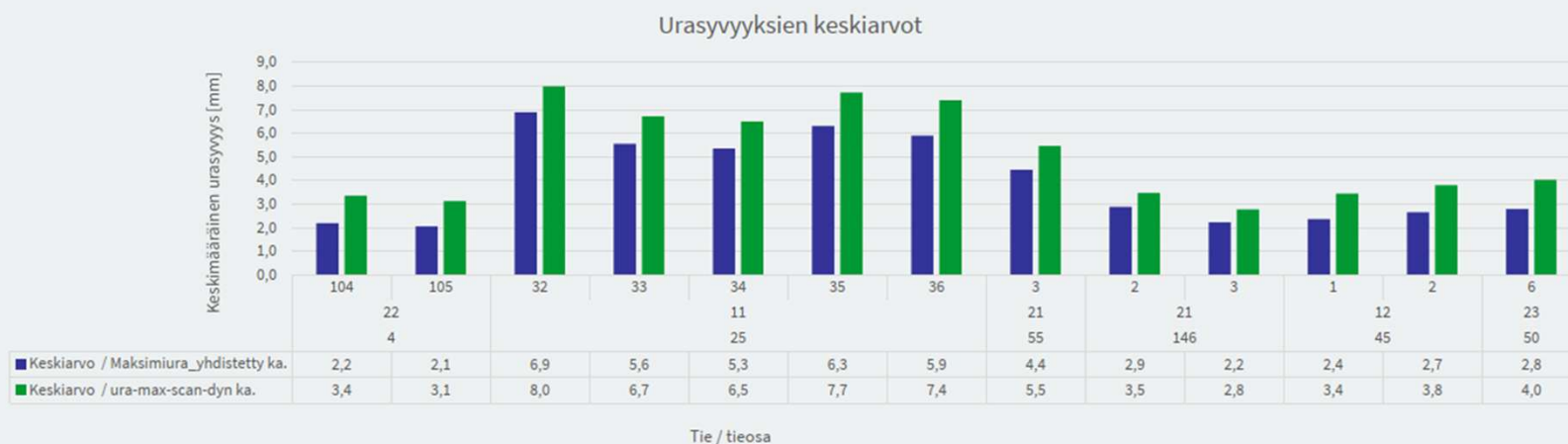


Jos kaistan leveys > 3,2 m ja kaistalla ei ole lainkaan tunnistettavia merkeitä, on käsittelyleveys 3,2 m huomioiden 20 cm marginaali päällysteen reunaan.
Jos kaistan leveys ≤ 3,2 m ja kaistalla ei ole lainkaan tunnistettavia merkeitä, on käsittelyleveys 2,6 m huomioiden 20 cm marginaali päällysteen reunaan.



Uudet päällysteet

- Perinteisen maksimiuran ja dynaamisen skanneriuran ero oli koko aineistossa keskimäärin 1,09 mm

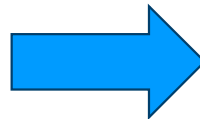


Uuden päällysteiden poikkiprofiilin kaistalla tulee olla suora ja oikeassa sivukaltevuudessa



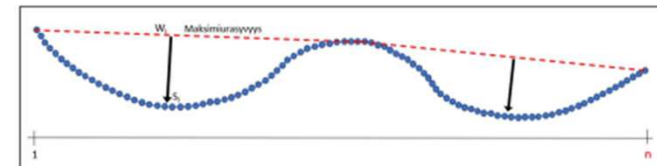
Väylävirasto
Trafikledsverket

- Poikkiprofiilin tasaisuus mitataan maksimiurasyvyytenä.
- Asfalttinormeissa on vielä pistelasertekniikkaan perustuva mittaustapa PANK- 5208 ja sille sopivat raja-arvot:
 - Yksittäinen 100-m enintään 4 mm ja
 - Koko kohteen keskiarvo max 3 mm
- Skanneritekniikkaa käytetään elinvoimakeskusten Tienpäällystysurakoissa:



PANK-5214, ASFALTTIPÄÄLLYSTE, poikkisuuntainen tasaisuus lankaura, PTM-auto skanneri tekniikka

sivu 2/5



Kuva 1. Lankauramallin ja maksimiurasyvyyden määrittämisen periaate.

Alku-uravaatimus koskee Asfalttinormien taulukon 1 laatuvaatimusluokien A-, B-, ja C-teitä. Alku-uraa ei arvostella PAB-teiltä.

Alku-ura mitataan skanneritekniikalla (PANK 5214) ja uuden päällysteen tasaisuusvaatimukset poikkisuunnassa ovat seuraavat:

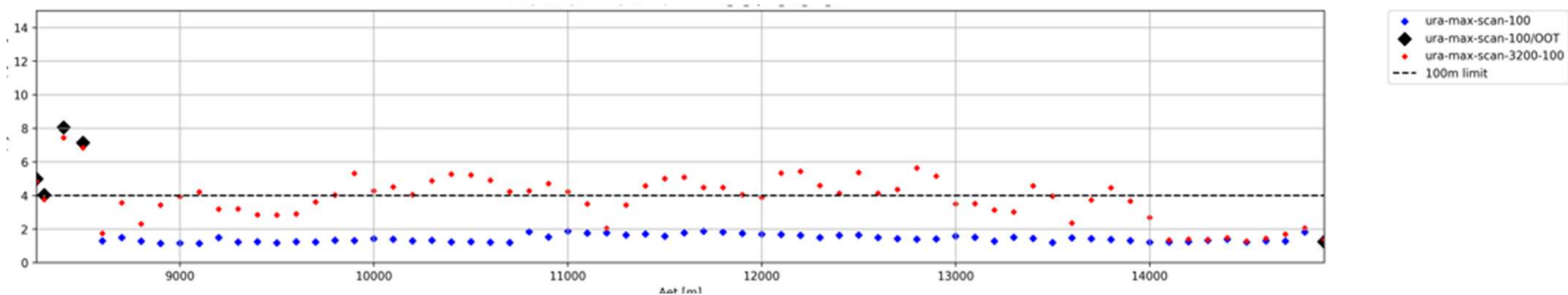
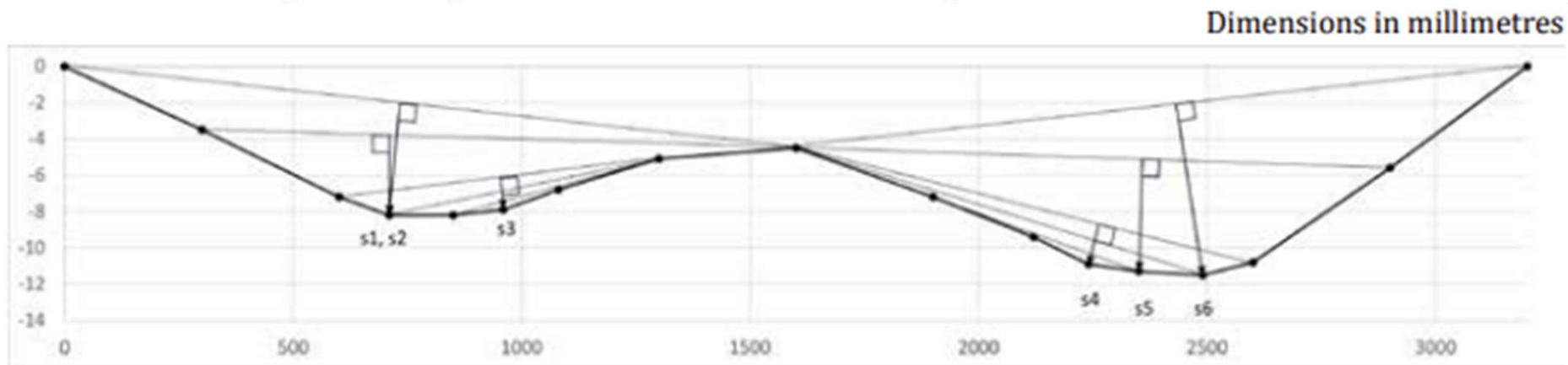
	Yksittäisen 100 m:n keskiarvo	Koko kohteen keskiarvo
Suurin sallittu alku-uran syvyys (mm)	5,0	4,0

Jos menetelmäkuvauksen PANK 5214 mukaan määritetty käsittelyleveys on poikkeuksellisesti 2,6 m tai 3,2 m, edellä mainittujen raja-arvojen sijasta käytetään Asfalttinormien taulukon 10 mukaisia raja-arvoja ja näillä raja-arvoilla sovelletaan Arvonmuutosperusteita kohdassa 8.1.1.

Kaistaleveyden mukaan säätyvä käsittelyleveys vs. vakioleveys

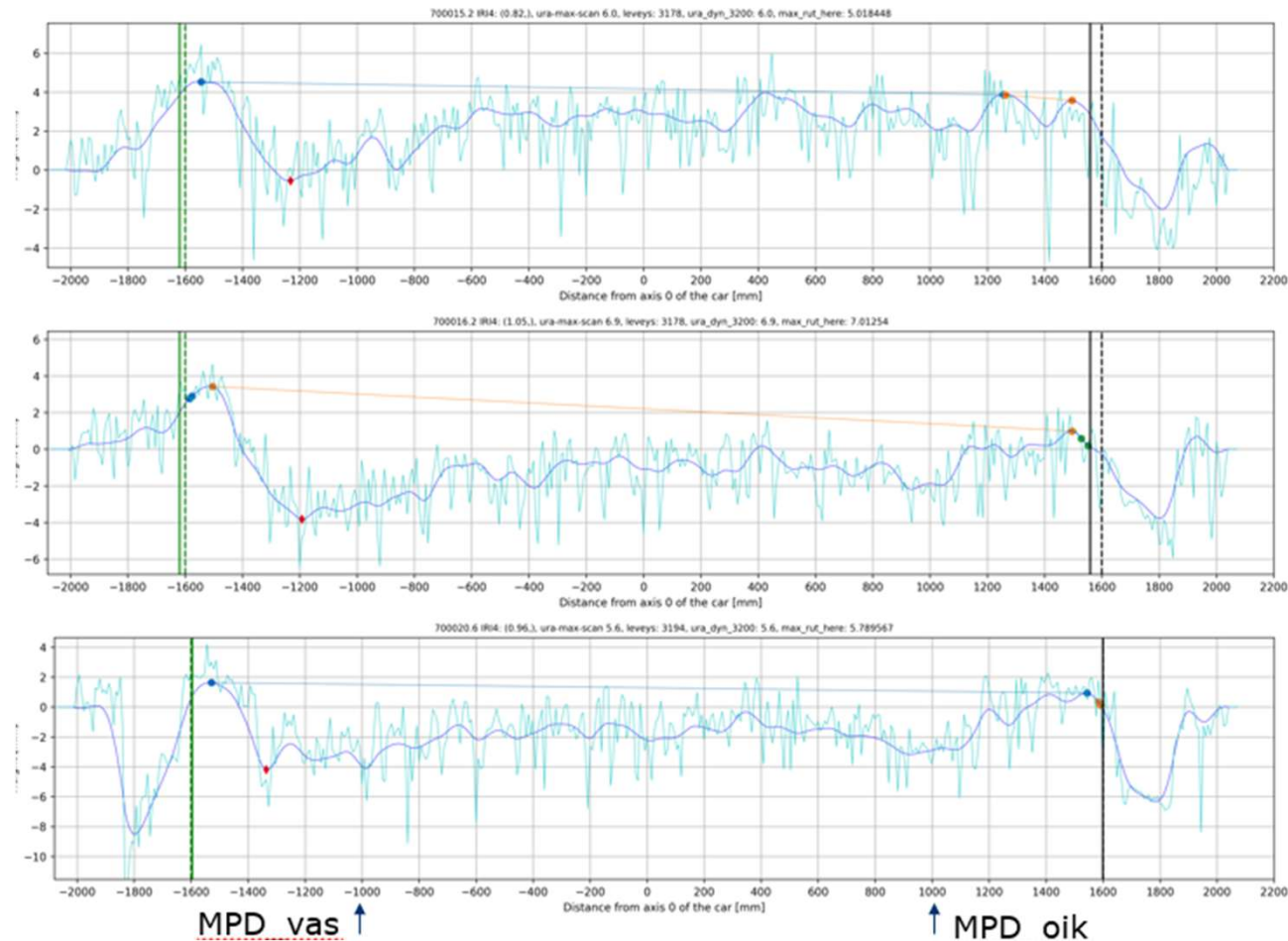


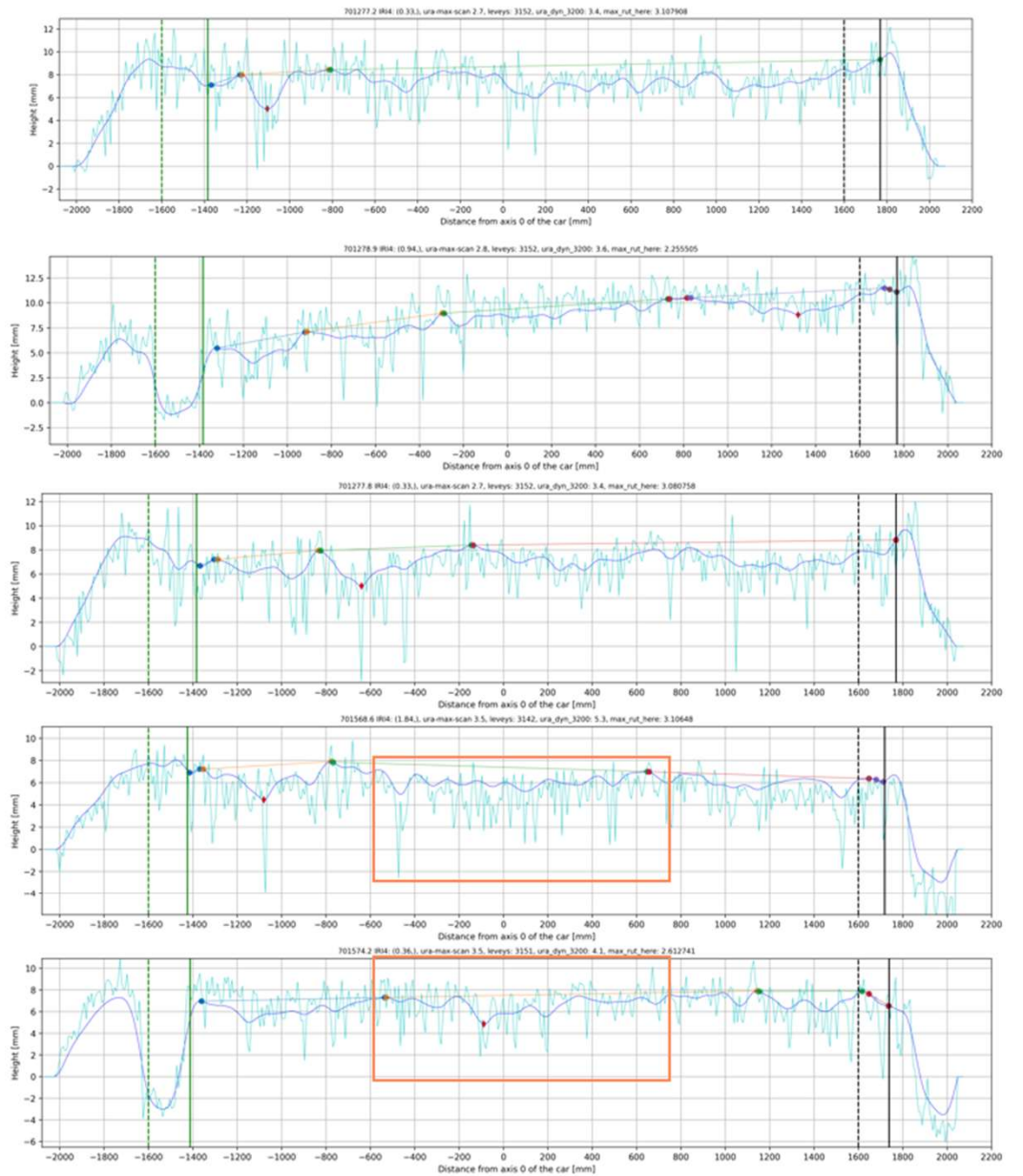
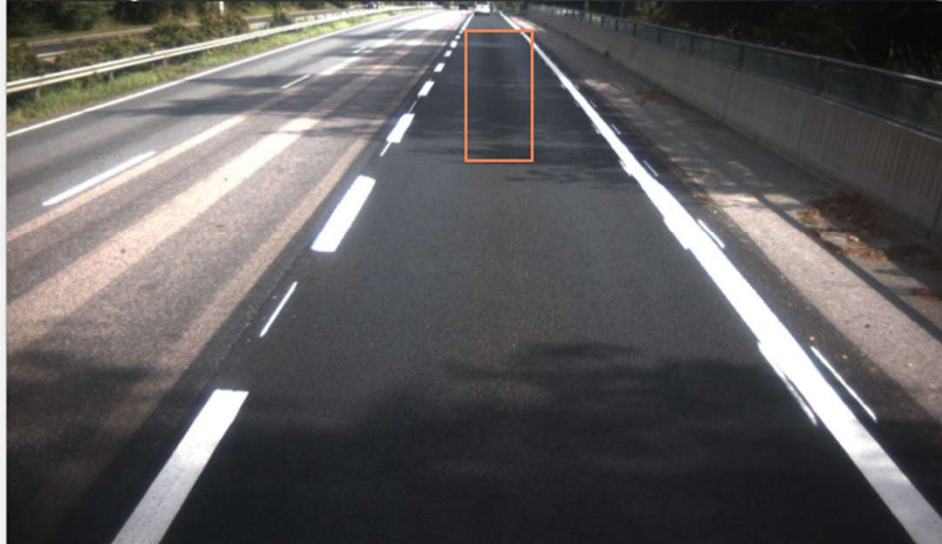
Väylävirasto
Tikladsverket



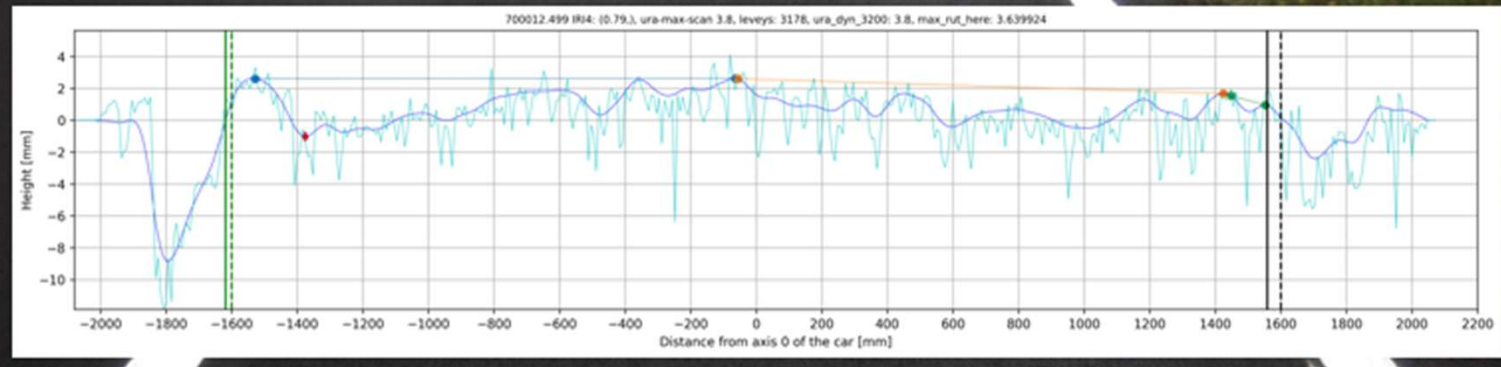
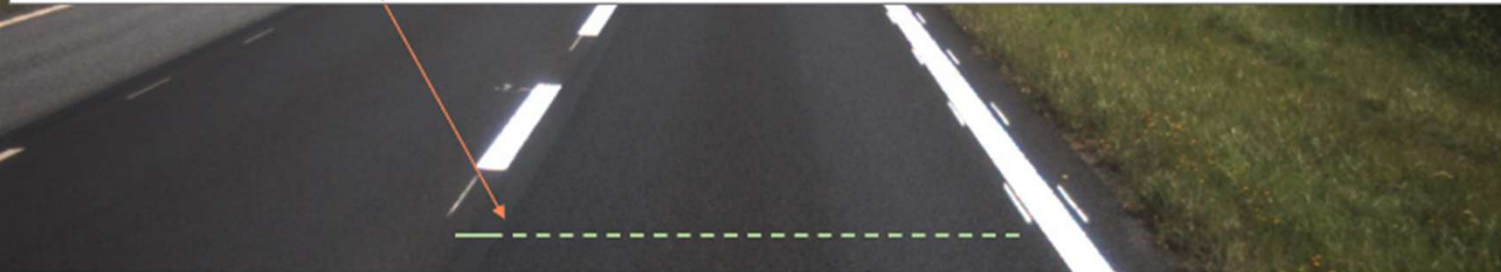
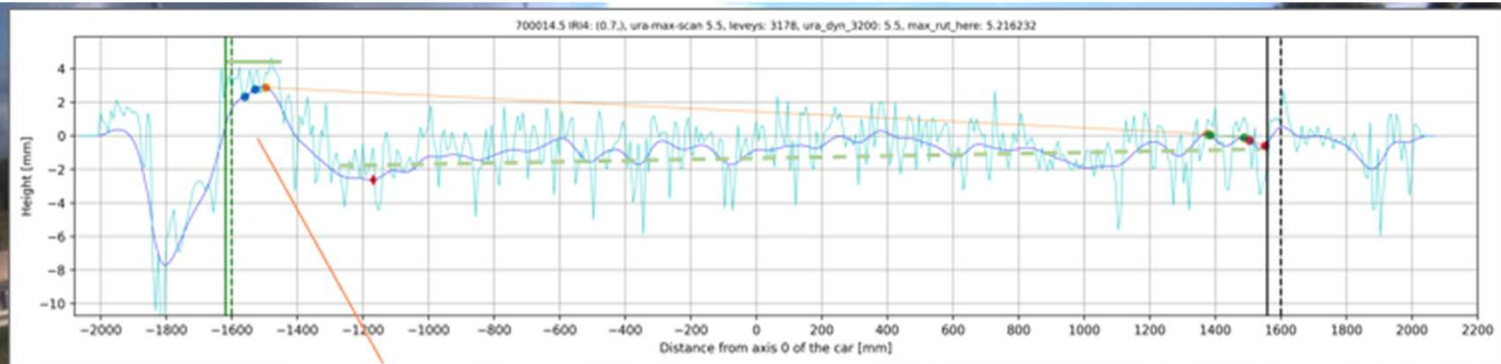
Kun poikkiprofiili mitataan skannerilla, kuinka suuri karkeus vaikuttaa urasyvyyteen?

- Suodattimet toimivat ja poistavat karkeuden vaikutusta
- MPD-
Karkeudesta lisätietoja
- Tutkitaan vielä





Erikoistapauksia tutkitaan



PTM-laatumittaukset maanteillä 2026 alkaen

Mitataan 3-6 viikkoa päällysteen valmistumisesta:

- Maksimiurasyvyys
- Sivukaltevuus
- MPD keski, vasen ja oikea
- **Mitataan 2 kk kuluessa**
päällysteen valmistumisesta:
IRI ja IRI4
- **Urakoitsija tilaa mittaukset**

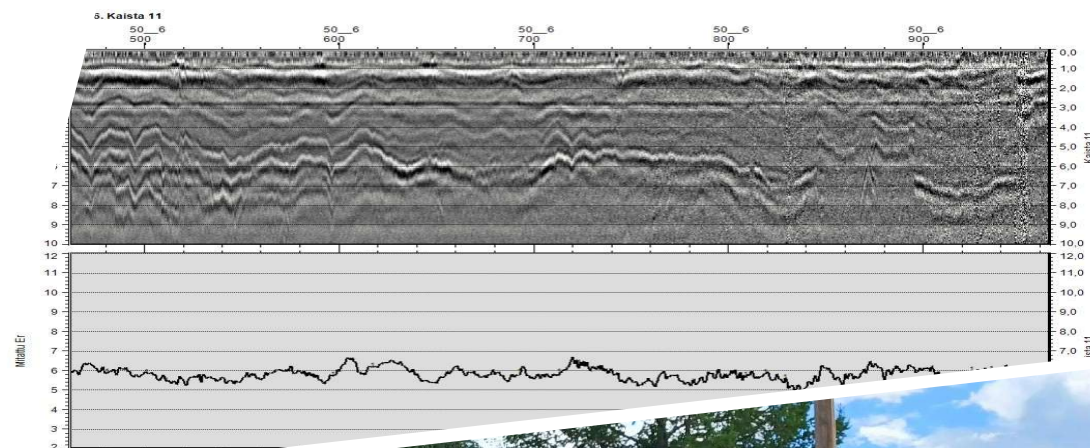
Kulutuskerrospäällysteiden mittaustulokset toimitetaan Väyläviraston Tievelhoon:

- Ura-max-scan ja käsittelyleveys 1m keskiarvoina
- Sivukaltevuus-scan 1 m keskiarvoina
- MPD keski, vasen ja oikea 1 m keskiarvoina
- Ura-max-scan 100 m keskiarvoina
- IRI ja IRI4 100 m keskiarvoina
- Mittaajilta rajapinnan kautta suoraan Tievelhoon
Ohje: Väyläviraston ohje 1/2026

Uuden päällysteen tiiveyden ja tasalaatuisuuden arviointi maatutkalla

Selvitystyö 2025-26

Katri Eskola,
Eeva Huuskonen-Snicker,
Ismo Ylitalo
22.1.2026



Työn taustaa

- Asfalttipäällysteiden laadunosoitusmittauksissa käytetään nykyisin maatutkamittauksiin perustuvaa menetelmää ***PANK-4122 Asfalttipäällysteen tyhjätila, päällystetutkamenetelmä***.
- Menetelmää tutkittiin Aalto-yliopistossa Väyläviraston rahoittamassa tutkimushankkeessa vuosina 2013–2017.
- Tutkimuksessa tunnistettiin seuraavia haasteita, **jotka rajoittavat/estävät tyhjätilan luotettavan arvostelun**:
 - Ohuet päällystekerrokset ja käytetty nimellistaajuus (1 GHz)
 - REM/RC-kohteilla materiaaliominaisuuksien vaihtelu
 - Vesi päällysteessä sekoittaa tyhjätilan analysoinnin
- Lisätietoja: <https://openlearning.aalto.fi/course/view.php?id=31§ion=3>



Väylävirasto
Trafikledsverket

Työn tavoitteet

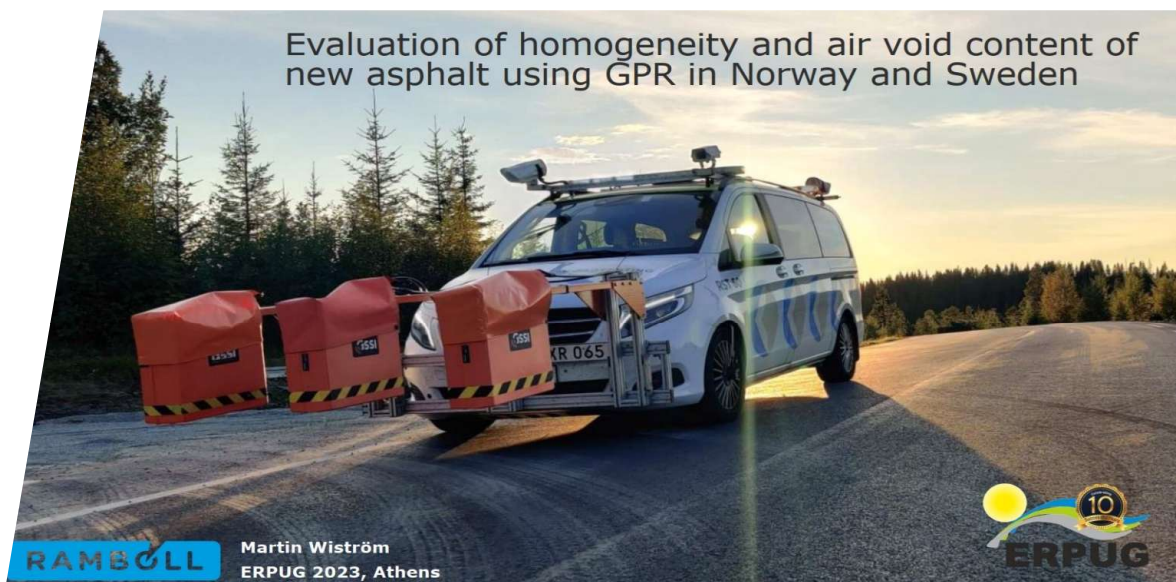
- Arvioida ja kehittää nykyisin päällystepaksuuden määrittämisessä käytetyn mittausmenetelmän (2 GHz:n ilmastiantenni) soveltuvuutta samalla mittauksella tapahtuvaan päällysteen **tasalaatuisuuden** arviointiin ja osoitukseen.
- Päällysteen tasalaatuisuuden vaihtelu tulisi havaita tutkalla määritetyn suhteellisen permittiivisyyden eli dielektrisyysvakion hajontana.
- Selvittää löytyykö aiheeseen liittyviä uudempia tutkimuksia tai raportteja maailmalta, joita voitaisiin hyödyntää.



Väylävirasto
Trafikledsverket

Menetelmäkehitystä Ruotsissa

- Ruotsissa ei ole ollut menetelmäkuvausta tutkamenetelmälle, mutta MPD:lle on (Kontroll av nya beläggningars makrotextur med mätbil TDOK 2016:0271)
- Tavoitteena julkaista tutkamenetelmälle menetelmäkuvaus (TDOK)



https://media.erpug.org/files/forelasningar_2023/7%2025%20October%20Homogeneity%20with%20GPR%20Martin%20Wistr%C3%B6m.pdf

Värdering av ytans homogenitet med georadar- och
texturmätning
Metoddagen 2025-02-06, Solna

Thomas Lundberg, VTI

https://asfaltskolan.se/wp-content/uploads/MD_25_14.pdf

Ruotsalaisen menetelmän kuvaus

- Mitataan tutka-antennilla kolmesta linjasta (oikea ja vasen ajoura & kaistan keskeltä)
- Lasketaan 1 m dielektrisyysarvoista keskiarvo eri linjoille
- Sallitaan $\pm 7,5$ % vaihteluväli keskiarvosta dielektrisyysarvolle
- Poikkeama, jos kaksi peräkkäistä dielektrisyysarvoa poikkeavat sallitusta vaihteluvälistä
- Kohde hyväksytään, jos poikkeamia yli 10 % mittauslinjaa kohden



Kontrollmetod GPR homogenitet

- mätning i tre laterala spår
- 1 m upplösning på indata till utvärderingsmetoden krävs
- Beräkna objektets medelvärde, per spår, vänster, mitt och höger
- Värden som avviker mer än $\pm 7.5\%$ från medelvärdena registreras (per spår)
- En avvikelse definieras som två på varandra följande värden utanför toleransen ($\pm 7.5\%$)
- Objektet underkänns (är ej homogent) om avvikelserna överstiger 10% av objektet per spår



Kesän 2025 mittausten tarkastelu ja analysointi

109 km uusia päällysteitä mitattiin: PTM ja kaistan keskeltä 2 Ghz antennilla

Aineiston kokoaminen ja analysointi

- Tehtiin sekä tutkamittaukset (2 GHz) että PTM-mittaukset (MPD keskeltä, vasemmalta ja oikealta). Datat kohdistettiin uusien päällysteiden saumoihin ja sidottiin tieosoitteisiin.
- Tutka-aineistosta laskettiin pinnan dielektrisyysarvo (er) RD-ohjelmistossa vertaamalla pinnasta heijastunutta amplitudia metalliheijasteeseen. Dielektrisyysarvojen laskennassa tutkadataa ei ole erityisesti suodatettu.
- Lopputuloksena taulukko, jossa kohdetiedot ja analysoitavat muuttujat 1 m jaksoina.
- Lisäksi visuaalisessa tarkastelussa hyödynnettiin kaikilta lasereilta mitattua 10 cm MPD-aineistoa.
- Tuloksiin laskettiin MPD:n (keski) ja dielektrisyysarvon välinen korrelaatio kohteittain.
- Laskettiin dielektrisyysarvon keskiarvot ja sallittu hajonta ($\pm 7,5 \%$, keskihajonta, $2 \times$ keskihajonta) keskiarvon ympärillä kohteittain.

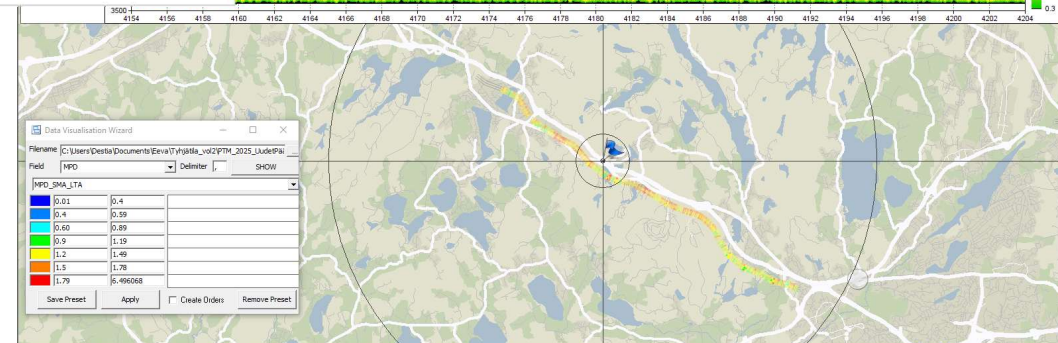
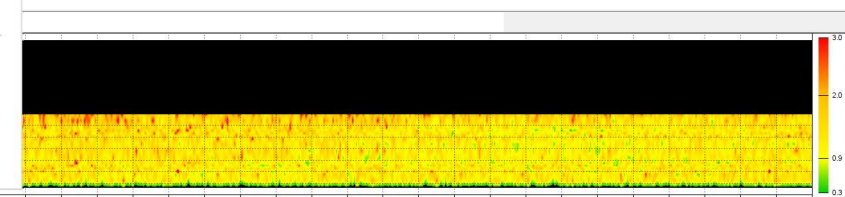
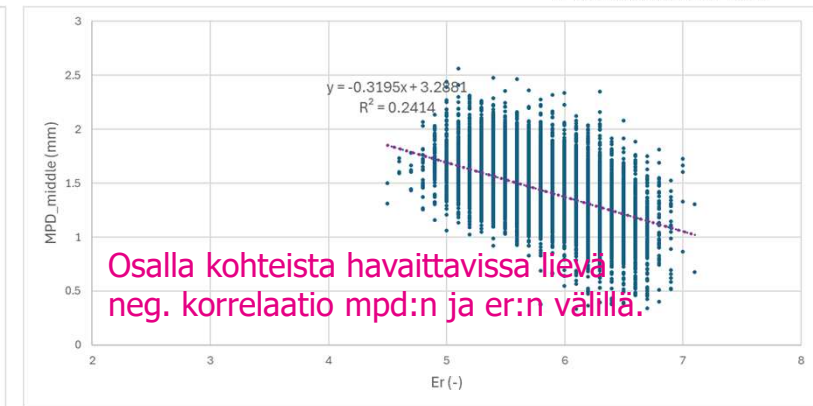
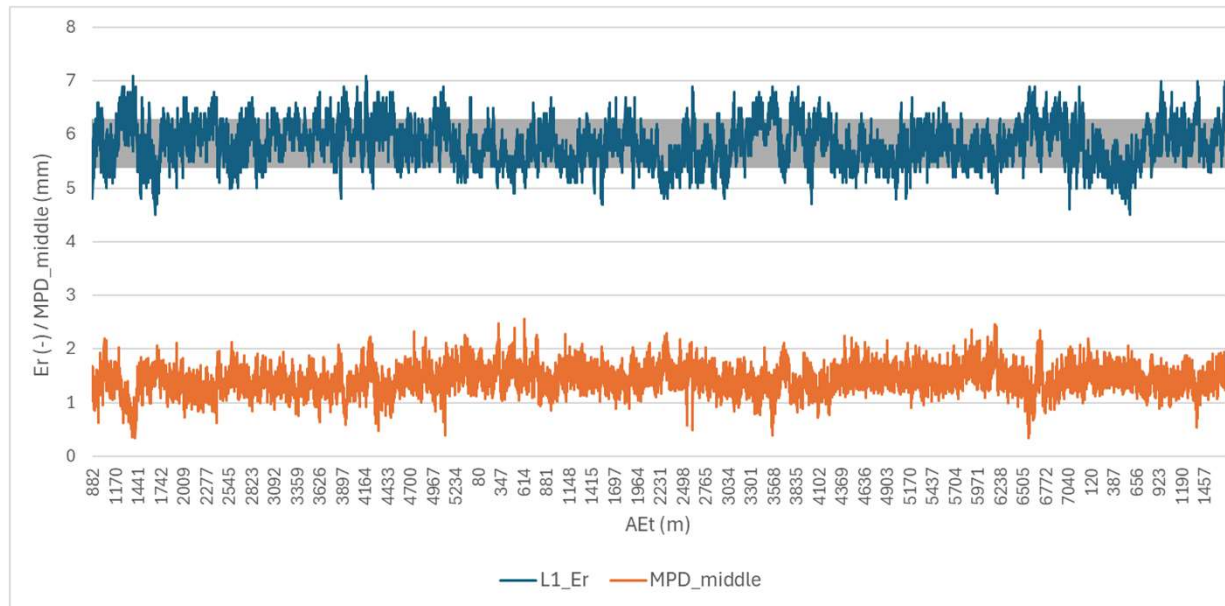


Väylävirasto
Trafikledsverket

Kohteiden visuaalista tarkastelua: REM, SMA-kohteella enemmän vaihtelua



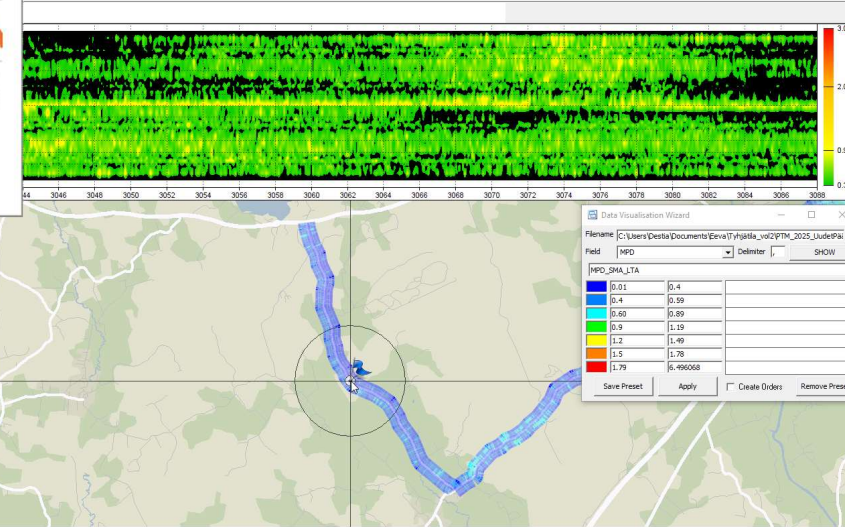
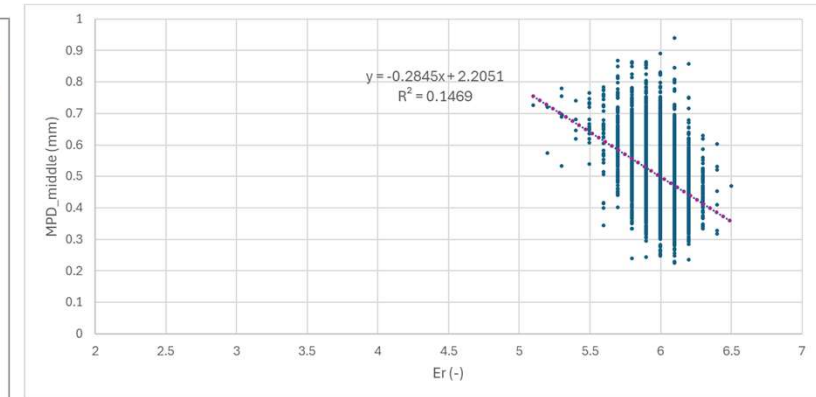
Väylävirasto
Trafikledsverket



Kohteiden visuaalista tarkastelua: tiiviillä AB-kohteella hyvin pientä vaihtelua

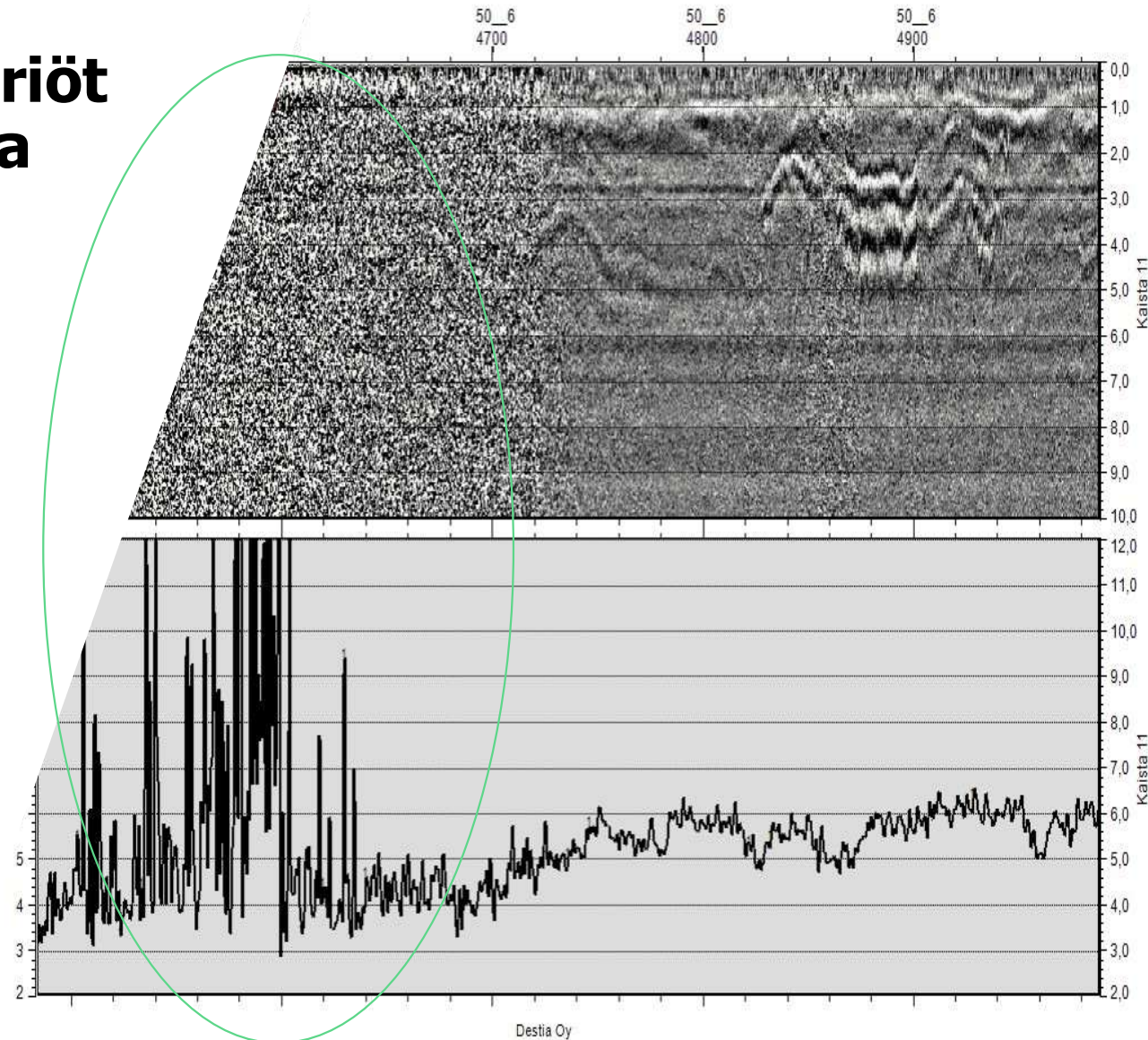


Väylävirasto
Trafikledsverket



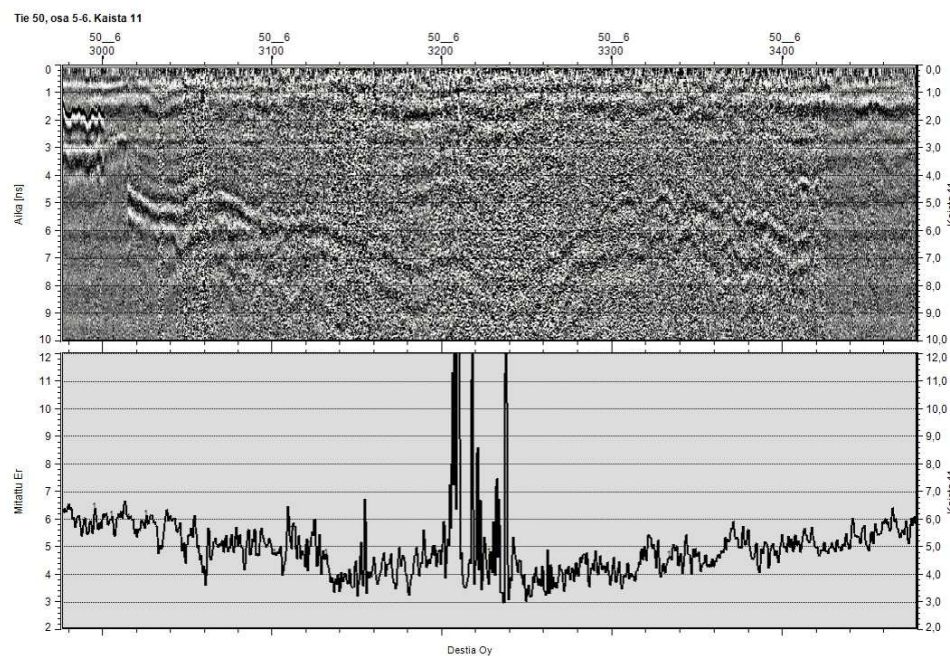
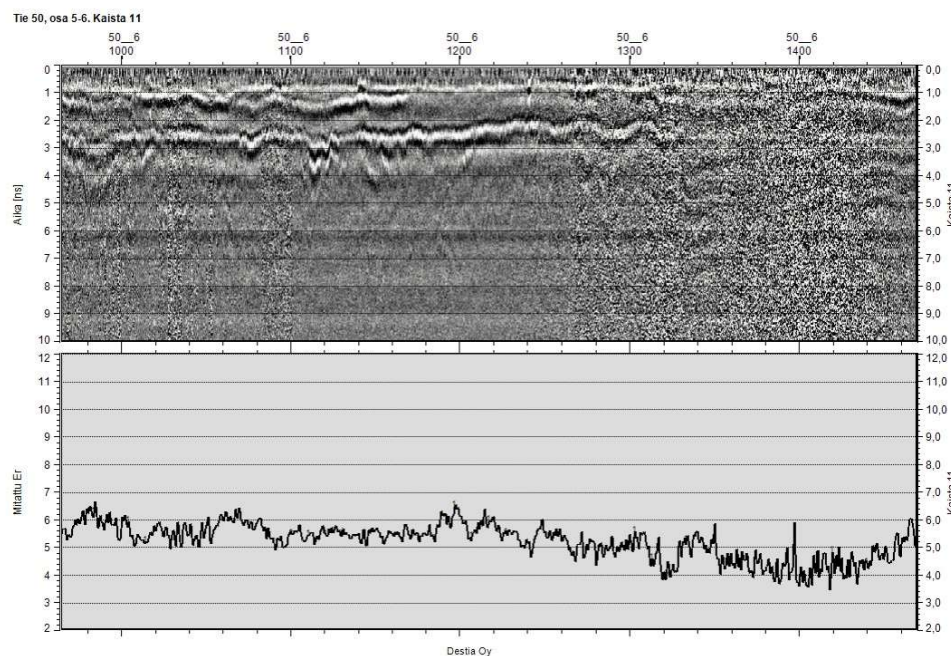
Haasteena ulkoiset häiriöt 2 GHz maatutkadatassa

- Häiriöt pyrittiin suodattamaan er:n sisäisen hajonnan avulla eli raja-arvoa 0,5 suuremmat arvot hylättiin jatkokäsittelystä.
- Lisäksi PTM-mittausten ns. out of track –havainnot jätettiin jatkokäsittelyn ulkopuolelle.



Miten hyvin aineiston suodatus ulkoisilta häiriöiltä lopulta onnistui?

- Vaikuttaa, että ulkoiset häiriöt tutkadatassa aiheuttavat korkeita er-arvoja, mutta myös keskimääräisen er-tason pientymistä.



Yhteenveto ja johtopäätökset

Tulosten analysointi on vielä kesken, mutta seuraavia johtopäätöksiä jo tehty:

- Ruotsalainen menetelmä on sinällään testattavissa Suomessa v. 2026. Dielektrisyysarvon tulostaminen RD-ohjelmistosta kuten ennen ja helposti esim. Excelissä laskettavissa, onko kohteen hajonta sallituissa rajoissa.
- Jos $\pm 7,5$ % sallittua hajontaa keskiarvosta halutaan muuttaa, tarvittaisiin enemmän tutkittuja kohteita ja referenssitiedot kohteista.
- REM-kohteilla (SMA) havaittiin suurempia dielektrisyysarvon vaihteluita. REM-kohteet todettu yleisemminkin haastaviksi tutkamenetelmälle, koska niillä materiaalien ominaisuudet ja suhteelliset osuudet vaihtelevat enemmän.
- Haasteena 2 GHz:n antennilla mitattaessa ulkoiset häiriöt, joille antenni herkkä. Pahimmillaan kohteen mittausta on käytännössä hyvin hankalaa ja mittausaineistosta joudutaan leikkaamaan pois merkittävä määrä dataa.



Väylävirasto
Trafikledsverket



Väylävirasto
Trafikledsverket