



MML
MAAN-
MITTAUS-
LAITOS

Tien leveys AI yhteistyöpilotti

MML-Väylävirasto-Metsäkeskus

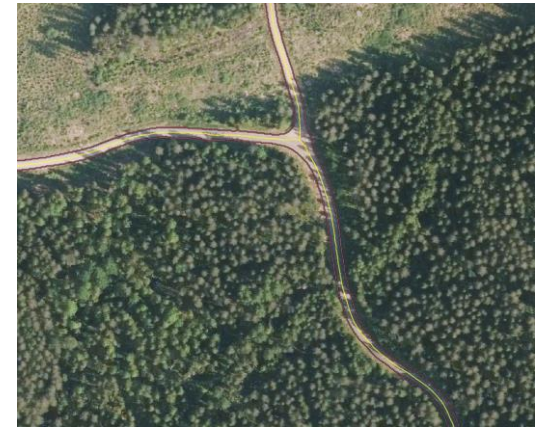
Tietietofoorumi

09.04.2025

Jari Andersin /MML

Yleinen tarve ja sen tavoite lyhyesti

- Taustalla osapuolien tarpeet toiminnan tehostamiselle, asiakastarpeisiin vastaamiselle, laadun parantamiselle jne.
- Tien reunan sijainti ja siitä johdetut ominaisuustiedot tulee tunnistaa ja ylläpitää mahdollisimman automaattisesti valtakunnalliseen kaukokartoitusaineistoon pohjautuen.
- KALLIO2 -tarpeiden tunnistaminen



Pilotin yleisiä tavoitteita ja periaatteita

- Yhteistyöpilottiin osallistuneet: Maanmittauslaitos, Väylävirasto ja Metsäkeskus
- Pilotin aikataulu: Toteutus 2024 aikana
- Selvitettiin sen hetkistä (v. 2024) AI-menetelmän kyvykkyyttä tuottaa mm. tien reunan sijaintia kaukokartoitusaineistoista.
 - Aikaisempia kokemuksia saatu ATMU-projektissa (v. 2021–2022).
 - Pilotissa mukaan otettiin myös lidar-aineistot.
- Ei erityisiä etukäteisvaatimuksia esim. sijaintitarkkuudelle tai kattavuudelle → tutkittiin mm. tuotetun aineiston potentiaalia menetelmän tuottamien tulosten perusteella.

Ensisijaiset pilotin tavoitteet

- **Tien reunan sijainnin määrittäminen ja tunnistaminen (x,y,z)**
 - Vektoriaineisto tuotoksena
 - Eri käyttötapausten tunnistaminen
- **Ominaisuustiedoista leveys ja päällyste**
 - Leveystiedon tunnistettavuus / mallinnus (reunaviiva ja keskilinjaan sidottu leveystieto)
 - Päällystetiedon tunnistettavuus (päällystetty / päällystämätön)
- **Eri tiheyksien keilaus- ja ilmakuvadatan vaikutus lopputulokseen**
 - Lähtöaineistoina ovat KALLIO2 -testialueet (20 pistettä/m² pistepilvi) sekä nykyinen pistetiheys 5 pistettä/m².
 - Vertaillaan lähtöaineistojen pohjalta syntyvät erot eri käyttötapausten kannalta
- **Menetelmän kyvykkyyden tunnistaminen** (mihin käyttötapauksiin tuotettava aineisto kelpaa?)
 - Kattavuus, tarkkuus yms.
- **Keskilinjageometria**
 - Automaattisen muodostamisen mahdollisuudet

Toissijaiset pilotin tavoitteet

(tehdään mahdollisuuksien mukaan)

- **Asfaltin reunan ja ajoratamaalauksen tunnistaminen**
 - Mahdollisesti nousee tärkeämmäksi (mallinnus, opetusaineistojen keräys)
- **Kohtaamispaikka ja Kapea kohta**
 - Leveystietoon kytkeytyvä tieto
- **Kävely- ja pyörätieluokka**
 - Kävely- ja pyörätieluokan kulkuväylän tunnistaminen autoliikenteen ajoradoista.
- **Kääntöpaikka**

Pilotin toteutuksen vaiheet

1. Aikaisemmin ATMU:ssa kehitetyn menetelmän testaaminen ja tulosten analyysi
2. AI- menetelmäkehittäminen
3. Opetusaineiston tuottaminen vuorovaikutteisesti
4. Jatkokehitetyn menetelmän tulokset Heinäveden ja Ristijärven lehdiltä
5. Pistepilvivertailutyö
6. Neuroverkon tuottaman aineiston toimittaminen pilotin osapuolille
7. Menetelmän testaaminen lisäalueille
8. Saatujen tulosten analysointi Väyläviraston, Maanmittauslaitoksen paikkatietotuotannon ja AI-tiimin sekä Suomen metsäkeskuksen näkökulmista.
9. Loppuraportin tuottaminen ja tulosten tarkastelu

AI-menetelmäkehittäminen

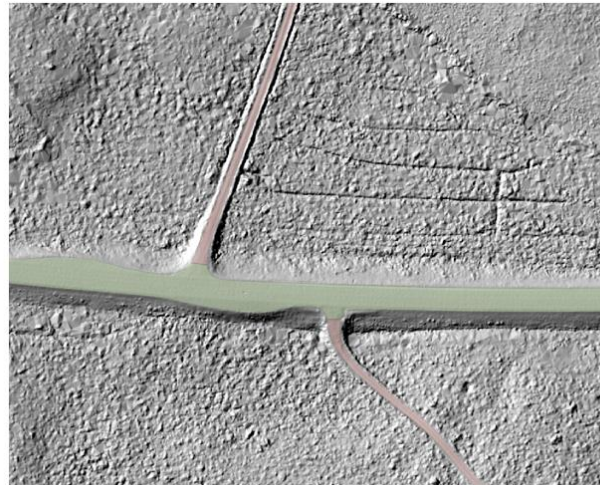
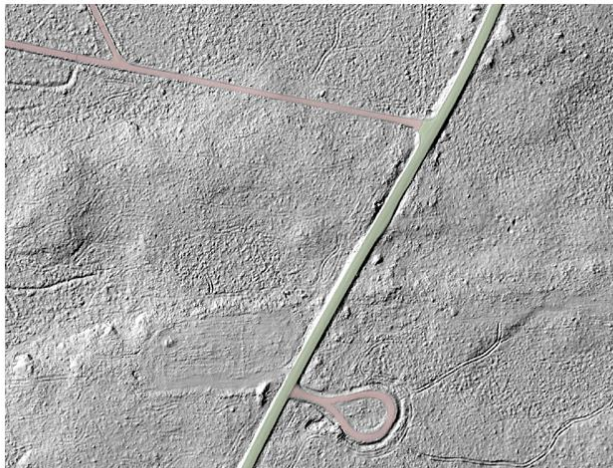
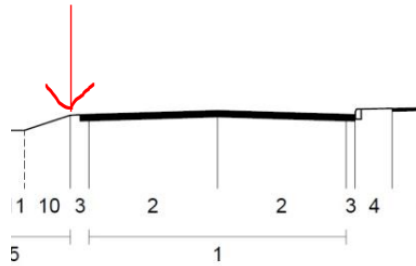
- Nostoja AI-menetelmäkehittämisen vaiheista
 - Projektin aikana ATMU:n RoadVecNet-mallia ja 3D-UNet-mallia testattiin ja kehitettiin eteenpäin
 - Kerättiin lisää koulutusdataa
 - Verrattiin erilaisia LiDAR-pohjaisia aineistoja ja lisättiin niitä RoadVecNet:lle käyttöön
 - Vertailtiin 5p ja 20p -aineiston eroja tiestöntunnistuksessa
 - Kehitettiin menetelmiä tiestön vektorointiin, sekä keskilinjan-, tiestönpintamateriaalin- ja leveyden keräämiseen
 - Uusia koulukseen liittyviä metodeja testattiin (Loss-functions, learning rate schedulers, etc), joilla saatiin parannettua mallin tuloksia. Mallin ennusteita saatiin parannettua myös uusilla jälkikäsittelymetodeilla, kuten joustava kynnysarvo (adaptive thresholding)

Vuorovaikutteisesti tuotettu opetusaineisto

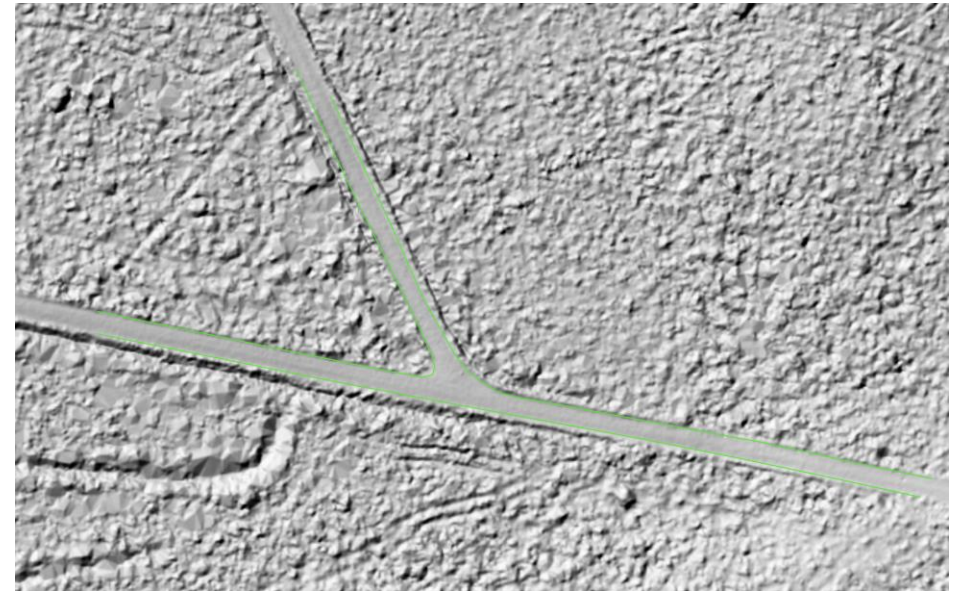
- Opetusaineiston lähtöaineistoina olivat Metsäkaksonen hankkeessa tuotetut lähtöaineistot:
 - Ristijärvi 20 p/m² laseraineisto 12.6 – 21.6.2023 sekä 20 cm ilmakuvat, jotka kerättiin 18.8.2023
 - Heinävesi 20 p/m² laseraineisto 18.6 - 16.7.2023 sekä 30 cm ilmakuvat, jotka kuvattiin 15.6.2023.
- Opetusaineistoa tuotettiin yhteensä yhdeksältä UTM-karttalehtijaon mukaiselta (3 km x 3 km) karttalehdeltä eli yhteensä 81 km² suuruiselta alueelta.
- Opetusaineiston tiedonkeruu tehtiin pääsääntöisesti korkeusmallivisualisointeja (Hillshade ja Slope) tulkitsemalla ja tukena hyödynnettiin RGB-tosiortokuvia.
- Valittujen karttalehtien alueelta tuotettiin opetusaineisto kahteen eri luokkaan polygoneina. Luokat olivat:
 - Päällystetty_piennar
 - Päällystämätön tienreuna

Vuorovaikutteisesti tuotettu opetusaineisto

Päällystetty_piennar -luokkaan muodostettiin polygoni päällystettyjen/asfaltoitujen teiden tiealueelle, jossa rajausta tehtiin pientareen yläreunan taitekohtaan. Liittymien kohdalla rajausta muodostettiin asfaltin reunan.



Päällystämätön_tienreuna -luokkaan muodostettiin polygoni hiekkateiden ajoradan alueelle, jossa rajausta tehtiin ns. tasaisen ajoradan alueen reunan.



Menetelmällä tuotetut aineistot

- Tiestön ennuste
 - Neuroverkon tuottama ennuste tiestöstä
 - 0-255 arvoilla kuinka todennäköisesti tietä siinä pikselin kohdalla
- Tiestön pinta
 - Thresholdattu ennuste
 - $[0, 1]$ pikselin kohdalla on tai ei ole tietä
- Tiestön keskiviiva
 - Skeletonize –algoritmillä tuotettu keskiviiva tienpinnasta
- Vektoroitu tiestö
 - Sisältää leveyden

Tiestön ennuste



Tiestön pinta



Tiestön keskiviiva



Vektoroitu tiestö



Nostoja pilotin havainnoista

- Tien keskilinjageometrian ja tien reunan sijainnin näkökulmista pilotin tulos näyttää käyttökelpoiselta ja menetelmäkehittämistä kannattaa tämän perusteella jatkaa.
- Tuotetuista aineistoista tiestön pinta-aineisto (pikselissä tieto onko tietä vai ei) oli tässä vaiheessa käyttökelpoinen aineisto tulosten tarkastelussa.
- Pilotin tulokset koetaan onnistuneiksi.
- Leveystiedon vastaavuus hyvä, suurimmat poikkeamat risteysalueilla.
- Sopii tässä vaiheessa erityisesti erillisaineistona validointi- ja asiantuntijakäyttöön.
- Aineisto on lupaava myös kuntoarvion tekoon.
- LiDAR-pohjaiset kuvat ovat olleet hyödyllisiä tiestön tunnistuksessa, erityisesti pienempien teiden löytämisessä puuston ja varjojen alta.
- Malli tunnistaa tiestöä jo melko hyvin, mutta tarkkuutta voidaan edelleen parantaa mm. keräämällä lisää tarkkaa koulutusdataa.
- Tarkempi ymmärrys käytettävyydestä vaatii laajempia testiaineistoja ja jatkoanalyysiä aineiston käyttökelpoisuudesta.
- Ei täytä rekisteritiedon laatukriteerejä ilman jatkokäsittelyä.
- Metsäautoteiden leveyden määrittämisen haasteet liittyvät mm. kasvillisuuteen tien sisäluiskissa sekä tien reunapalteeeseen.
- Osaa tuotetusta tiedosta ei ole mallinnettu nykyisiin tietomalleihin. Jos lisää aineisto halutaan myös mallintaa yhteensopivaksi nykyisiin tietomalleihin, niin tämä vaatii huomattavan paljon lisätyötä olemassa oleviin tietojärjestelmiin.

Jatkotoimenpiteitä

- Maanmittauslaitos, Väylävirasto ja Metsäkeskus päättivät jatkaa yhteistyöpilottia 2025.
- Alustavia toimenpiteitä v. 2025 ovat:
 - Laajempien aineistojen tuottaminen 2024 luodulla menetelmällä (huomioidaan erityyppisiä alueita).
 - Huomioidaan tapahtunut teknologiakehitys. Testaus nykyisellä koulutusdatalla ennen isojen alueiden tuottamista.
 - Ilmakuvapistepilven testaus ja soveltuvuus
 - AI-menetelmäkehitys havaintojen perusteella?
 - Koko maan kattavan aineiston tuottaminen 5 p-aineiston pohjalta saatujen kokemuksien perusteella tulevaisuudessa?

Tunnetemme Maan – turvaamme tulevaisuutta

