

Take me home country road – kohti dynaamista kuntotietoa

Luke : Kari Väätäinen, Perttu Anttila, Matti
Savinainen, Joel Kostensalo, Ville Lumberg, Antti-
Jussi Kieloaho

UEF: Timo Tokola, Heikki Solonen, Ville Karjalainen,
Kalle Kärhä, Tomi Karjalainen, Mikael Grabow



Kuva: Kari Väätäinen

Lähtökohta hankkeelle

- Metsäteiden tila heikkenee, ja teillä liikkuu aiempaa raskaampaa ajoneuvoa
- Puuhuollon kustannusten hallinta, operaatioiden tehokas ohjaus ja ajoitus
→ kustannus- ja resurssitehokkuus
- Tien kunnossapidon kohdennus → resurssi- ja materiaalitehokkuus
- Uudet tietolähteet, tietojen yhdistäminen ja älykkäät digitaaliset menetelmät → kuljetuskelpoisuuden ennustaminen.



Kuva: Kari Väätäinen

Sisällys

- Metsäautotienkäyttäjien hiljainen tieto -haastattelututkimus
- Kaukokartoituksella uutta tietoa metsäteiden kunnosta
- Metsäteiden pitkäaikaisseurantakohteet
- Metsätie-hub – metsäteiden digitaalinen kaksonen
- Kantavuuden dynaamisen mallinnuksen ensitestit
- Tieaineiston kommentointisovelluksen demonstraatiot
- Kuljetuskelpoisuustiedon visio ja tiekarttatyö



Kuva: Kari Väätäinen

Metsäautotienkäyttäjien hiljainen tieto -haastattelututkimus



Metsäautoteiden kunnon merkitys, tunnistaminen ja vaikutukset yritystoimintaan puutavaran autokuljetuksessa

Heikki Solonen

Metsätieteen Pro Gradu-tutkielma

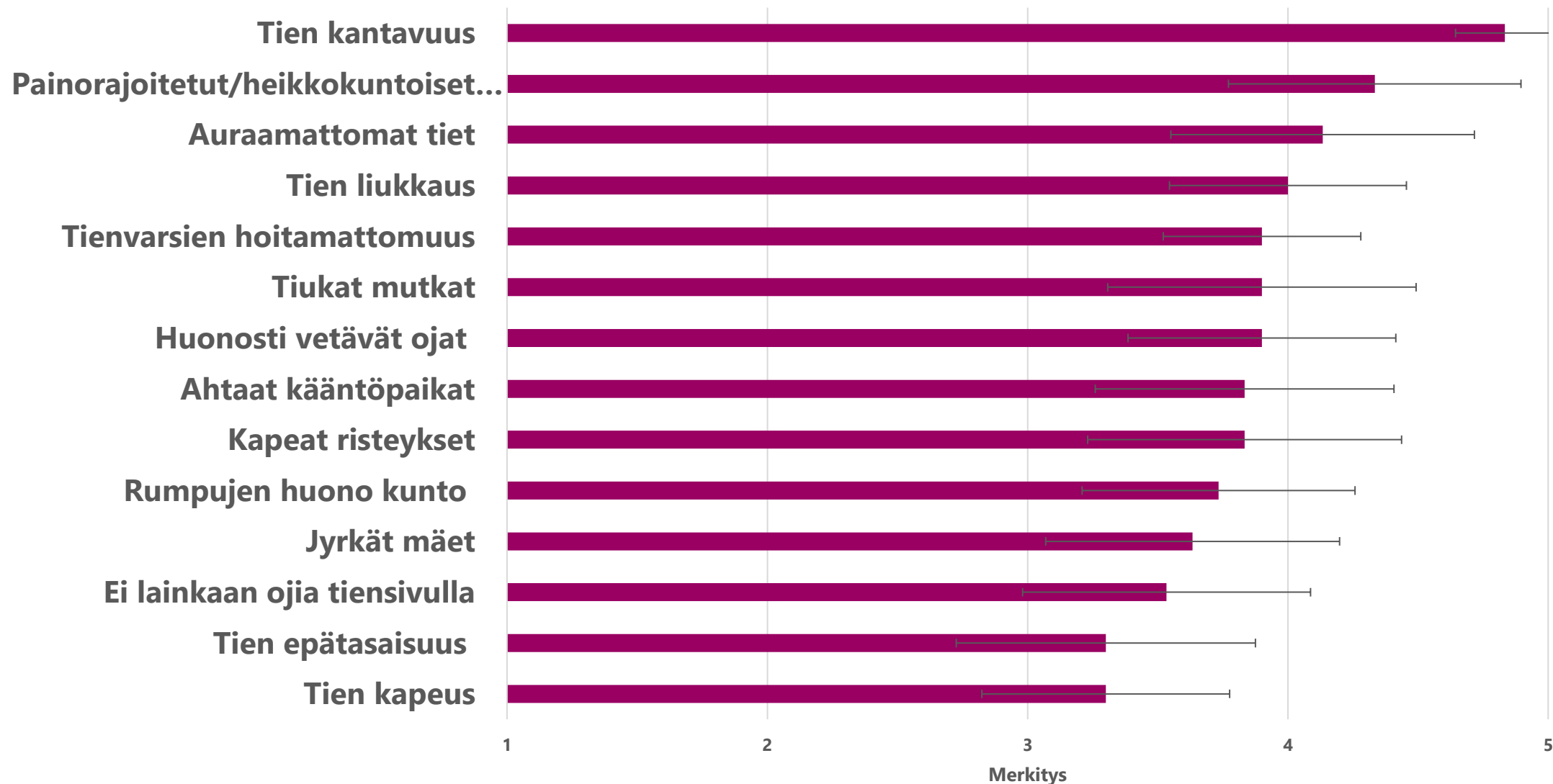


Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

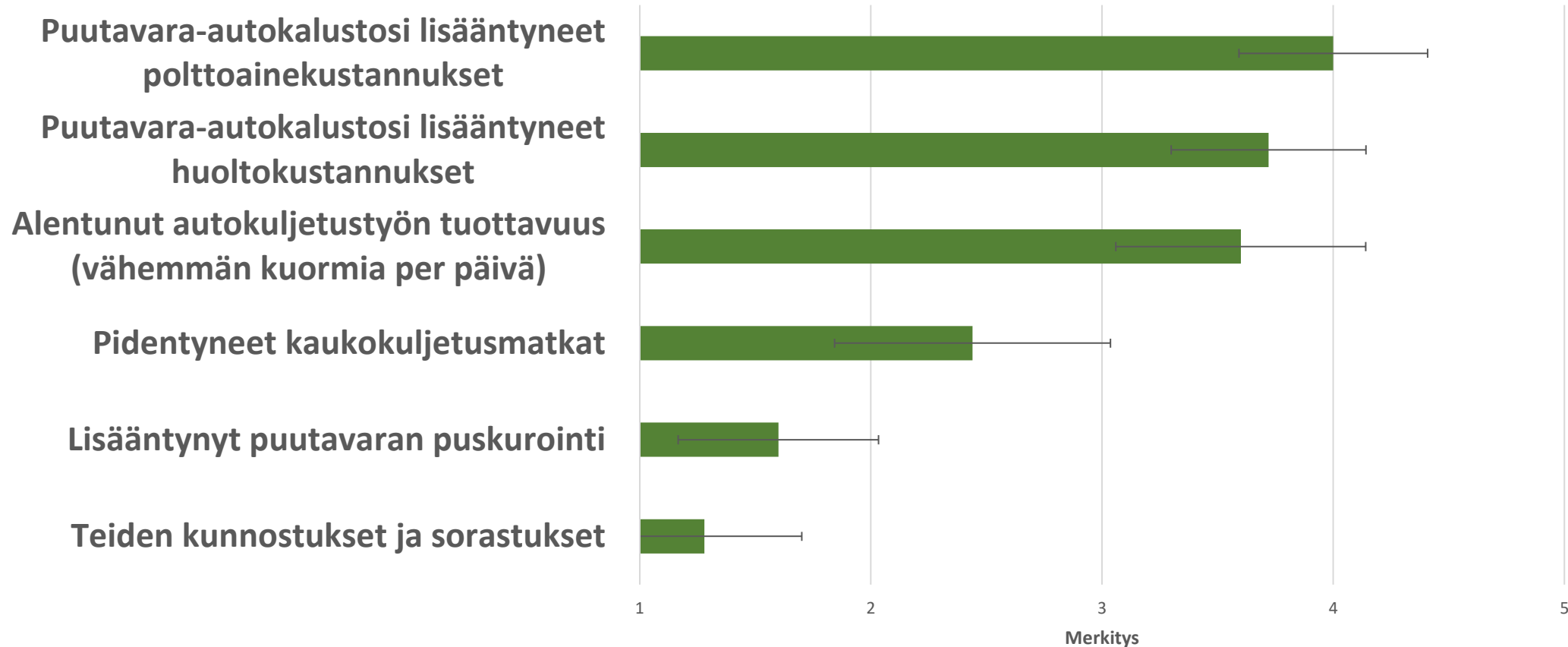
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Pohjois-Karjalan
MAAKUNTALIITTO



Haastateltujen mielestä eniten tien liikennöintiä rajoittavat tekijät sorateillä. Käytetty asteikko: 1=Ei lainkaan merkitystä, ..., 5=Erittäin suuri merkitys.



Haastateltujen näkemykset, minkälaisia lisäkustannuksia huonokuntoinen tiestö aiheuttaa heidän yrityksessään. Käytetty asteikko: 1= Ei lainkaan vaikutusta, ..., 5= Erittäin suuri vaikutus.

Kaukokartoituksella uutta tietoa metsäteiden kunnosta



Kaukokartoituksella uutta tietoa metsäteiden kunnosta

- Hankkeessa kerättiin tien laatua kuvaava aineisto sekä kehitettiin laskentamalleja mm. tien leveydelle sekä kantavuudelle.
- Tavoitteena oli pääosin laserkeilausaineistoon (5p/m^2) perustuva ja käytäntöön soveltuva menetelmä, jota voitaisiin kalibroida paikallisesti kohtuullisilla maastokäynneillä.

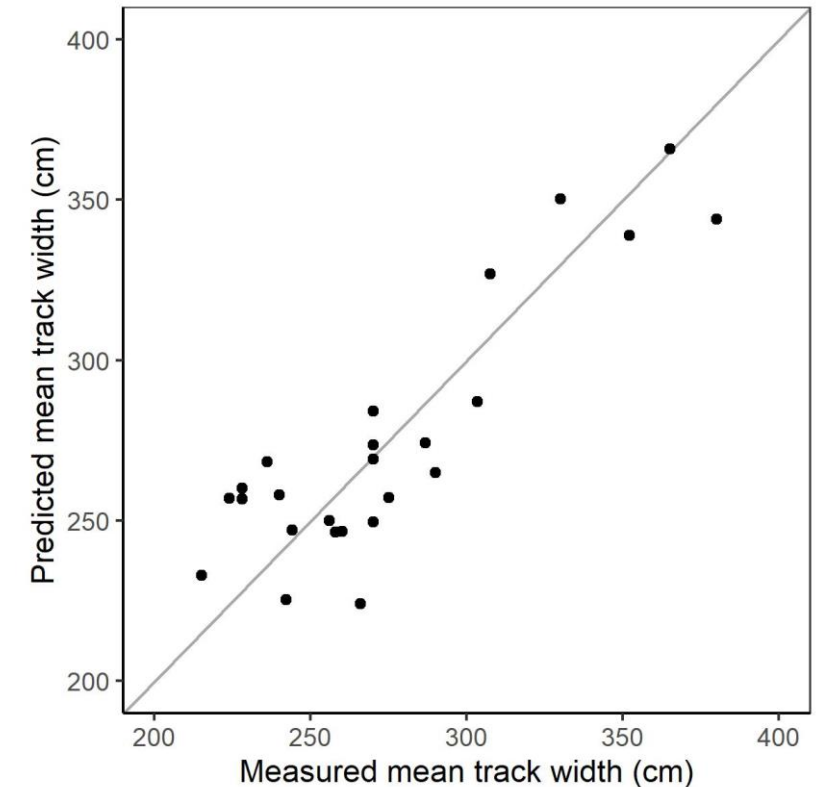
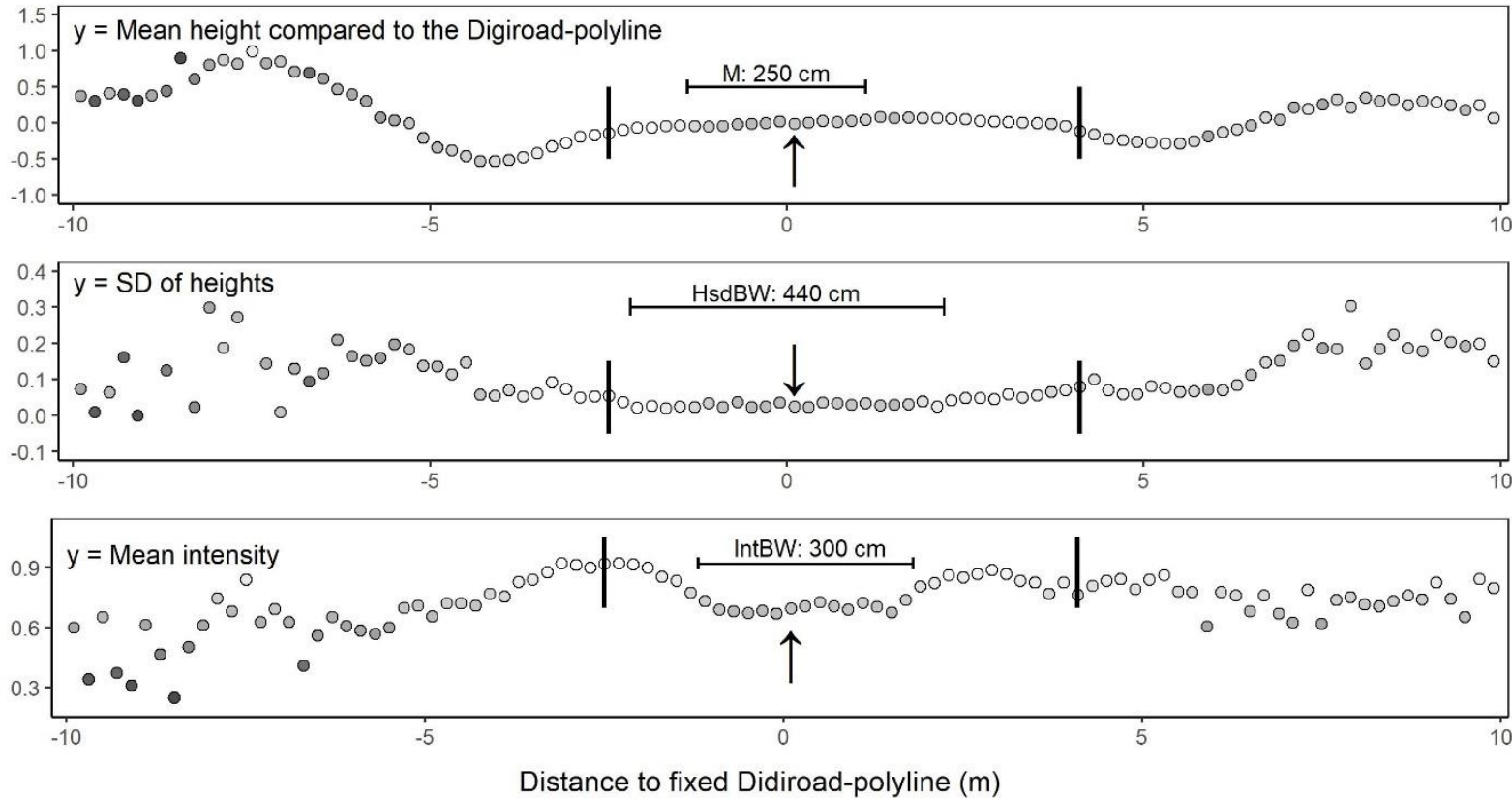




Karjalainen, T. – Tiesegmenttien leveyden tarkastelua laserkeilausaineistolla (5p/m²)

Mallit selitti 41-82 % selitettävän muuttujan vaihtelusta

Road ID: 5 / Plot ID 5.1 / 8-m segment ID: 697 / Total 1239 echoes

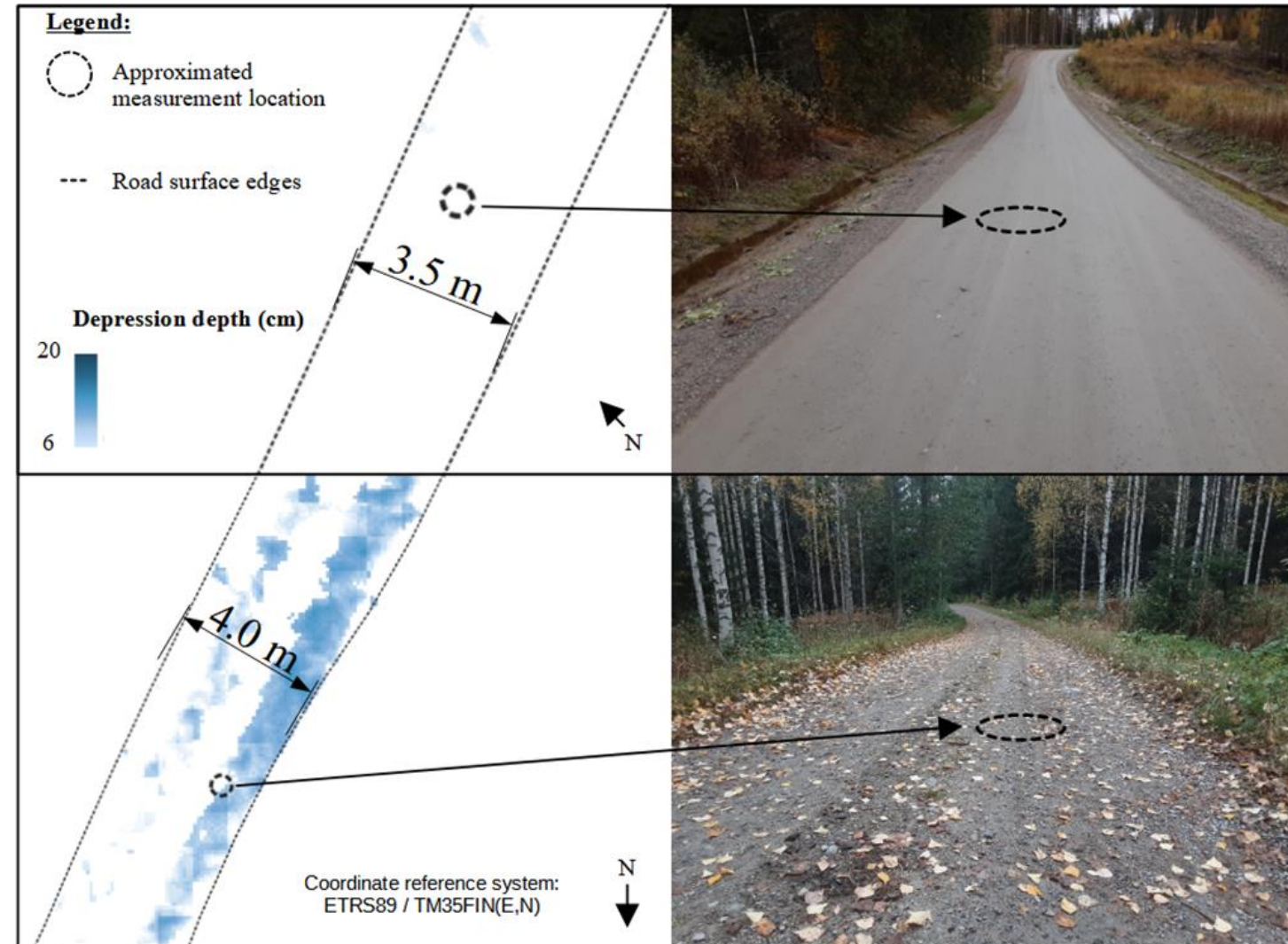


Measured vs. predicted mean track widths (cm) for the Set B. The predicted values are after leave-one-out cross-validation.



Grabow, M. – Urapainumien ennustaminen laserkeilausaineistolla

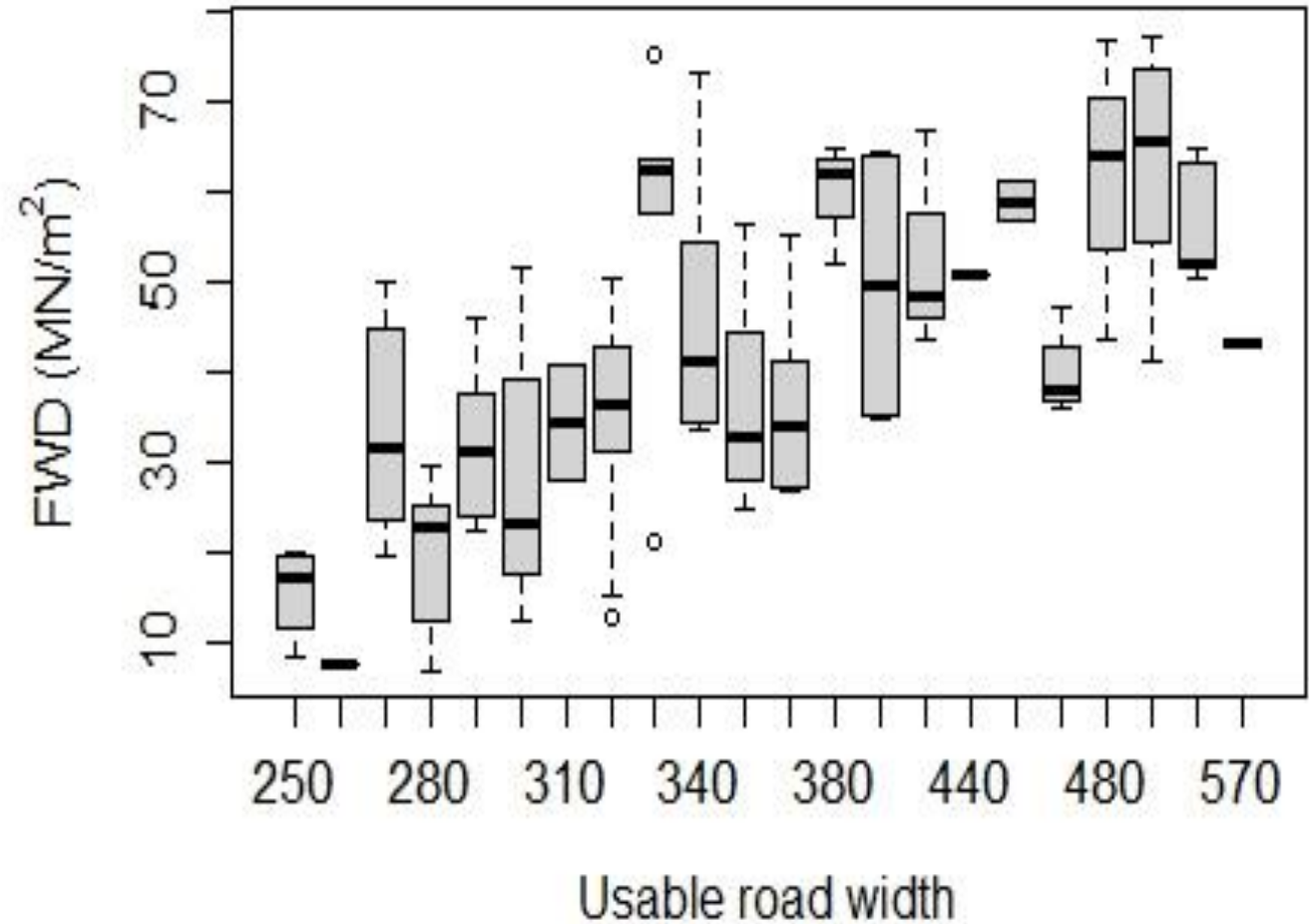
- Menetelmällä saavutettiin painaumien syvyyksien ennustamisen tarkkuudet: R^2 0.47 ja RMSE 2.5cm.





Karjalainen, V. – Tien kantavuuden ja kuljetuskelpoisuuden ennustaminen

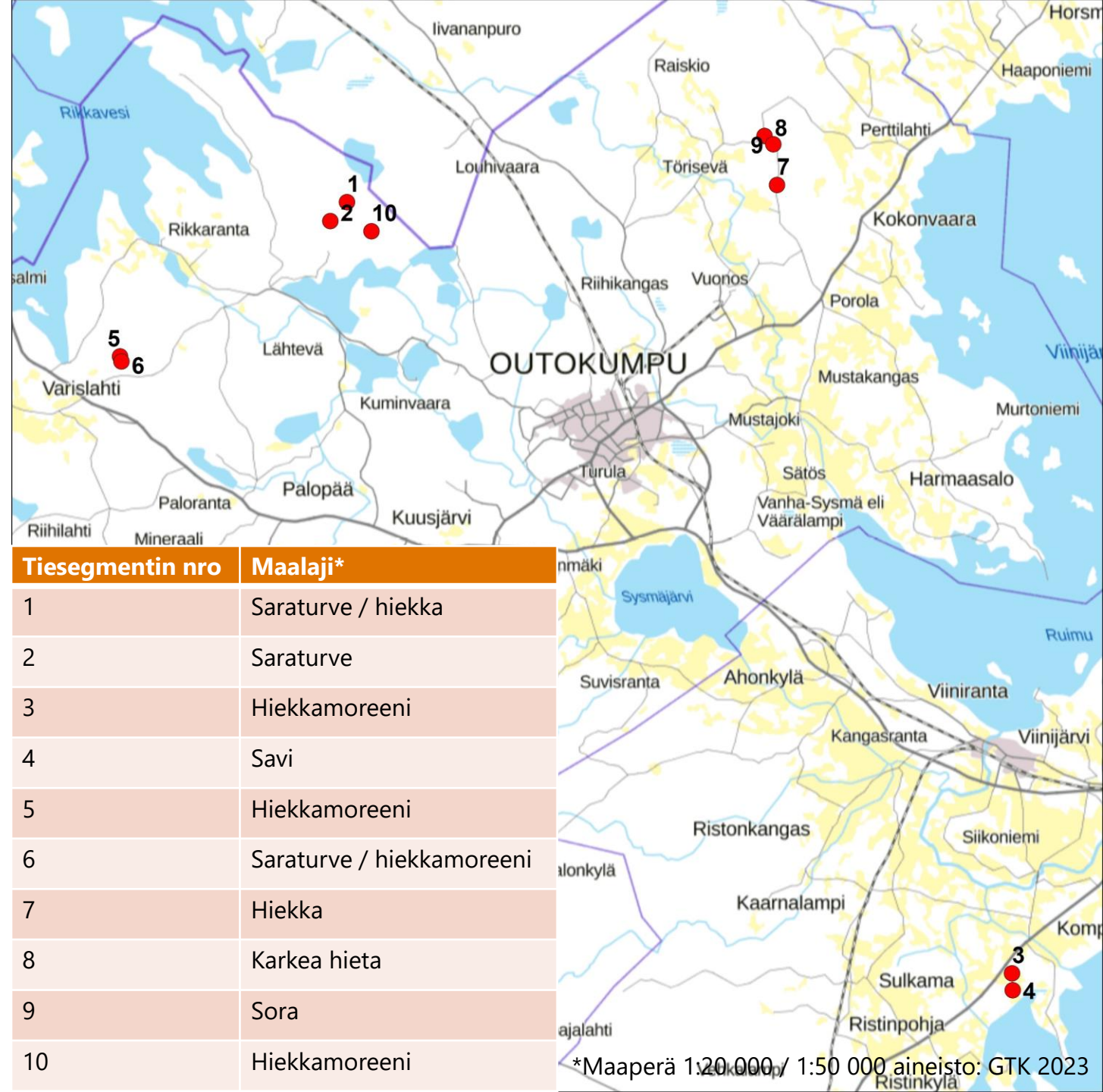
- Ennustajina käytettiin mitattuja tien ominaisuuksia, jotka pystyttäisiin mahdollisesti myös saamaan selville laserkeilausaineiston avulla. Lisäksi mukana oli muutamia avoimia-aineistoja, jotka kuvastavat ympäröivän maaston ominaisuuksia.
- Merkittävimmäksi muuttujaksi malleissa nousi 'käytettävä tienpinnan leveys'
- Malleilla saavutettiin tulokseksi R^2 0.34 ja RMSE% 35,3



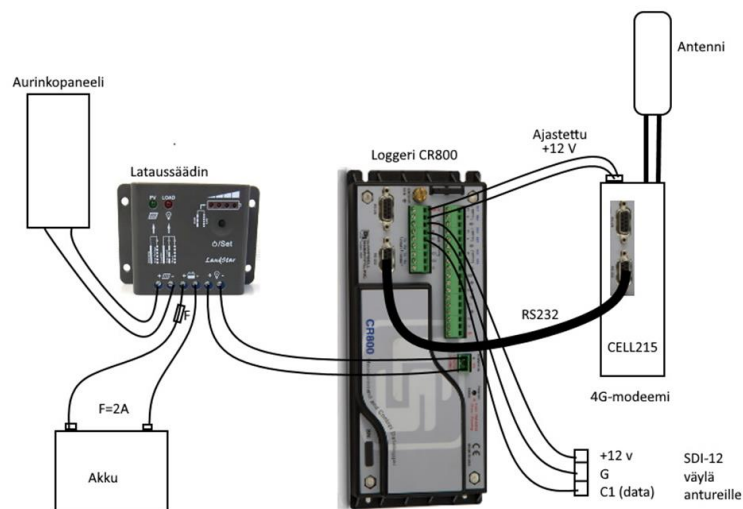
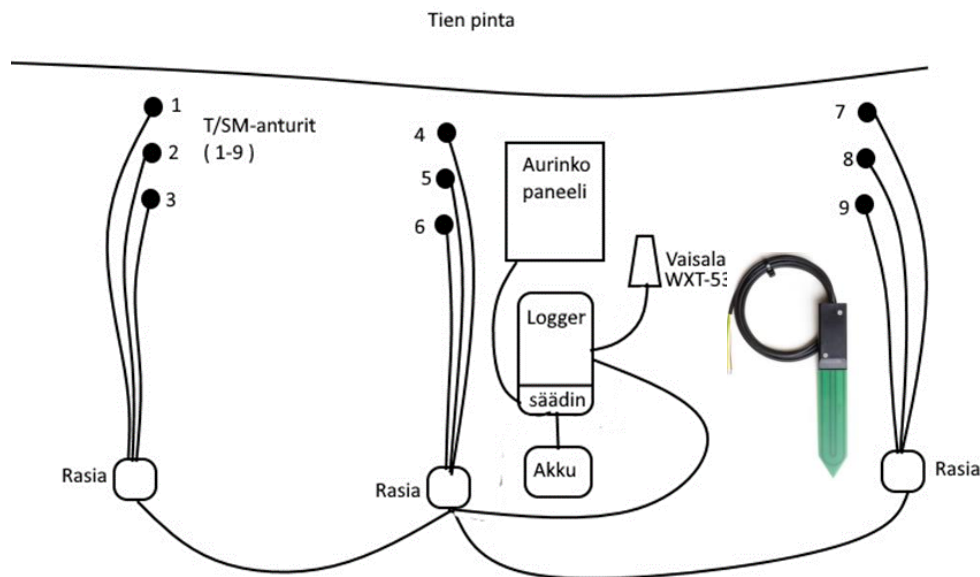
Metsäteiden pitkäaikaissurantakohteet

Tiesääsemaverkosto

- Yhteensä 10 tiesegmenttiä valittu
- Pyritty valitsemaan eri tyyppisiä metsäteitä pohjamaan, topografian ja kunnostustilanteen suhteen
- Kohteet valittu läheltä Joensuuta, jolloin kantavuusmittauksia on mahdollista tehdä usein ja lyhyellä varoitusaajalla
- Tiekohteilla omistajien hyväksyntä
- Kahden ja kolmen tiesegmentin rypäitä – yksi sääasema / ryväs

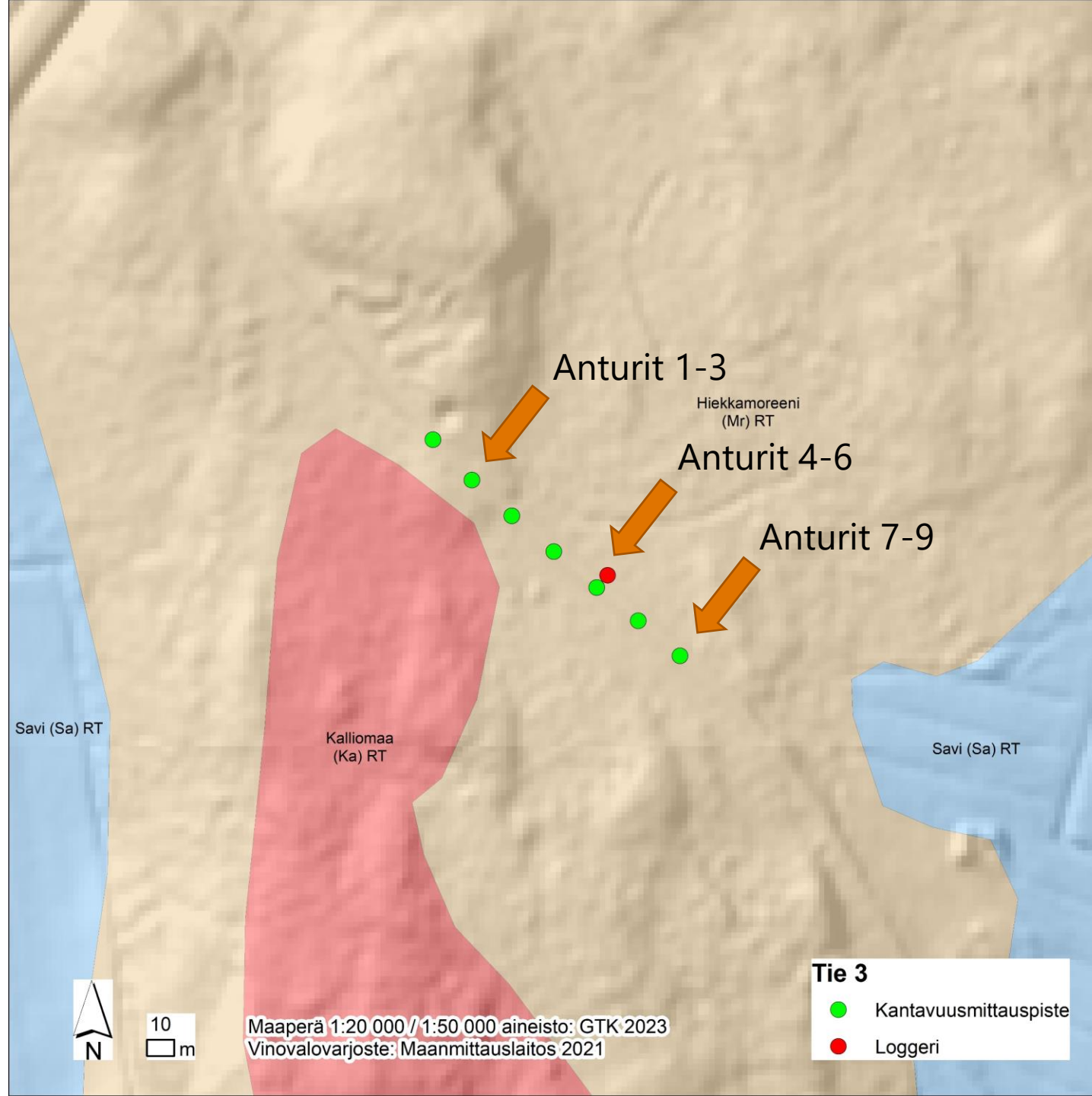


Automaattiset tiesääasemat



- Maa-antureilla tiekosteudet ja lämpötilat 1h välein
- Sääasematiedot 1h välein
- Tieprofiili, maaperäskannaus, maanäyte, kantavuus, urautuminen





Metsätie-hub – metsäteiden digitaalinen kaksonen

Metsätie-hub

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying `countryroads.luke.fi/dashboard`. The browser's top navigation bar includes icons for back, forward, refresh, and home, along with a search bar. Below the address bar, a row of application shortcuts is visible: Lukenet Apps, Calendar, Lukenet, App Center, Luke, MT MT, Uusiteknologia, and Sää Joensuu.

The main content area features a dark red header with the text "Luke - Metsätiehub". Below this header is a horizontal navigation menu with links for "About", "Road 3", "Road 4", "Road 5", "Road 6", "Road 7", "Road 8", "Road 9", and "Road 10". The "About" link is currently selected.

The "About" section is titled "Country Roads" and contains the following text:

Displayed here is data for the project for monitoring forest road conditions.

Each of the road segments has three measurement locations, with sensors at 20 cm, 50 cm and 80 cm below the road surface. Some segments additionally have a meteorological measurement station.

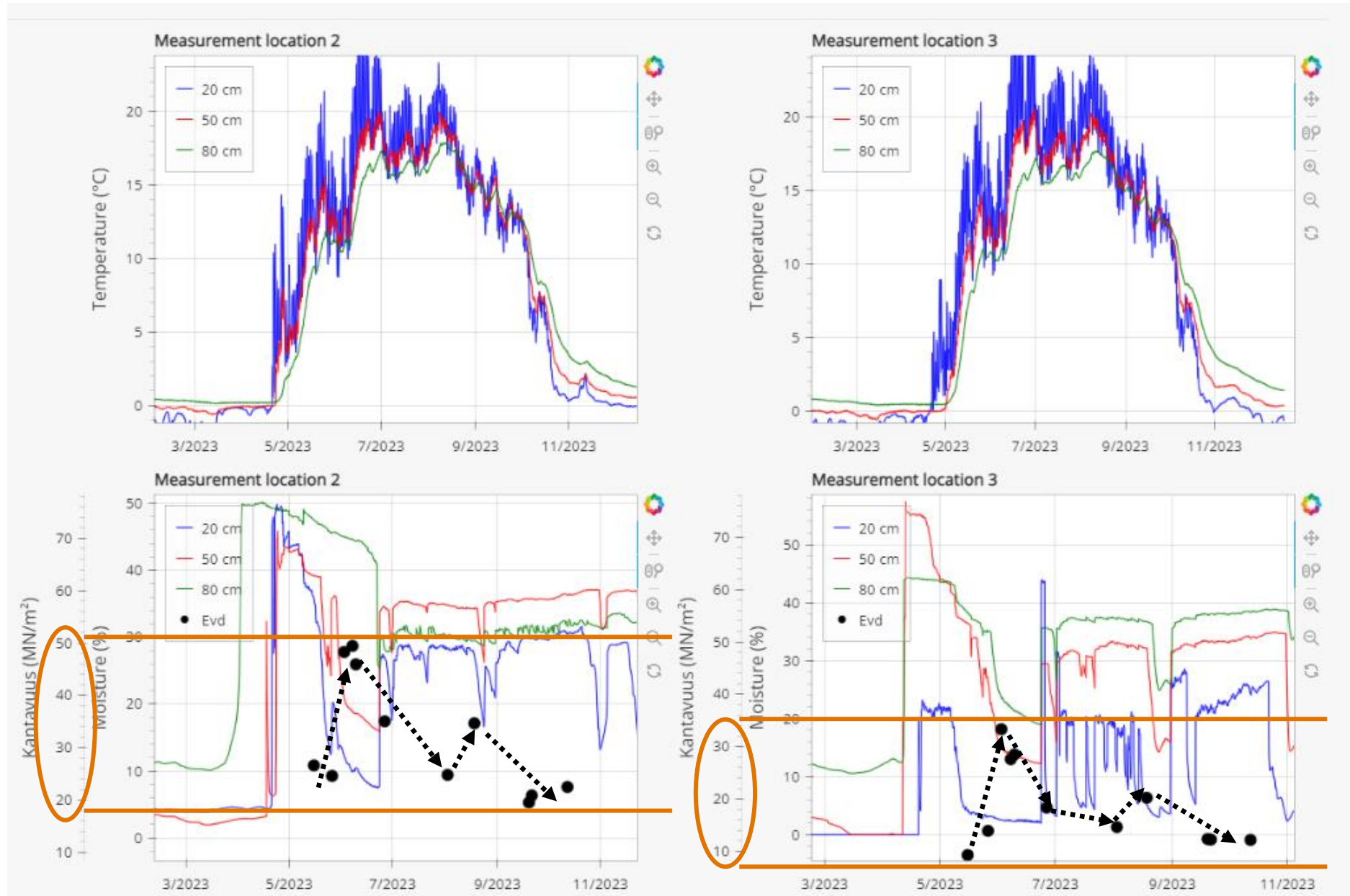
To the right of the text is a map of a forested area. The map shows several green road segments and several green location pins. The map includes a zoom control in the top left corner with "+" and "-" buttons. The map is labeled with "Outokumpu" and "Vainjärvi". The bottom right corner of the map displays the text "Leaflet | Data by © OpenStreetMap, under ODbL".

<https://countryroads.luke.fi/dashboard>

Metsätie-hub

Tie 4

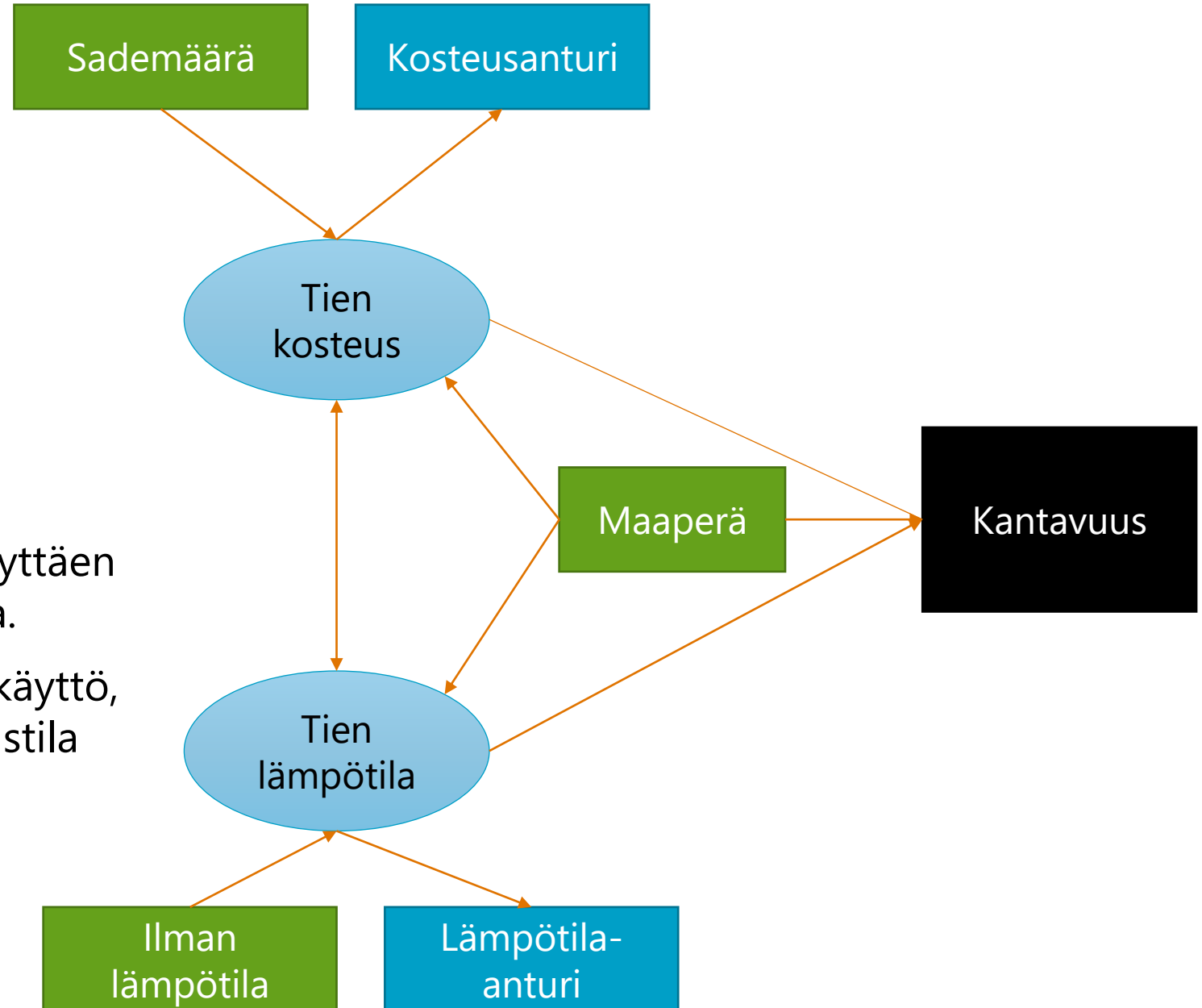
- Lämpötilan ja kosteuden muutokset tien kohdissa kolmella syvyydellä (20, 50 ja 80 cm)



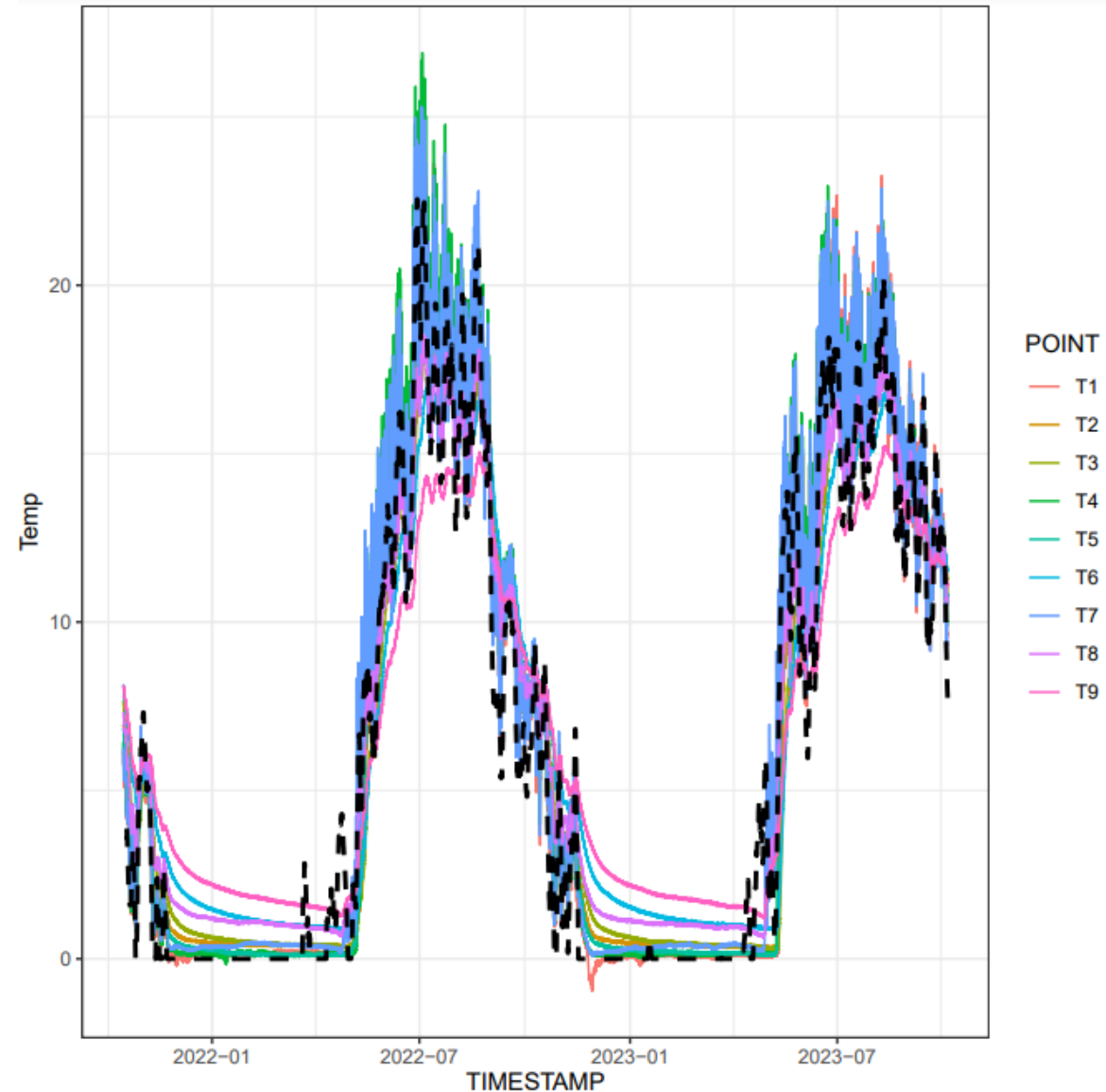
Kantavuuden dynaamisen mallinnuksen ensitestit

Mallinnuksen tavoitteet

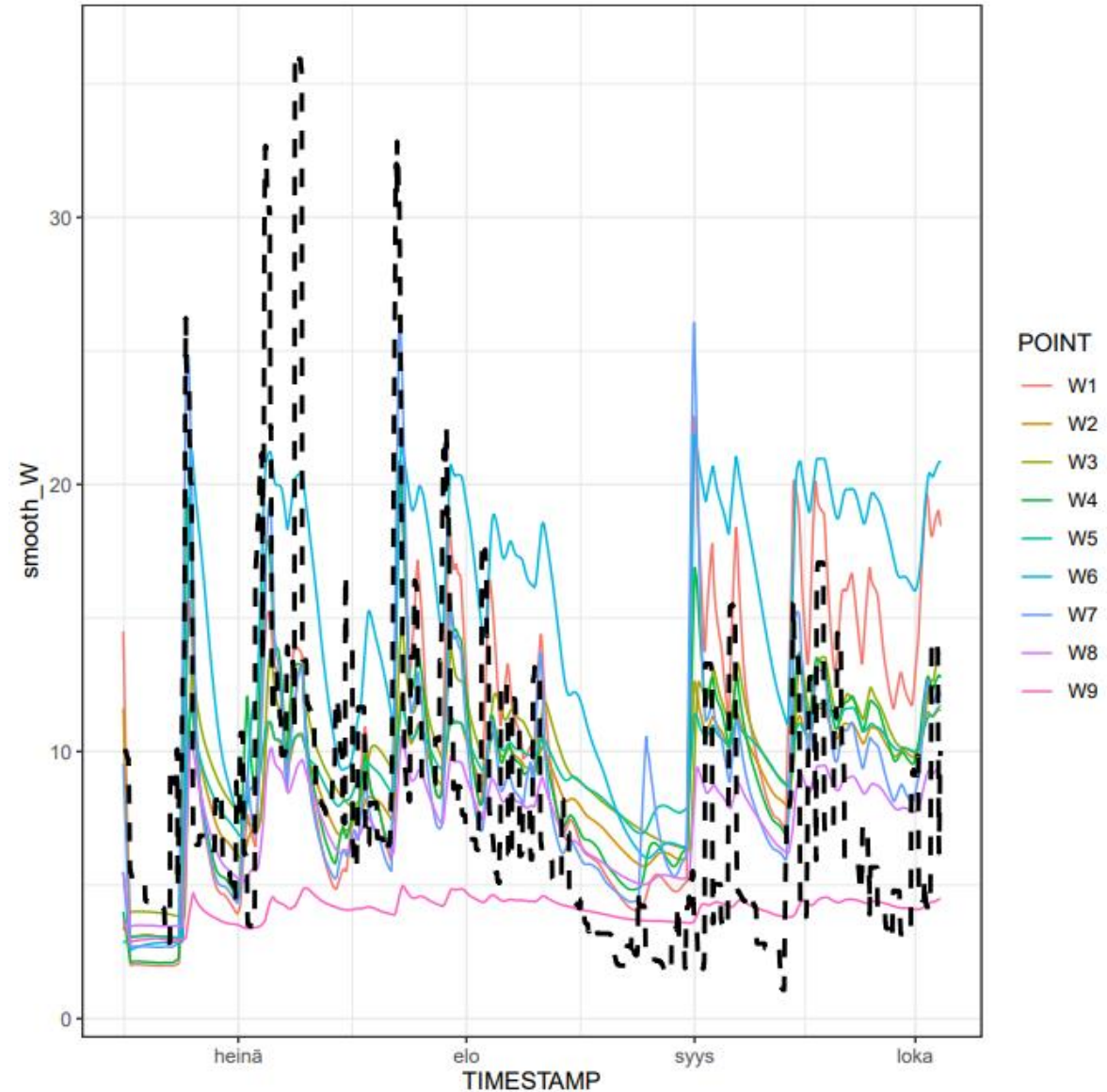
- Tavoitteena dynaaminen (esim. tunneittain) päivittyvä malli tien kantavuudelle.
- Tavoite 1: yhdistää tien kosteus ja lämpötila ilman lämpötilaan ja kosteuteen.
- Tavoite 2: mallintaa kantavuutta käyttäen ilmatieteenlaitoksen ja GTK:n dataa.
- Jatkokehitykseen: muun aineiston käyttö, esim. tien profiili, kuntoarviot, ojitustila yms.



**Tien lämpötila saadaan
ilman lämpötilasta
sopivalla tasoituksella
(72 h) ja rajoituksilla
($T > 0$)**

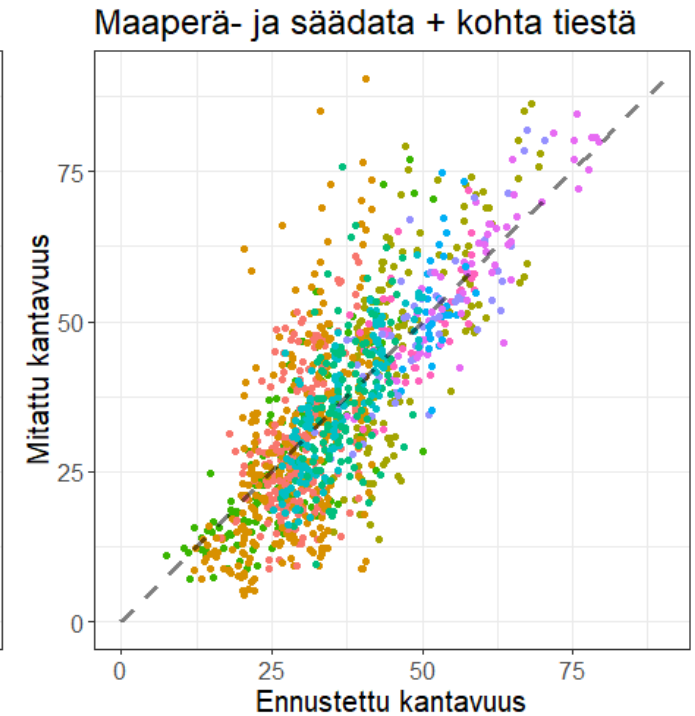
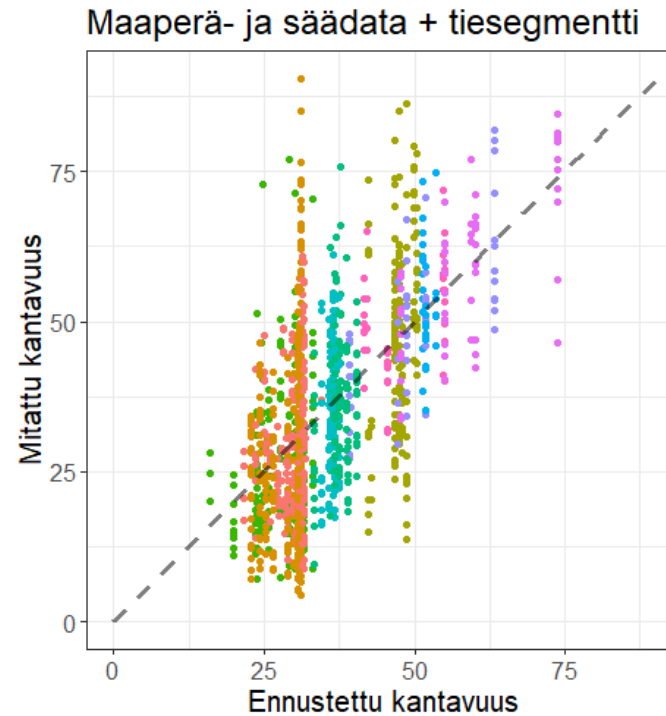
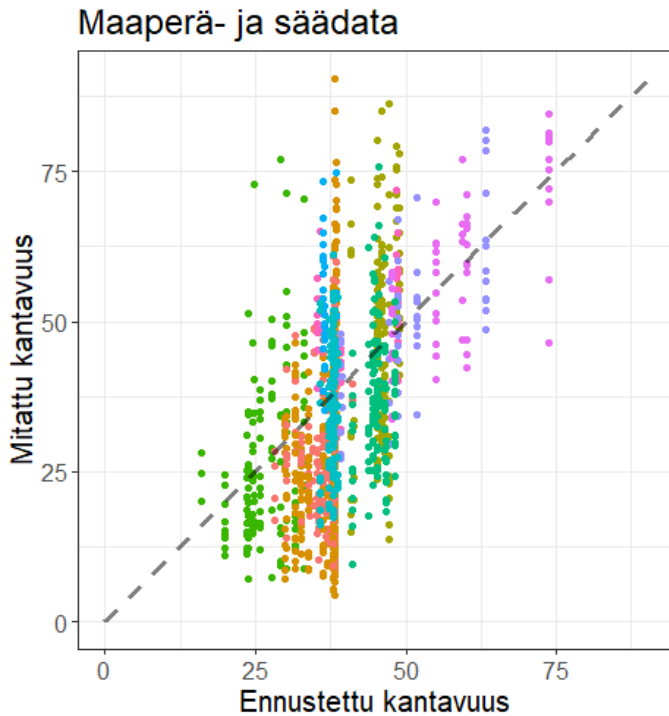


**Kosteus on haastavampi,
mutta viimeisen 48 h
sademäärä näyttää
antavan oikeansuuntaisia
tuloksia.**



Sensoridata ja kantavuus

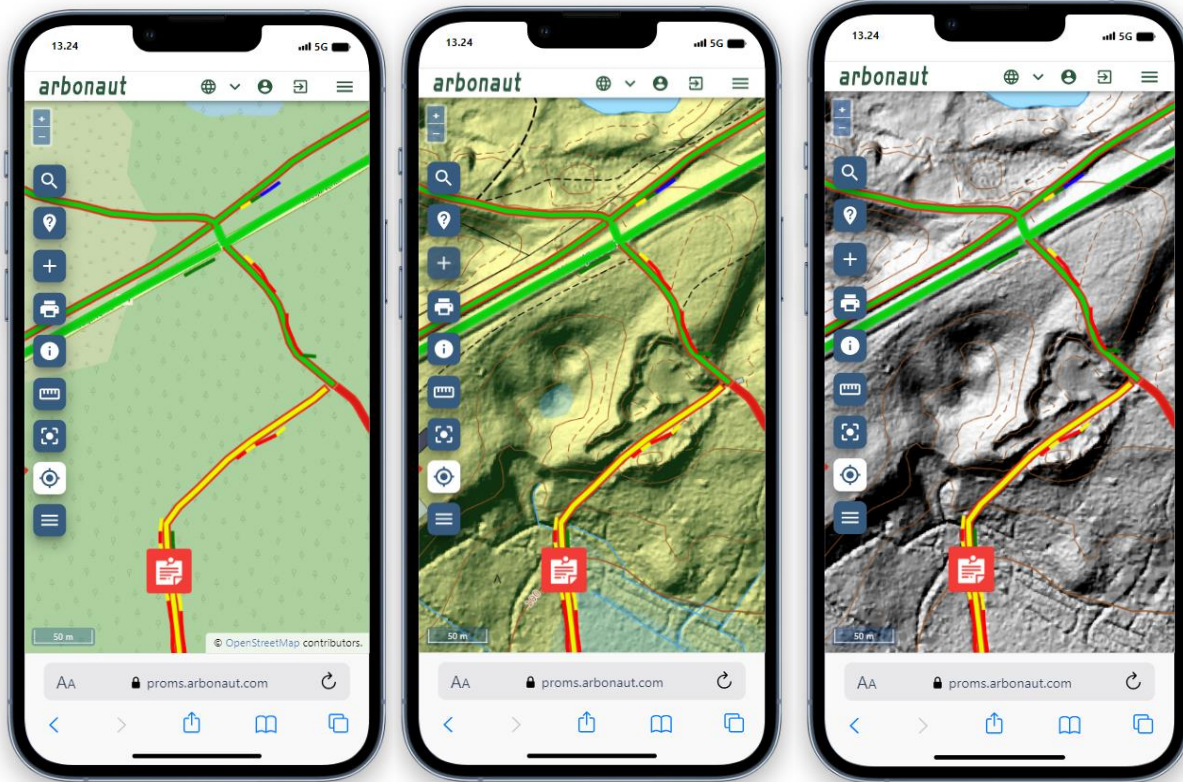
- Lämpötila ja kosteus yksinään selittävät 22 % vaihtelusta.
- Paikan satunnaisvaikutus (sensorin sijainti) mukana malli selittää 63 % vaihtelusta.



Tieaineiston kommentointisovellus



Tieaineiston kommentointisovellus



Tieaineiston esittäminen ja havaintojen tallennus:

- Tien kuntoa liikennevalovärein
- Tien leveys ja ojat (syvyys)
- Tien pientareet ja kasvillisuus
- Tallennetut merkinnät näkyvät kartalla

Kuljetuskelpoisuustiedon visio ja tiekarttatyö

Visio- ja tiekarttatyön tavoitteet

Päätavoite

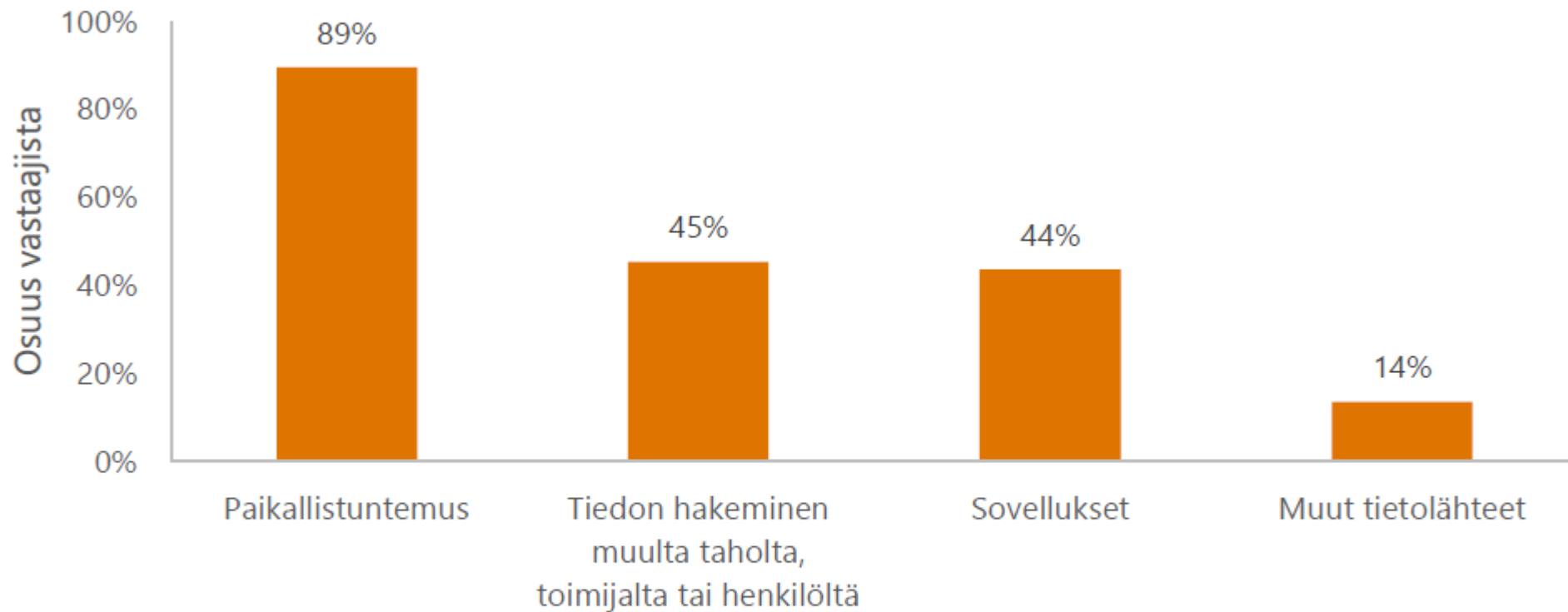
- Luoda visio ja tiekartta metsäteiden kuljetuskelpoisuustiedon ja -ennusteen luomiseksi vuoteen 2030 mennessä

Osatavoite

- Osoittaa tien käyttäjien ja hyödynsaajien näkemys tietiedon nykytilasta ja tietotarpeista
 - Tiedon tarkkuus, tietopalvelus sisältö, palvelun ylläpito, kehittäminen ja tiedon avoimuus



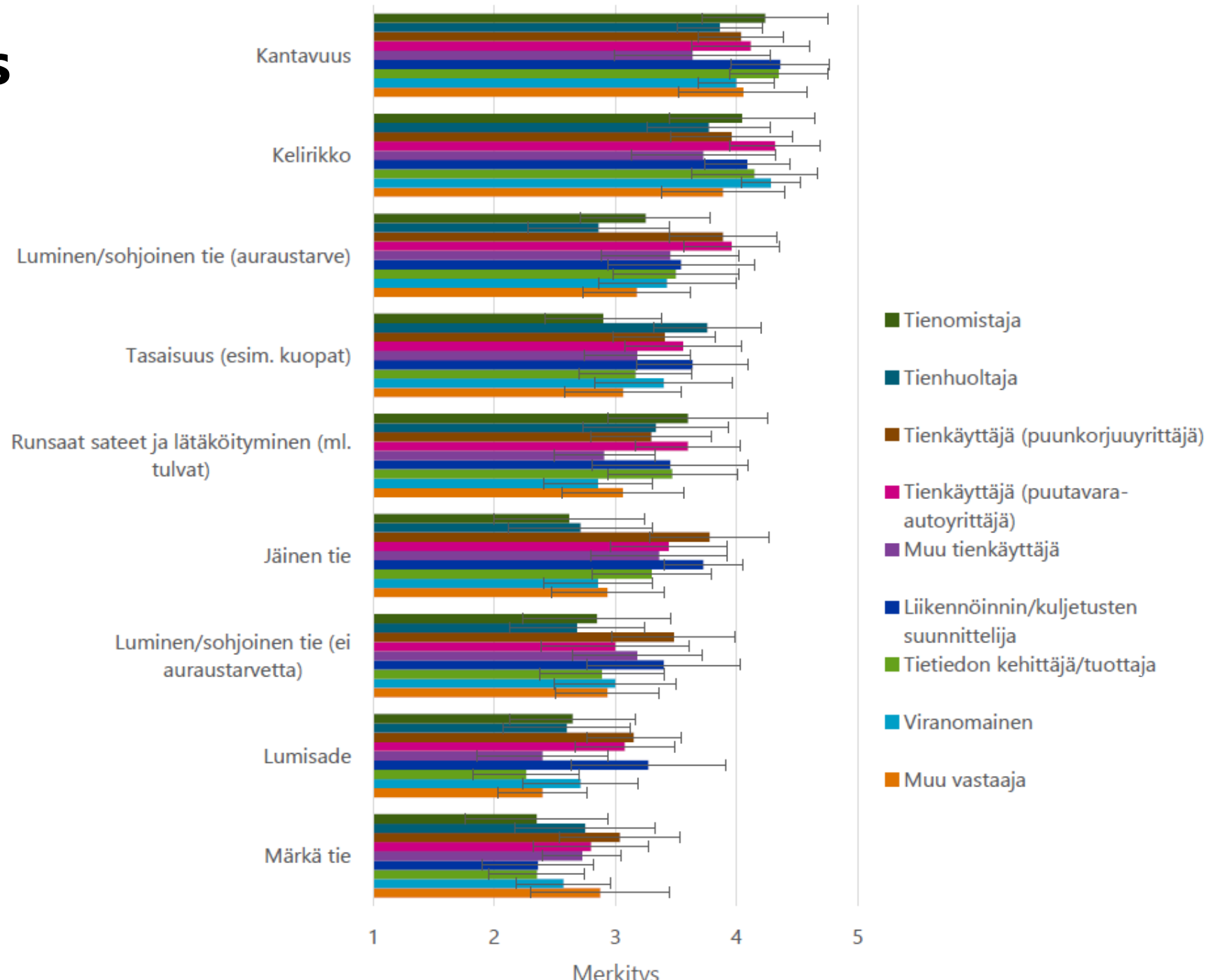
Kyselytutkimus - nykytila



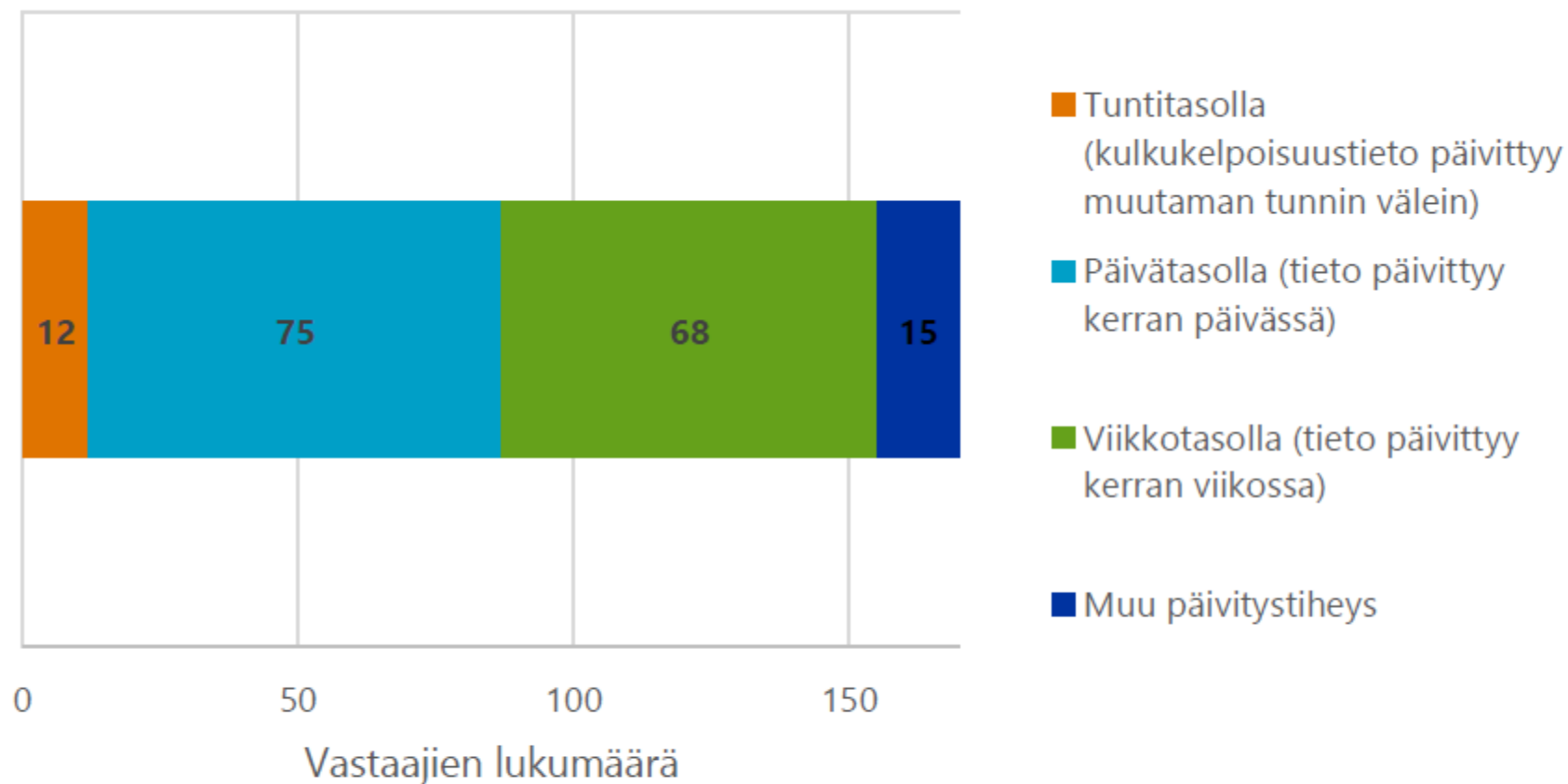
Kuva 2. Vastaajien käyttämät metsätietiedon tietolähteet osuutena koko vastaajamäärästä (n=170).

Kyselytutkimus

Vastaajien näkemykset
**eniten kehitystä
vaativista
muuttuvista eli
dynaamisista
metsätietiedon
tietolajeista.** Käytetty
asteikko: 1=Erittäin
vähän, ..., 5=Erittäin
paljon



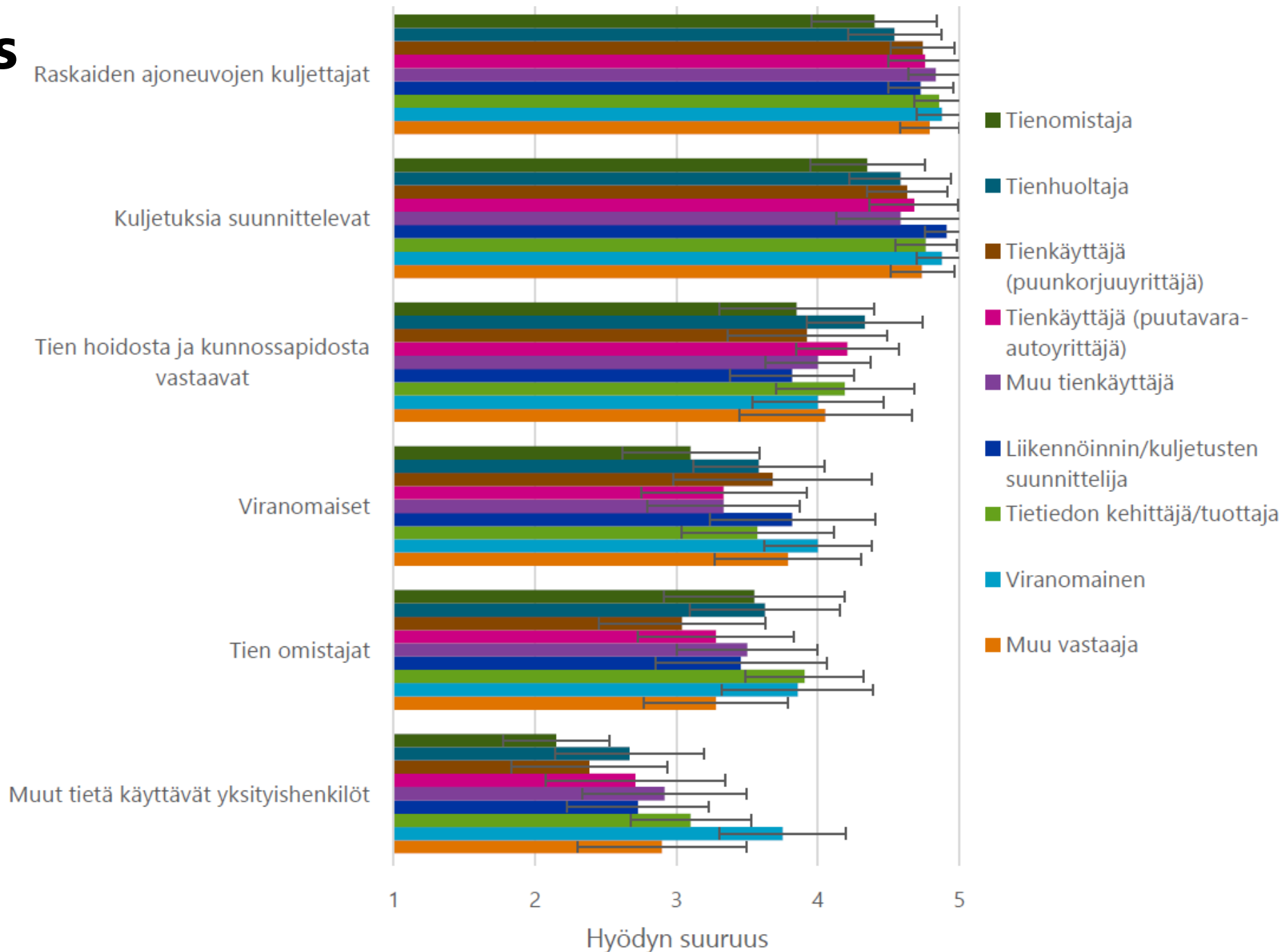
Kyselytutkimus – näkemykset aikatarkkuudesta



Kuva 8. Vastaajien näkemykset, kuinka aikatarkkaa metsäteihin liittyvän kulkukelpoisuustiedon tulisi olla. Kukin vastaaja sai valita vain yhden, kuvaavimman vaihtoehdon.

Kyselytutkimus

Vastaajien näkemykset siitä, **kuka hyötyisi eniten tarkemmasta metsätietiedosta.**
Käytetty asteikko: 1=ei lainkaan hyötyä, ..., 5=erittäin paljon hyötyä.



Metsäteiden kuljetuskelpoisuustiedon visio 2030

- Tavoitetilana on, että vuonna 2030 Suomessa metsäteiden reaaliaikaista kuljetuskelpoisuutta kuvaavaa tietoa tuotetaan kattavasti ja jatkuvasti, ja tieto on käyttökelpoisessa muodossa ja saavutettavissa
- Julkaistaan kevään aikana 2024



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus XX/2024

Metsäteiden kuljetuskelpoisuustiedon visio ja tiekartta

Alemman tieverkon liikennöitävyys ja
ympäri vuotisen puuhuollon turvaaminen

Heikki Solonen, Kari Väättäin, Timo Tokola, Pirjo Venäläinen,
Perttu Anttila, Kalle Kärhä

Kiitos!

Tarkemmin hankkeen tuloksista sivuilla:

<https://www.luke.fi/fi/take-me-home-country-road-hankkeen-loppuwebinaari-19122023>



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Pohjois-Karjalan
MAAKUNTALIITTO

Visio – havainnekuva dynaamisesta kulkukelpoisuuskartasta

