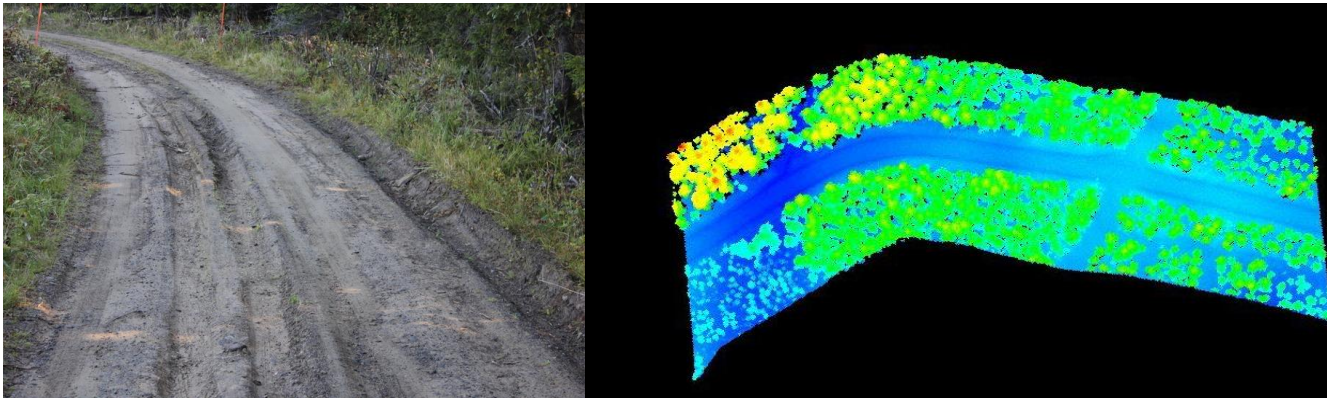


Metsäteiden kuntokartoitus (MeTeiKu)-hankkeen loppuraportti

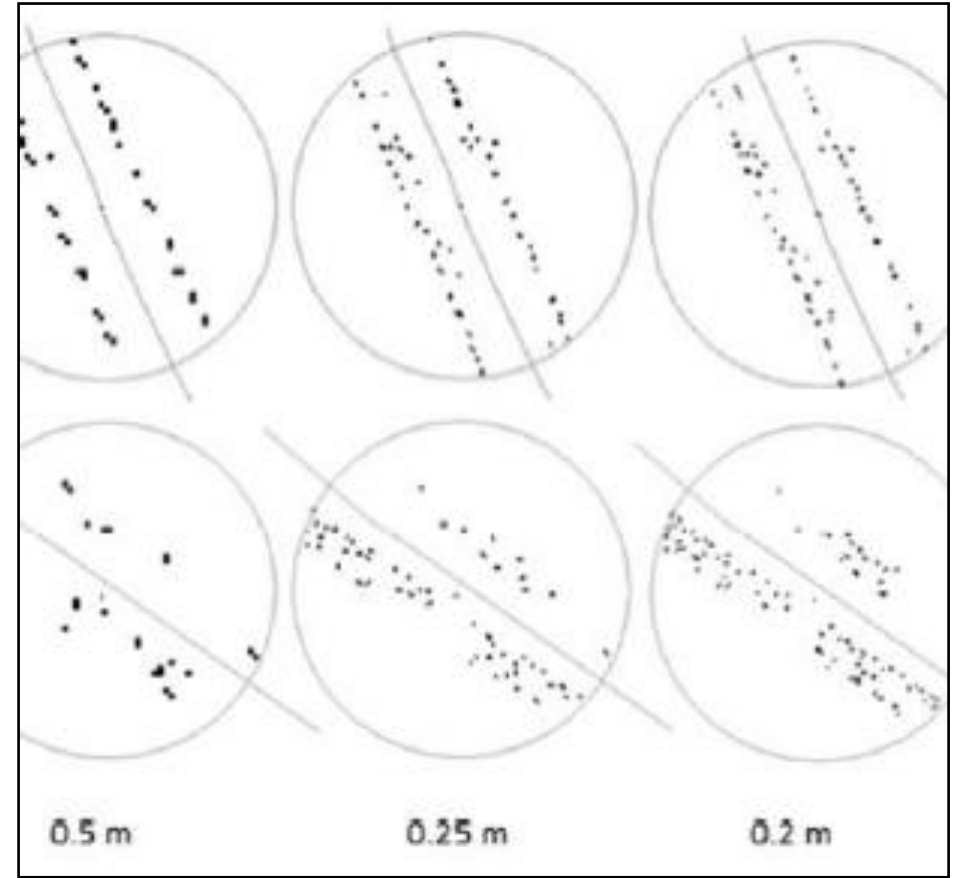


Timo Tokola
University of Eastern Finland
27.04.2022



Metsäteiden kuntokartoitus -hanke

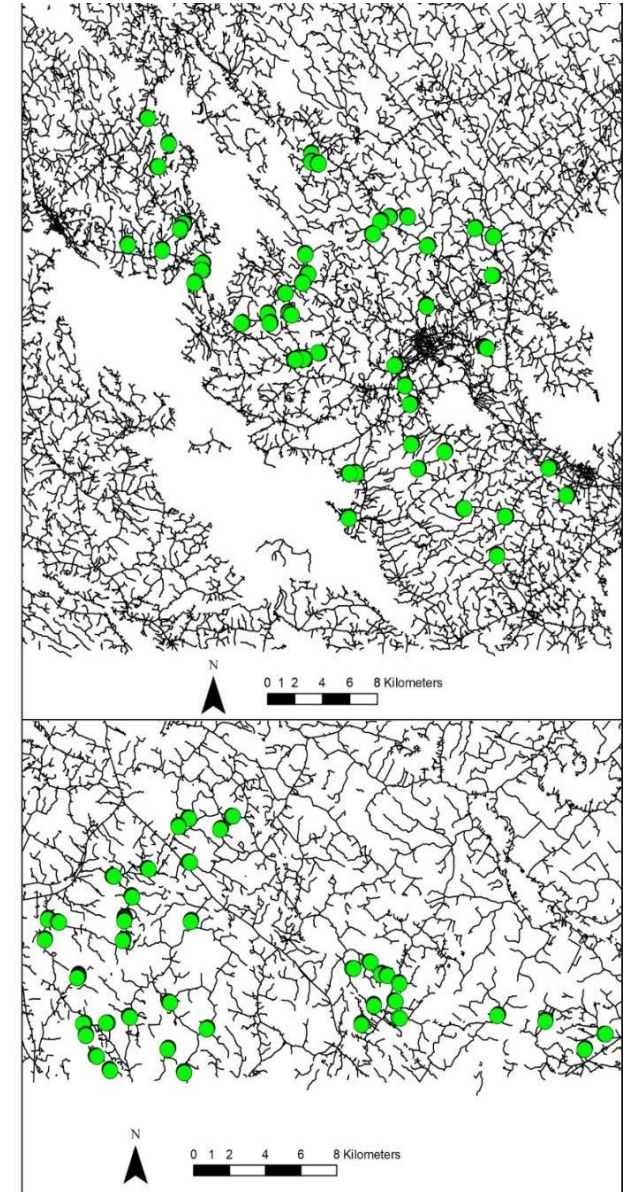
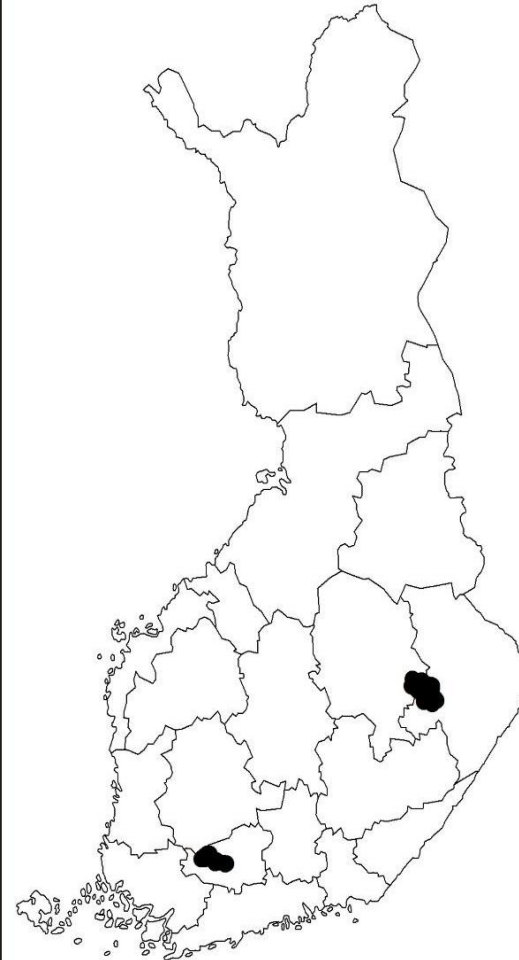
- Hankkeessa kerätään tien laatua kuvaava aineisto sekä kehitetään laskentamalleja eri olosuhteissa.
- Tavoitteena on pääosin laseraineistoon perustuva ja käytäntöön soveltuva menetelmä, jota voidaan kalibroida paikallisesti kohtuullisilla maastokäynneillä.





Uutta aineistoa

- Maastokoealojen valinnassa maksimoitiin aineiston variaatiota maaperän ja ympäröivien olosuhteiden mukaan, jotta saadaan riittävästi erilaisia kohteita per olosuhdetekijä.
- Akaa kerättyjen maastohavaintojen (200)
- Outokumpu kerättyjen maastohavaintojen (255 vuonna 2021+ 92 vuonna 2022)
- Lidar 5 pst/m²





Tien ominaisuuksien mittaus

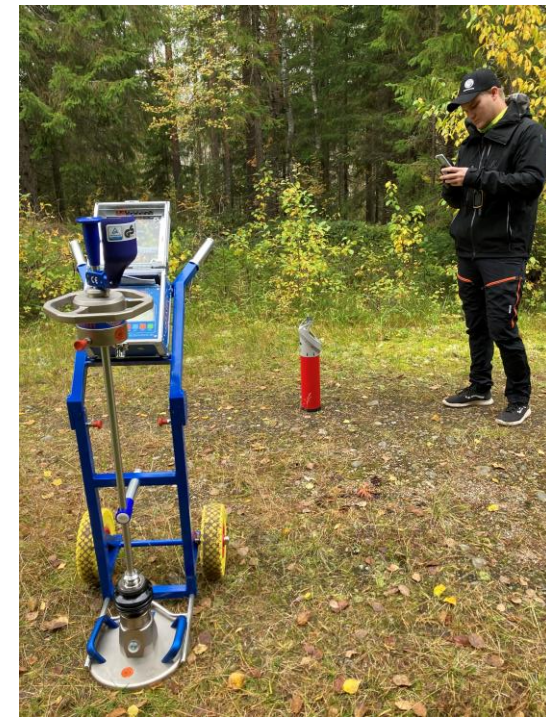
- Trafficability and load bearing capacity predictions:
 - Gamma ray measurements
 - Falling weight deflectometer measurements (uusi laite Terratest)
- Road parameter predictions:
 - Road width, surface layer width, ditch depth



GEORADIS Gamma Ray Spectrometer

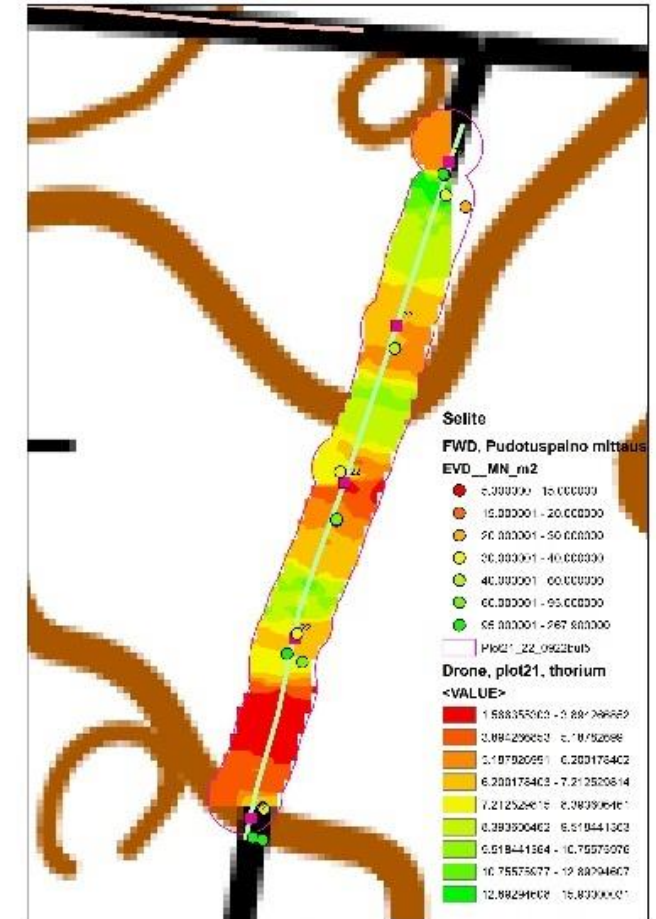
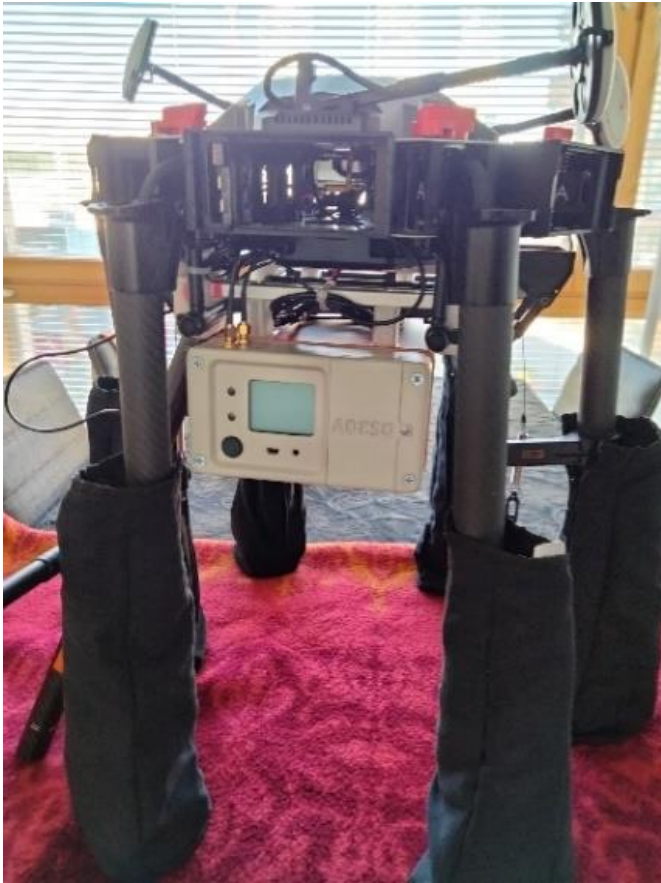


Loadman Portable Falling Weight Deflectometer





Maastomittaukset, Drone-gamma sensori





Outokummun ja Akaan jakaumat

Soil code	Finnish name	English name	nr of plots
Mr	Hiekkamoreeni	Sandy Till	75
Hk	Hiekka	Sand	48
St	Saraturve	Carex peat	26
HMR	Hienoainesmoreeni	Fine Grained Till	25
Ka	Kalliomaa	Bedrock	21
Sr	Sora	Gravel	15
HHt	hieno hieta	Finer fine sand	13
Sa	Savi	Clay	12
St	Rahkaturve	Sphagnum peat	9
Lj	Lieju	Gyttja, humus content 6%+	6
kHt	karkea hieta kHt	Corser Fine Sand	4
Hs	Hiesu	Silt	1

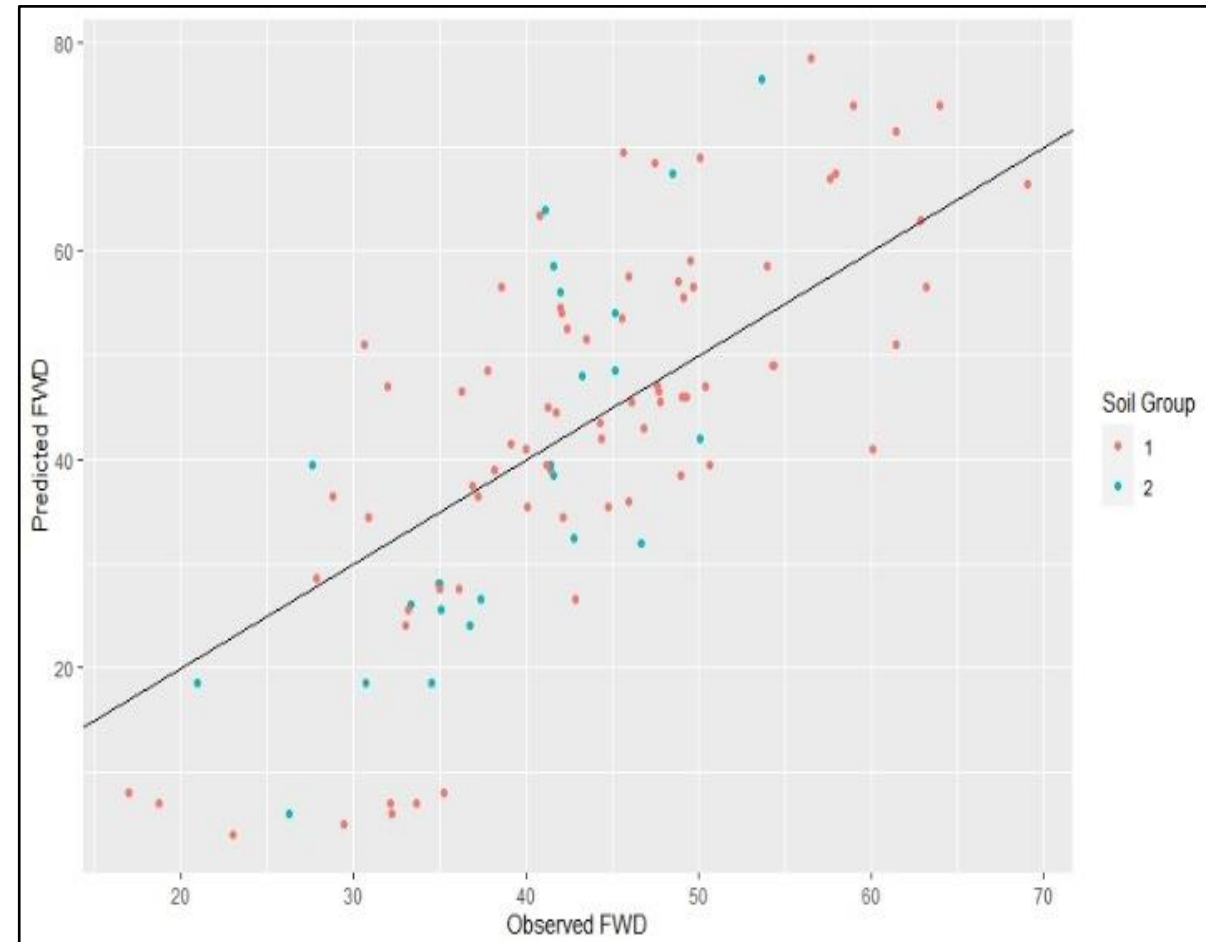
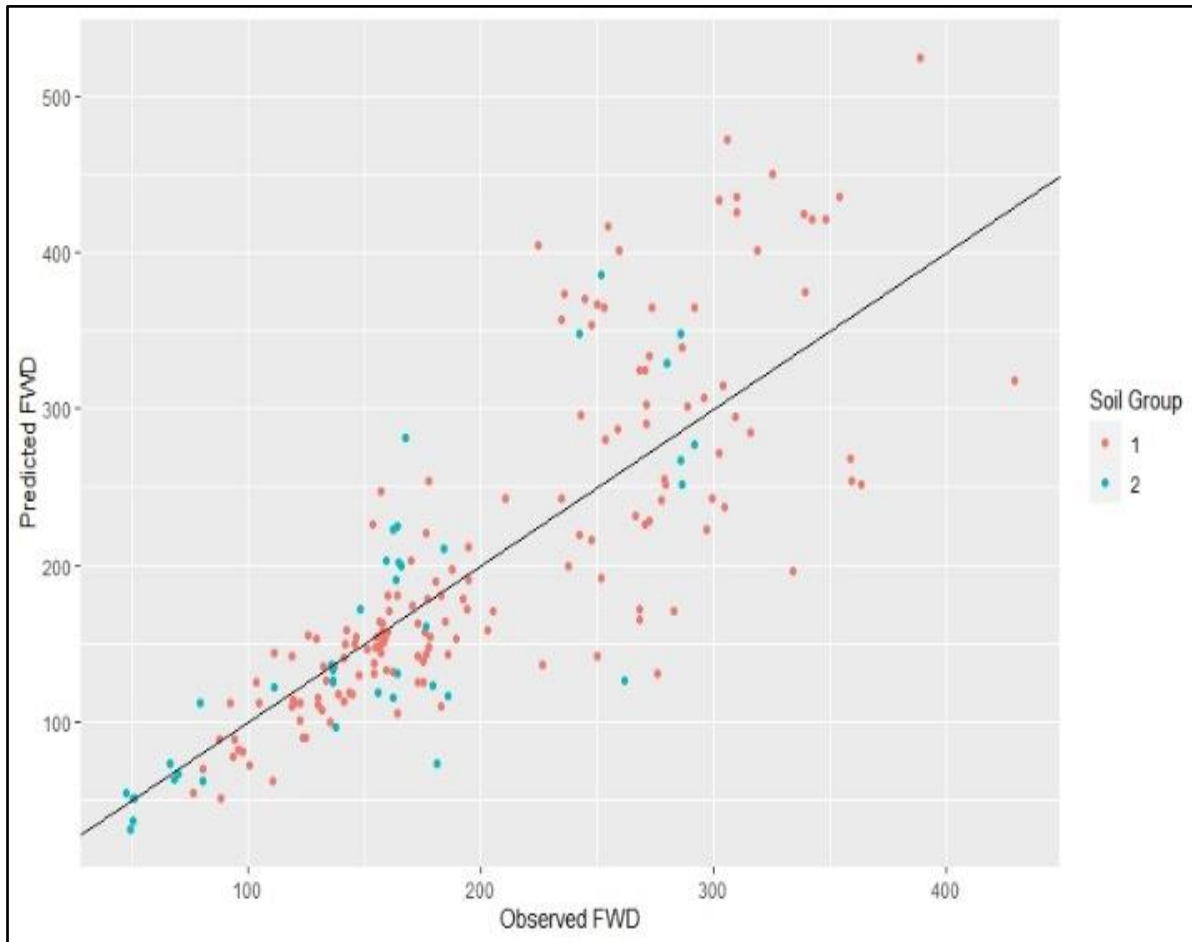
vegetation zone	name	moisture	nr of plots
OMT	Oxalis-Myrtillus Type	moist	25
MT	Myrtillus Type	sub moist	111
VT	Vaccium Type, EVT	sub dry	112
CT	Calluna Type	dry	7

Soil code	Finnish name	English name	nr of plots
Hiekkamoreeni	Till	Mr	129
Savi	Clay	Sa	23
Kalliomaa	Bedrock	Ka	11
Liejusavi	Clay, humus content 2-6%	LjSa	10
Hiekka	Sand	Hk	9
Saraturve	Carex peat	Ct	8
karkea hieta	Coarser fine sand	KHt	5
Sora	Gravel	Sr	5

vegetation zone	name	moisture	nr of plots
OMT	Oxalis-Myrtillus Type	moist	17
MT	Myrtillus Type	sub moist	161
VT	Vaccium Type, EVT	sub dry	22
CT	Calluna Type	dry	0

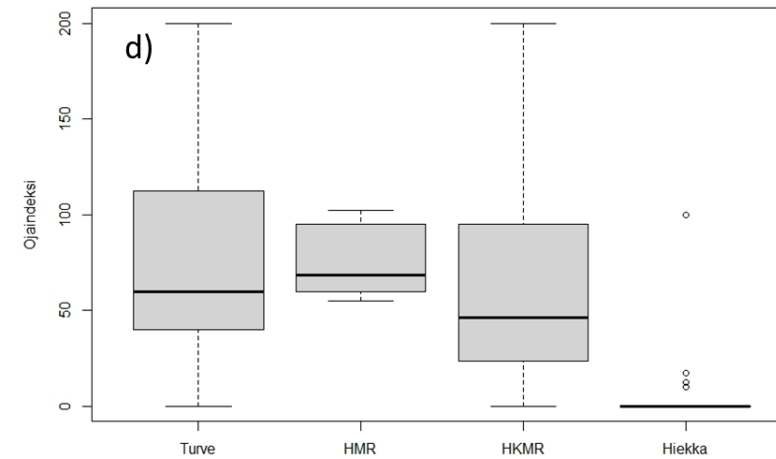
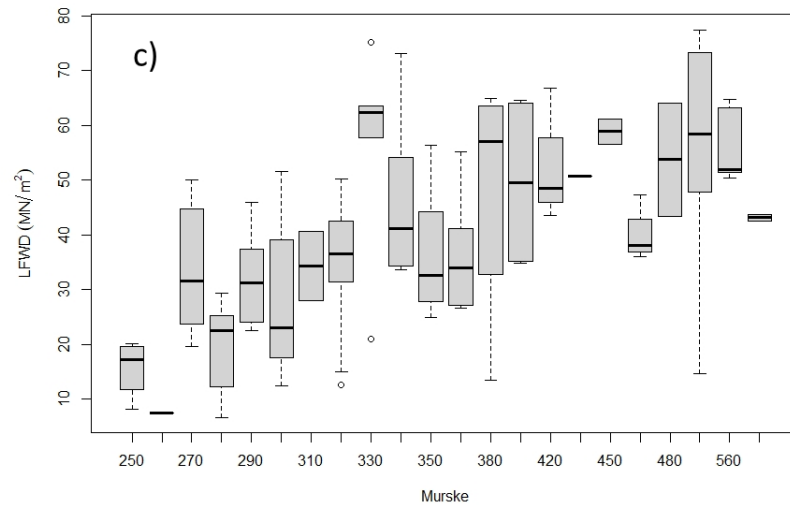
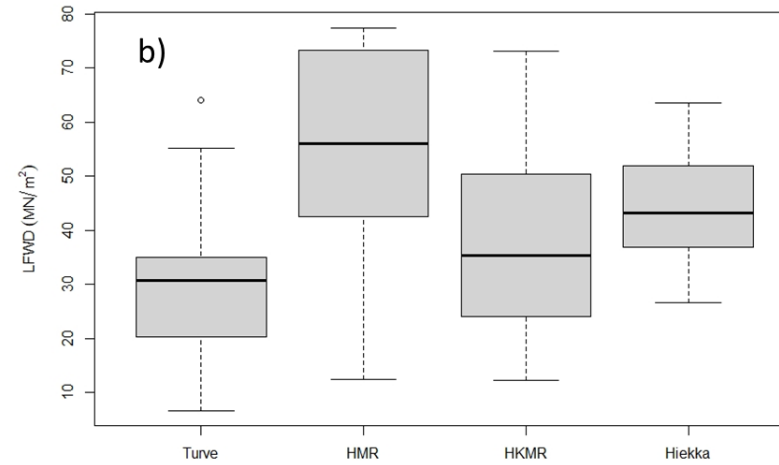
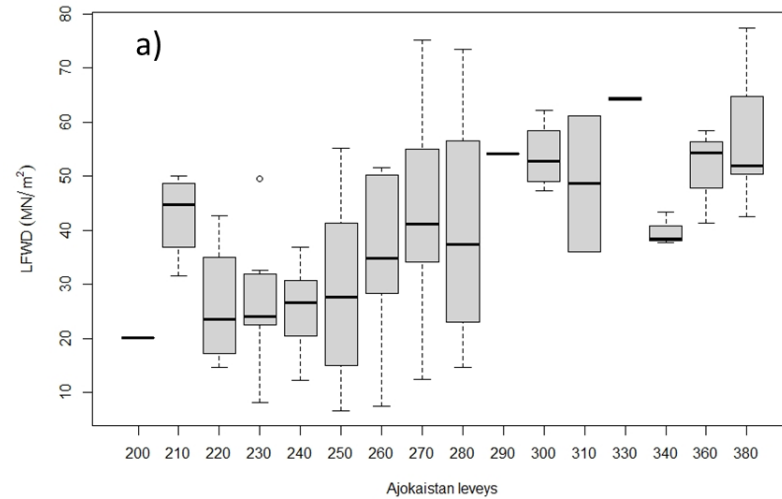


Maastomittaukset, pudotuspaino vs. Gammamittaukset



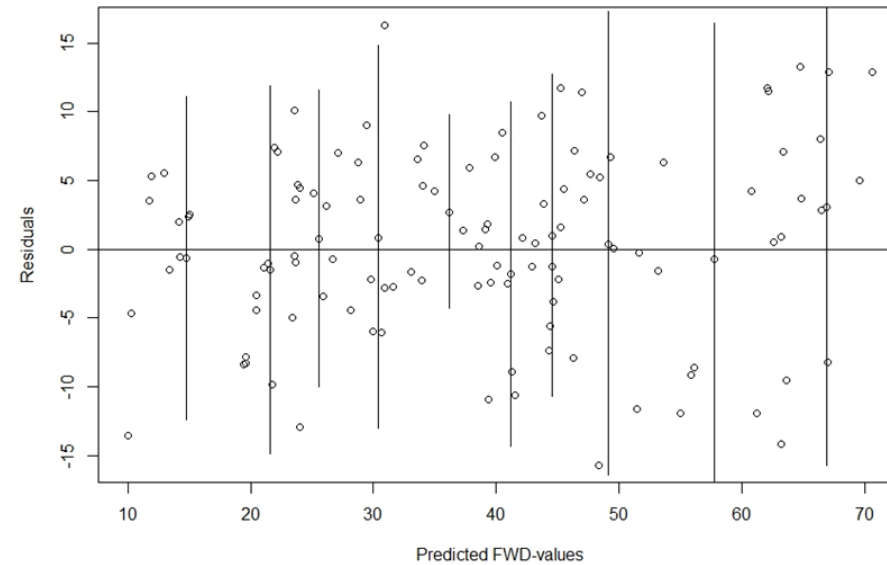
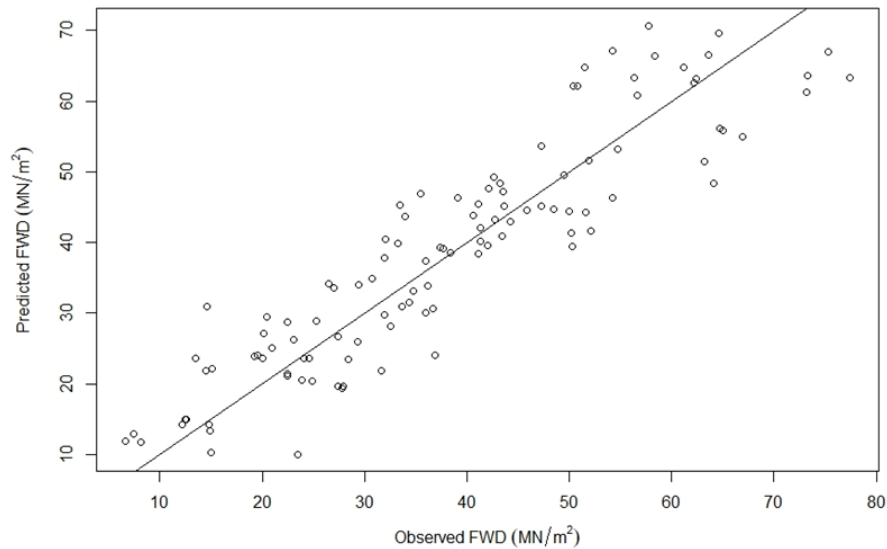


Maastotieto vs FWD





$$\text{Log(FWD)} = 2.665 + 0.0799 * \text{DTW} + 0.0015 * \text{ajoura} + 0.0009 * \text{murske} + 0.0017 * \text{ojariski}$$

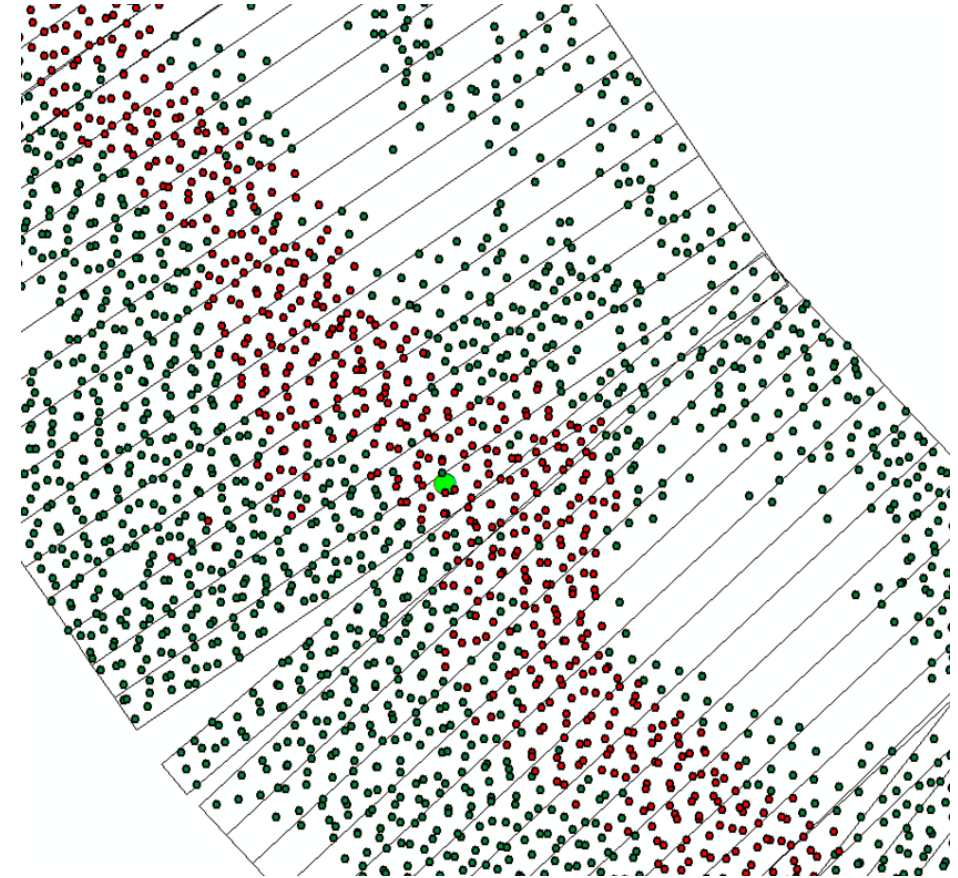


		1	2	3	4	5
Alkuperäinen luokka	1	45	4	1	0	0
	2	4	12	8	0	0
	3	0	7	6	4	0
	4	0	0	3	10	1
	5	0	0	0	4	0



Mallinnus & Dynaamiset piirteet

- Mallinnus: yhdistetään Lidar-aineiston tieprofiilitieto, GTK:n maaperätieto, kosteusmallinnus ja pudotuspainolaitteella mitattu (otanta) kantavuusarvo
- Tutkitaan menetelmiä tunnistaa tien rakennetta ja maa-aineksia (tietä rikkomattomat menetelmät): lisämittaukset toisessa hankkeessa: Drone-gamma, maasto-gamma, Drone-hyperspektri ja tutkaus UEFilta
- Arvioitavan tienosan kantavuusarvo saadaan vertaamalla pudotuspainolaitteella mitattujen otanta-aineistojen kantavuusarvoja lähinnä vastaavilta tieprofiilin ja maaperän mittauspisteiltä.



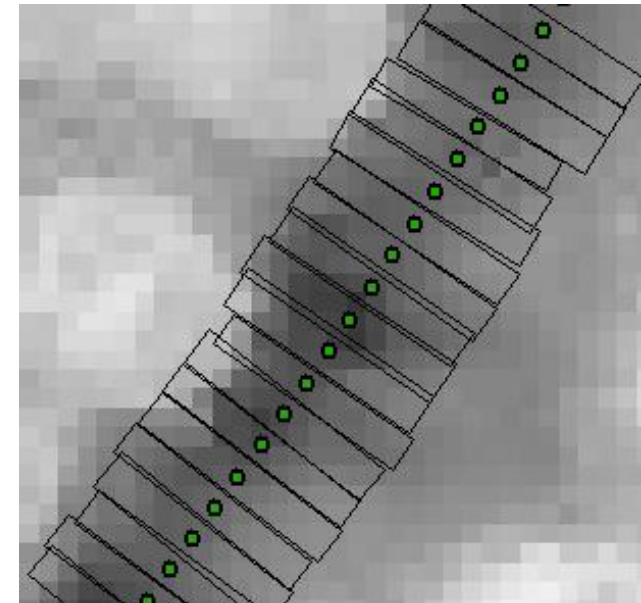
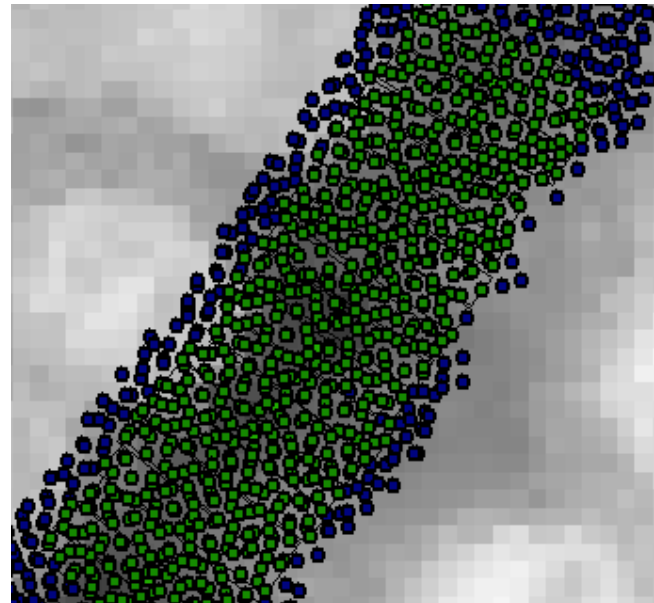
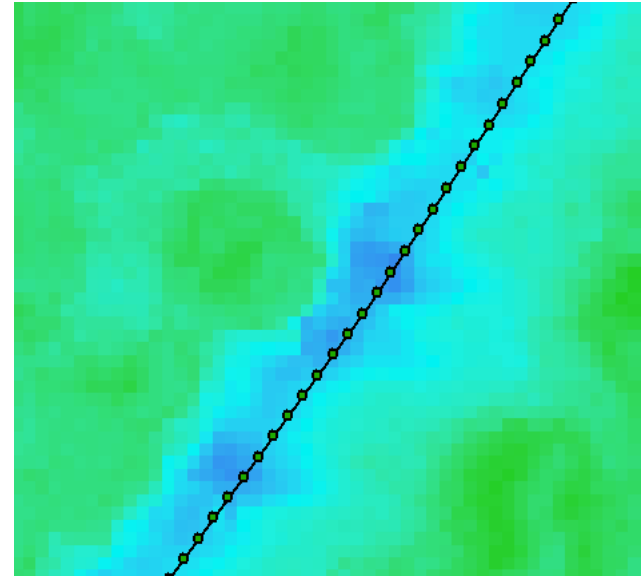
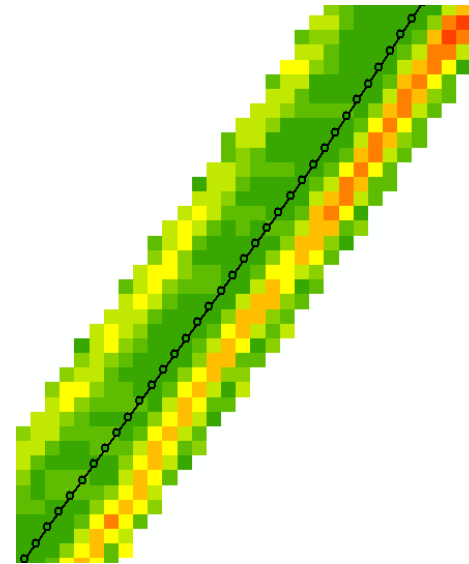


Field data (455plots, Akaa & Outokumpu):

- Gamma ray measurements (K, Th, U)
- FWD
- Road parameters

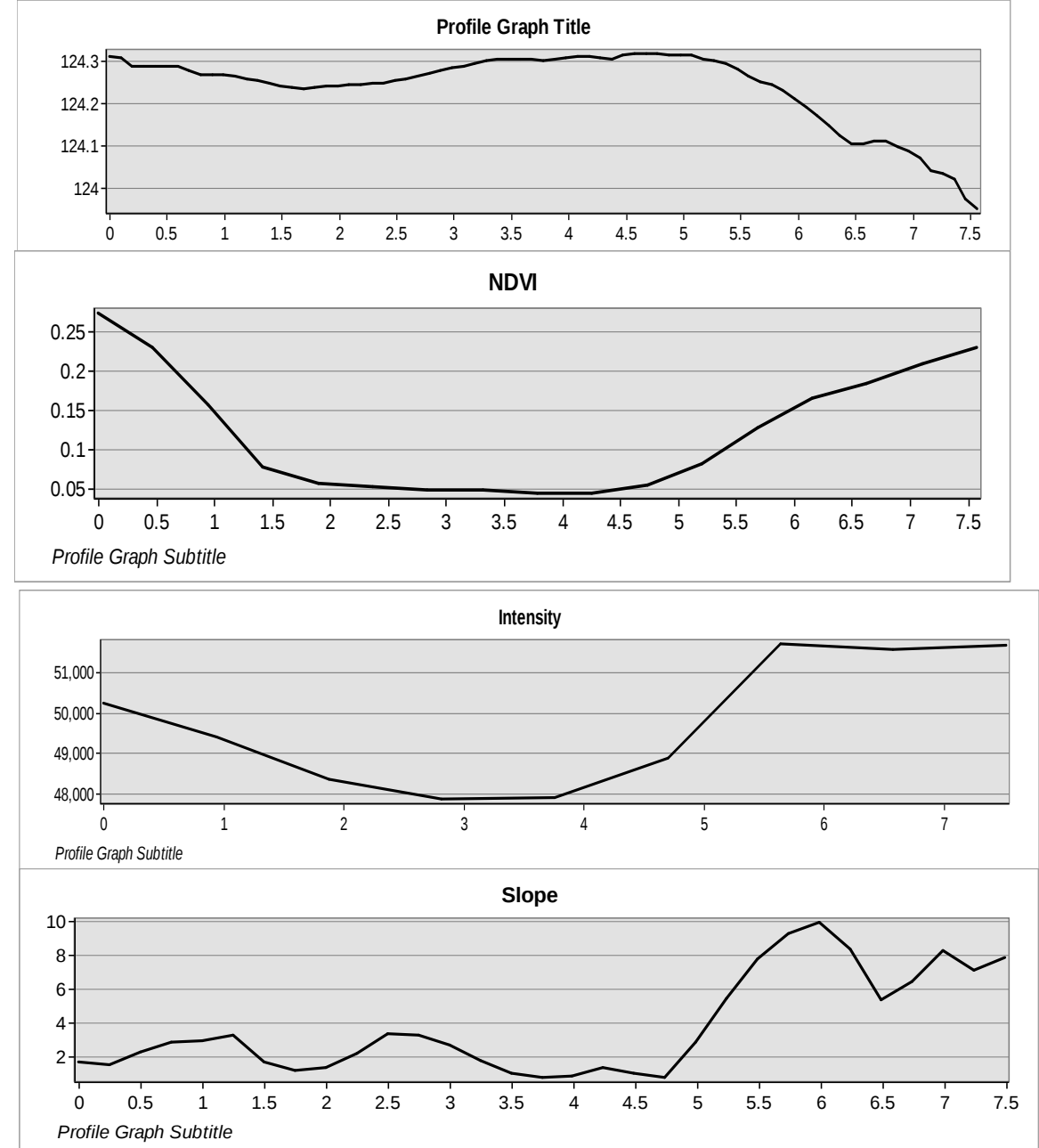
Remote sensing and GIS data:

- 5 p/m2 LiDAR data
- DEMs
- NDVI
- Slope values
- Soil maps
- Vegetation zones



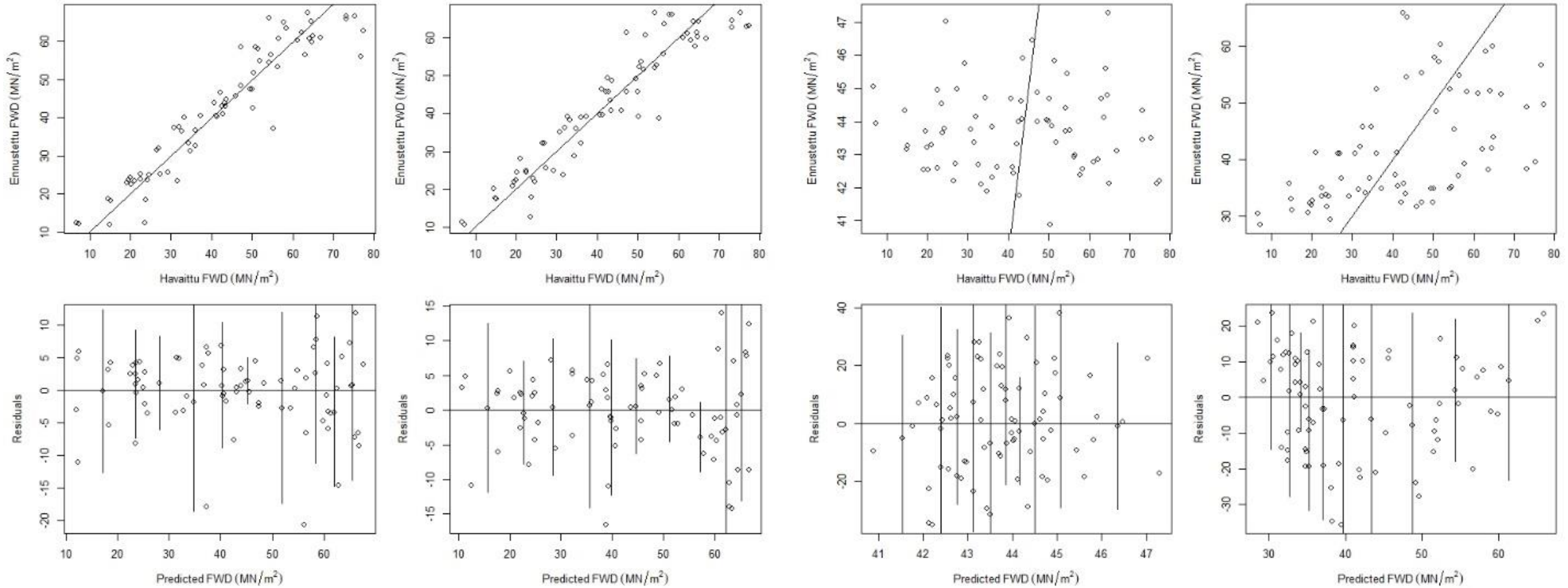
Poikkileikkaus

- Elevation profile
- NDVI index
- Intensity (from LIDAR values)
- Slope (%)





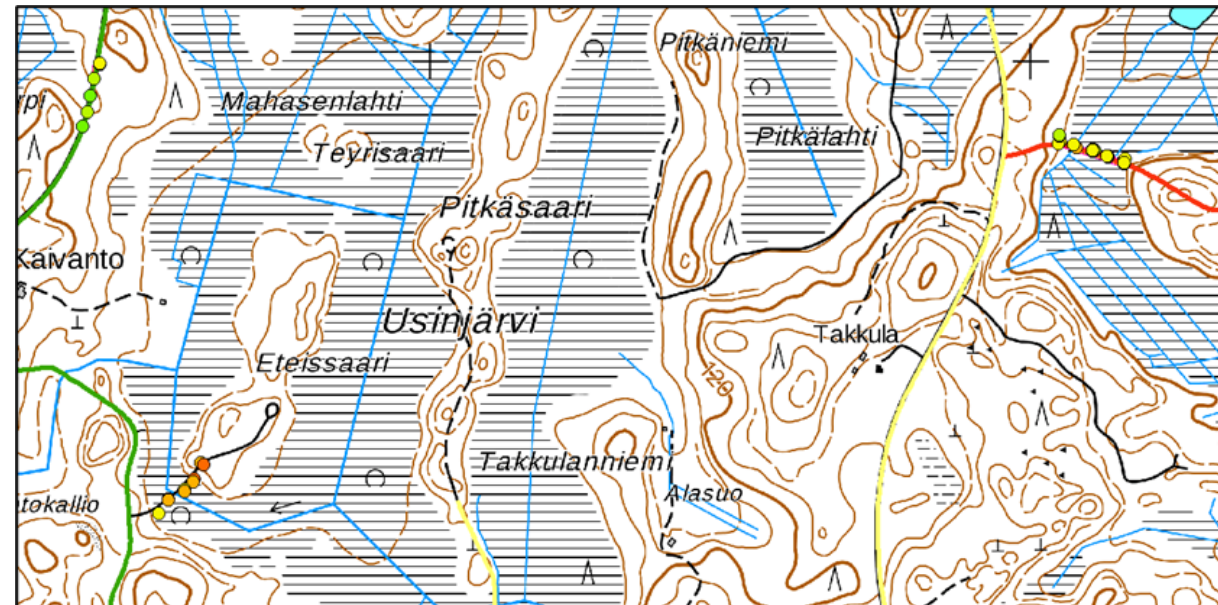
Pudotuspainomittausten ennusteet





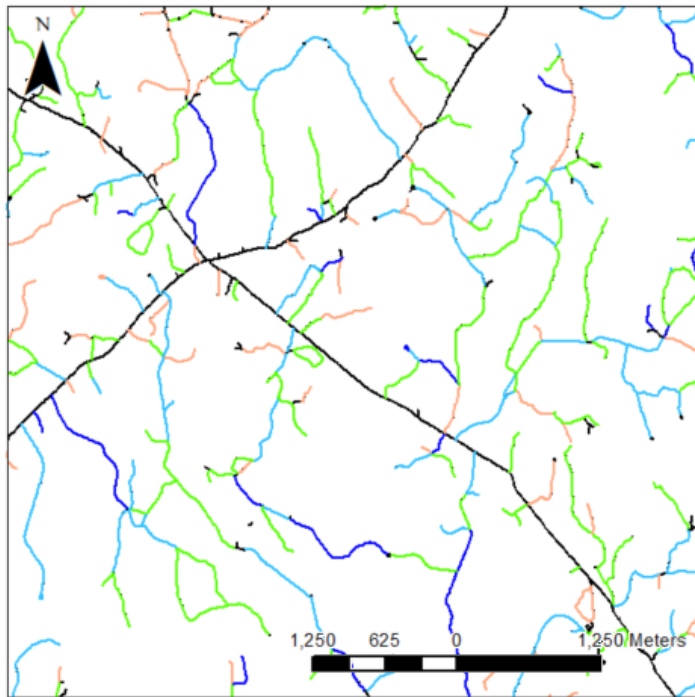
Arbonautin tien kulkukelpoisuus

- Hankkeessa tuotettiin esimerkkiaineistot hyvin myöhemmissä vaiheissa ja aineiston evaluointi tehdään osana seuraavia tutkimushankkeita.
- Aineisto oli tuotteena experimentaalinen, mutta monipuolinen:
 - Tien pinta(runko-)polygoni 10m pitkinä segmentteinä,
 - Tien rakennetyyppi, täytetty/sivuleikattu/leikattu/maantasainen
 - Tien ojien sijainti ja tierungon korkeus ojan tunnistetusta pohjasta tien pinnan keskitasosta
 - Tieojan syvyys
 - Tierungon korkeus verrattuna Metsätehon metsätieohjeeseen kyseisellä maalajilla
 - Urautuman syvyys
 - Rapakot segmentoituna tien pinta-alueelle ja attributoituna kuutiometreinä
 - Tien pituuskaltevuus

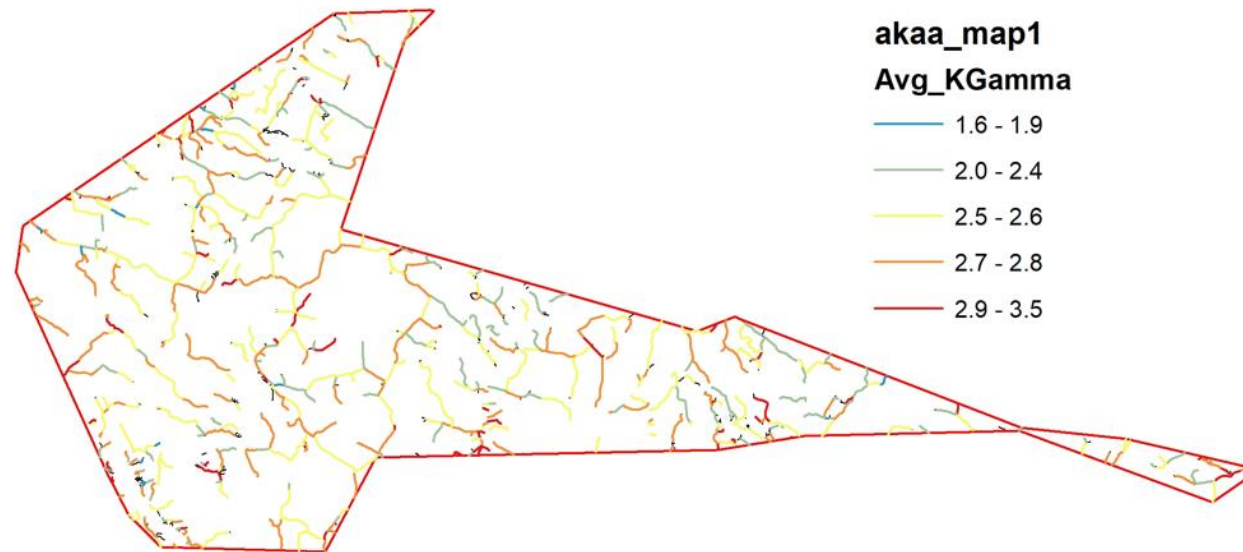




UEF Ennuste



- Samoja ongelmia kuin Arbonautin aineistoissa.
- Kaikissa aineistoissa oli uskottavia kulkukelpoisuustulkintoja.
- Kuitenkin digitaalisen tulkinnan “oikoluku” ja loogisuuden tarkistus täytyisi tehdä huolellisesti.
- Samoin tie-segmentien pilkkominen kriittisiin osiin olisi tarpeen.
- Outokummussa uraisuutta ei ollut juurikaan havaittavissa, vaikka rungon kantavuudessa oli paikallisia eroja.





Kiitos!

- Katalin Waga. (2021). Unpaved forest road quality assessment using airborne LiDAR data. <https://doi.org/10.14214/df.316>
- Waga, K.; Malinen, J.; Tokola, T. 2021 Locally invariant analysis of forest road quality using two different pulse density airborne laser scanning datasets. *Silva Fennica* 55(1).
- Karjalainen, Tokola, Malinen 2021. Prediction of topsoil stoniness using soil type information and airborne gamma-ray data, *Canadian Journal of Forest Research*, 10.1139/cjfr-2021-0001
- Karjalainen, Tokola, Malinen 2021. Predicting bearing capacity and trafficability seasons of forest roads using dataset containing road properties and surrounding terrain information. Manuscript.
- Waga, K. et al. 2022. Predicting bearing capacity using gamma-ray measurements on two study areas in Finland. Manuscript (*Canadian Journal of Forest Research*, major rev)
- Waga, K. et al. 2022. Predicting forest road quality through gamma-ray measurements using ALS-derived parameters as predictors. Manuscript.