

Katsaus julkisrahoitteiseen metsäteknologian ja logistiikan tutkimukseen

Kari Väätäinen, Johanna Routa & Lauri Sikanen

Metsäpolitiikkafoorumin sidosryhmäpaneeli
4.11.2021

Metsälogistiikan tutkimuksen suuntaus

- Ajureita ja ohjaavia tekijöitä tutkimukselle
 - EU:n ja kansallisen tason tavoitteet ja politiikka
 - Rahoitushaut ja hakukriteerit
 - Kestävyysskriteerit, ilmastonmuutos, CO₂ päästöt, hiilensidonta
 - Tarjolle tulleet tietomassat ja osaamisen kasvu
- Keinot metsälogistiikan kehittämiseen
 - Digitalisaation ja uusien avoimien tietomassojen hyödyntäminen
 - Datafuusiot
 - Uudet tiedonkäsittelymenetelmät (mm. koneoppiminen)
 - Uudet teknologiat (paikannus, 5G, etäohjaus, vaihtoehtoiset energiaratkaisut)

Metsälogistiikan tutkimus Lukessa - painopisteet

- Ympäristöystävällinen ja ympärivuotinen puunkorjuu
 - kone ja varustelu
 - Kulkukelpoisuuskartat
 - Reittioptimointi
- Korjuumenetelmätutkimus
 - Väylä/käytävähakkuu
 - Jatkuvapeitteisen metsän puunkorjuu
- Energiatehokas puunhankinta – polttoainetaloudellinen kuljetus
 - Puutavaran metsäkuljetus
 - Kaukokuljetus
 - Metsäenergian korjuu ja varastointi
- Metsätietutkimus – kulkukelpoisuus/kantavuus

Metsälogistiikan tutkimus Lukessa - painopisteet

- Puutavaran mittauksen tutkimus
 - Tärkeä osa arvoketjua
- Puutavaran laadun määrittäminen ja raaka-aineen seuranta tuotantoketjussa
 - Kuvantaminen ja koneoppiminen
- Paikkatietopohjaiset raaka-ainetaselaskelmat
 - VMI-data ja paikkatietolaskelmat
- Metsäkoneiden paikannuksen kehittäminen

Bioenergian ja bioenergialogistiikan tutkimus hieman vähentynyt

- Toisaalta tarvetta sen lisäämiselle on
 - Turpeesta ja kivihiilestä luopuminen
 - Päästökauppa

Rahoituskanavat ja painotukset (Luke; viimeiset 5 vuotta)

- EU-hankkeet (Efforte, TechForEffect)
 - Ympäristöystävällinen puunkorjuu, digitalisaatio
- Akatemiahankkeet (Forbio, UNITE)
- Maakunnalliset hankkeet (EAKR- ja ESR-rahoitus)
- Ministeriön rahoittamat (Meolo, METULA)
- Business Finland (HAIKU, BEST I ja II)
- Luken strategiset hankkeet (SmartLog, SecureLog, CCFBasis)

Esimerkkejä tutkimushankkeista Lukessa

Kuitupuun painomittauksen uusi toimintamalli (Jari Lindblad et al.)

- Kuitupuun vastaanottomittaus sellu- ja paperitehtailla tehdään valtaosin painomittauksella (yht. n. 20 tehdasta)
 - Kuitupuun punnitun painon muuntamiseen kiintotilavuudeksi käytetään tuoretiheyslukua (kg m^{-3})
 - Tuoretiheysluku perustuu tehdaskohtaisiin otantamittauksiin
- Luke on kehittänyt tuoretiheysmallit, joilla voidaan määrittää kuitupuuerän tuoretiheys (kg m^{-3}) paikallisten säähavaintojen perusteella
 - Vaikuttavia tekijöitä ovat *mittausajankohdan vuodenaika, varastointiajan pituus ja säähavainnoista mm. varastointiajan keskilämpötila ja sademäärä*
 - Tuoretiheysmallit voidaan *kalibroida* tehtailla tehtävien otantamittausten perusteella
- Tuoretiheysmallit ja niiden käyttöön perustuva toimintamalli kehitettiin Luken, Metsäteho Oy:n, UPM-Kymmene Oyj:n, Stora Enso Oyj:n ja Metsä Groupin toteuttamassa projektissa (2019-2021)



Kuva. Otantaerän upotusmittaus

Metsäteollisuus kilpailutti kehitettyjä tuoretiheysmalleja ja toimintamallia toteuttavan Pulpwood Online (PWO) -järjestelmän toteutuksen

→ Tulevaisuudessa kuitupuun tehdasmittauksen tuoretiheyden määrittäminen ja otantamittausten ohjaus toteutetaan yhteisessä järjestelmässä yli tehdas- ja yhtiörajojen.

SpaFHy – dynaaminen kosteusmalli – apu puunkorjuun suunnitteluun

(Aura Salmivaara et al.)

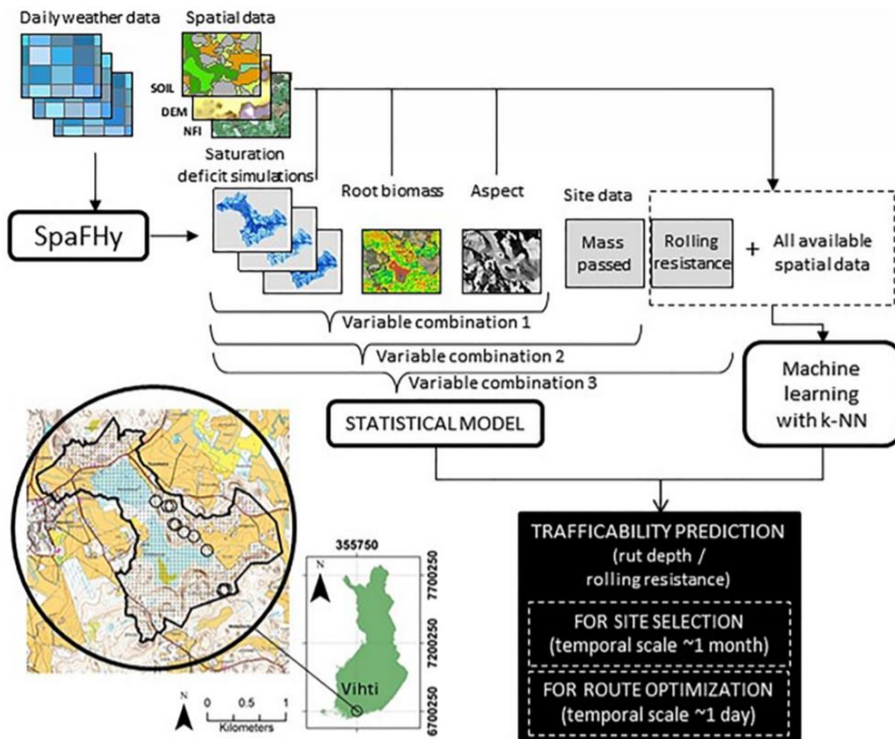
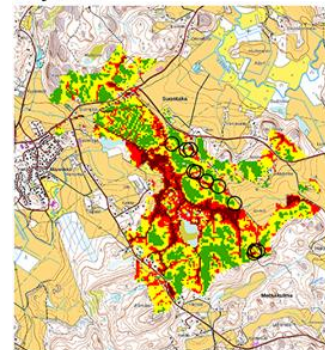
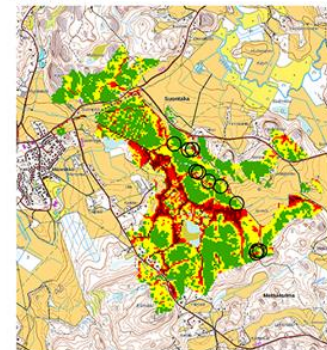


Figure 1 Traffability prediction framework. Spatial data on soil, topography (DEM) and forest inventory (ms-NFI), and weather observations are fed into spatial forest hydrology model (SpaFHy), which produces daily soil moisture deficit maps. Three statistical models with slightly differing variable combinations were built to predict the rut depth. Further, ML method k-NN was applied to model the rolling resistance coefficient using all available spatial data. The site location in Southern Finland is shown on the map (Vihti).

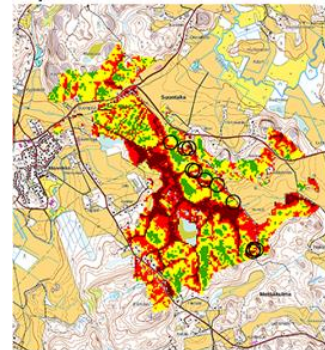
May 2016



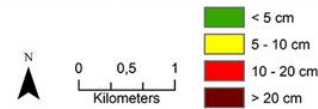
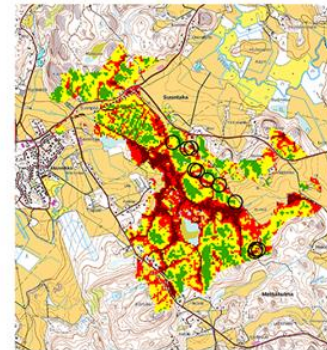
June 2016



Sep 2016



Nov 2016

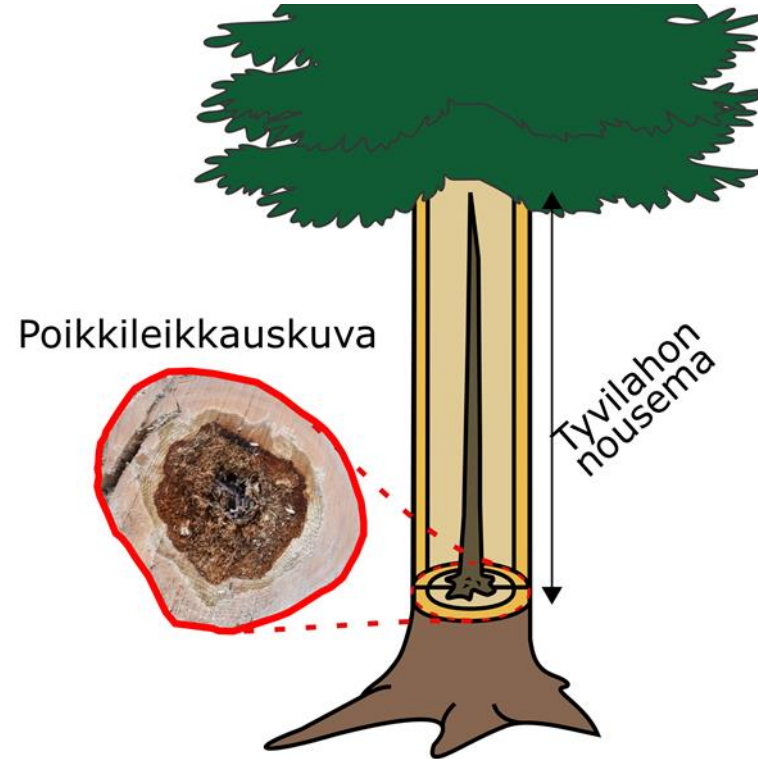


Puun laadun ennustaminen rungon poikkileikkauskuvasta (Antti Raatevaara et al.)

- Miten puun rungon poikkileikkauspinnalta erottuvat piirteet ennustavat rungon eri ominaisuuksia ja kuinka piirteitä voidaan kuvasta automaattisesti määrittää

- Piirteiden erottamiseksi RGB-valokuvista on sovellettu seuraavia menetelmiä:

- Fourier- ja pääkomponenttianalyysiä (Ytimen paikannus)
- Alueen kasvatusta (region growing) ja K-lähimmän naapurin menetelmää (Sydänpuun erottaminen)
- Syväoppivia kuva-algoritmeja (CNN) (Ytimen paikannus ja lahon tunnistus)
- Pythonin OpenCV-, Scipy- ja Keras-konenäkökirjastoja



Energiantuotantolaitosten raaka-aineen saatavuus- ja hankintahintalaskelmat paikkatiedon tuella (Perttu Anttila et al.)

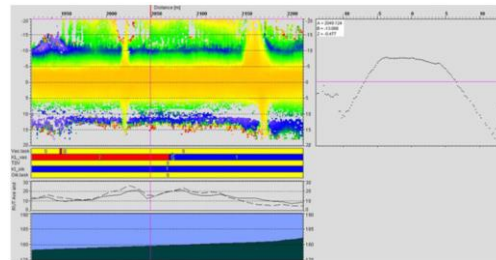
- Raaka-aineen saatavuus ja hinta keskeisiä tekijöitä biojalostamoiden ja energiantuotantolaitosten investointipäätöksissä
- Paikkatietopohjaiset metsähaketaselaskelmat osoittavat raaka-aineen alueellisen saatavuuden
- Hankintakustannukset lasketaan perustuen saatavuuteen sekä työn tuottavuusmallien, toimintaympäristöä kuvaavien muuttujien ja tuntikustannusdatan avulla



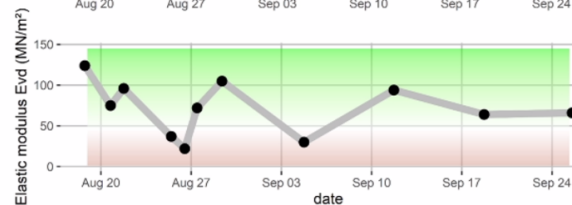
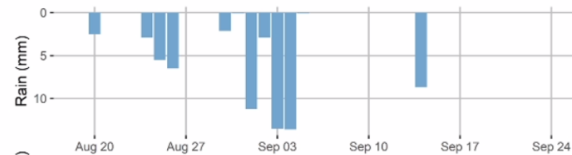
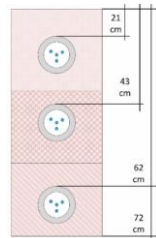
Metsätien kantavuuden seuranta – metsätien digitaalinen kaksonen

(Perttu Anttila et al.)

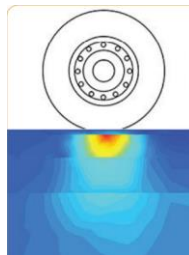
1



2

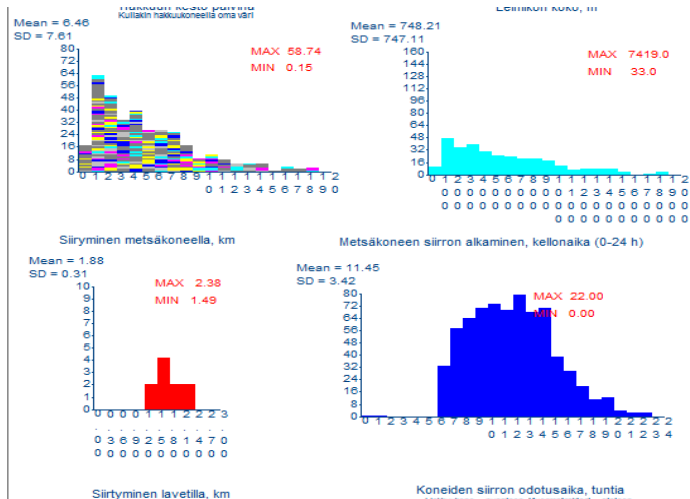
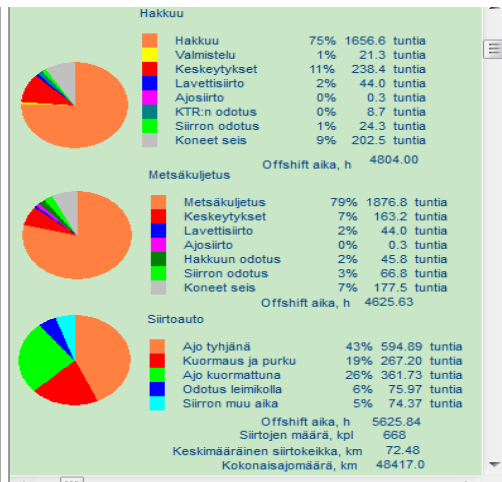
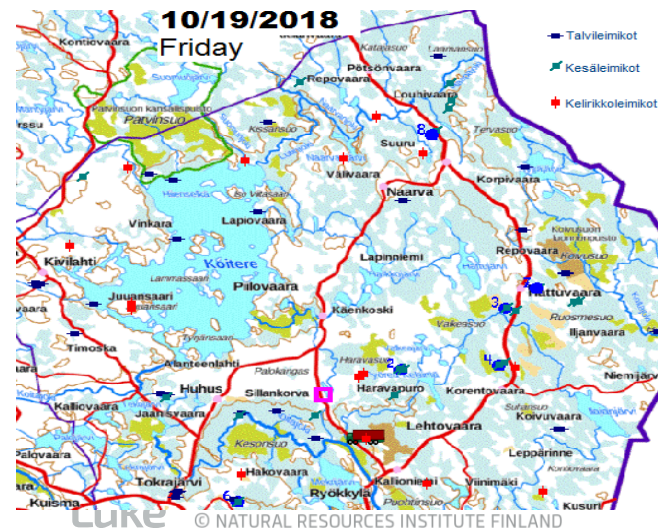


3



Puunhankintalogistiikan ja toimitusketjujen tehostaminen – ketterä puunkorjuu ja kaukokuljetus (Kari Väättäin et al.)

- Tutkitaan mm. korjuutapojen, työmaakoon, korjuuolosuhteiden, konesiirtomallien, kaluston, varustelun ja korjuun toimintamallien vaikutuksia resurssitarpeisiin, vuosisuoritteisiin ja kustannuksiin
- Systeemianalyyssimalli sisältää: Leimikkoaineisto (Generoitu VMI-data tai puunhankintayritysten korjuuaineisto), korjuukoneiden ja siirtoautojen määrä, tuotantoon/operaatioihin liittyvät tiedot, korjuuvuoden toiminnan ja korjuukelpoisuuden määrittäminen, teollisuuden puutarve, hintatiedot kustannustekijöittäin (konekustannuslaskenta)



Näkemyksiä

- Tutkijoita mukaan rahoitushakujen suunnitteluun ja sisällön muodostamiseen
- Riittävät resurssit ja paras asiantuntemus
- Tutkijoiden ja tutkimusten tulee olla entistä ketterämpiä tulosten jalkauttamisessa
- Kansainväliset tutkijaverkostot tärkeitä
- Hankkeet tutkimuslaitosten, yliopistojen ja yrityspartnereiden kokonaisuuksia
- Tutkimus ja hankkeiden koordinointi korkeatasoista, Suomi rankataan korkealle hankehauissa
- HY tekee tutkimustyötä paljon samojen teemojen parissa kuin Luke, UEF:lla puunhankintalogistiikan energiatehokkuus ja päästöt näkyvämmiin esillä
- Pro gradu-työt käytännön tarpeisiin nopeasti vastaavia, väitöstyöt painottuvat perustutkimuksen kautta käytännön haasteisiin (vaativat perusteellisempaa tutkimusta aiheesta ja ilmiöstä)

Thank you!

