

R-TIM: harvennusvoimakkuuden reaaliaikainen seuraaminen hakkuukone- ja kaukokartoitusdatan avulla

Eero Holmström¹, Evgeny Lopatin¹, Kari Väätäinen¹, Mauricio Acuna¹, Borja Garcia Pascual¹, Harri Kaartinen², Heikki Hyyti², Anssi Koivusalo³, Joni Backas³, Johannes Pohjala⁴, Heli Kymäläinen⁴, Kalle Kärhä⁴, Johanna Routa¹, and Lauri Sikanen¹

- 1) Luonnonvarakeskus (Luke)
- 2) Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus (FGI)
- 3) Ponsse Oyj
- 4) Itä-Suomen yliopisto

IlmoStar-hankkeen loppuseminaari 18.11.2025



Ministry of Agriculture and Forestry of Finland



**Euroopan unionin
rahoittama**

NextGenerationEU



**Nappaa
hiilestä
kiinni**

MAANKÄYTTÖSEKTORIN
ILMASTORATKAISUT

Harvennushakkuut ovat viime vuosina olleet usein liian voimakkaita Suomessa

- Tämä johtaa **puuston hiilivaraston pienenemiseen** kiertoajan yli tarkasteltuna
- Lisäksi **tuhoriskit kasvavat**
- Sopivan harvennusvoimakkuuden saavuttaminen ei ole kuljettajalle helppo tehtävä
- Kuljettajat ovatkin ilmaisseet toiveen saada käyttöönsä harvennustyötä ja sen raportointia tukevia työkaluja



[<https://www.luke.fi/fi/uutiset/voimakkaat-harvennukset-pienentavat-metsikon-hiilensidontaa-ja-kasvua>]

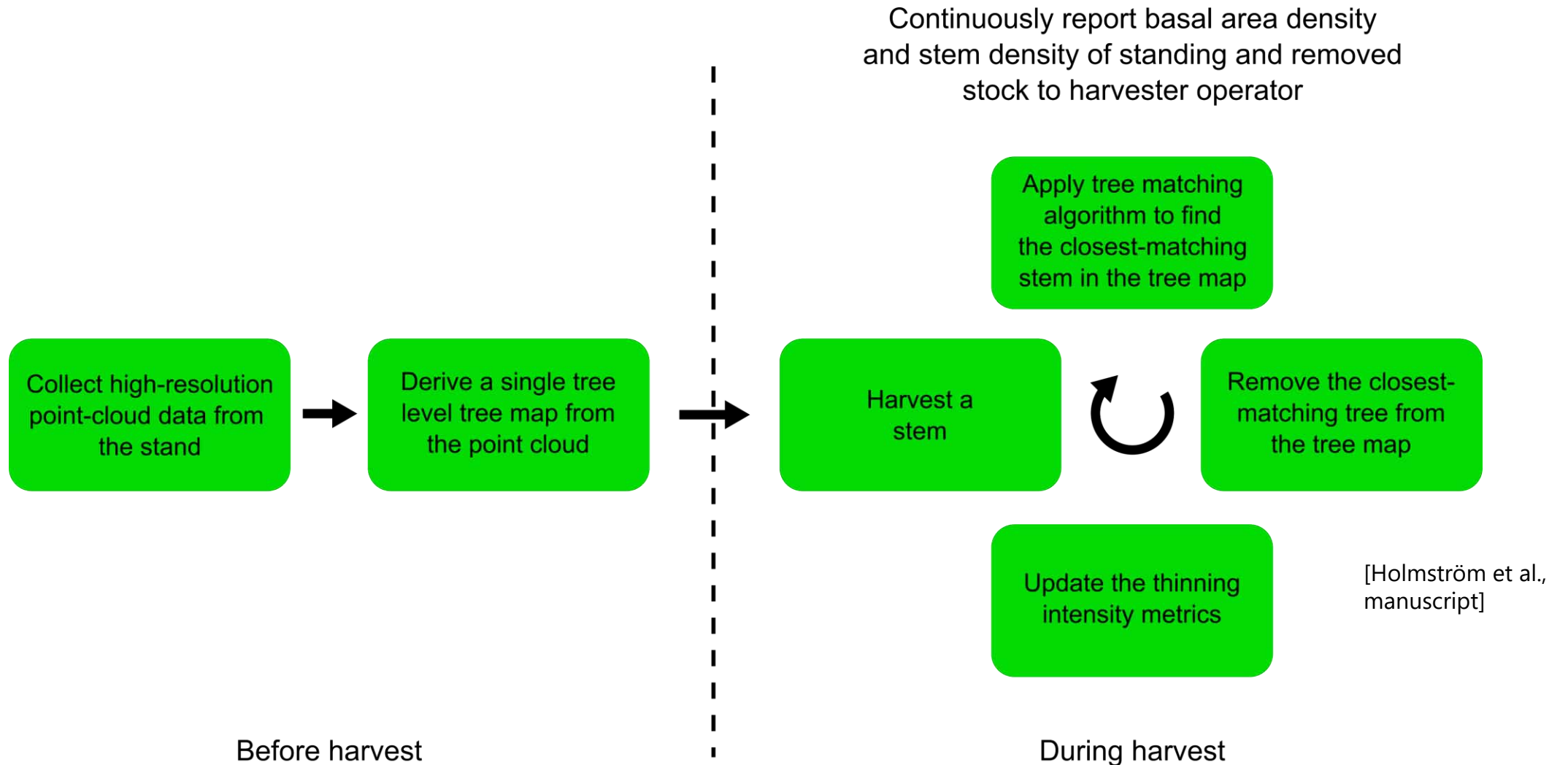
IlmoStar-hankkeessa me...

- Kehitimme R-TIM-nimisen konseptin pohjapinta-alan ja runkoluvun reaaliaikaiseen seurantaan hakkuun aikana
- Arvioimme ja demonstroimme konseptin toimivuutta



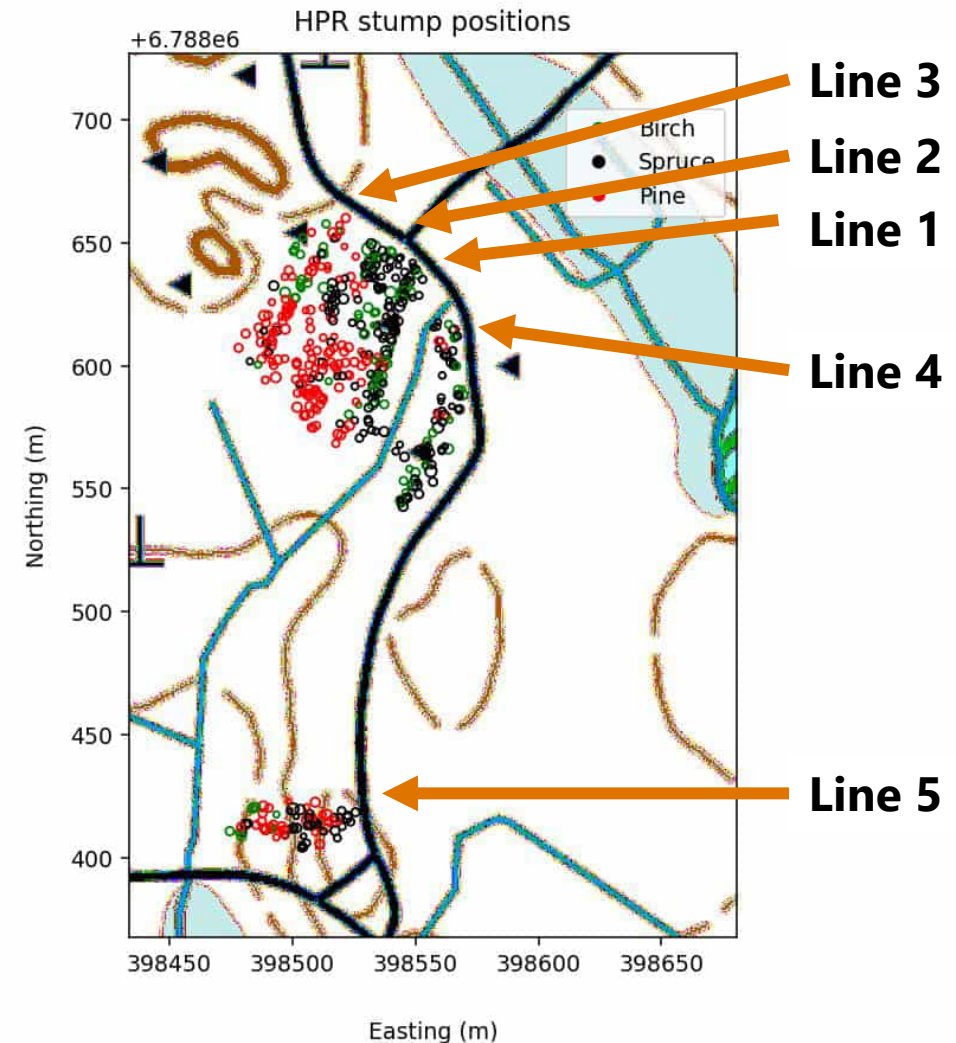
[Kari Väätäinen]

R-TIM: Real-time monitoring of thinning intensity



Työssä hyödynnettiin Evon 2024 testihakkuusta kerättyä dataa

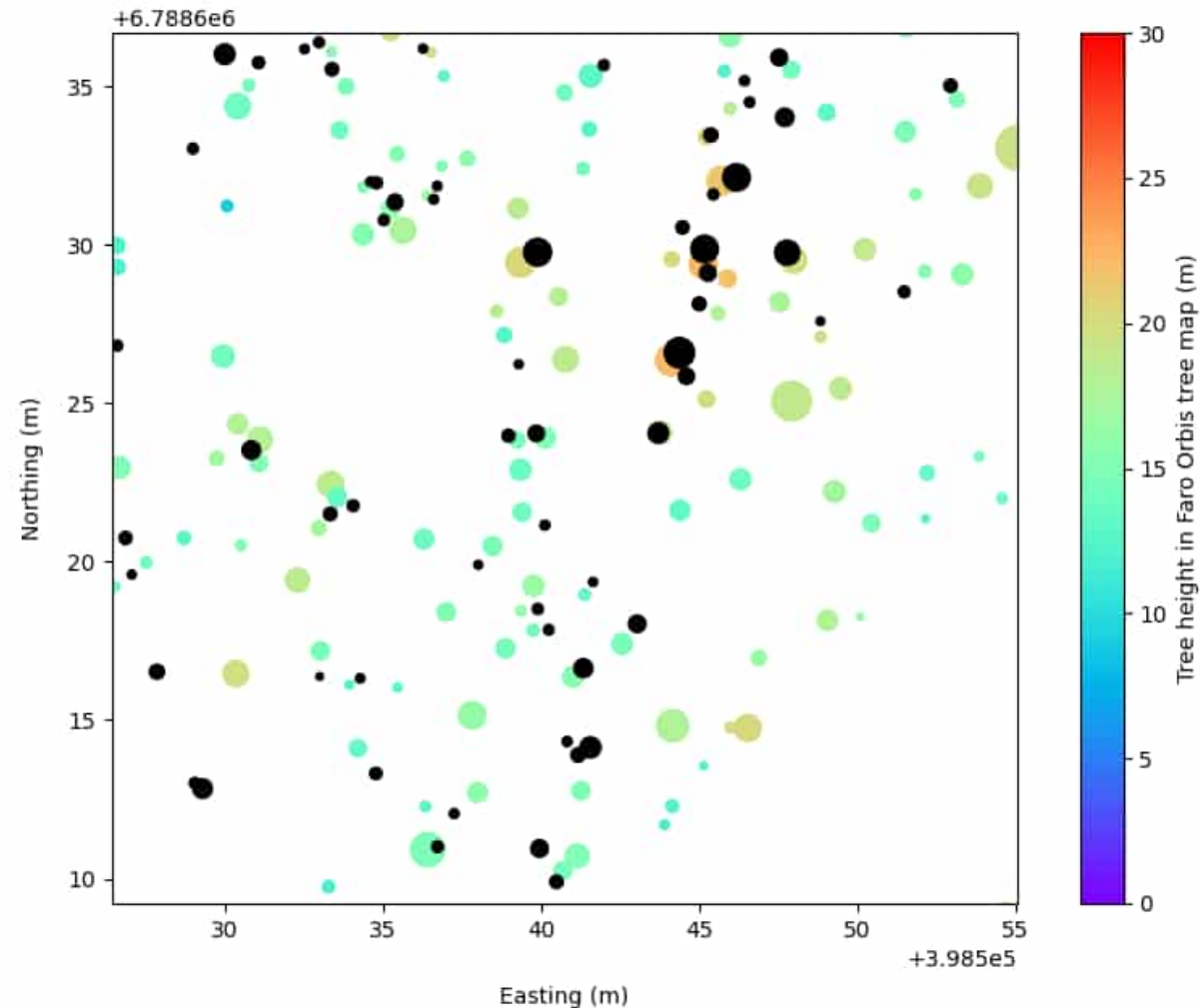
- Laserkeilausaineisto maan pinnalta (Faro Orbis) ja ilmasta (Zenmuse L2), joiden avulla luotiin puukartta alueesta
- Hakkuukonedata ja manuaaliset kantojen sijaintimittaukset hakkuun jälkeen, joiden avulla arvioitiin hakkuupään paikannuksen tarkkuutta



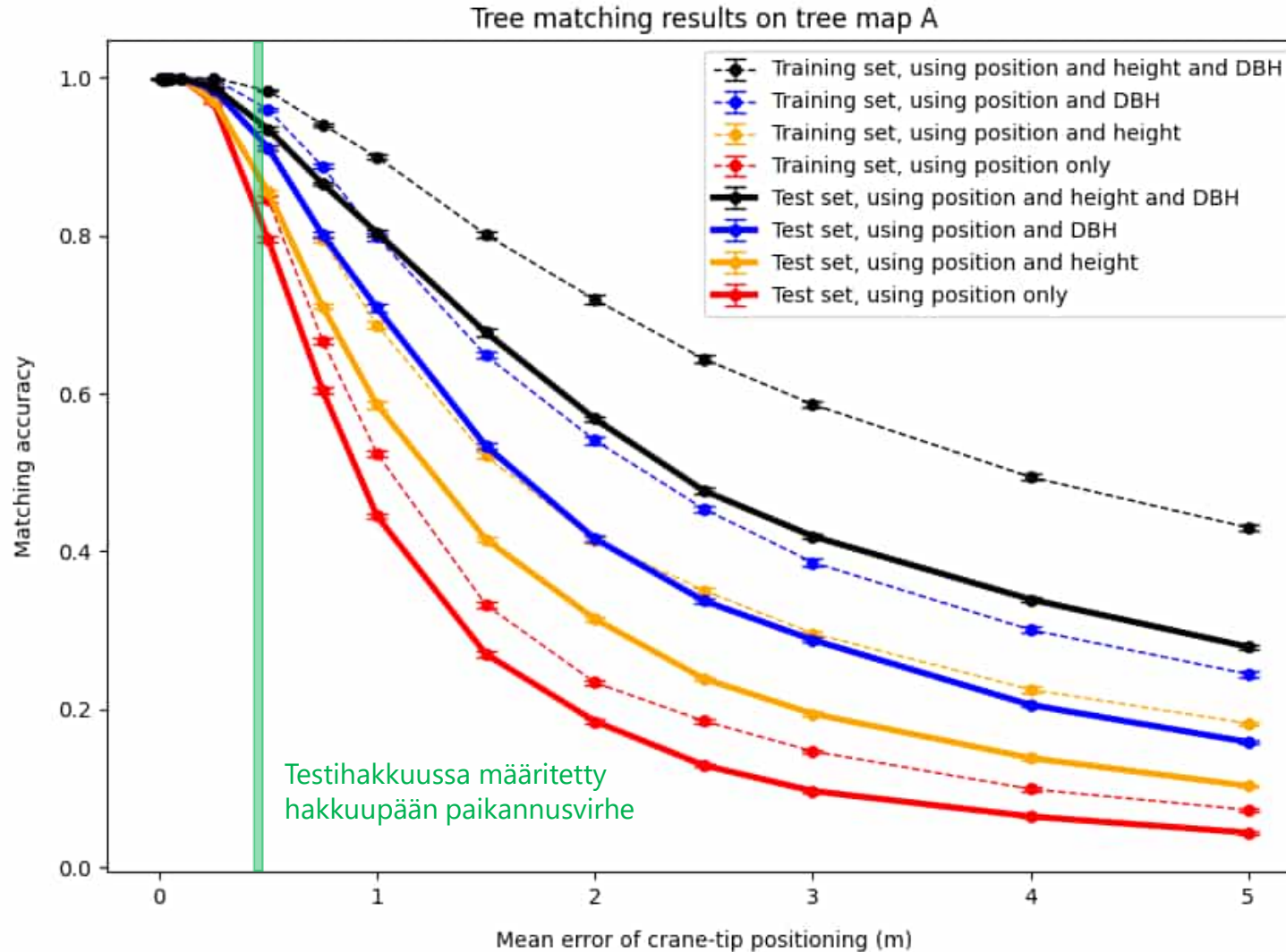
Puiden "yhdistämisalgoritmi" eli algoritmi kaadetun puun tunnistamiseksi ennalta kerätystä puukartasta

"Kaikista etäisyydellä R_{max} kaadetun puun kannon arvioidusta sijainnista olevista puista, joiden DBH on ΔDBH sisällä hakkuukoneen antamasta DBH:sta ja korkeus Δh sisällä hakkuukonedatasta arvioidusta puun korkeudesta, valitse lähin puu."

Puukartassamme on sijainti, DBH ja korkeus kullekin puulle (mustat pisteet HPR-runkoja)



Puiden yhdistämisalgoritmin tarkkuus

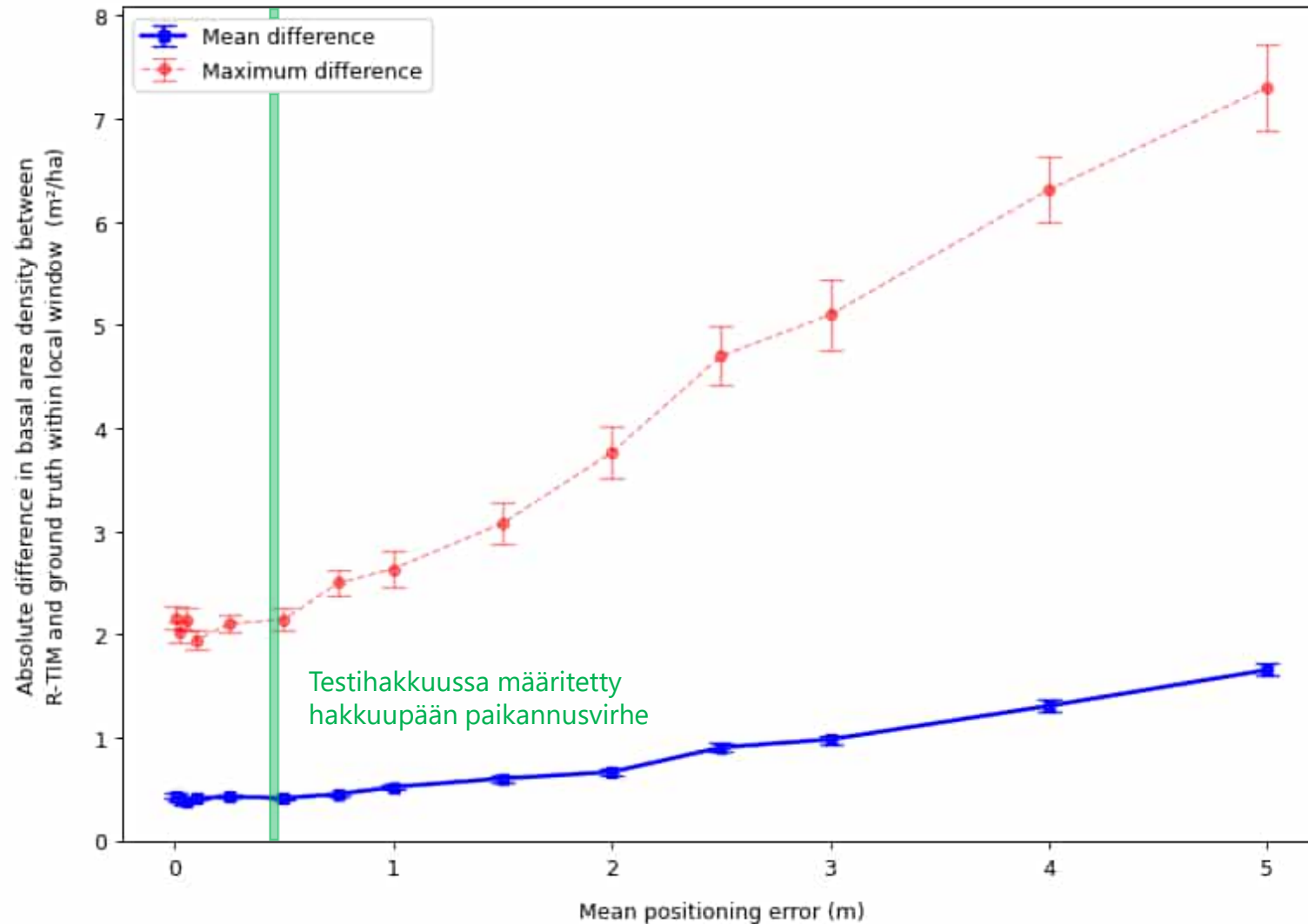


[Holmström et al., manuscript]

R-TIM:n simulaatiopohjainen demonstraatio

- Ks. ulkoiset videot

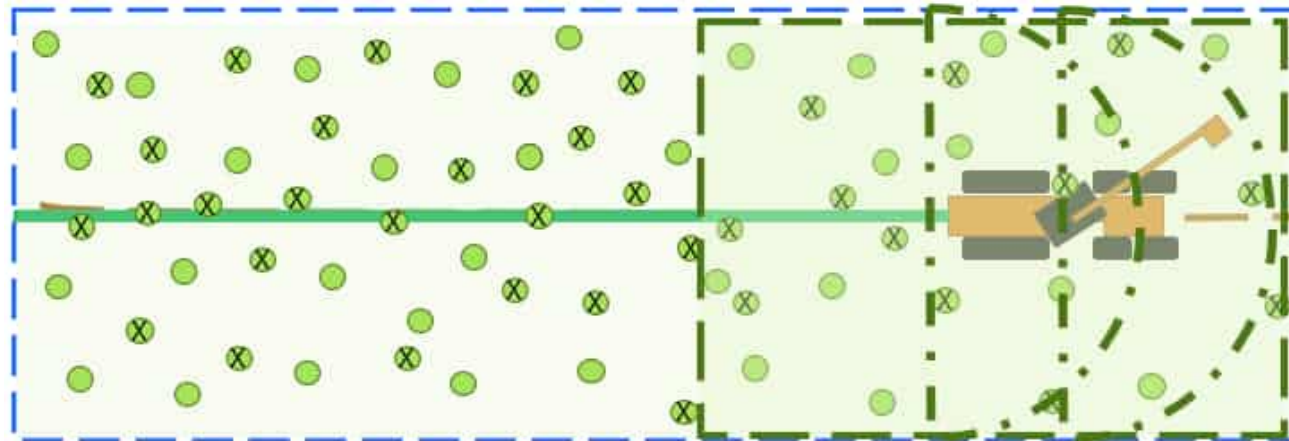
Kuinka tarkka paikannus hakkuupäälle vaaditaan, jotta R-TIM voisi toimia luotettavasti?



[Holmström et al., manuscript]

R-TIM: "Plussat"

- Ainoa data jota R-TIM:iä varten tarvitsee kerätä harvennuksen aikana on normaali runkokohtainen hakkuudata ➡ konsepti on robusti hakkuuolosuhteille
- Jäävän puuston ominaisuudet lasketaan suoraan puukartasta, ei tarvetta arvioinnille
- Ei tarvetta hakkuukoneen uudelle instrumentoinnille, kunhan hakkuupään sijainnille saadaan tuotettua arvio



R-TIM: "Miinukset"

- Järjestelmän raportoiman harvennusvoimakkuuden tarkkuus on ehdollinen puukartan tarkkuudelle
- Täysin tarkan puukartan luominen ei käytännössä mahdollista – tämä huomioitava edettäessä kohti käytäntöä

Jatkoaskeleet

- Validointi suoraan hakkuukonedatalla (ilman simulaatioita)
- Konseptin hyödyllisyyden arvioiminen kuljettajien palautteen perusteella
- Puukartan suureiden (DBH, korkeus) virheiden korjaaminen "lennosta"?



Kiitos!