



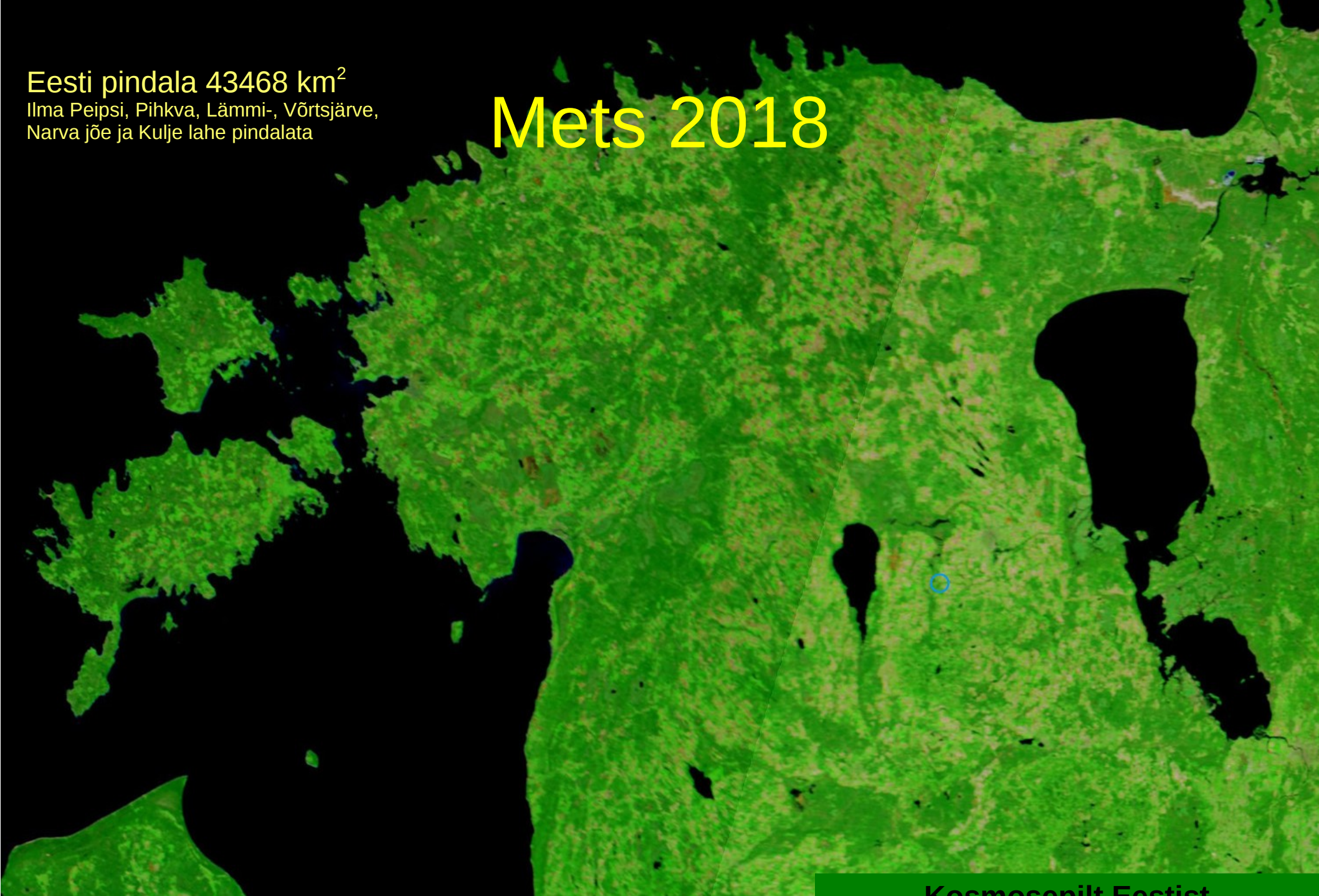
Kaugseiretugi Eesti statistilisele metsainventuurile

Mait Lang
Mattias Rennel
Kalev Pärna
Allan Sims

Eesti pindala 43468 km²

Ilma Peipsi, Pihkva, Lämmi-, Võrtsjärve,
Narva jõe ja Kulje lahe pindalata

Mets 2018



<https://lance-modis.eosdis.nasa.gov/imagery/subsets>

Kosmosepilt Eestist
Satelliidi kõrgus ~ 800 km
Terra MODIS, 10. mai 2018

- SMI - statistiline metsainventuur

Eesti metsad 2018

- Definiitsioon: maatükk pindalaga vähemalt 0,1 ha (1000 m²), mille kasvavad puittaimed kõrgusega vähemalt 1,3 meetrit ja puuvõrade liitusega vähemalt 30%. SMI andmetel on meil
- umbes 480 miljonit m³ puitu 2,3 miljonil hektaril, millest:
 - 13,2% on range katse all (lisandub)
 - 24,6% on mitmesuguste piirangutega (lisandub)
 - >50% majandatakse säilikmetsana (Gustafsson jt. 2012)
 - ~73% on metsaregistri andmebaasis
 - 100% riigimetsi ja 20–30% erametsi on sertifitseeritud FSC ja/või PEFC säästva metsanduse standardite järgi.
- Maakasutuse ajaloost tingituna on Eesti puistute vanuselised jaotused (ARM, 2020) kaugel optimaalsetest. Riigi omandis on 46,6% metsamaast. 2017. a. seondus raietega 82 tuhat hektarit (47% UR, 48% HR ja 5% teised).
- Keskmise eraldise (majandusüksuse) pindala on 1,25 ha.
- Üsna levinud on mitmerindelised segametsad.
- Levinud on mänd, kuusk, kask, hall-lepp, sanglepp, haab, saar, tamm.

- SMI - statistiline metsainventuur

Andmed Eestis (metsade kohta)

- Statistiline metsainventuur (SMI)
 - Punktvaatlused süstemaatilisel võrgul (aastas ca 5500 kohtvaatlust koos proovitükile jäävate puude instrumentaalmõõtmisega).
- Metsaregister
 - Puistute takseerandmed
 - Andmete ajakohasus, pindala kaetus ca 73 %.
- Ortofotod
- Laserskaneerimise andmed alates 2008. aastast
- Multispektraalsed satelidipildid (10...30 m piksel)
- Digitaalne 1:10000 mõõtkavas mullakaart ja põhikaart.
- Metsateatised
- Aastaraamat Mets

- SMI - statistiline metsainventuur

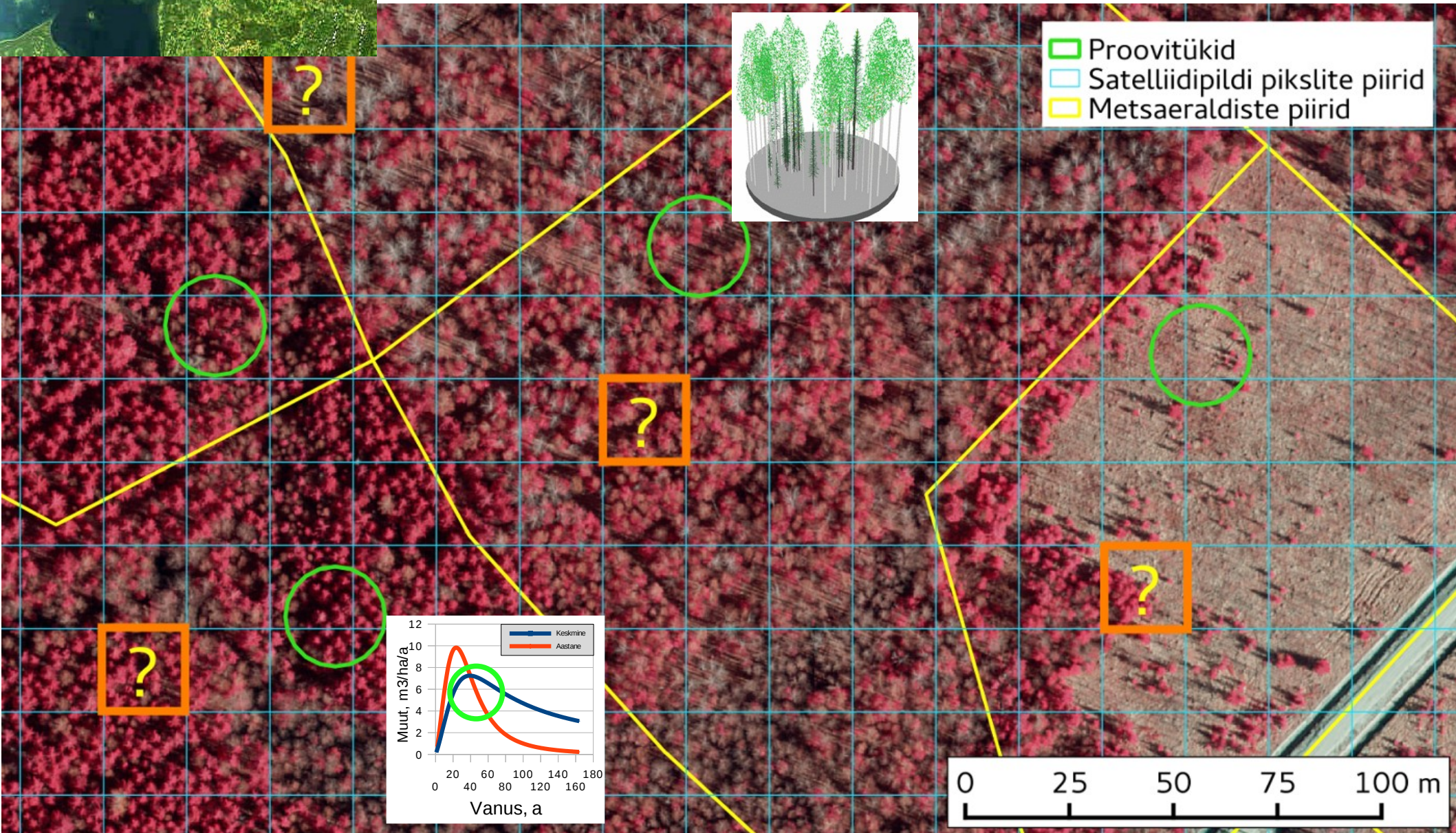
Metsaregister takseerandmetega



Andmed ajakohased (vanus alla 5 aasta) ainult riigimetsadel. Andmed on 73% metsamaa kohta. Kasutatakse metsade majandamise kavandamiseks. Maaomanik tellib metsakorralduse.

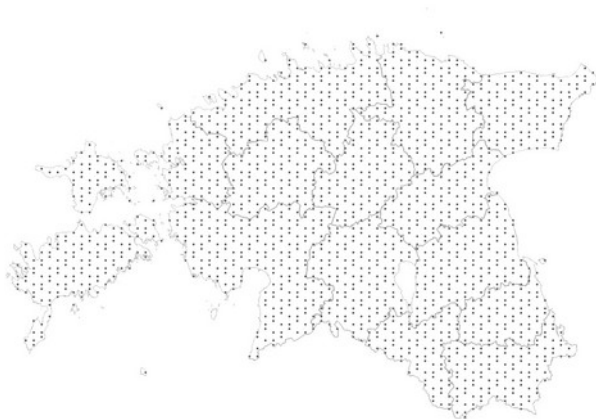


Järjest rohkem on vaja kavandamise ja modelleerimise jaoks kogu ala katvat mõistliku ruumilahutusega ajakohast metsade struktuuri kirjeldavat takseerandmestikku (Korjus jt. 2017).

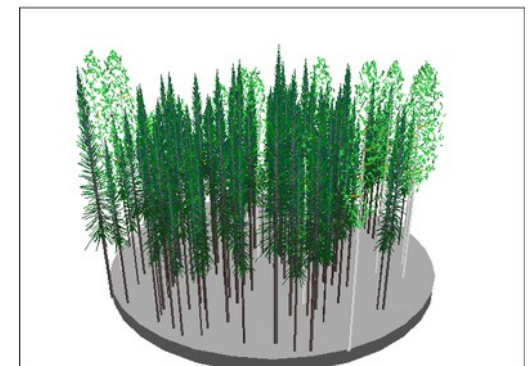
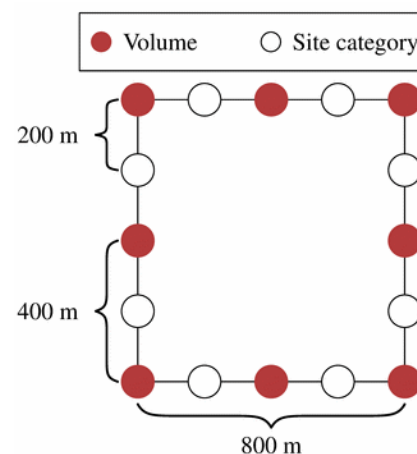


Statistiline metsainventuur

- Valimuuringul põhinevad hinnangud. Alustati Rootsisis 1920.
- On olemas enamikel riikidel.
- Eestis pideval alates 1999. aastast.
- Hinnangud piirkonniti või maakonna tasemel.



Aastas mõõdetakse üle u 5500 kohta.



Instrumentaalselt mõõdetud proovitükid. Raadius 7 või 10 meetrit

Projekt

“Kaugseire meetoditega metsaressursi arvestamine”

Rakenduse tulevane kasutaja - Keskkonnaagentuur

Peatöövõtjaks oli tarkvaraarendaja Reach-U

Kaugseiremeetodite valik ja testimine (TÜ TO)

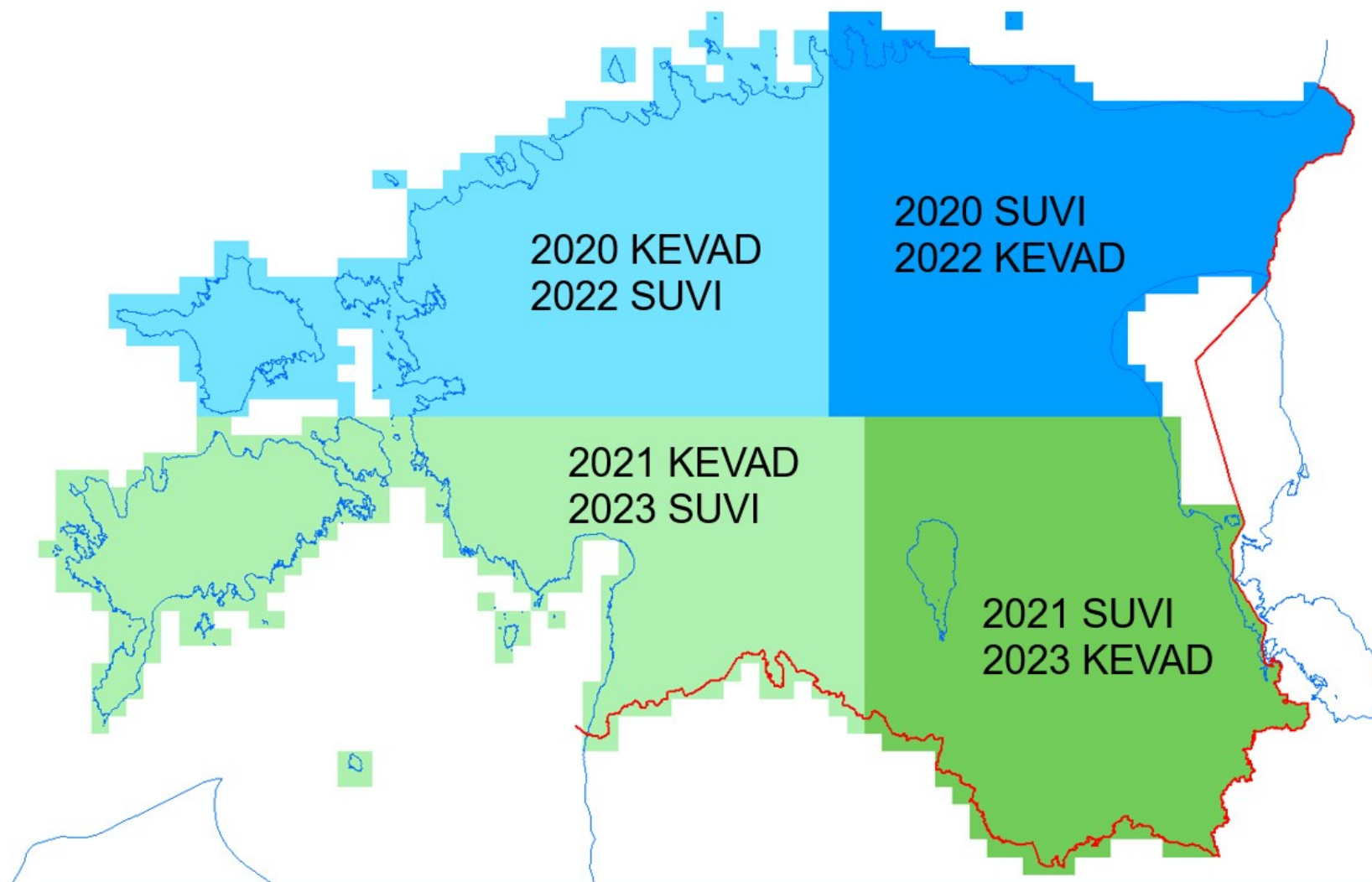
Veahinnangud ja statistikaalane nõustamine (TÜ MSI)

- Projekt: 10. september 2018 – 31. juuli 2020
- Eesmärgid
 - H, V, G, T, muutused, puuliigid. Veahinnangud.
- Avaandmete kasutamine.
- Väljundiks prognooskaardid.
- Rakendustarkvara (dokumenteerimine, kontroll).

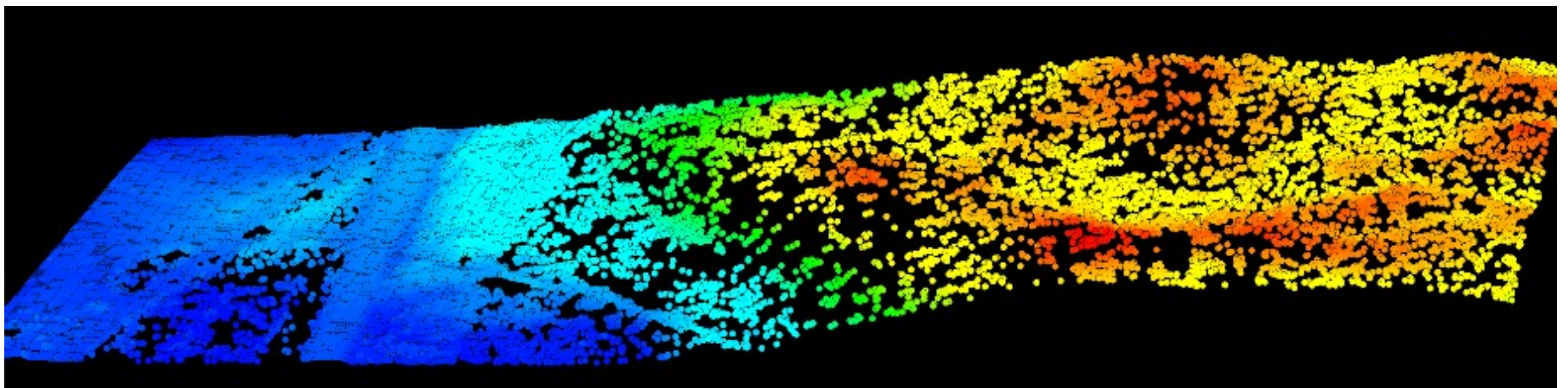
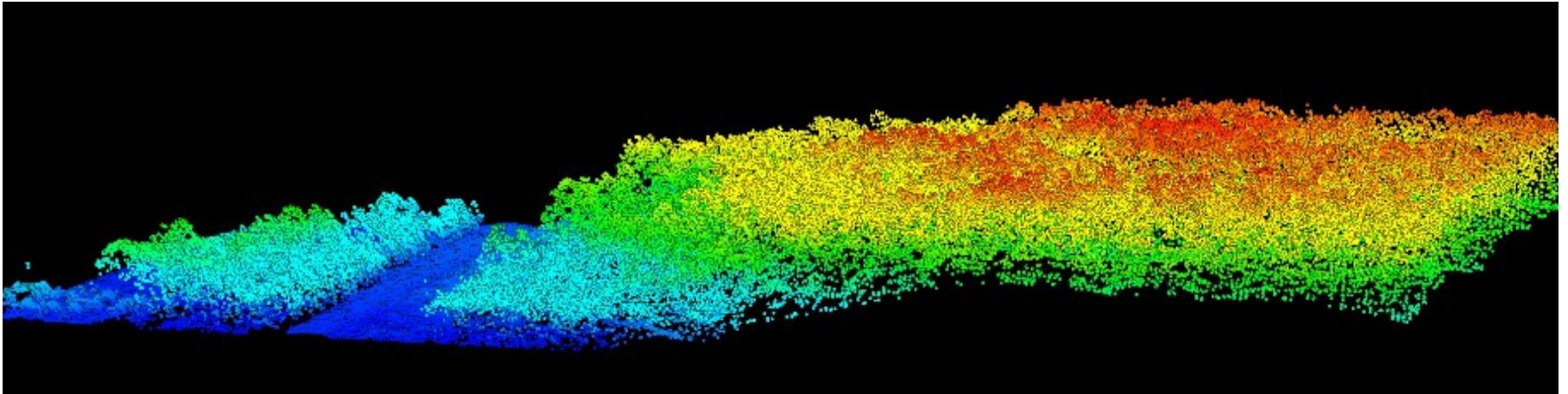
- Keskkonnaagentuur soovis saada töövahendit, mis aitaks paremini ära kasutada juba kogutavaid andmeid.
- Sarnased süsteemid on olemas juba ammu näiteks Soomes, Rootsis ja Norras.
- Targa kasutaja süsteem, mille osad on eeldatavalt
 - andmete import, ettevalmistamine, tunnuste arvutamine
 - mudelite koostamine
 - mudelite rakendamine, hinnangud, muutuste tuvastamine
 - valideerimine
 - tulemuste väljastamine kaartide ja tabelitena.

Laserskaneerimise skeem

Täppiskanneriga Riegl VQ-1560i

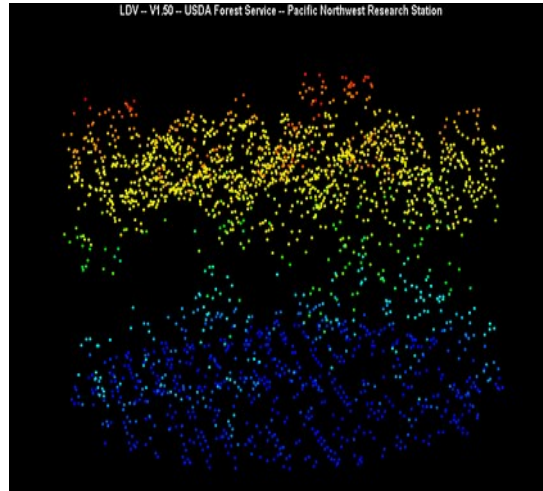
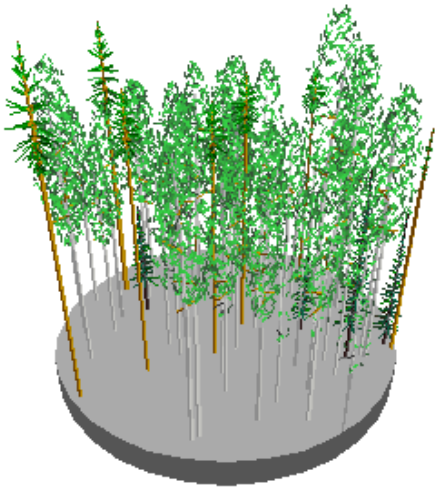


Laserskanneerimise andmed



Maapinnapunktid on eraldatud

Kõrguse ja tüvemahu kaart



- Punktipilvedest lõigatakse tükid.
- Proovitükkide andmetel tehakse mudel.
- Mudelit rakendatakse punktipilvele.
- Tulemuseks on 10 m ruumilahutusega kaardid Eesti kohta.

Copernicus ja Sentinel satelliidid

Landsat programm

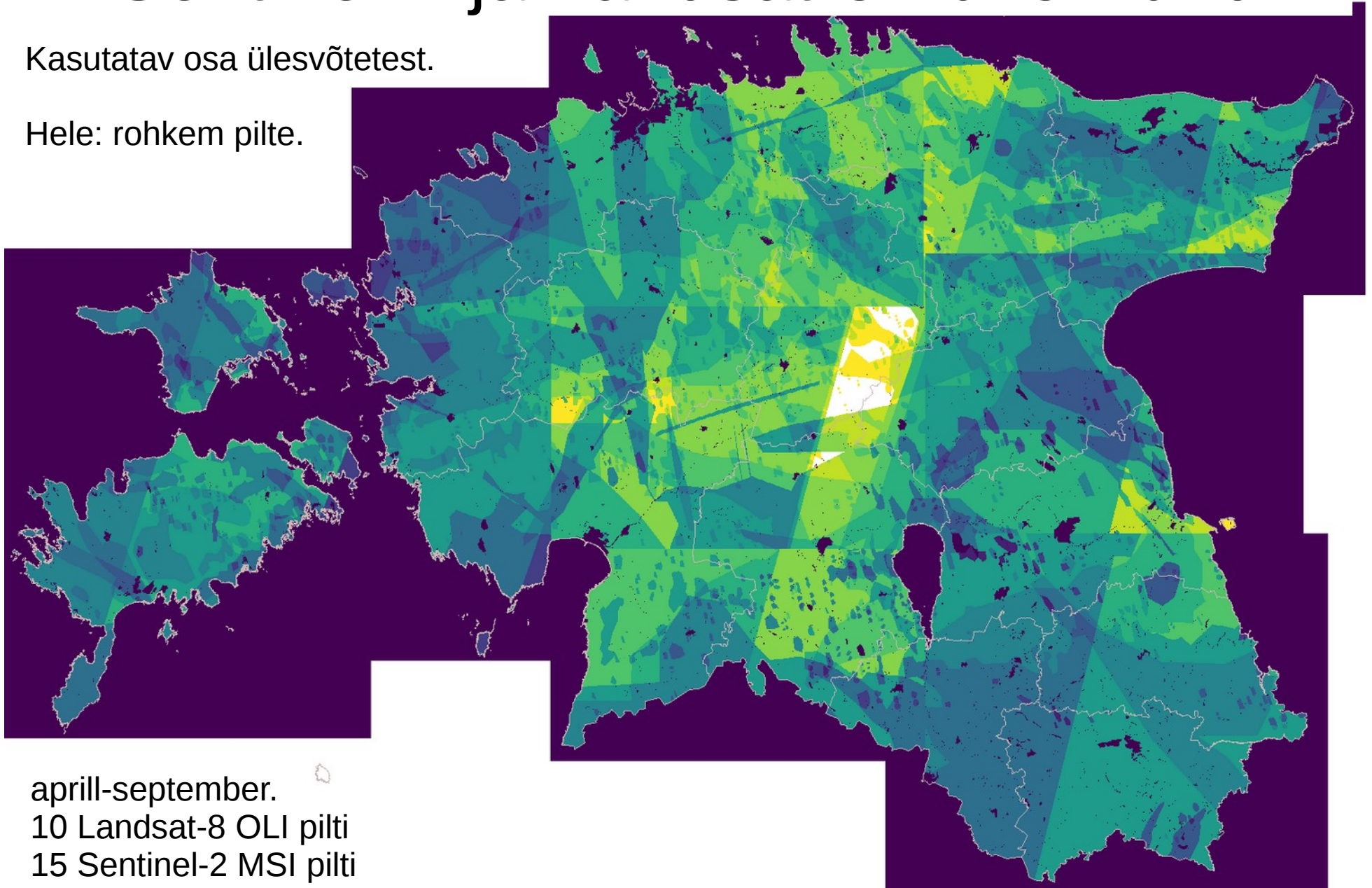
- Multispektraalsed satelliidi pildid võimaldavad koostada puistute liigilise koosseisu kaarte. Kasutatakse masinõpet.
- Muutuste tuvastamine neljakuuliste perioodide kaupa.

Näide

Sentinel-2 ja Landsat-8 2015-2016

Kasutatav osa ülesvõtetest.

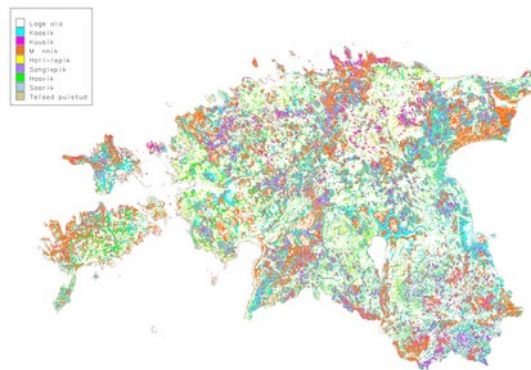
Hele: rohkem pilte.



Kokkuvõte ja edasivaade

- Projekti pikkus oli ainult 24 kuud. Tekkis palju ootamatusi ja uudseid lahendusi.
- Suured andmemahud. Targa kasutaja rakendus.
- Saame 10 m ruumilahutusega kaardid üle Eesti igal aastal.
- Töö käigus kogunes palju ideid meetodika edasiarendamiseks.

Projekti toetas Euroopa Regionaalarengu Fond läbi riikliku meetme „Olemasolevate ja uute infosüsteemide nutikas arendamine (sh analüüs)”.



Viited ja lisalugemist

ARM. 2020. Aastaraamat Mets 2018. Keskkonnaagentuur.

Gustafsson, L.; Baker, S.; Bauhus, J.; Beese, W.; Brodie, A.; Kouki, J.; Lindenmayer, D.B.; Lõhmus, A.; Martínez Pastur, G.; Messier, C.; Neyland, M.; Palik, B.; Sverdrup-Thygeson, A.; Volney, J.; Wayne, A.; Franklin, J.F. (2012). Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *BioScience*, 62 (7), 633–645, 10.1525/bio.2012.62.7.6.

Kiviste, A., Hordo, M., Kangur, A., Kardakov, A., Laarmann, D., Lilleleht, A., Metslaid, S., Sims, A., Korjus, H. 2015. Monitoring and modeling of forest ecosystems: the Estonian Network of Forest Research Plots. – *Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused* 62, 26–38.

Korjus, H., Põllumäe, P., Kiviste, A., Kangur, A., Laarmann, D., Sirgmets, R., Lang, M. 2017. Online streaming public participation in forest management planning. – *Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused* 66, 5–13.

Raudsaar, M., Sims, A., Timmusk, T., Pärt, E., Nikopensius, M. 2017. Forest resources. – M. Raudsaar, K-L. Siimon, M. Valgepea (eds.). *Yearbook forest 2016*. 18–81.

Lang, M., Kaha, M., Laarmann, D., Sims, A. 2018. Construction of tree species composition map of Estonia using multispectral satellite images, soil map and a random forest algorithm. – *Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused* 68, 5–24. ISSN 1406-9954. Journal homepage: <http://mi.emu.ee/forestry.studies> .

Lang, M., Sims, A., , Kalev Pärna, K., Kangro, R., Möls, M., Mõistus, M., Kiviste, A., Tee, M., Vajakas, T., Rennel, M. 2020. Remote-sensing support for the Estonian National Forest Inventory, facilitating the construction of maps for forest height, standing-wood volume, and tree species composition. Käsikiri saadetud ajakirja *Metsanduslikud Uurimused | Forestry Studies*.

Viited ja lisalugemist

Study on European forestry information and communication system: Reports on forestry inventory and survey systems, Volume 2, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom, Czech Republic, Hungary, Poland. European Commission (July 1, 1998). ISBN-13:978-9282798485.

Tomppo, E., Gschwantner, Th., Lawrence, M., McRoberts, R.E. (Eds.). 2010. National Forest Inventories, DOI 10.1007/978-90-481-3233-1_1. Springer.



Looduslikult põllumaale tekkinud mets, mis on jõudnud piirtiheduse seisundisse.