



Eesti metsade kõrguskaardi koostamine

Metoodika

Eesti metsade kõrguskaart on koostatud Maa- ja Ruumiameti aerolaserskaneerimise (ALS) andmete ja Keskkonnaagentuuri statistilise metsainventeerimise (SMI) traktide mõõdistuste põhjal. Metsade kõrguskaart on kokku pandud neljast veerandist (Kirde-, Kagu-, Edela-, Loode-Eesti mõõdistustest). Igale veerandile on lähendatud uued mudeli parameetrid lähtudes vastava veerandi mõõtmisandmetest.

Lidariandmete töötlemiseks ja ALS meetrikute arvutamiseks kasutati vabavara FUSION¹. Modelleerimine tehti programmeerimis- ja statistikatarkvaraga R. Kaarditöötlus tehti programmiga QGIS. Kõrguse arvutamiseks kasutati mudeleid Tauri Arumäe doktoritööst „Puistute takseertunnuste hindamine aerolidari mõõtmisandmete põhjal hemiboreaalses metsades“ (2020)².

Kõrguse arvutamiseks kasutati mudelit:

$$H_{ALS} = aH_{P80} + b,$$

kus H_{ALS} on lidariandmetelt arvutatud kõrgus;

a , b – proovitükkidelt lähendatud mudeli parameetrid;

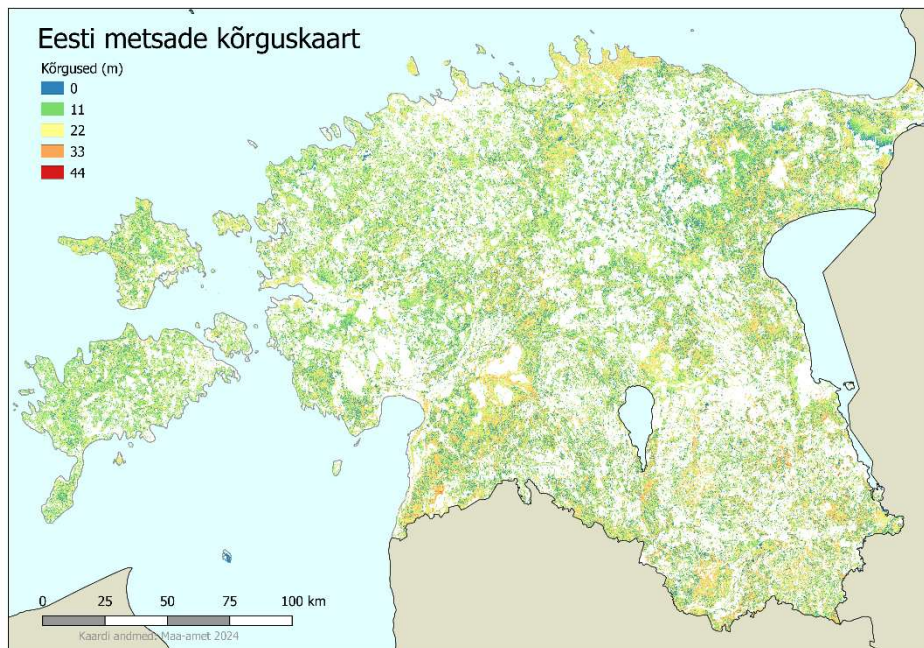
H_{P80} - lidari peegelduste kõrgusjaotuse 80-protsentiil.

Lisaks kasutati metsade kõrguskaardi koostamisel ETAK (Eesti topograafia andmekogu) puittaimestiku ja märgala kihti ³.

¹ McGaughey, R.J. 2014. FUSION/LDV: Software for LIDAR data analysis and visualization. http://forsys.cfr.washington.edu/fusion/fusion_overview.html

² Arumäe, Tauri. “Estimating forest variables using airborne lidar measurements in hemi-boreal forests.” (2020) <https://dspace.emu.ee/items/60dcbca0-7e0d-4f54-8f58-f2caf7c47f44>

³ Eesti topograafia andmekogu (ETAK). <https://geoportaal.maaamet.ee/est/ruumiandmed/eesti-topograafia-andmekogu-p79.html>



Joonis 1. Eesti metsade kõrguskaart

Eesti metsade kõrguskaart on koostatud 2020-2023. aasta lidariandmete ja 2019-2023. aasta SMI proovitükkide andmete põhjal. Kaart on rasterformaadis pikslitäpsusega 10 meetrit, kus piksel kirjeldab puistu ülarinde keskmist kõrgust.

Eesti metsade kõrgusmodelite modelleerimine

Kirde-Eesti mudelid

Kasutatud andmed:

- Maa- ja Ruumiameti Kirde-Eesti 2020. aasta metsandusliku lennu lidariandmed;
- SMI mõõtmisandmed aastatest 2019; 2020; 2021;
- SMI proovitükke kokku 1403, millest 1349 kohta arvutati ALS-meetrikud.

Mudelite koostamiseks eraldati SMI andmestikust jaotamata proovitükkide andmestik, valimisse jäi 1105 proovitükki. Seejärel liideti SMI ja ALS-meetrikud ühte tabelisse. Liidetud tabel korrastati ja eemaldati erandid, valimisse jäi 685 proovitükki.

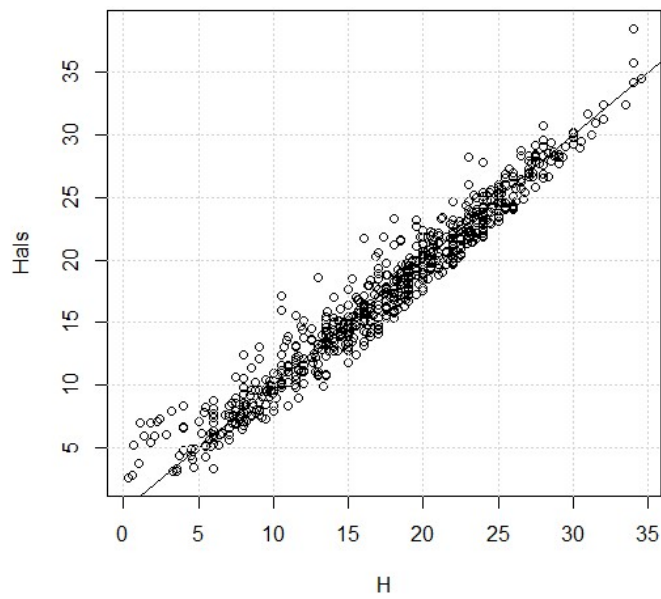
Kõrgusmodel NE 2020

SMI proovitükkidelt lähendatud parameetritega kõrgusmodel:

$$H_{ALS} = 1,113445 \cdot H_{P80} + 0,638865,$$

mille jääkstandardhälve on 1,56 meetrit ja $R^2 = 0,949$.

Mudeliga arvatud SMI proovitükkide kõrgusväärtused, kasutades modelleerimise andmestikku:



Joonis 3. Kirde-Eesti SMI proovitükkidel inventeeritud kõrguse (H) ja NE 2020 mudeliga arvatud kõrguse (H_{ALS}) korrelatsioon (m); lisatud 1:1 joon

Kagu-Eesti mudelid

Kasutatud andmed:

- Maa- ja Ruumiameti 2021. aasta metsandusliku lennu lidariandmed;
- SMI mõõtmisandmed aastatest 2020; 2021; 2022;
- SMI proovitükke kokku 1347, millest 1345 kohta arvutati ALS-meetrikud.

Mudelite koostamiseks eraldati SMI andmestikust jaotamata proovitükkide andmestik, valimisse jäi 1050 proovitükki. Seejärel liideti SMI ja ALS-meetrikud ühte tabelisse. Liidetud tabel korrastati ja eemaldati erandid, valimisse jäi 634 proovitükki.

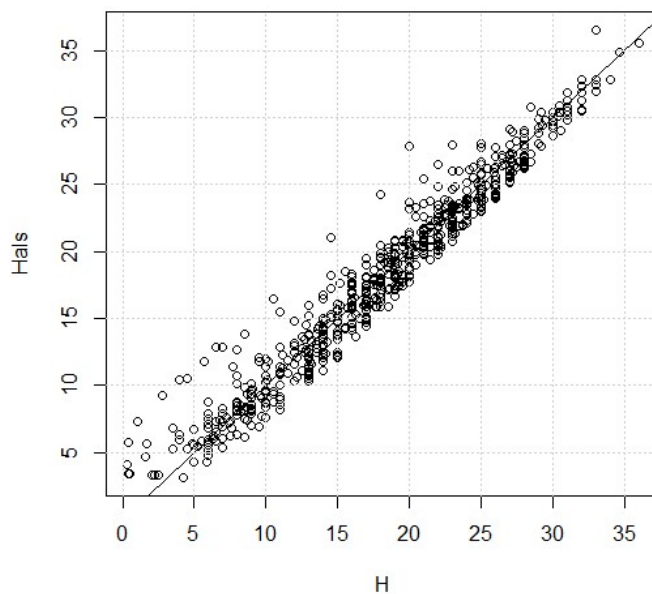
Kõrgusmudel SE 2021

SMI proovitükkidelt lähendatud parameetritega kõrgusmudel:

$$H_{ALS} = 1,081797 \cdot H_{P80} + 1,195197,$$

mille jääkstandardhälve on 1,64 meetrit ja $R^2 = 0,949$.

Mudeliga arvutatud SMI proovitükkide kõrgusväärtused, kasutades modelleerimise andmestikku:



Joonis 5. Kagu-Eesti SMI proovitükkidel inventeeritud kõrguse (H) ja SE 2021 mudeliga arvutatud kõrguse (H_{ALS}) korrelatsioon (m); lisatud 1:1 joon

Edela-Eesti modelid

Kasutatud andmed:

- Maa- ja Ruumiameti 2023. aasta metsandusliku lennu lidariandmed;
- SMI mõõtmisandmed aastatest 2021; 2022; 2023;
- SMI proovitükke kokku 1368, millest 1367 kohta arvutati ALS-meetrikud.

Mudelite koostamiseks eraldati SMI andmestikust jaotamata proovitükkide andmestik, valimisse jäi 1081 proovitükki. Seejärel liideti SMI ja ALS-meetrikud ühte tabelisse. Liidetud tabel korrastati ja eemaldati erandid, valimisse jäi 764 proovitükki.

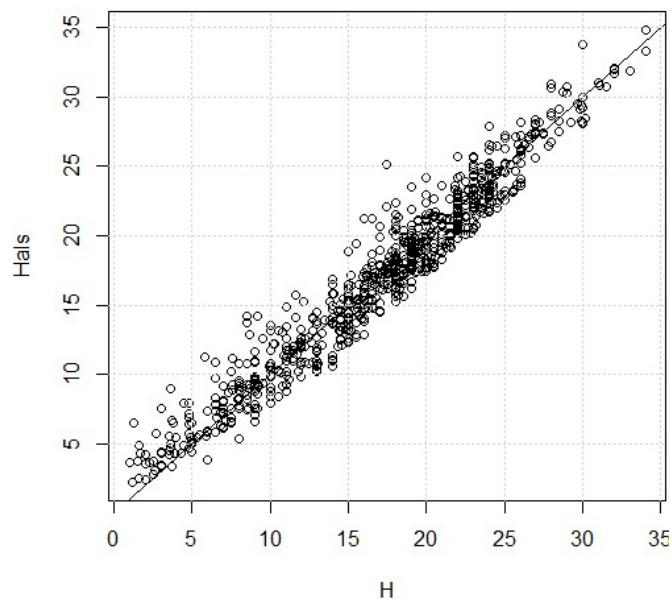
Kõrgusmudel SW 2023

SMI proovitükkidelt lähendatud parameetritega kõrgusmudel:

$$H_{ALS} = 1,096674 \cdot H_{P80} + 0,583595 ,$$

mille jääkstandardhälve on 1,63 meetrit ja $R^2 = 0,942$.

Mudeliga arvutatud SMI proovitükkide kõrgusväärtused, kasutades modelleerimise andmestikku:



Joonis 7. Edela-Eesti SMI proovitükkidel inventeeritud kõrguse (H) ja SW 2023 mudeliga arvutatud kõrguse (H_{ALS}) korrelatsioon (m); lisatud 1:1 joon

Loode-Eesti mudelid

Kasutatud andmed:

- Maa- ja Ruumiameti 2022. aasta metsandusliku lennu lidariandmed;
- SMI mõõtmisandmed aastatest 2021; 2022; 2023;
- SMI proovitükke kokku 1359, millest 1292 kohta arvutati ALS-meetrikud.

Mudelite koostamiseks eraldati SMI andmestikust jaotamata proovitükkide andmestik, valimisse jäi 1038 proovitükki. Seejärel liideti SMI ja ALS-meetrikud ühte tabelisse. Liidetud tabel korrastati ja eemaldati erandid, valimisse jäi 649 proovitükki.

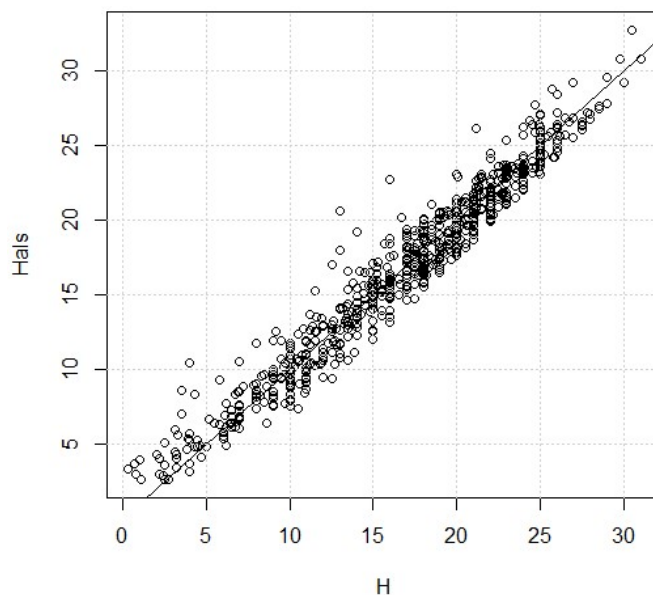
Kõrgusmudel NW 2022

SMI proovitükkidelt lähendatud parameetritega kõrgusmudel:

$$H_{ALS} = 1,11374 \cdot H_{P80} + 0,82424,$$

mille jääkstandardhälve on 1,48 meetrit ja $R^2 = 0,945$

Mudeliga arvutatud SMI proovitükkide kõrgusväärtused, kasutades modelleerimise andmestikku:



Joonis 9. Loode-Eesti SMI proovitükkidel inventeeritud kõrguse (H) ja NW 2022 mudeliga arvutatud kõrguse (H_{ALS}) korrelatsioon (m); lisatud 1:1 joon

Lisa 1. Veahinnangud

Tabel 1. Metsade kõrgusmodelite statistilised näitajad

H mudel	Jääkstandardhälve (m)	R²
NE 2020 / kirre	1.56	0.949
SE 2021 / kagu	1.64	0.949
SW 2023 / edel	1.63	0.942
NW 2022 / loe	1.48	0.945