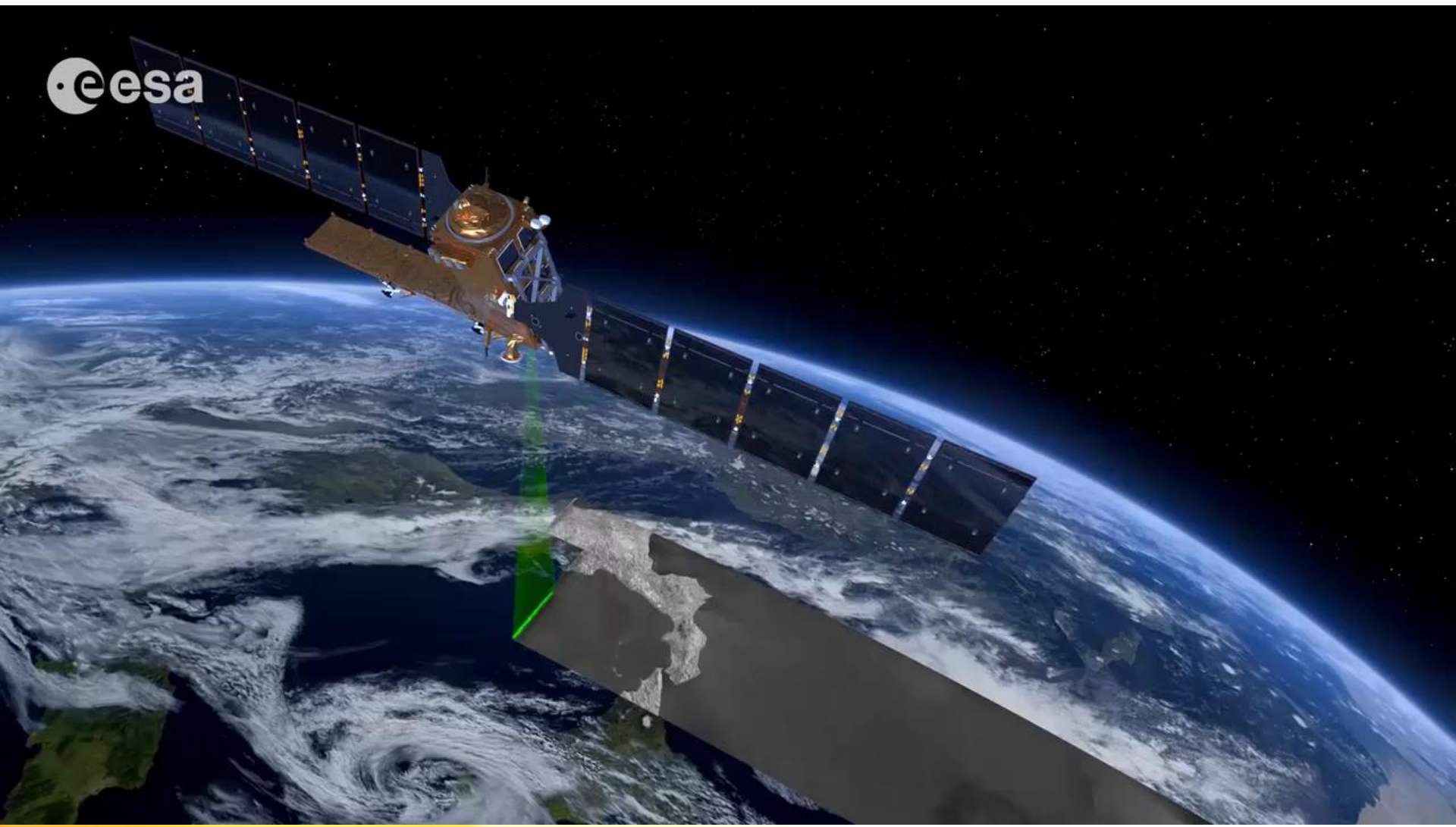


Metsa kõrguse kaardistamise võimalustest radarkaugseirega

Aire Olesk, Kaupo Voormansik



Tehisava-radar (SAR)



Radarkaugseire rakendused

Muutuste tuvastus



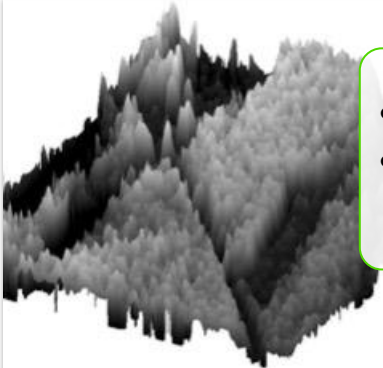
- Tormi- ja metsatulekahjud
- Lageraied

Biomass



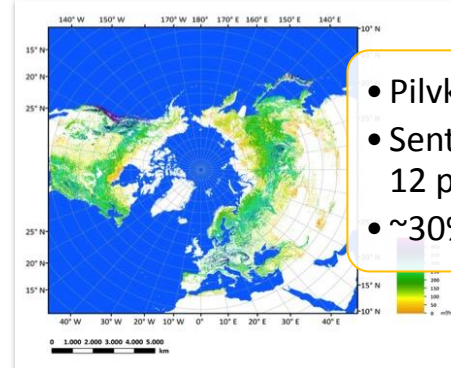
- Tüvemahu hinnangud
- Kasvuhoonegaasid

Metsade struktuur



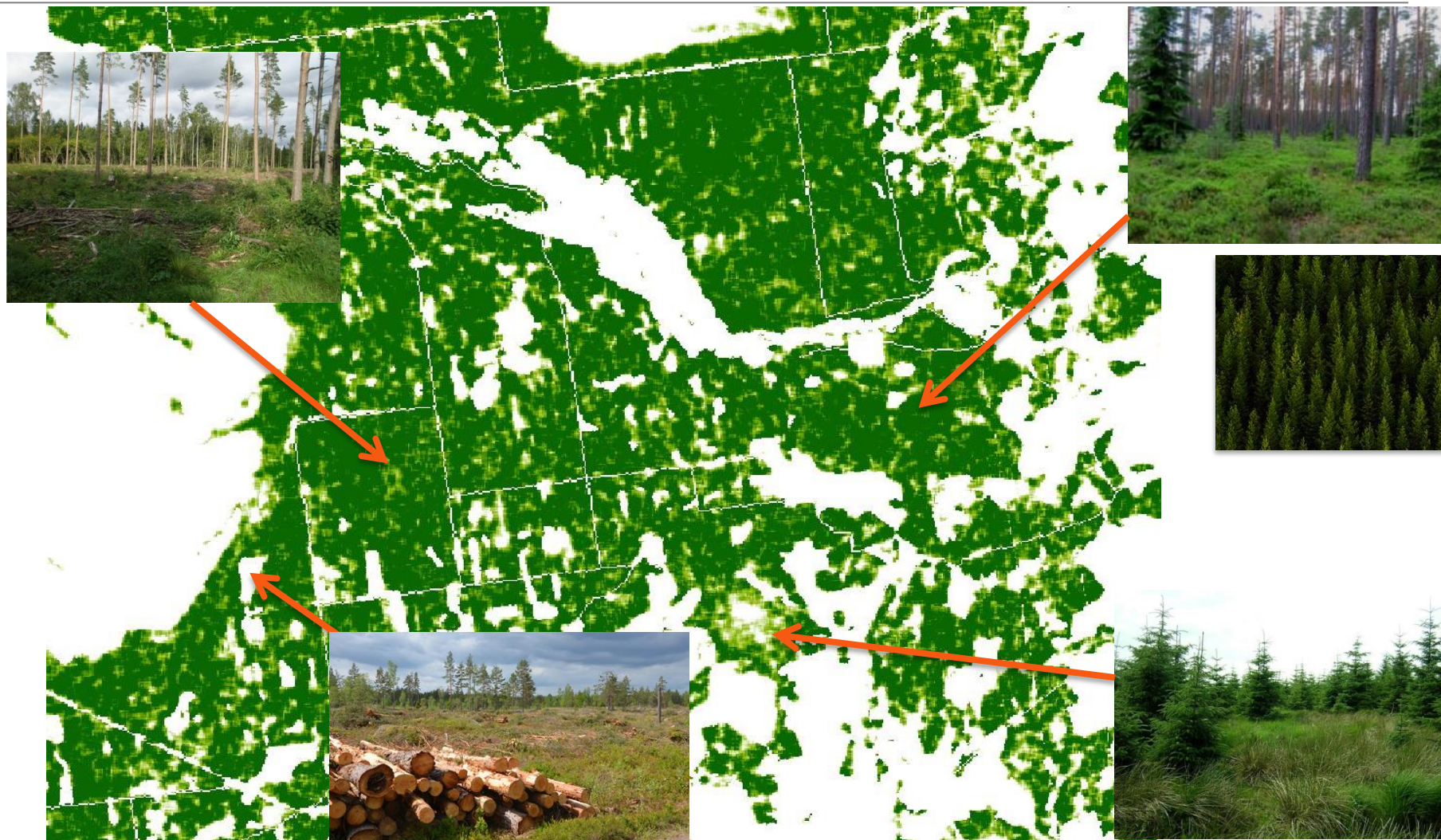
- 3D mudel
- Kõrguse klassid

Globaalne katvus



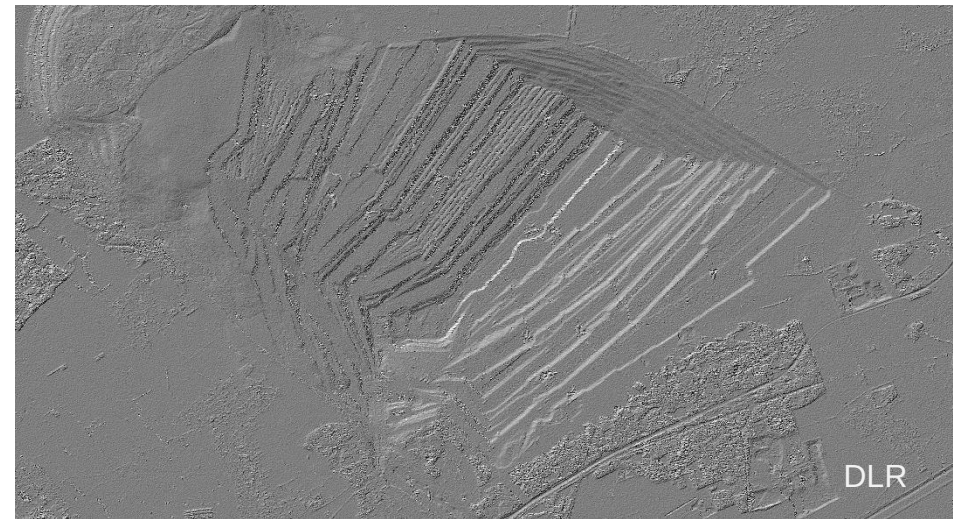
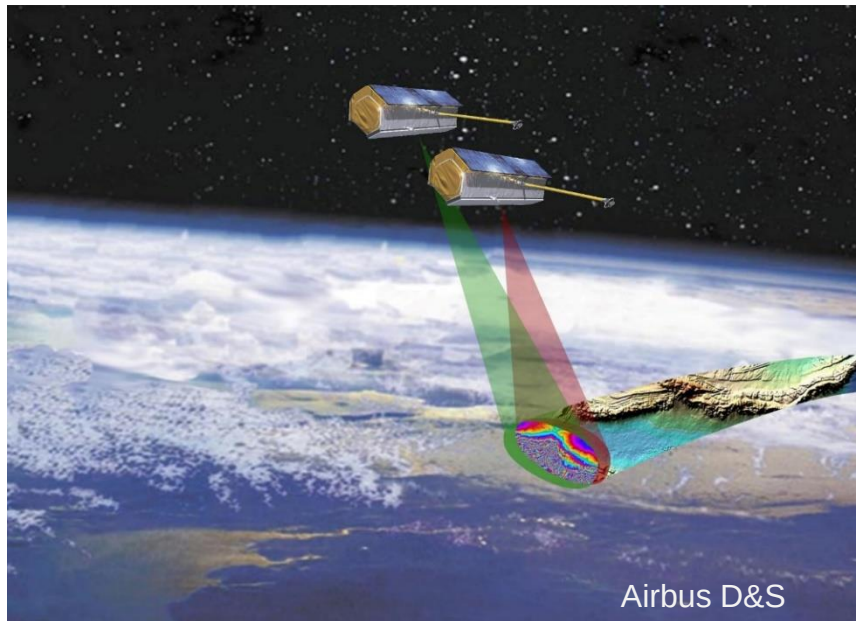
- Pilvkate ei sega
- Sentinel-1 pilt iga 12 päeva järel.
- ~30% maismaast

Metsade kaardistamine kosmosest



Metsa kõrguse hindamine kosmosest

- X-laineala tehisavaradar
- TanDEM-X
- Resolutsioon kuni 1 m
- Bistaatiline radar
- Polarimeetriline radar
- SARi interferomeetria
- Ruumiline dekorrelatsioon
- Koherentsuspildid



T-X globaalne 12x12 m katvus 2014. a
maapinna kõrgusmudel 2–4 m vertikaalse veaga

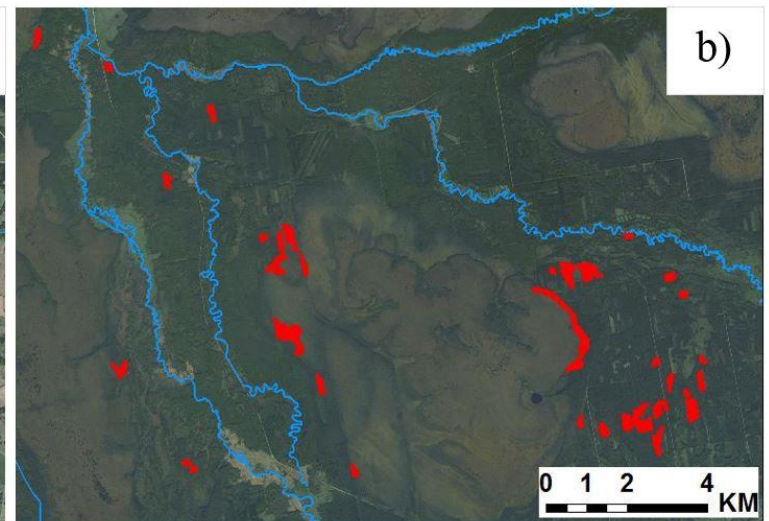
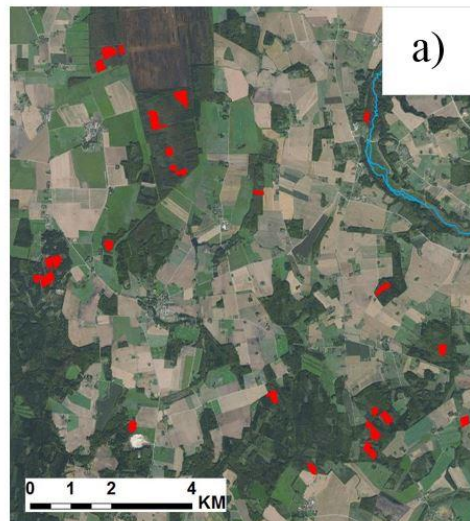
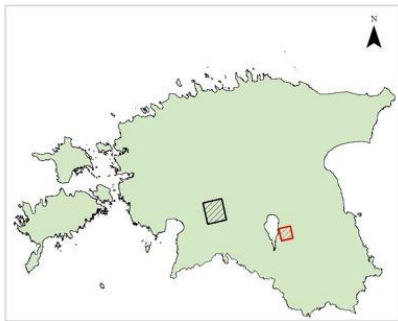
Võrdlusandmed

- Maa-ameti LiDARi kõrgusandmed, kogutud 2010. ja 2011. aastal.
- Soomaa testala - kolm HH/VV TanDEM-X 2012. aasta kevadist pilti, 3. märts, 8. märts ja 25. märts, 6.6 x 3.0 m lahutusega
- Rannu testala - üks kevadine ja kolm suvist HH/VV TanDEM-X 2013. a pilti, 19. aprill, 2. juuni, 13. juuni ja 27. juuli, 3.2 x 1.8 m lahutusega
- Metsaregistri andmed



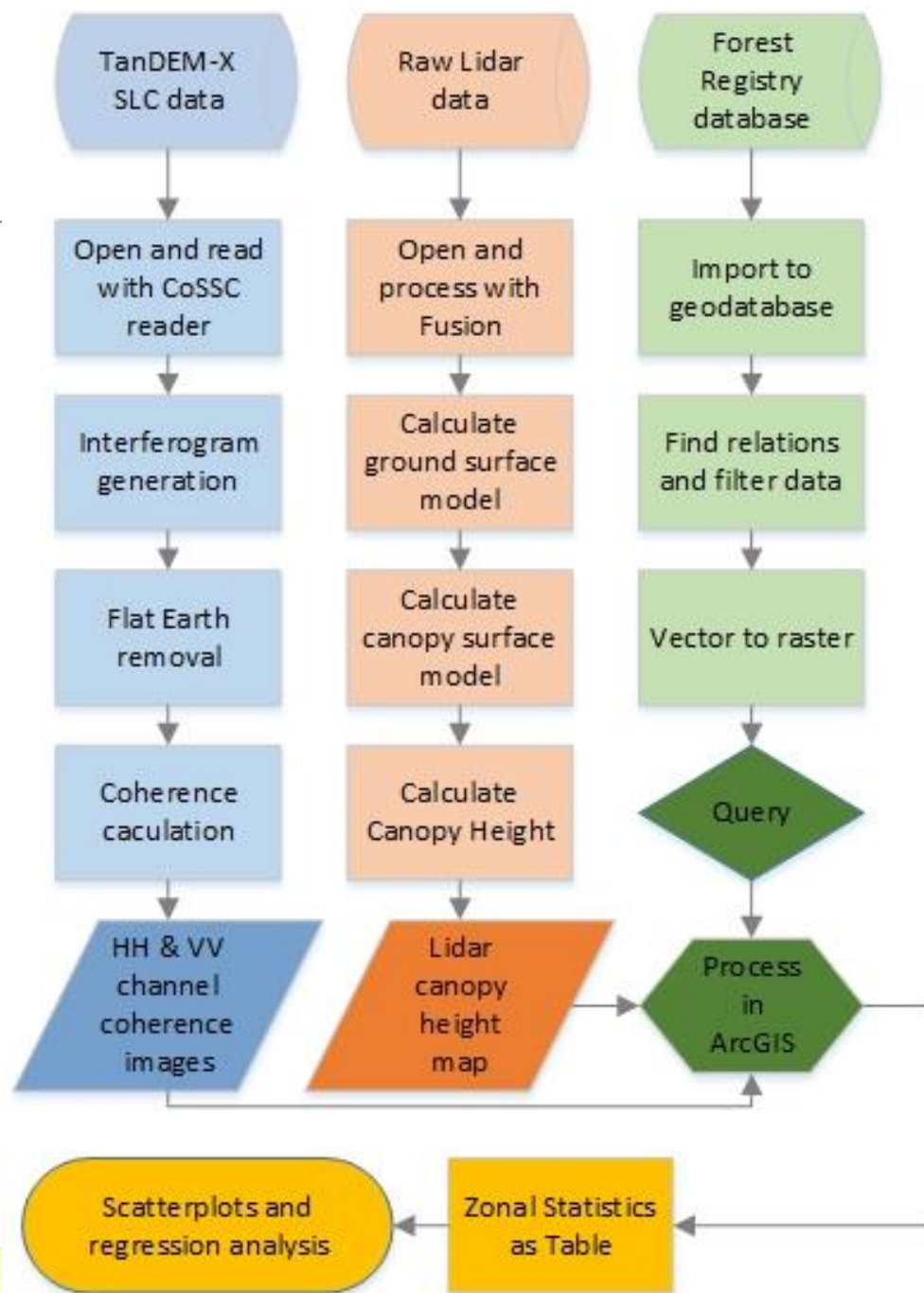
Rannu ja Soomaa testalad

- > 1 ha homogeensed metsa-eraldised esimese rinde katvusega (peapuuliik) vähemalt 80%, inventuur 2008. a ja hiljem.
- Soomaa testala (b) 18 x 14 km, Halliste, Raudna ja Lemmijõe vahelistel aladel, 55 eraldist, 169 ha, keskmise eraldise suurusega 3,07 ha, metsa kõrgus vahemikus 4-24 m
- Rannu testala (a) 10 x 10 km, 35 eraldist, 79,6 ha, keskmise eraldise suurusega 2,27 ha, metsa kõrgus vahemikus 3-27 m

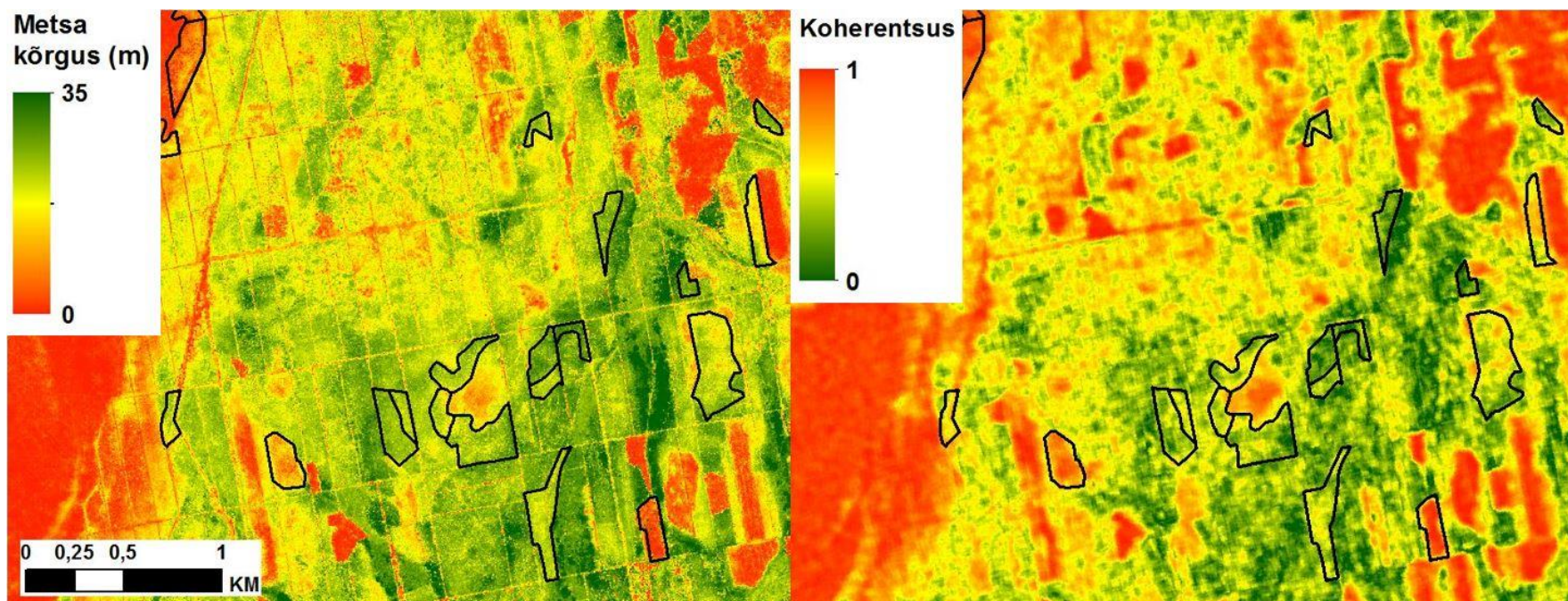


Andmetöötlus

- SARi töötlus, IDL
- LiDARi töötlus, Fusion
- Metsaregistri andmete töötlus, MS Access
- GIS töötlus, ArcGIS



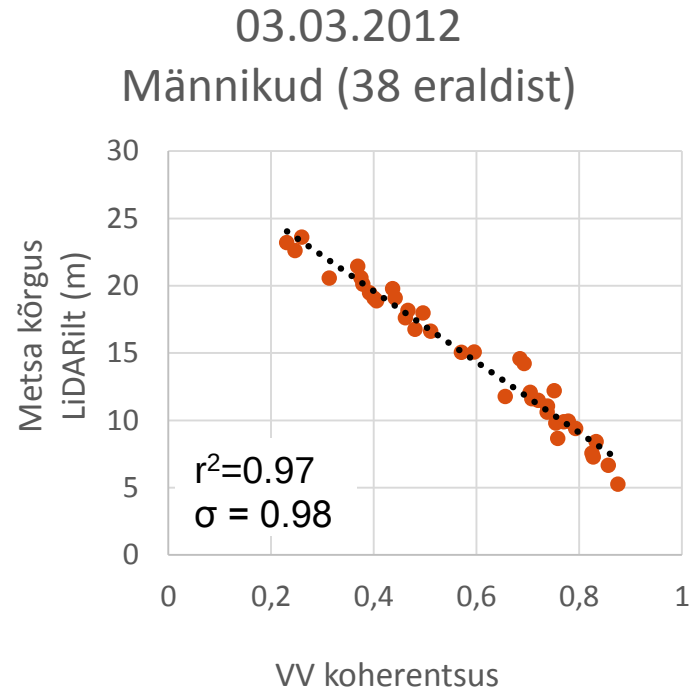
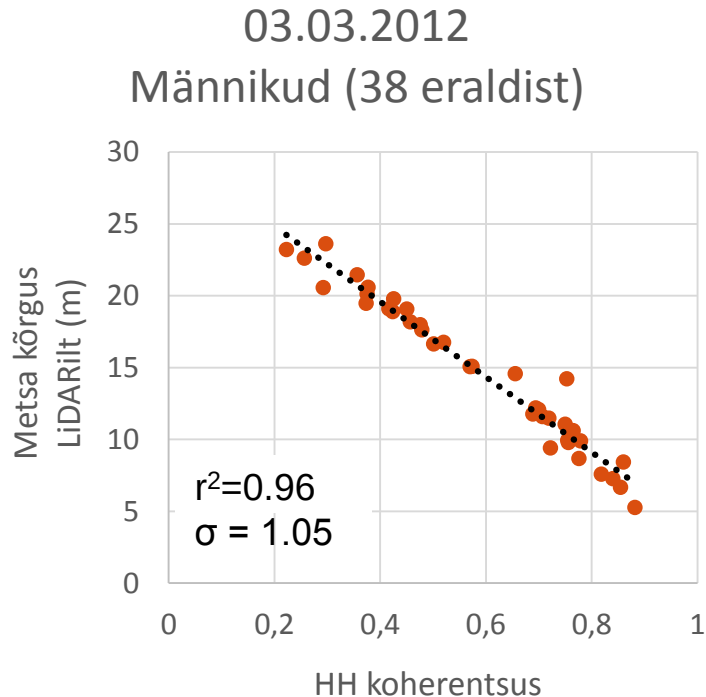
Tulemused: LiDAR vs SAR



LiDARi metsa kõrguse mudel
(2010. a).

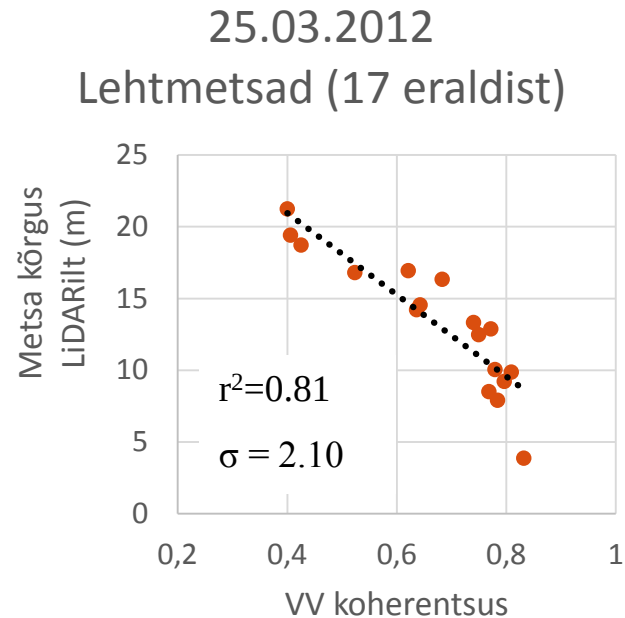
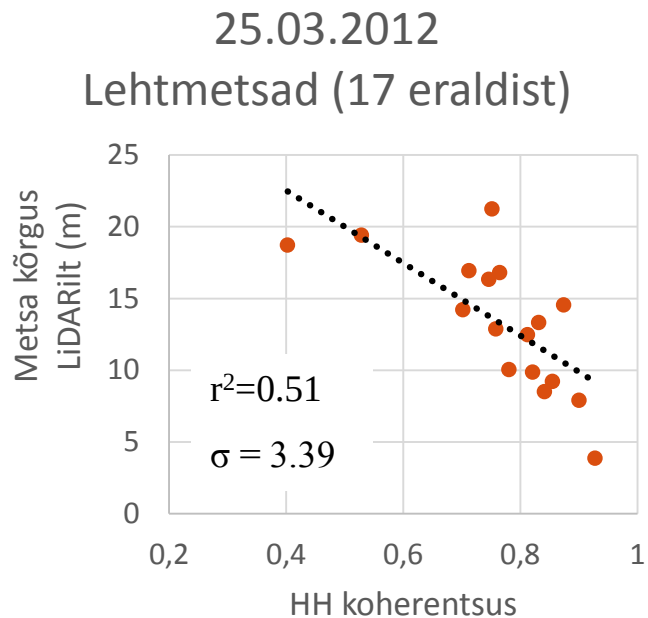
Kevadine SARi koherentsuse pilt
(2012. a) Soomaa testalal.

Regressioonianalüüs



Regressioonimudel näitab testaladel leitud tüüpilist SAR koherentsuse ja LiDARi määratud männikute kõrguse vahelist tugevat lineaarset seost.

Üleujutuste mõju tulemustele



Halliste jõe tase tõusis võrreldes 8. märtsi 0,81 m tasemega 3,74 meetri peale

Regressioonianalüüsi tulemused Soomaal

Kuupäev	3. märts 2012		8. märts 2012		25. märts 2012	
Korrelatsiooni- koefitsent	r^2	σ (m)	r^2	σ (m)	r^2	σ (m)
HH koherentsus männikud (38/38/36 eraldist)	0.961	1.05	0.931	1.39	0.913	1.57
HH koherentsus Lehtmetsad (17 eraldist)	0.923	1.34	0.874	1.71	0.506	3.39
VV koherentsus männikud (38/38/36 eraldist)	0.966	0.98	0.956	1.07	0.938	1.33
VV koherentsus Lehtmetsad (17 eraldist)	0.886	1.63	0.912	1.43	0.809	2.10

Mändide standardmääramatus σ Soomaal minimaalselt 0,98 m.

Järeldused

- Töötab hästi männikute puhul
- Lehtmetsade puhul on seosed tugevamad kevadel (raagus puud), σ kevadel 1,34-1,78 m, suvel 2,22-3,16 m).
- Üleujutatud lehtmetsade korral leiti seosed VV-polarimeetrilist kanalit kasutades usaldusväärsemad ($\sigma = 2,10$ m) kui HH-polarisatsiooni kanali korral ($\sigma = 3,39$ m).
- Kuusikute σ vahemikus 2,96 m ja 4,90 m, mida võiks seletada satelliidi vaatenurkade ning kahe satelliidi vahelise kauguse muutusega. Vajab põhjalikumat uurimist.

Kokkuvõte

- Eesmärgiks oli testida uut ja maailmas seni vähe kasutatud metoodikat Eesti tingimustes
- Tulemuste täpsus sõltub peamiselt aastaajast, puu liigist, vee olemasolust maapinnal ning satelliitide asendist.
- Täpsemaks analüüsiks on käimas uus põhjalikum ja suuremat ala kattev uurimistöö, mis analüüsib ka tulemuste sõltuvust metsa tihedusest ja võrastiku kihi paksusest ning kõrgusest. Lisandub modelleerimine ning värskemad võrdlusandmed.



Täna
kuulamast!
Küsimusi?

REGIO

Aire.Olesk@regio.ee

Käesolev töö on finantseeritud Euroopa Kosmoseagentuuri (ESA) PECS programmi raames ESA ja Regio vahelise lepinguga (AO/1-7332/12/NL/KML). Uurimistöö läbiviimist toetas Euroopa Liidu Euroopa Sotsiaalfond programmi DoRa raames, mida viib ellu Sihtasutus Archimedes. Autorid tänavad Keskkonnaagentuuri Metsaregistri andmete eest ja Maa-ametit LiDARi andmete eest. TanDEM-X andmeid võimaldas uurimistööks kasutada Saksa Kosmoseagentuur (DLR) projektide NTI_INSA1194 ja NTI_POLI2174 raames.