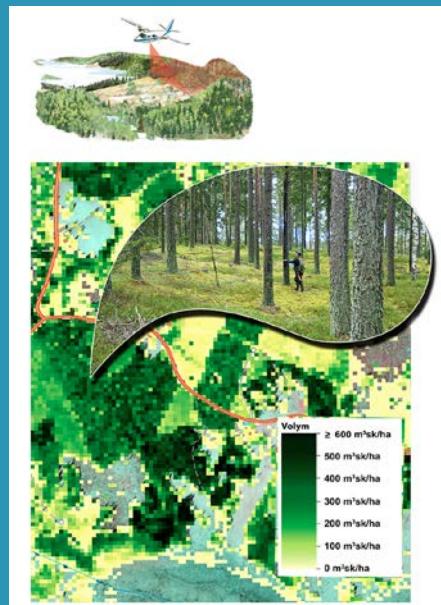


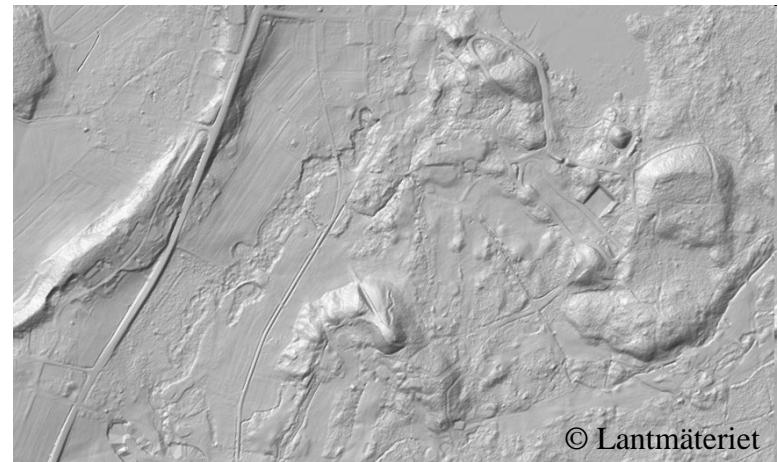
Lidar and the potential to increase precision in forestry



Mats Nilsson, SLU

National Laser Scanning Data

- Lantmäteriets national laser scanning campaign (2009-2019)
- Laser data: 0.5-1 p/m²
- Flight height : 1700-2300 m.
- Max scan angle: $\pm 20^\circ$
- Overlap between swaths: 20 %
- Footprint size: 0.5 m
- Positional accuracy: 0.3 m
- Height accuracy: 0.1 m (flat surfaces)
- Scanners: Optec, Leica and Riegl



DEM



Laser scanning

Forest maps from laser data

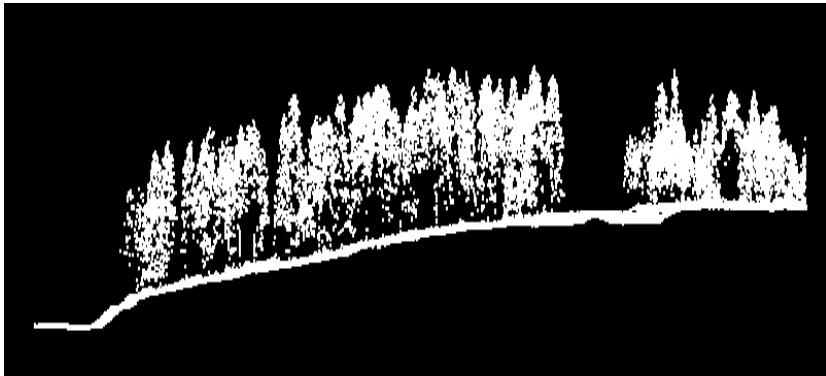
- Government commission year 2013-2015
- Totally 25 million SEK to Swedish Forest Agency to develop nationwide estimated forest variables from laser data.
- A joint project with Swedish University of Agricultural Sciences and in consultation with relevant stakeholders.



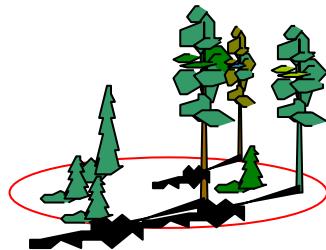
Landsbygdsdepartementet

Regeringsbeslut

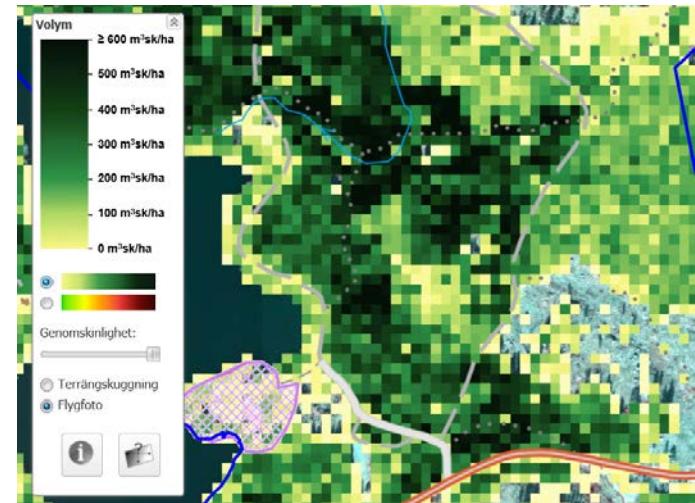
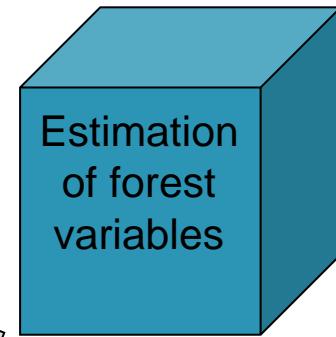
2012-12-20



Laserdata from the National Land Survey



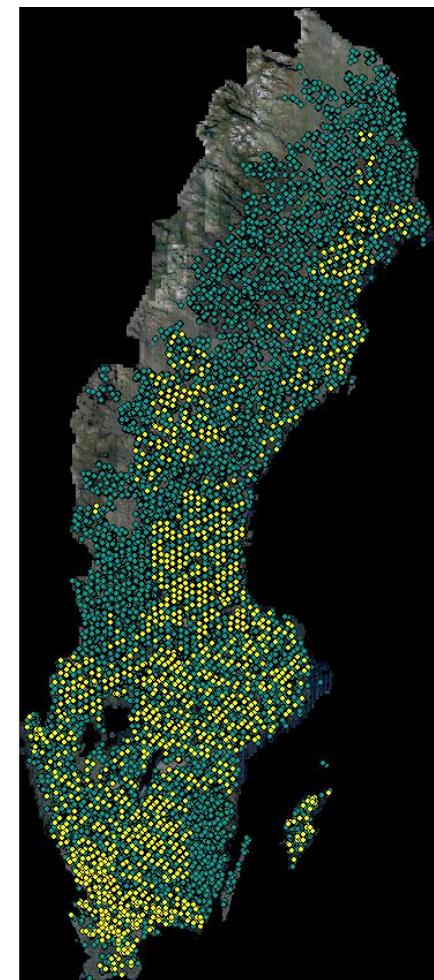
Field plots from the National Forest Inventory



Estimated forest variables

Reference data from the Swedish NFI

- Permanent plots located on productive forest land (11500 permanent plots)
- New improved GPS positions collected for 3705 of the permanent NFI plots by the Forest Agency. Positioning accuracy: ~1m.



Estimated stem volume ($\text{m}^3\text{sk}/\text{ha}$)



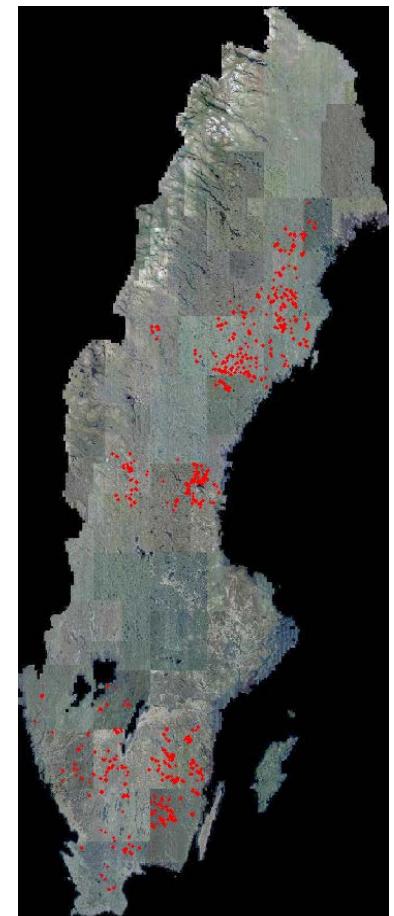
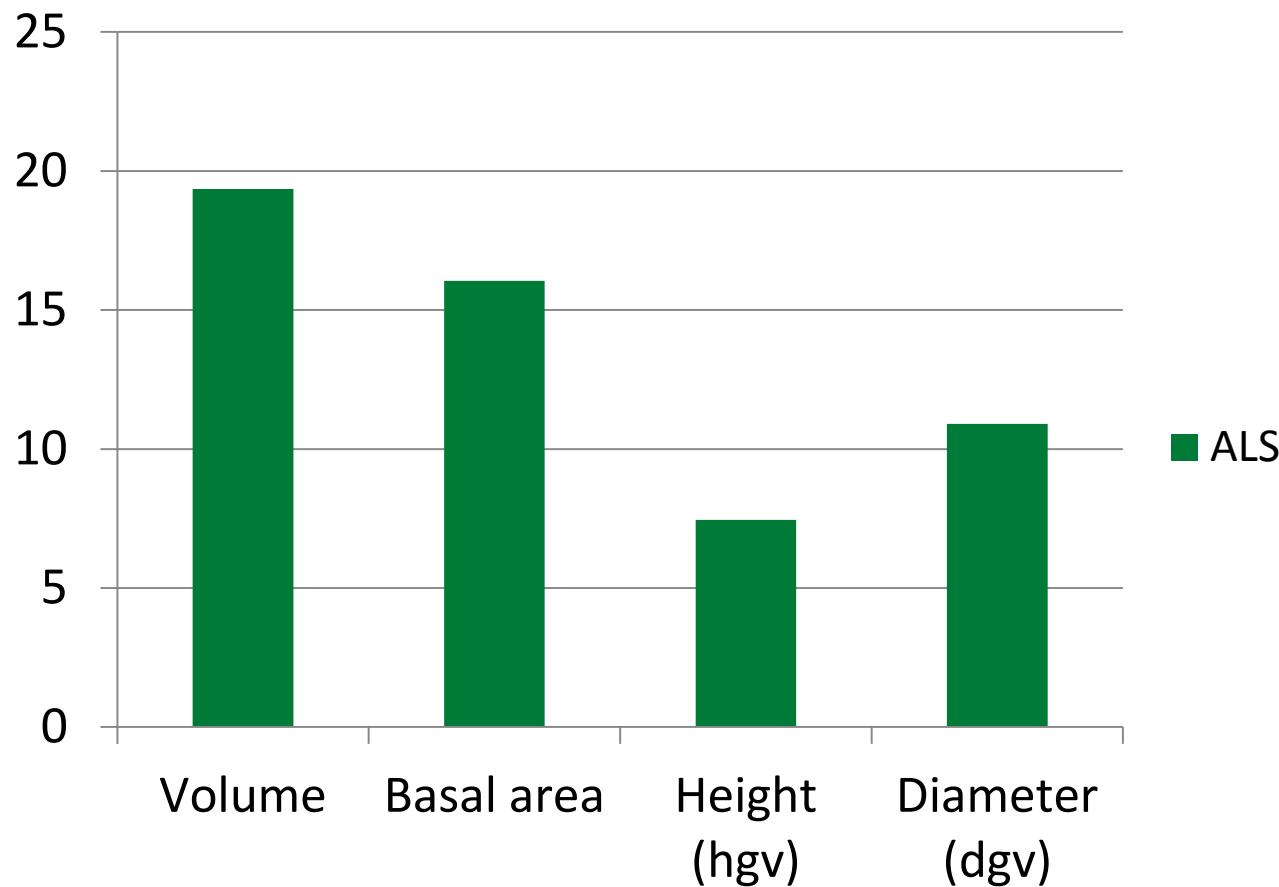
Forest maps from laser data

Estimated variables

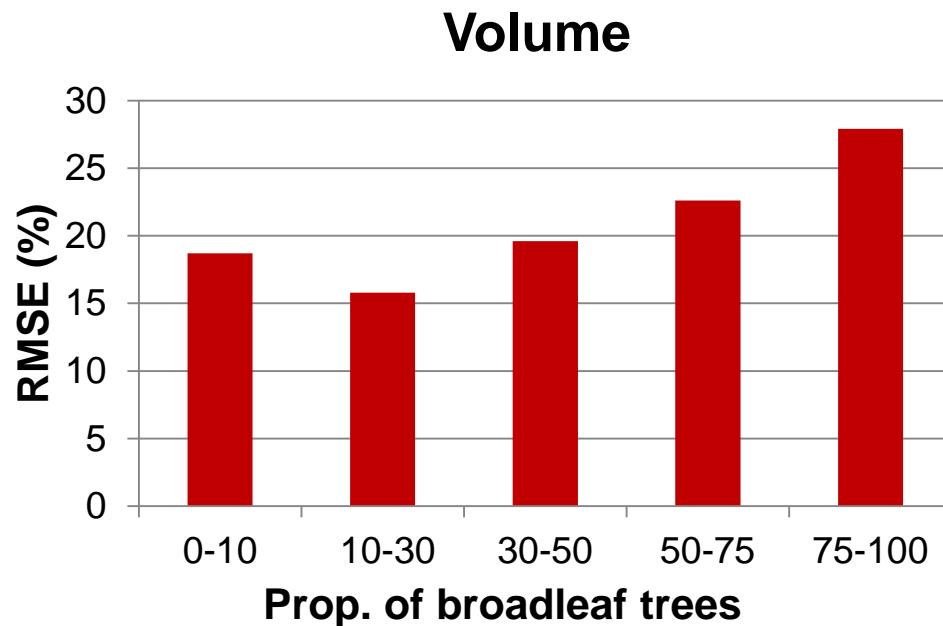
- Mean height
 - Mean stem diameter
 - Basal area
 - Stem volume
 - Biomass
-
- Representing forest conditions in 2009-2015
 - Presented for 12.5×12.5 m grid cells for all land



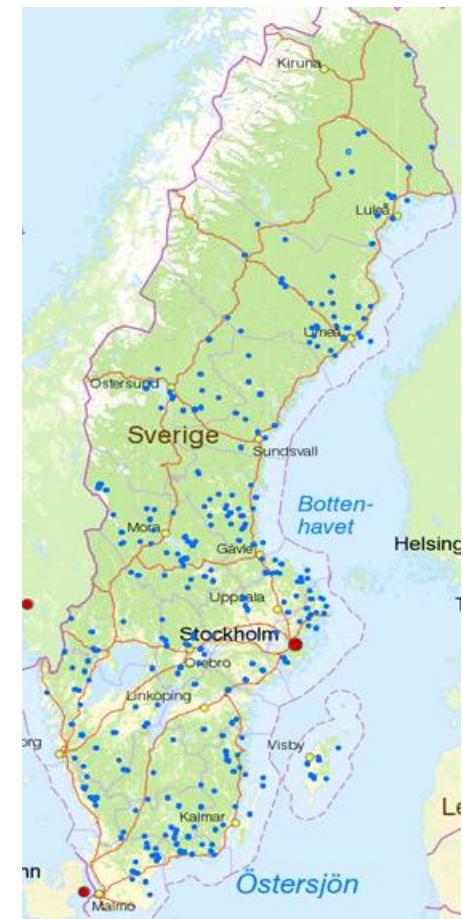
Estimation accuracy (543 stands)



Estimation accuracy Biotopskyddsområden



Biotopskyddsområden kan bildas på mindre mark- eller vattenområden som utgör livsmiljö för hotade djur- eller växtarter eller som annars är särskilt skyddsvärda. Biotopskyddsområden i skogsmark beslutas av Skogsstyrelsen. De flesta biotopskydds-områden är 2-10 hektar stora, men de kan uppgå till cirka 20 ha.



Internet

Skogsstyrelsen > Självservice > Karttjänster > Skogliga grunddata



Skogliga grunddata

Med data från laserskanning kan du se flera typer av kartor som beskriver skog och mark. Kartorna som finns i våra karttjänster kan du använda vid all typ av skoglig planering.

– Relaterade webbsidor

→ [Viktigt att veta innan du börjar använda kartorna.](#)

→ [Geodatatjänster](#)

– Relaterade dokument

[Instruktion - så ser du flygbilder över brandområden.pdf - 0,38 MB](#)

[Lyssna](#)

[Noggrannhetsutvärderingar
Skogliga grunddata.pdf - 0,7 MB](#)

[Lyssna](#)

Skogliga grunddata

→ [ÖPPNA SKOGLIGA GRUNDDATA](#)

Innehåll skogliga grunddata

Mark

- Terräng
- Lutning
- Markfuktighet

Skog

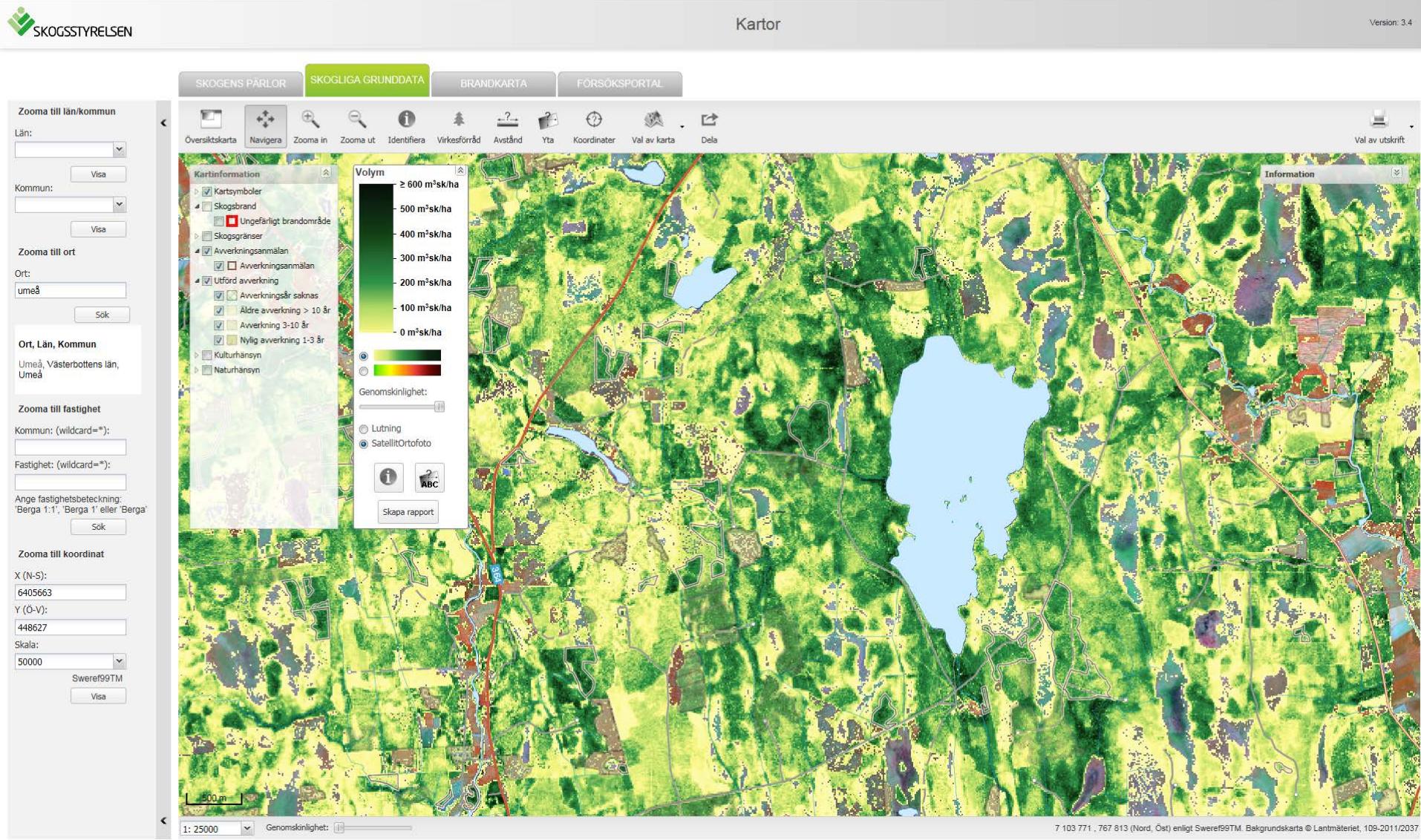
- Trädhöjd
- Volym
- Medelhöjd
- Grundyta
- Medeldiameter
- Biomassa

Gallring

- Åtta kartor utifrån olika ständortsindex för tall och gran

Tittskåpet innehåller även information

Skogliga grunddata



Skogliga grunddata

Kartor

SKOGENS PÄRLOR SKOGLIGA GRUNDDATA BRANDKARTA FÖRSÖKPORAL

Zooma till län/kommun
Län:
Visa
Kommun:
Visa
Zooma till ort
Ort: Umeå¹
Sök
Ort, Län, Kommun
Umeå, Västerbottens län,
Umeå

Zooma till fastighet
Kommun: (wildcard=*)
Fastighet: (wildcard=*)
Ange fastighetsbeteckning:
Berga 1:1, Berga 1 eller Berga'
Sök
Zooma till koordinat
X (N-S): 6405663
Y (Ö-V): 448627
Skala: 50000
Sweref99TM
Visa

Översiktskarta Navigera Zooma in Zooma ut Identifiera Virkesförråd Avstånd Yta Koordinater Val av karta Dela

Kartinformation
Kartsymboler
Skogsbrand
Skogsgränsar
Avverkningsanmälhan
Ulford avverkan
Avverkningsår saknas
Äldre avverkan > 10 år
Avverkan 3-10 år
Nylig avverkan 1-3 år
Kulturhänsyn
Naturhänsyn

Volym
≥ 600 m³/ha
500 m³/ha
400 m³/ha
300 m³/ha
200 m³/ha
100 m³/ha
0 m³/ha

Genomskinlighet:
Lutning
SatellitOrtofoto

Skapa rapport ABC

Mer om bakgrundskartorna

Kartan
Kartor är hämtade från Lantmäteriet och visar ortnamn, vägar, vattendrag med mera. Beroende på veld skala varierar detaljgraden i kartan.

Satellitortofoto
Satellitortofoto visar ett flygfoto i bakgrunden med färginformation från en satellitbild.

Satellitbild - brand
Visar satellitbilder i en färgsättning som framhäver områden som brinner (orange) och har brunnit (brunröd). Jämför satellitbilder för att se brandutveckling.

Satellitbilder
Satellitbilder har låg upplösning vilket gör att man ser färre detaljer i bilden. Satellitbilderna tas varje år och ger en uppdaterad bild av skogen samt kan visa förändringar.

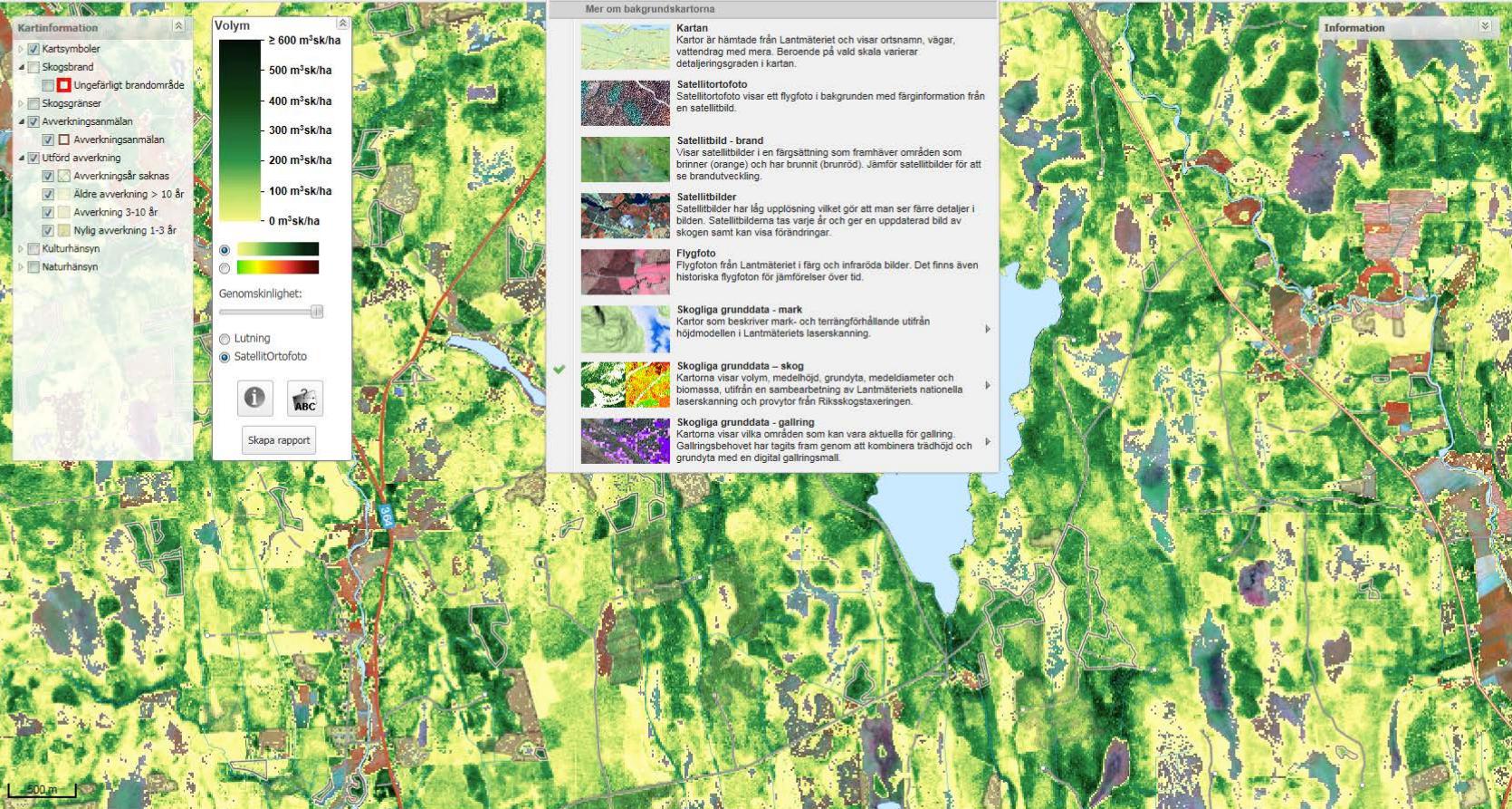
Flygfoto
Flygfoto från Lantmäteriet i färg och infraröda bilder. Det finns även historiska flygfoton för jämförelser över tid.

Skogliga grunddata - mark
Kartor som beskriver mark- och terrängförhållande utifrån höjdmodellen i Lantmäteriets laserscanning.

Skogliga grunddata - skog
Kartorna visar volym, medelhöjd, grundtyta, medeldiameter och biomassa utifrån en sambehandling av Lantmäteriets nationella laserscanning och provtyper från Riksstockstaxeringen.

Skogliga grunddata - gallring
Kartorna visar vilka områden som kan vara aktuella för gallring. Gallringsbehovet har tagits fram genom att kombinera trädhöjd och grundtyta med en digital gallningsmall.

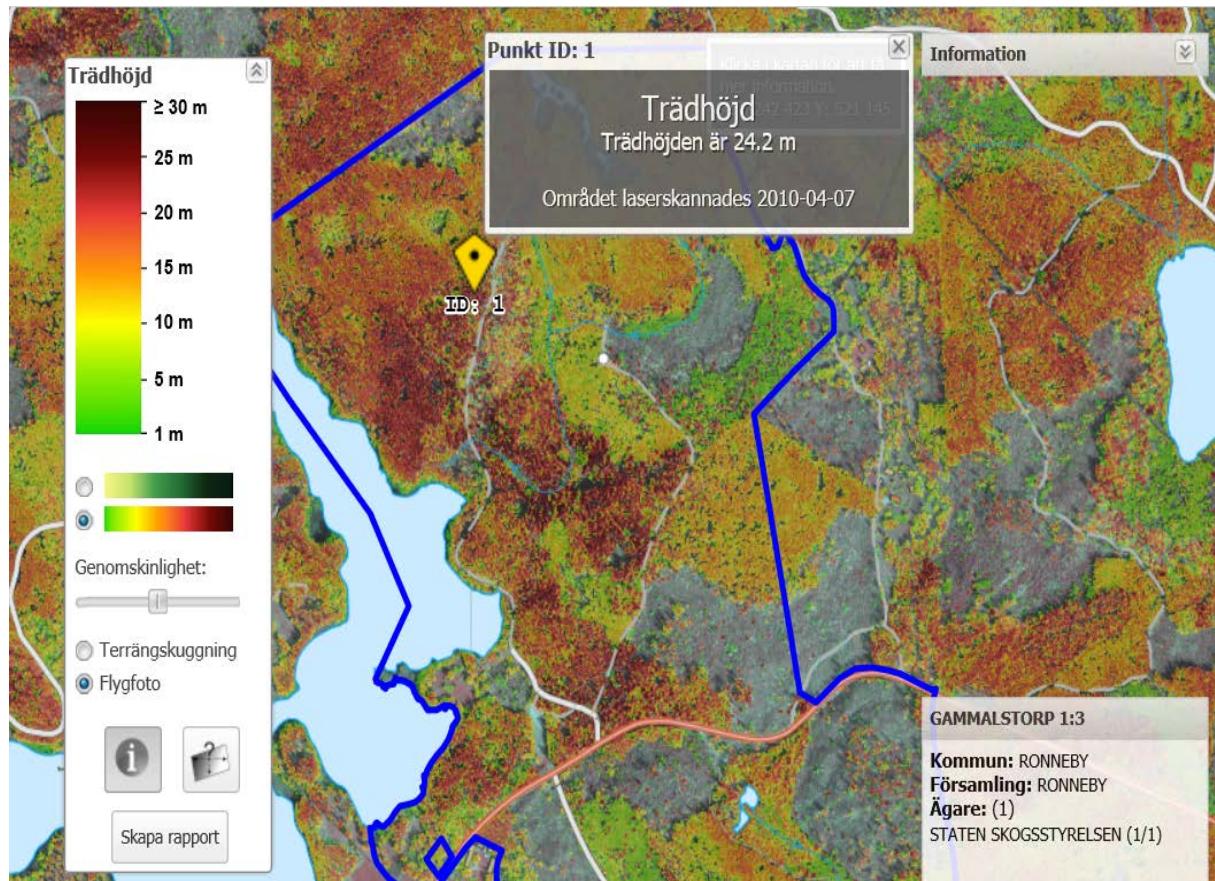
Information



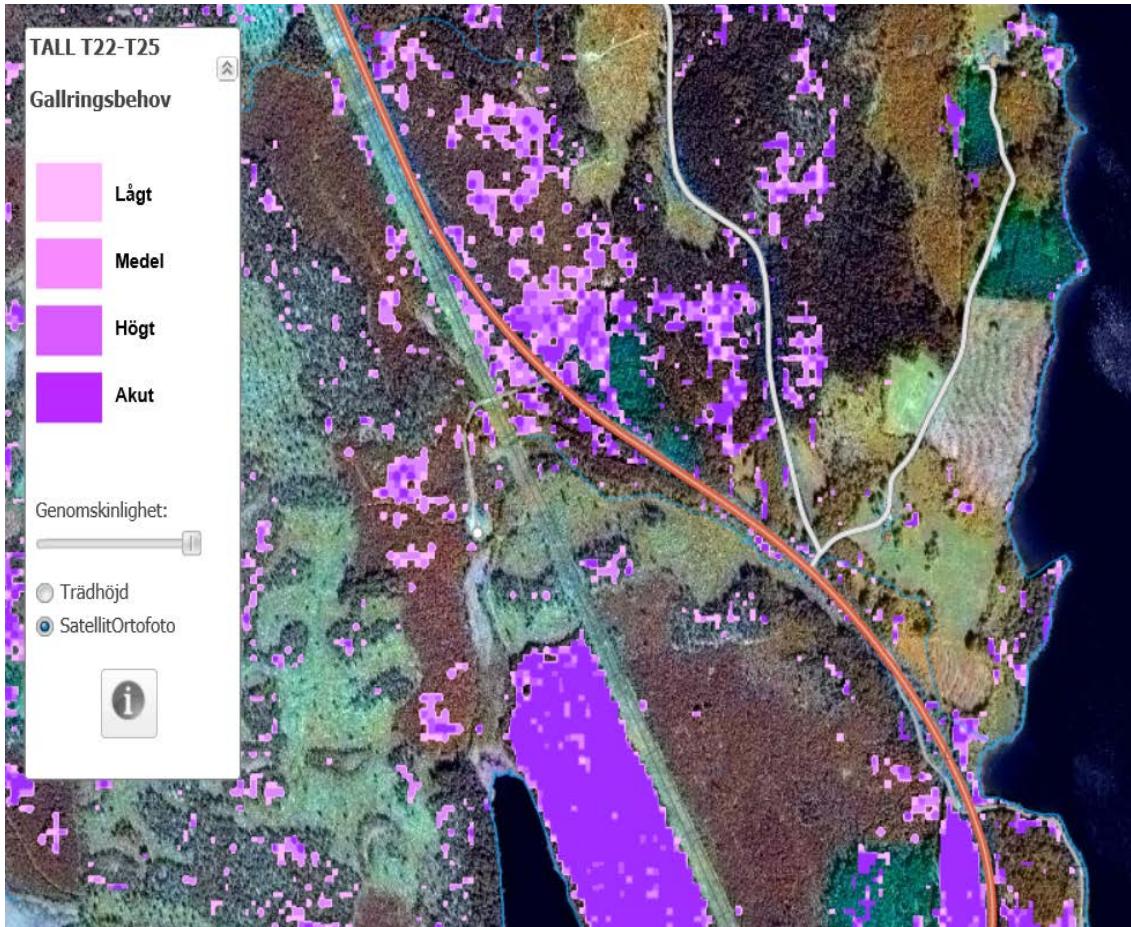
1: 25000 Genomskinlighet: 500 m
7 101 484 , 767 886 (Nord, Öst) enligt Sweref99TM. Bakgrundskarta © Lantmäteriet, 109-2011/2012

Canopy height raster

Helpful in delination of stands for forest management plans.



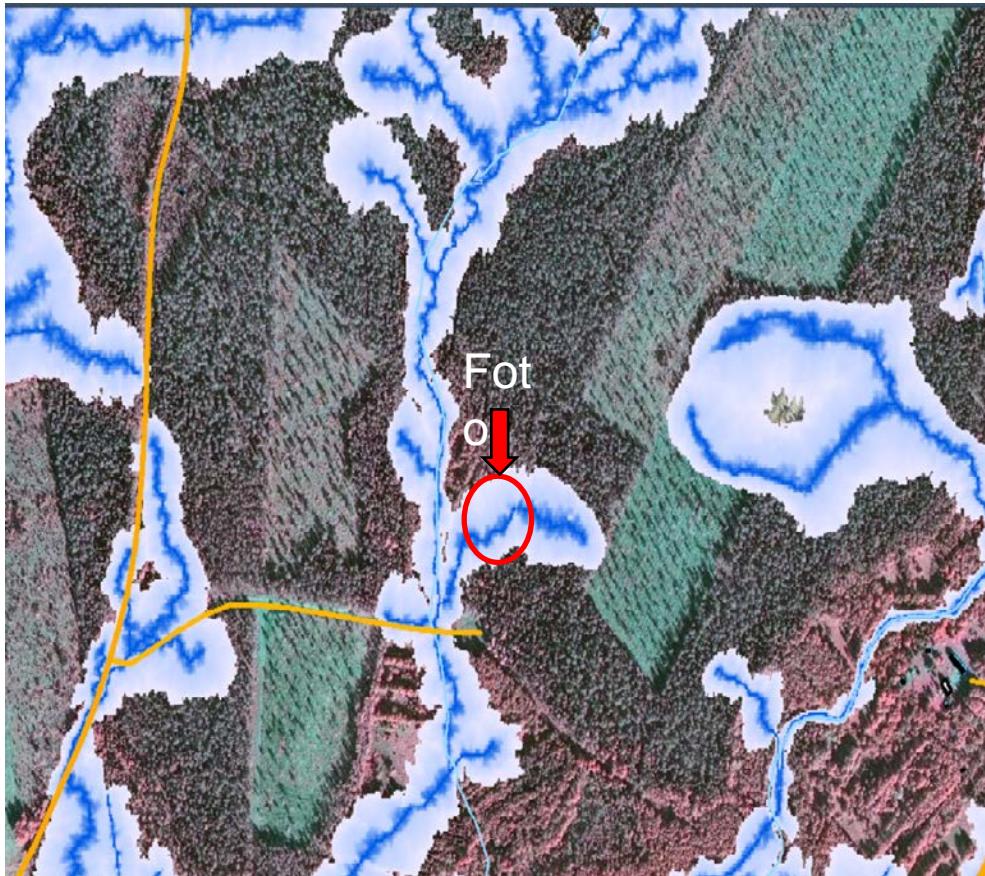
Thinning maps



- Better planning
- Thinning can be done at the right time in the stands development
- Easy to identify parts of the stand that not need to be thinned
- More effective logging operation

Depth to water table (DTW)

New planning tool available today



There has been a lack of good planning tools

DTW - Mathematical model using data
from the national laser scanning, DEM

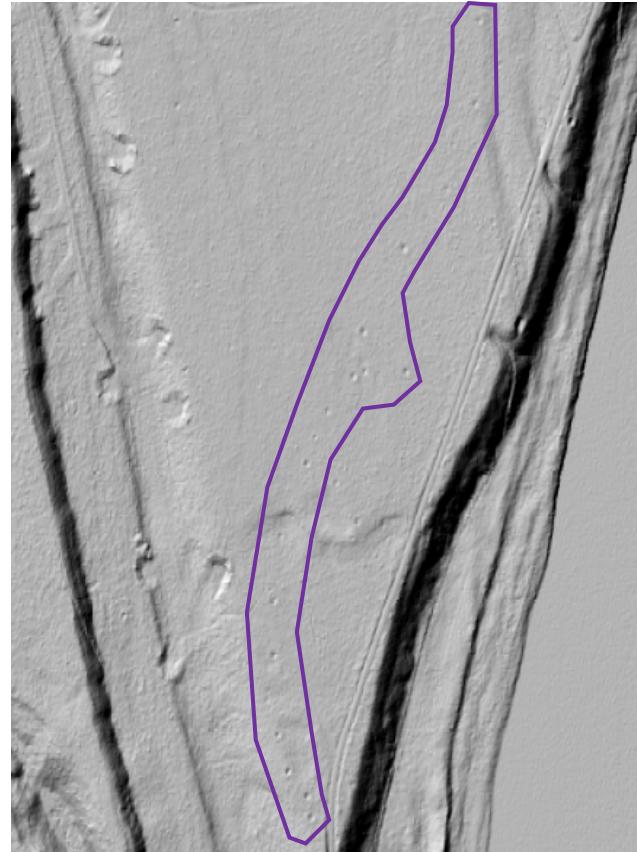


Damage to the
environment - rutting

Photo: Håkan Hjort, Niac Photo

Identifying cultural heritage sites

Hill shading



Damages to cultural heritage sites happens all too often

A new national laser scanning of the Swedish forest

 SKOGSSTYRELSEN SÖK

[Skogsstyrelsen](#) > [Nyhetslista](#) > Nu ska Sveriges skogar laserskannas



Print Share

Ny laserskanning av svenska skogar

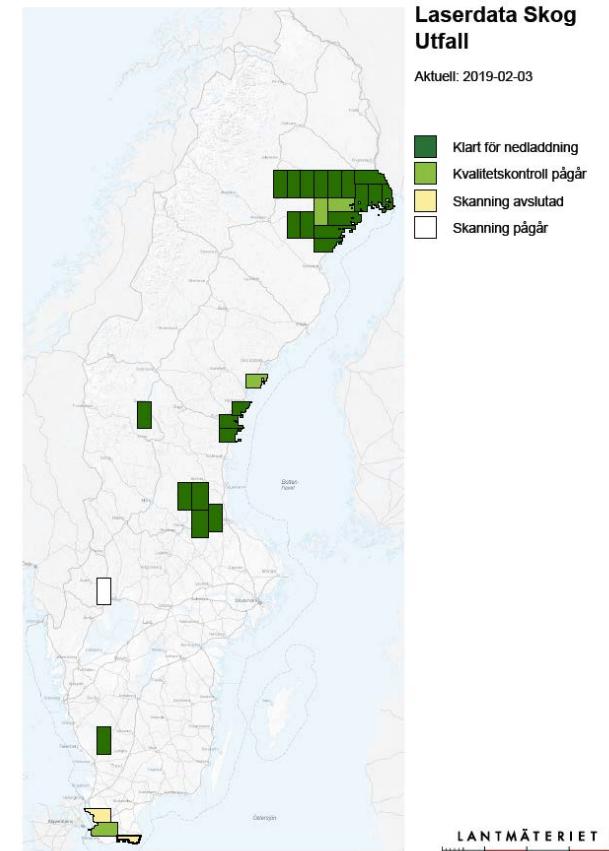
Pressmeddelande - 07 september 2017

Återigen ska den svenska skogen skannas av med laser. I dag kom budgetförslaget från regeringen att avsätta 12 miljoner kronor per år för en ny nationell laserskanning. En investering som kommer att betyda mycket för miljön, skogsbrukets lönsamhet och landsbygdens tillväxt.

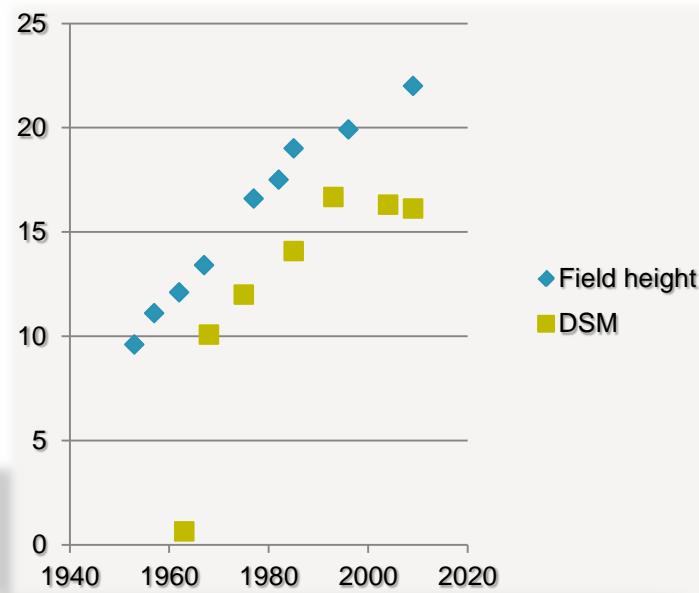
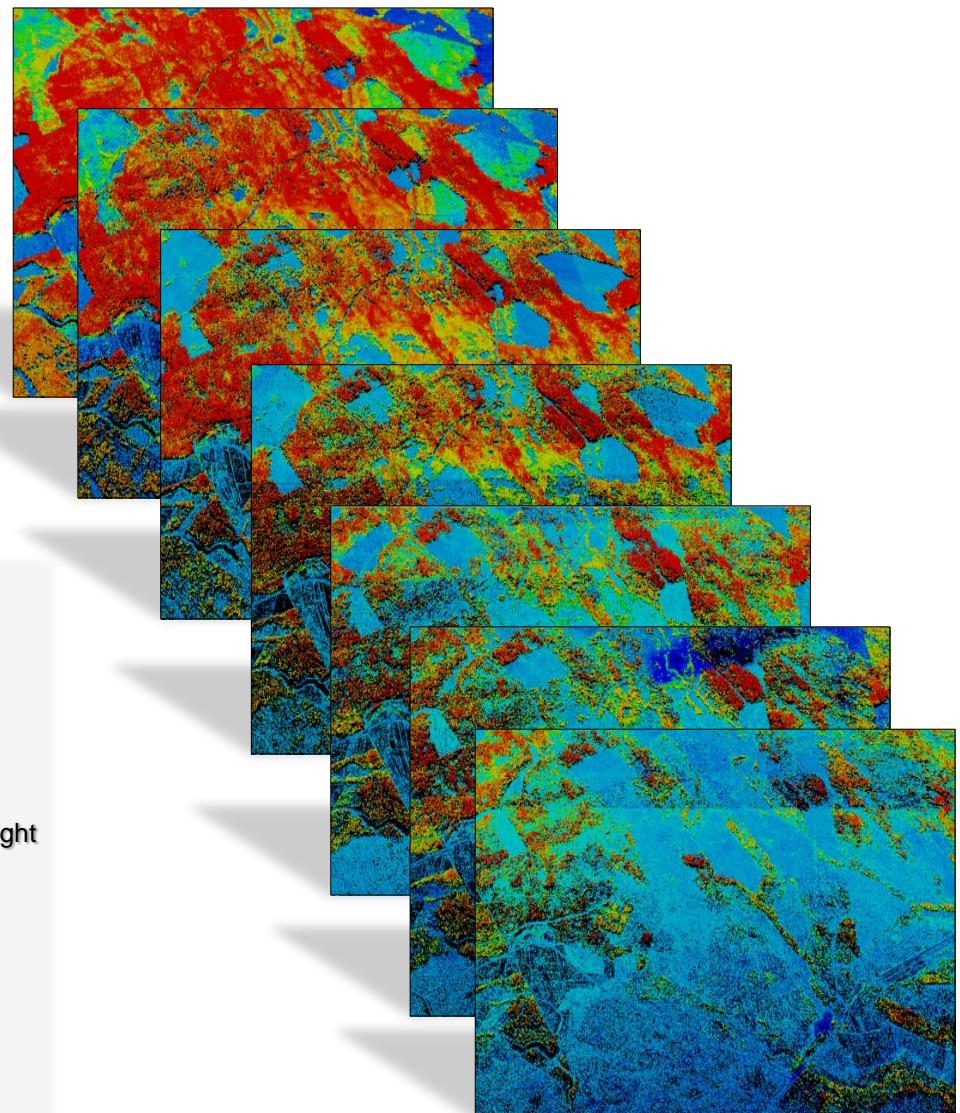
Estimated forest variables Norrbotten



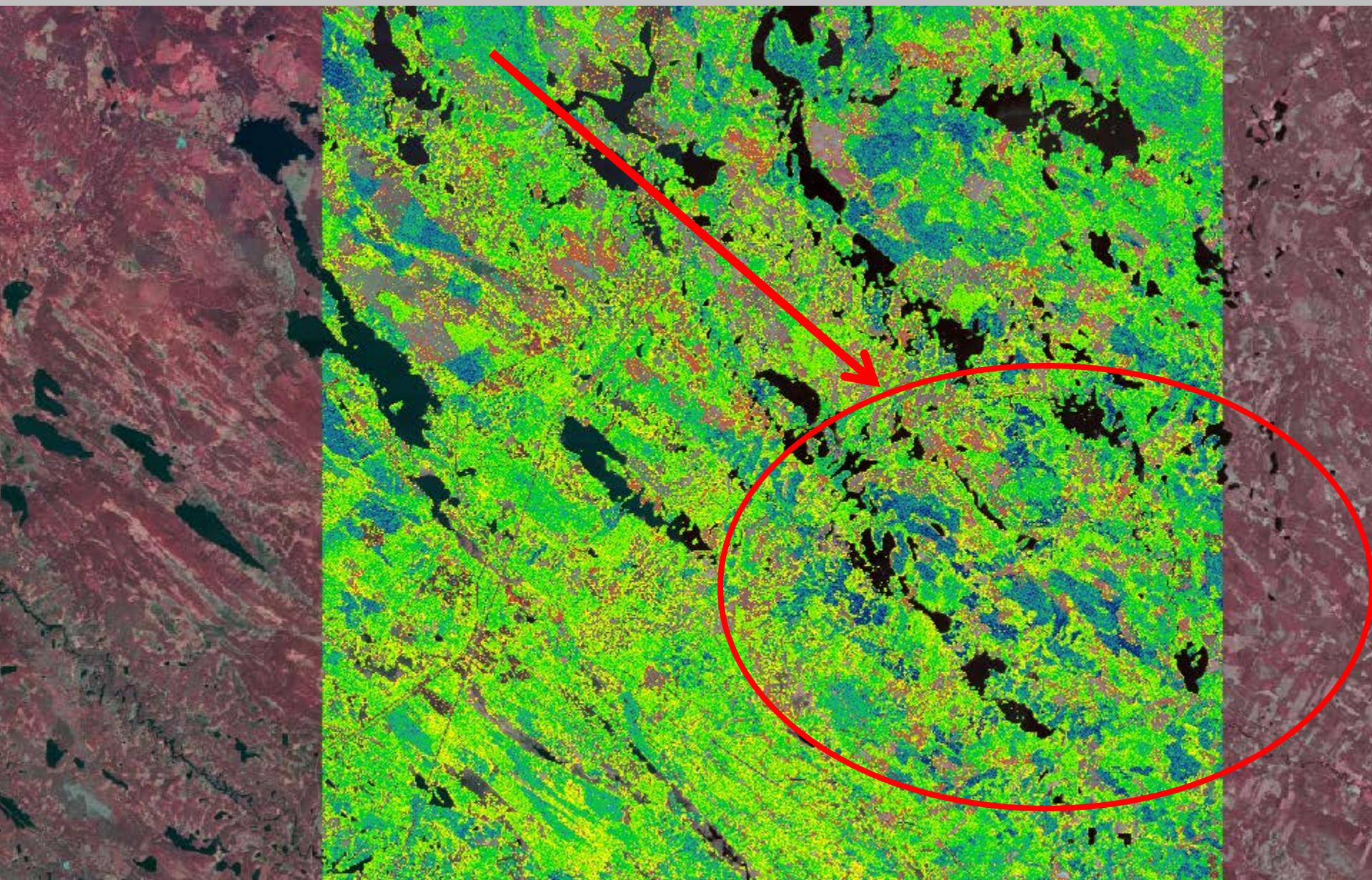
Volume



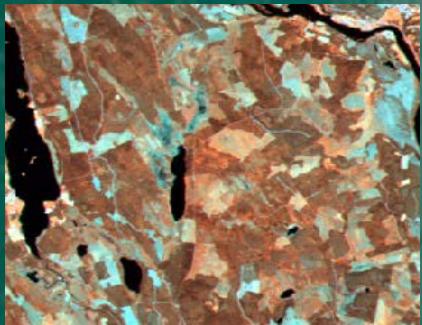
Time series of 3D data for estimating tree growth



Annual height growth



Classification of tree species using Sentinel-2 data and 3D data



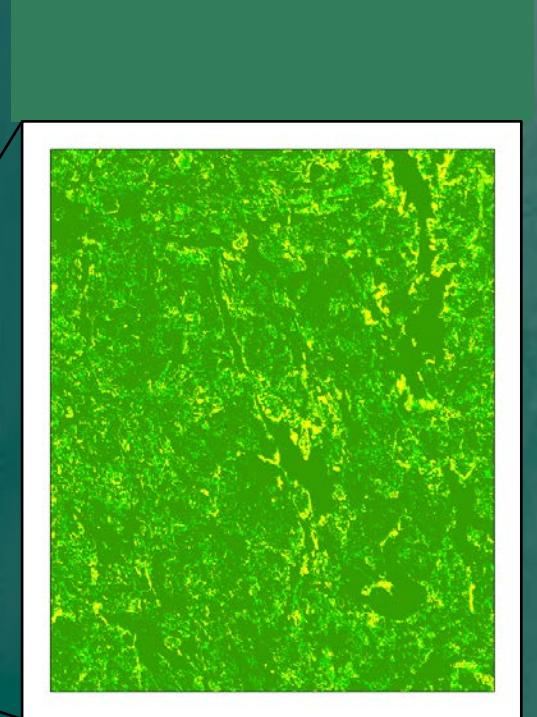
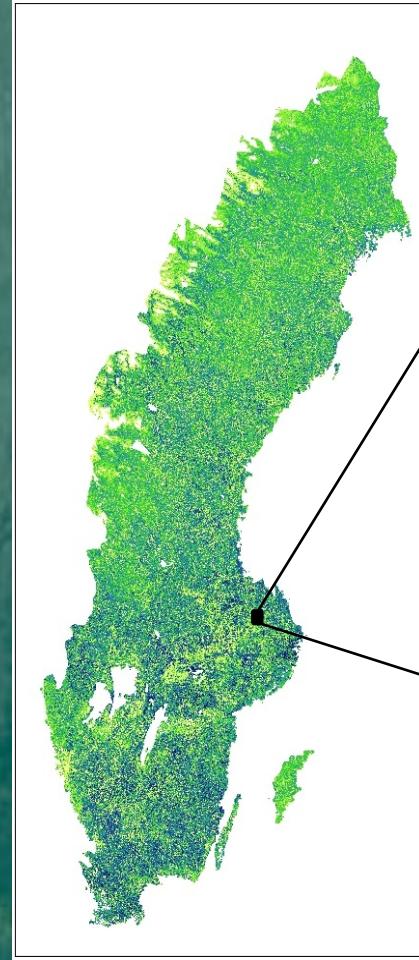
Sentinel-2 data



Surface models from
aerial photos



Field data from the Swedish NFI



Tree species mixture (prop. of basal area)
Cell size: 12.5 m

Nationella marktäckedata (NMD)



Table 1. Nomenclature for CadasterENV LC product. *Attributes in green.*

CadasterENV		
Tree/bush – cover and height, Land Use, Age		
Level 1	Level 2	Level 3
1. Forest	1.1 Forest not on wetland	1.1.1 Pine forest 1.1.2 Spruce forest 1.1.3 Mixed coniferous forest 1.1.4 Mixed forest 1.1.5 Deciduous forest 1.1.6 Deciduous hardwood forest 1.1.7 Deciduous forest with deciduous hardwood forest 1.1.8 Temporarily non forest
<i>Productivity</i>	1.2 Forest on wetland	1.2.1 Pine forest 1.2.2 Spruce forest 1.2.3 Mixed coniferous forest 1.2.4 Mixed forest 1.2.5 Deciduous forest 1.2.6 Deciduous hardwood forest 1.2.7 Deciduous forest with deciduous hardwood forest 1.2.8 Temporarily non forest

New Mistra financed project “Digital Forest”

Coordinator: Swedish Forest Industries Federation

WP 1: Forest facts

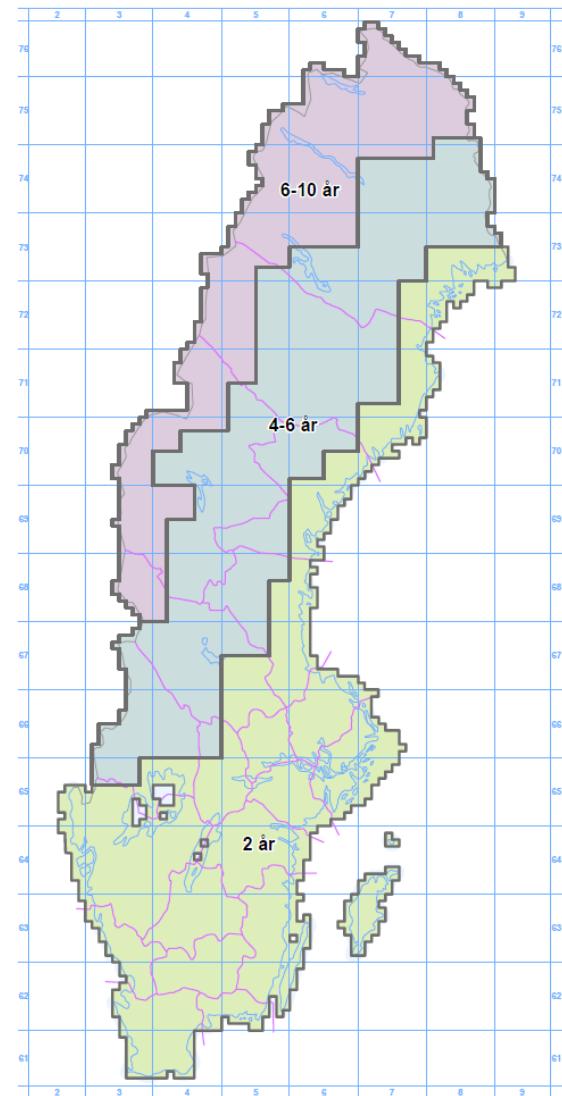
- Tree species using ALS and Sentinel 2 data
- Wall-to-wall growth estimations using multi-temporal ALS data. Growth models that includes age and other variables from existing stand registers will also be developed.

Photo supply program

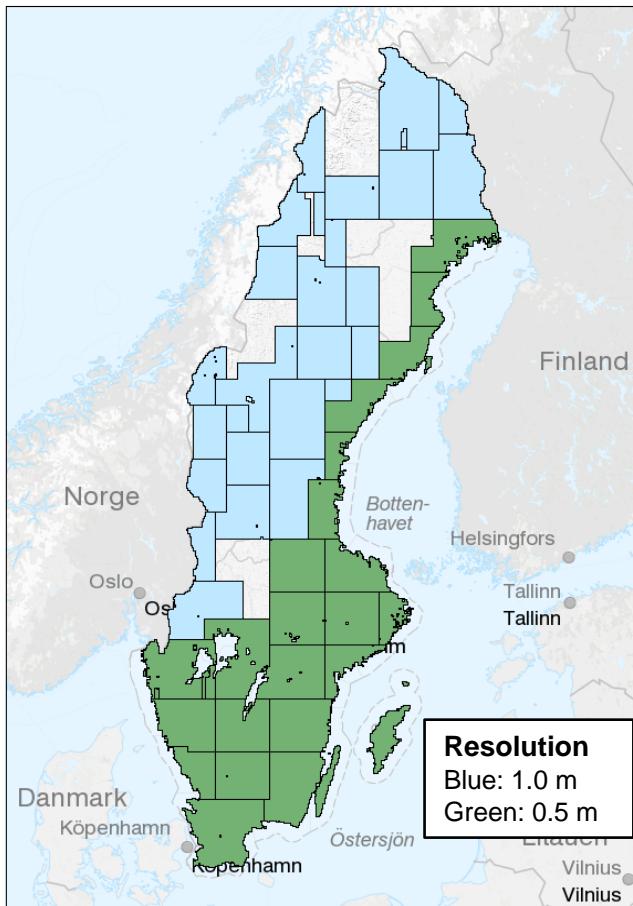
Lantmäteriet photographs about 30% of Sweden every year. In some areas, changes occur more often and to a greater extent than in other parts of the country. The areas with the biggest changes will therefore be photographed with more frequent intervals and with a higher resolution than the areas that changed relatively little.



- 2 års intervall (25 cm)
- 4-6 års intervall (50 cm)
- 6-10 års intervall (50 cm)



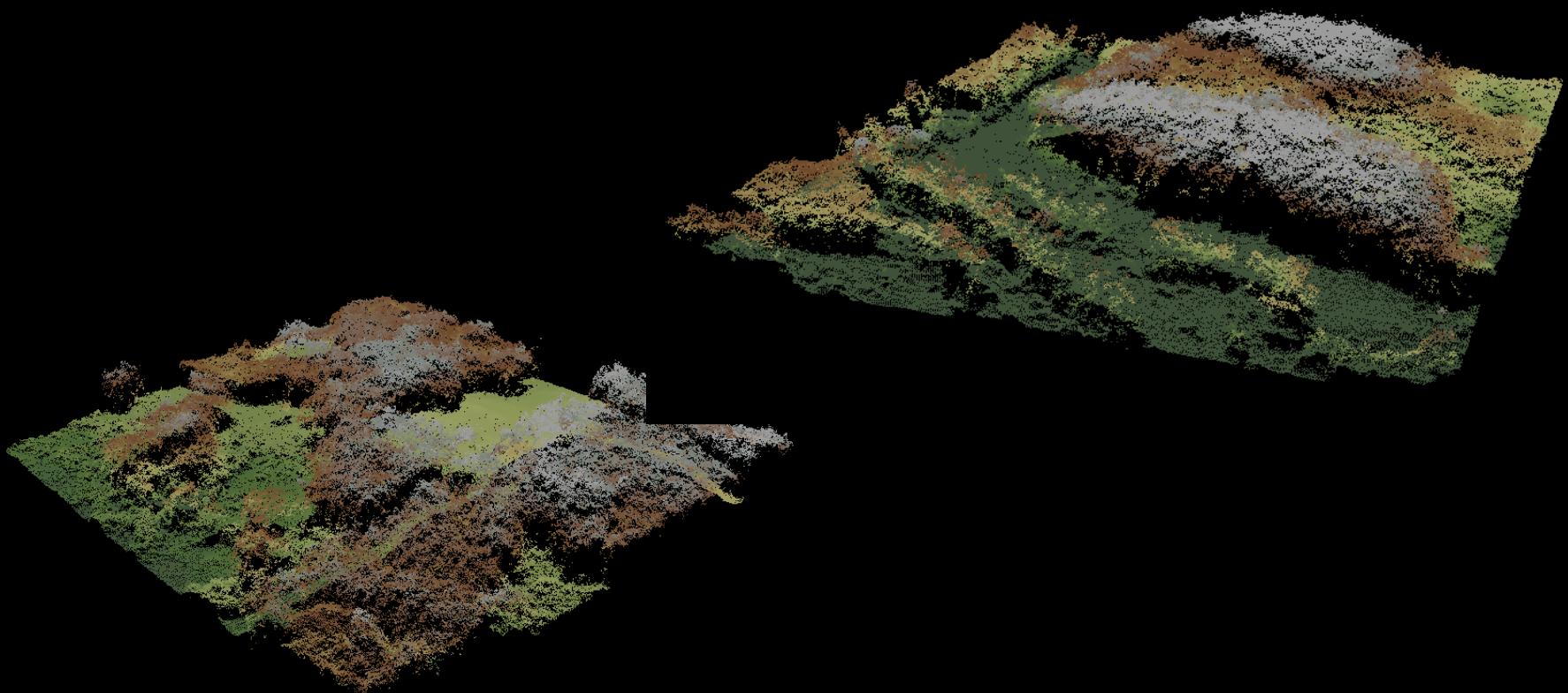
National surface model from aerial photos



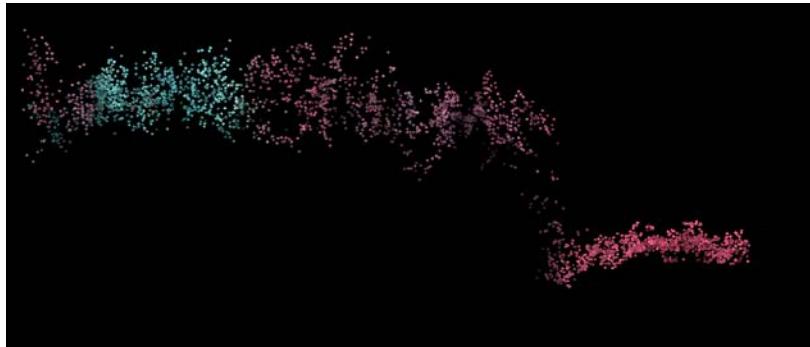
- The production started in 2016.
- Distance between points: 0.5 m or 1.0 m
(depending on the resolution of the photos)

Areas for which the Land Survey's surface models are available today.

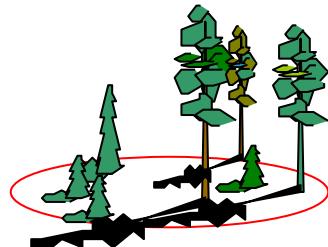
Examples of surface models



Estimation of forest variables



Surface models from aerial
photos (National Land Survey)



Field plots from the
National Forest Inventory

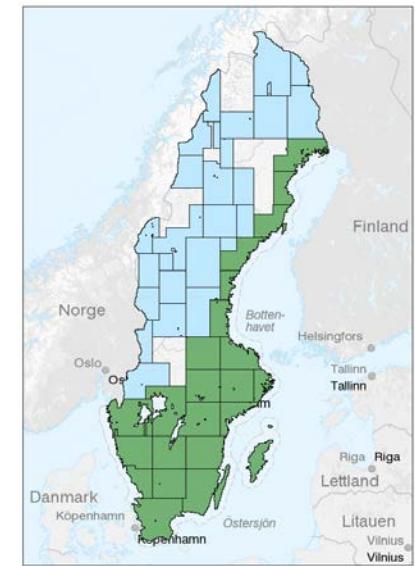
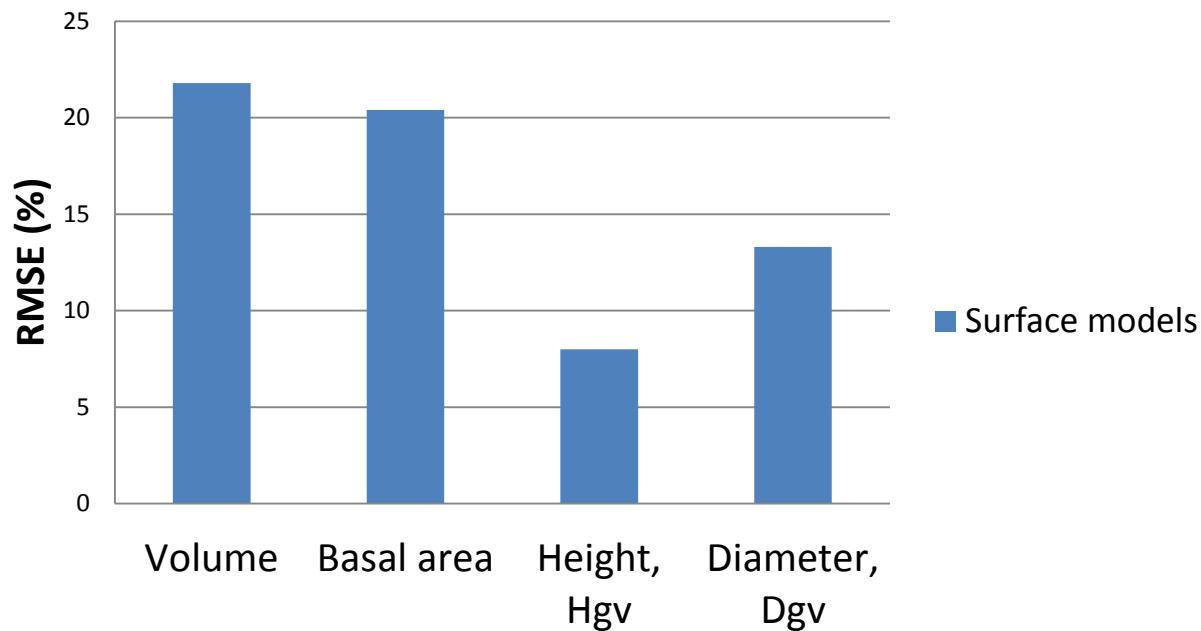
Estimation
of forest
variables



Maps with estimated forest
variables

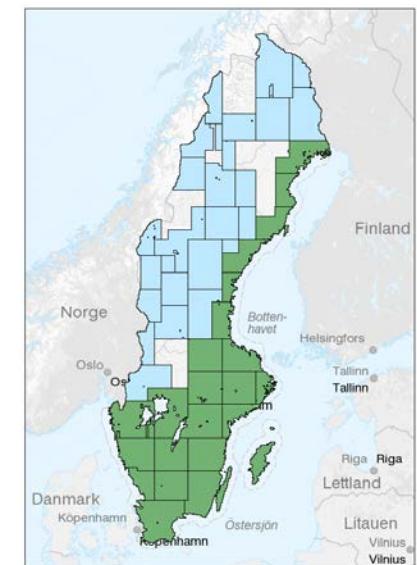
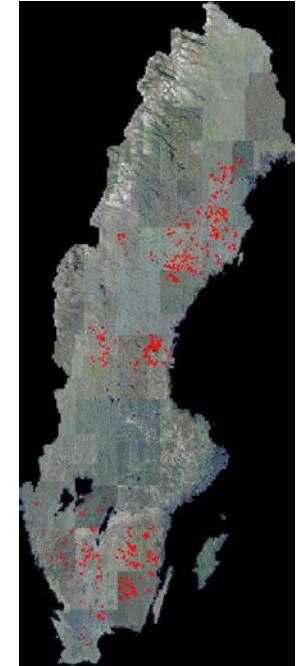
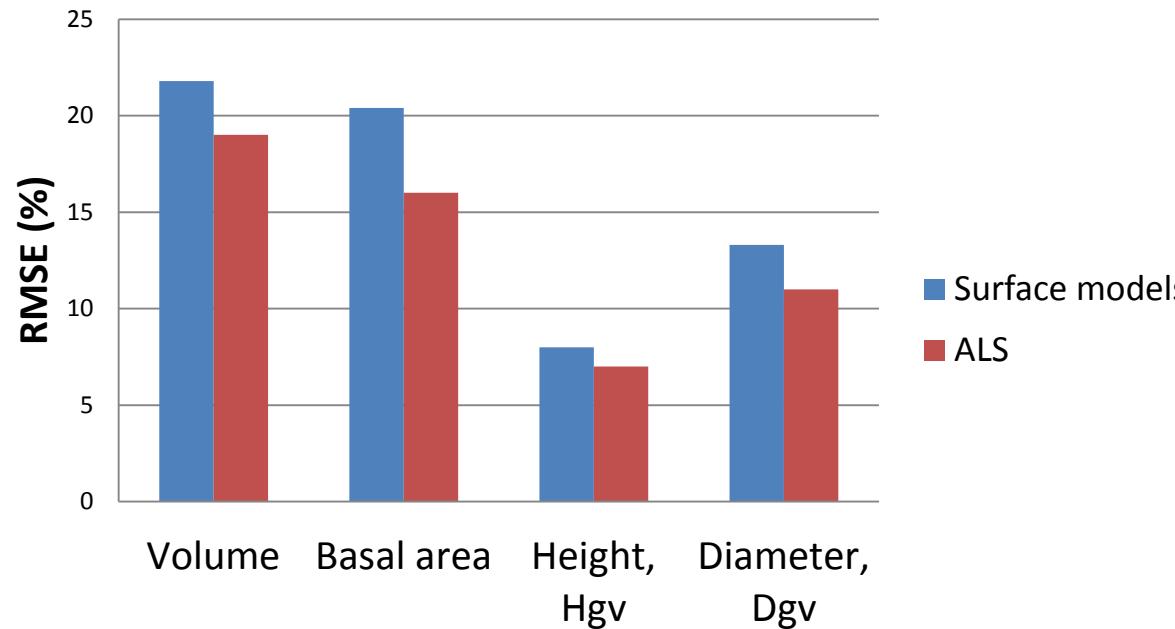
Estimation accuracies

(n = 277 stands, 8 plots/stand)



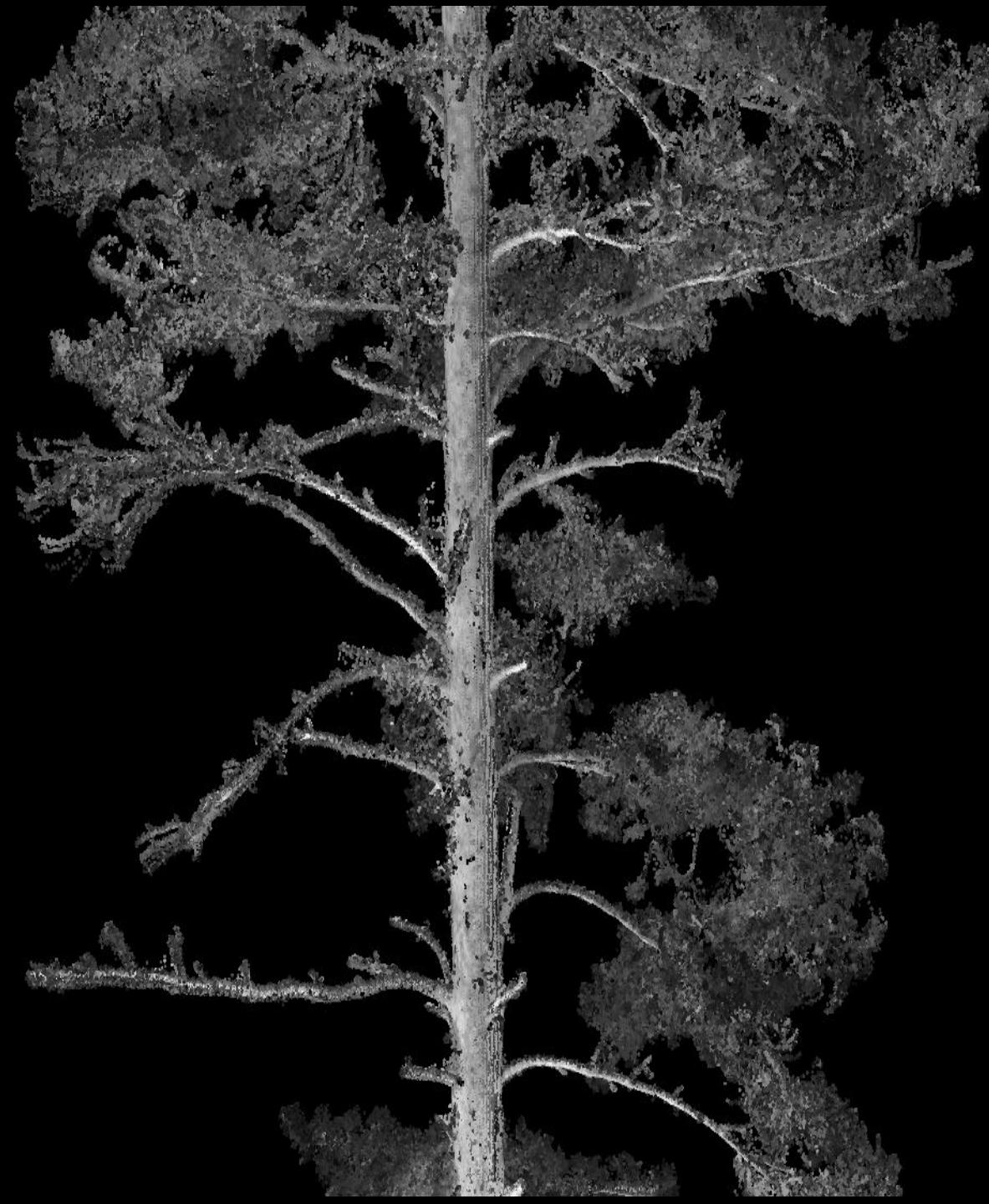
Estimation accuracies

(n = 277 stands, 8 plots/stand)

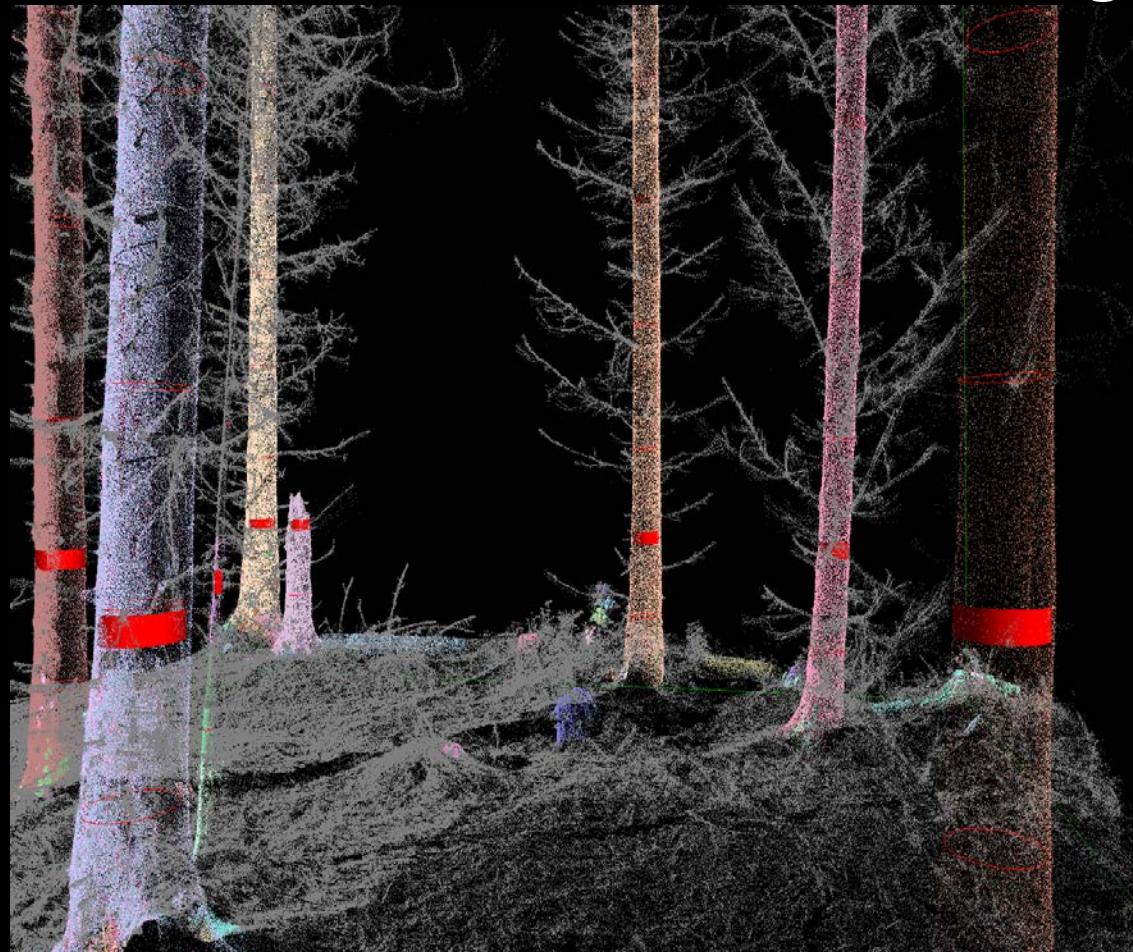


Terrestrial laser scanning

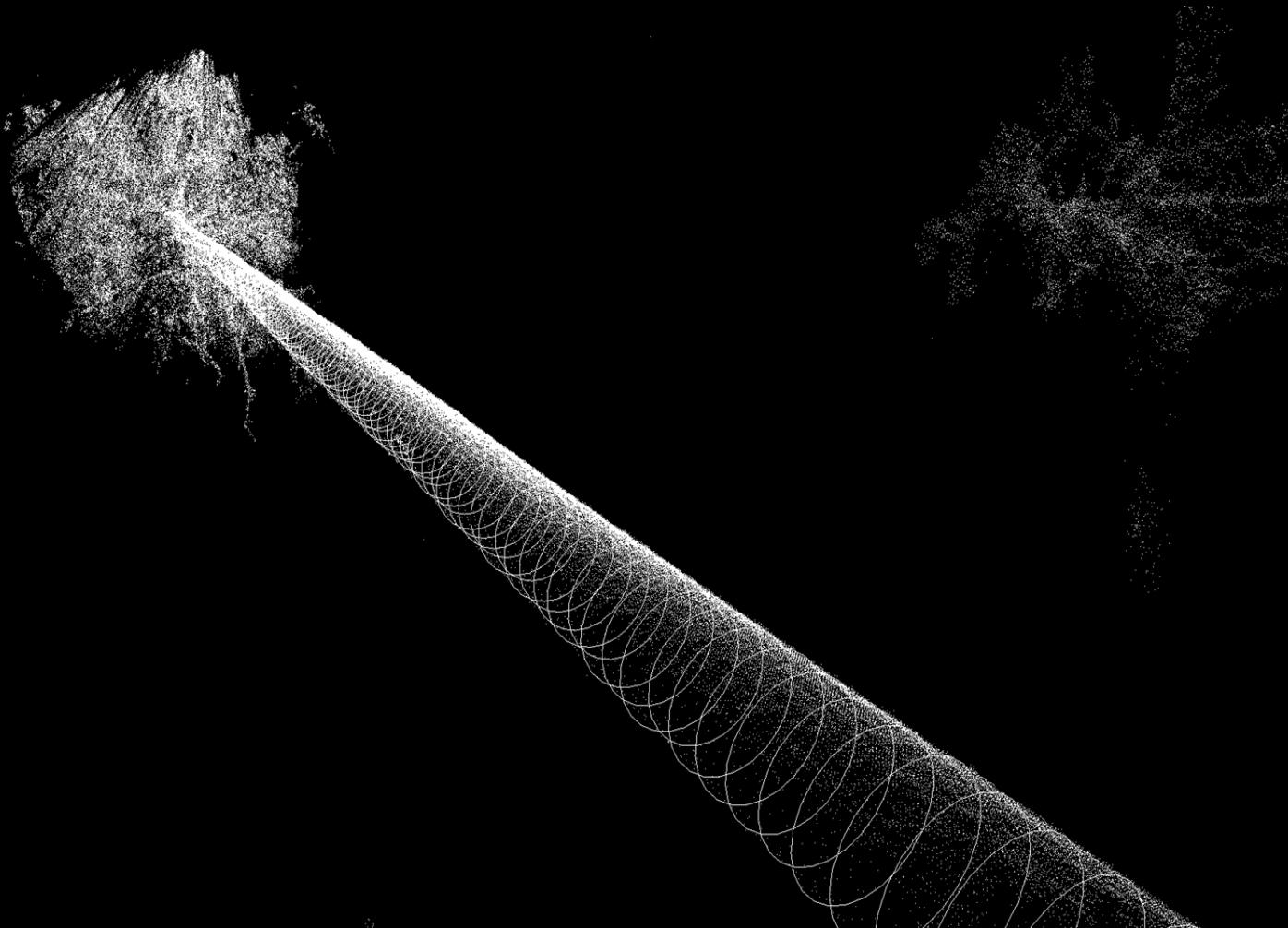




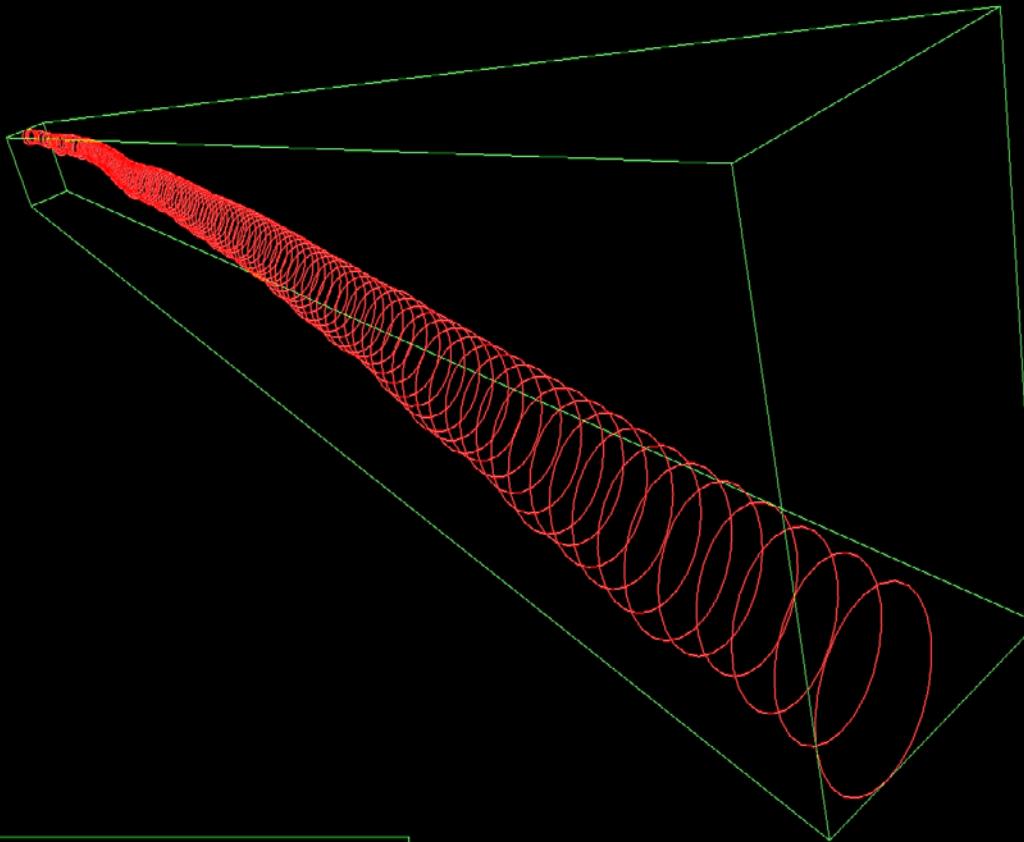
Automatically identified stems and diameter measurements at breast height



Automatic fitting of circles in TLS point cloud

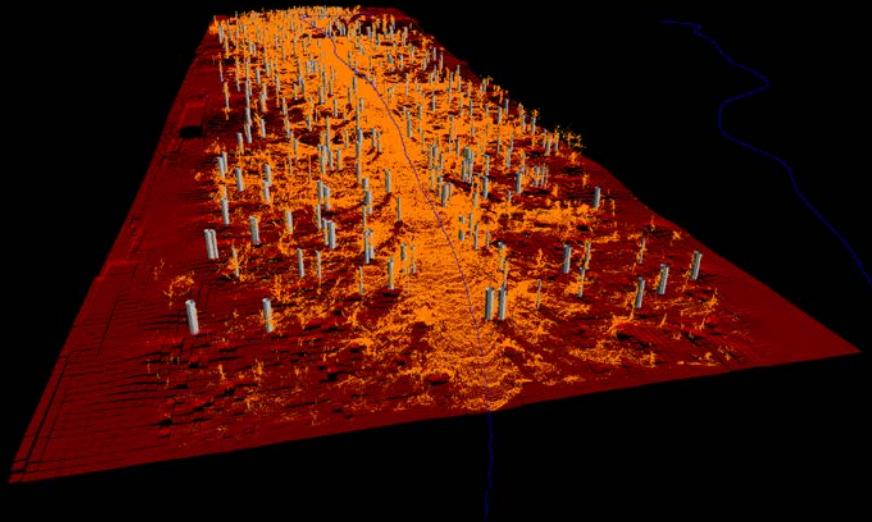


Stem profile from terrestrial laser scanning



```
Navigation mode: Examine
Collision detection: ON
Rotation quat : (-0.56, 0.05, 0.30, 0.77), Move : (-3.13, -5.33, -5.13), Scale : 1.00
Projection type : Perspective
Use scene lights: ON
Rendered Shapes : 138 of 138, FPS : 24.46
World time: load time + 98.87 = 1331022887.87
```

Mobile and personal laser scanning



Thank you!

