

# ERITYISPUIDEN TUNNISTAMINEN HAKKUUKONEEN KULJETTAJAN TUEKSI

Metsäpäivät 24.10.2024  
Vesa Leppänen  
Arbonaut



**Euroopan unionin  
rahoittama**

NextGenerationEU



# ERITYISPUIDEN TUNNISTAMINEN HAKKUUKONEEN KULJETTAJAN TUEKSI

Luonnonmukainen  
täsmäpuuhakkuu LUOMUHAKKUU



*arbonaut*

*tredu*



## Työpakettin tavoite

- Tunnistaa ja mahdollisesti mitata erityisiä puuyksilöitä jotka tulisi huomioida hakkuussa
- Tuottaa hakkuukoneen kuljettajan päätöksenteon tueksi tietoa sellaisessa formaatissa että se auttaa työn suorittamisessa eikä lisää informaatiokuormaa

## Tunnistettavia erityispuita

- Ympäristöään pidemmät puut
- Susipuut
- Kasvultaan jälkeen jääneet puut (“Hidaskasvuiset puut”)
- Kuolleet pystypuut
- Kuolleet maapuut
- Edellisen puusukupolven puut (“Vanhat puut”)

# Erityispuiden tunnistaminen

Esimerkkinä Vesijaon kohteen aineisto

# Aineistokatsaus



arbonaut

ENGLISH VESALEPPANEN@ARBONAUT.COM LOGOUT

LAYERS

Selected project

- Luomuhakkuu
  - Korkeapera
  - Vesijako
  - Rautamulta

Basemap layers

- OpenStreetMap (terrestrial)
- MML Orthophotos

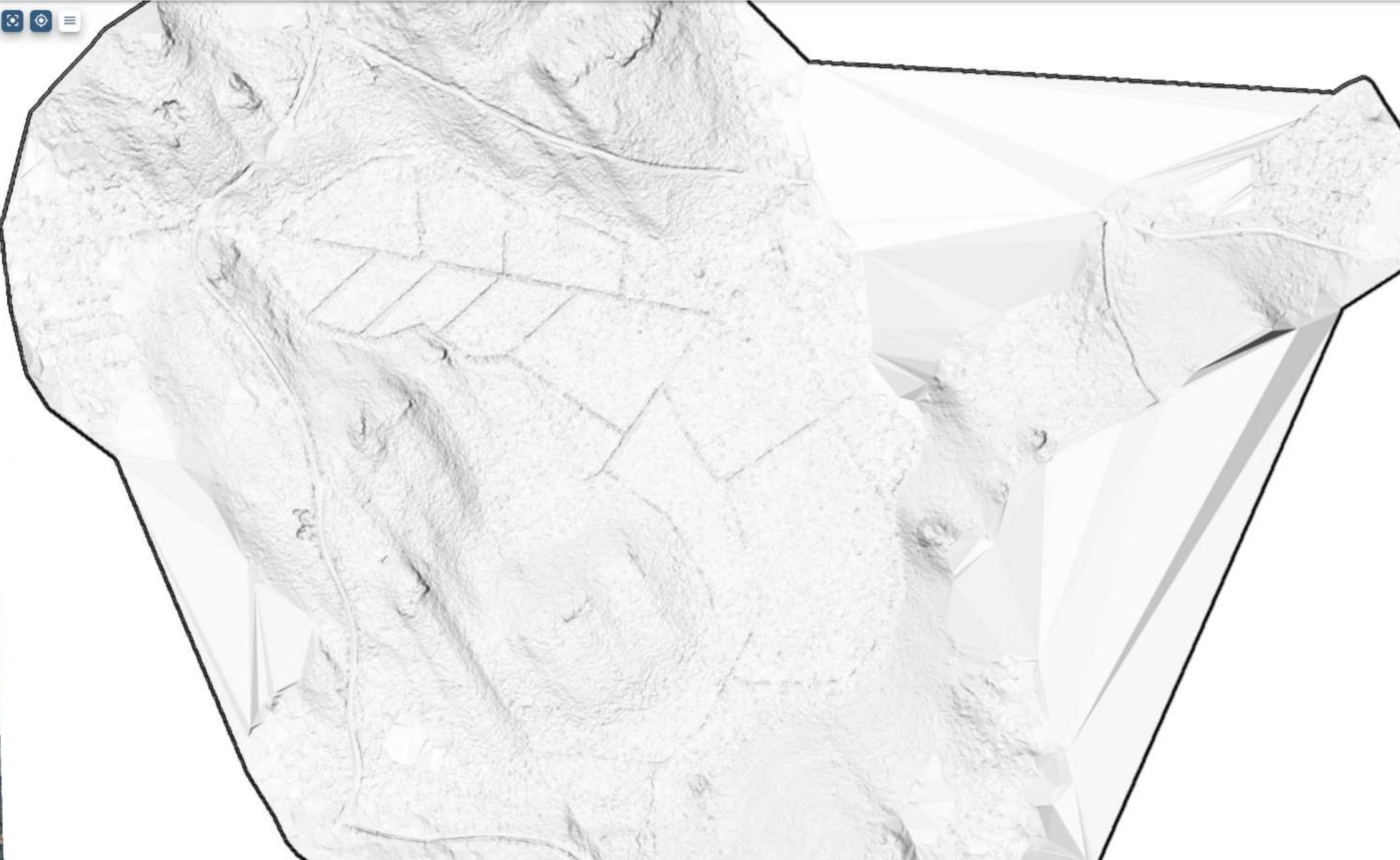
Map layers

- DTM
- Orto
- CHM
- Latvusrakenne
- Tree polygons
- Growth lagging trees
- Susipuut
- Retention trees 3m
- Retention trees 4m
- CHM - Aihki, old
- CHM - Aihki, new
- Aihki trees
- CHM - Dead trees
- Classified all trees
- Classified dead trees
- Standing dead trees

Feature layers







### LAYERS

Selected project

- Luomuhakkuu
  - Korkeapera
  - Vesijako
  - Rautamulta

#### Basemap layers

- OpenStreetMap (terrestrial)
- MML Ortophotos

#### Map layers

- DTM
- Orto
- CHM
- Latvusrakenne
- Tree polygons
- Growth lagging trees
- Susipuut
- Retention trees 3m
- Retention trees 4m
- CHM - Aihki, old
- CHM - Aihki, new
- Aihki trees
- CHM - Dead trees
- Classified all trees
- Classified dead trees
- Standing dead trees





**LAYERS**

Selected project

- Luomuhakkuu
  - Korkeapera
  - Vesijako
  - Rautamulta

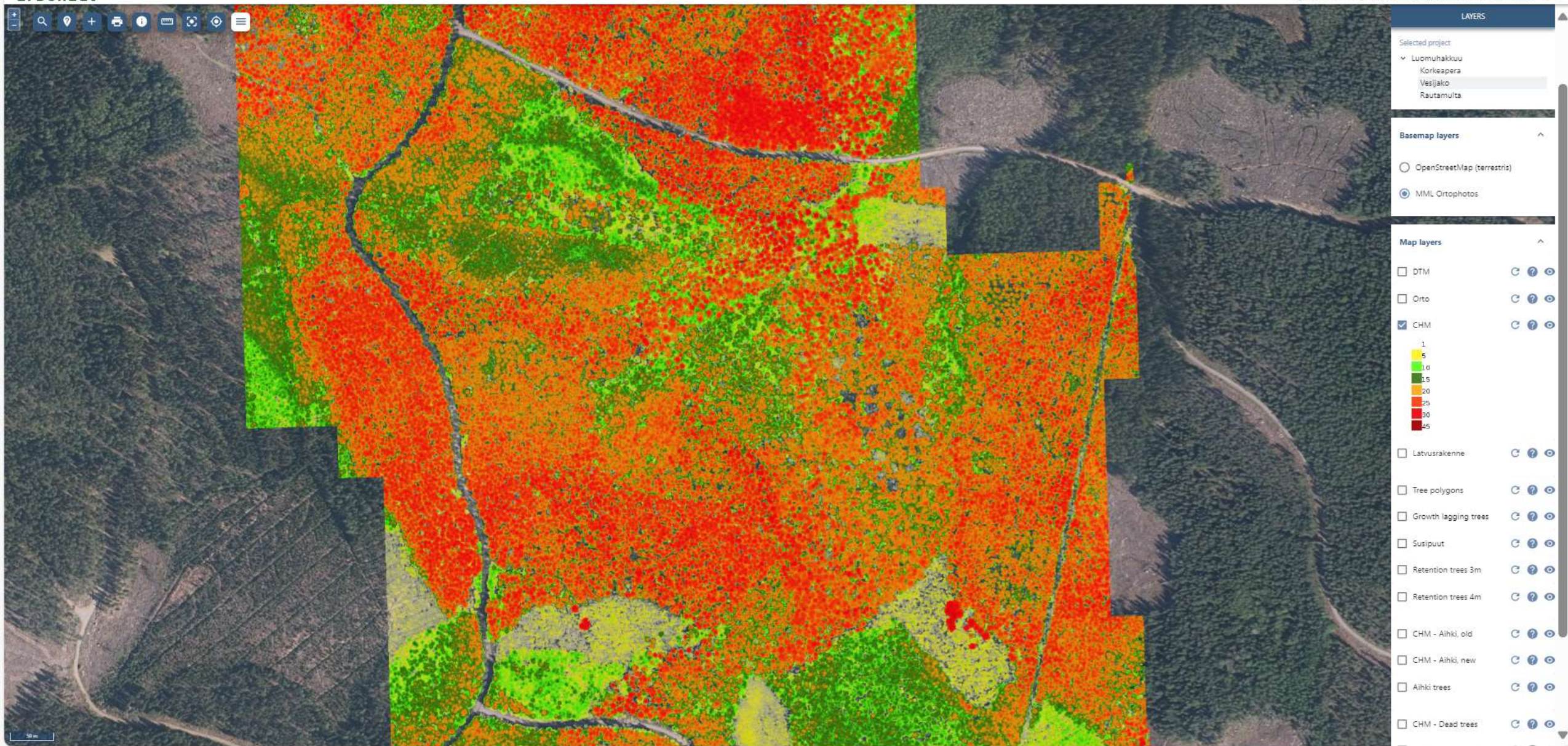
**Basemap layers**

- OpenStreetMap (terrestris)
- MML Ortophotos

**Map layers**

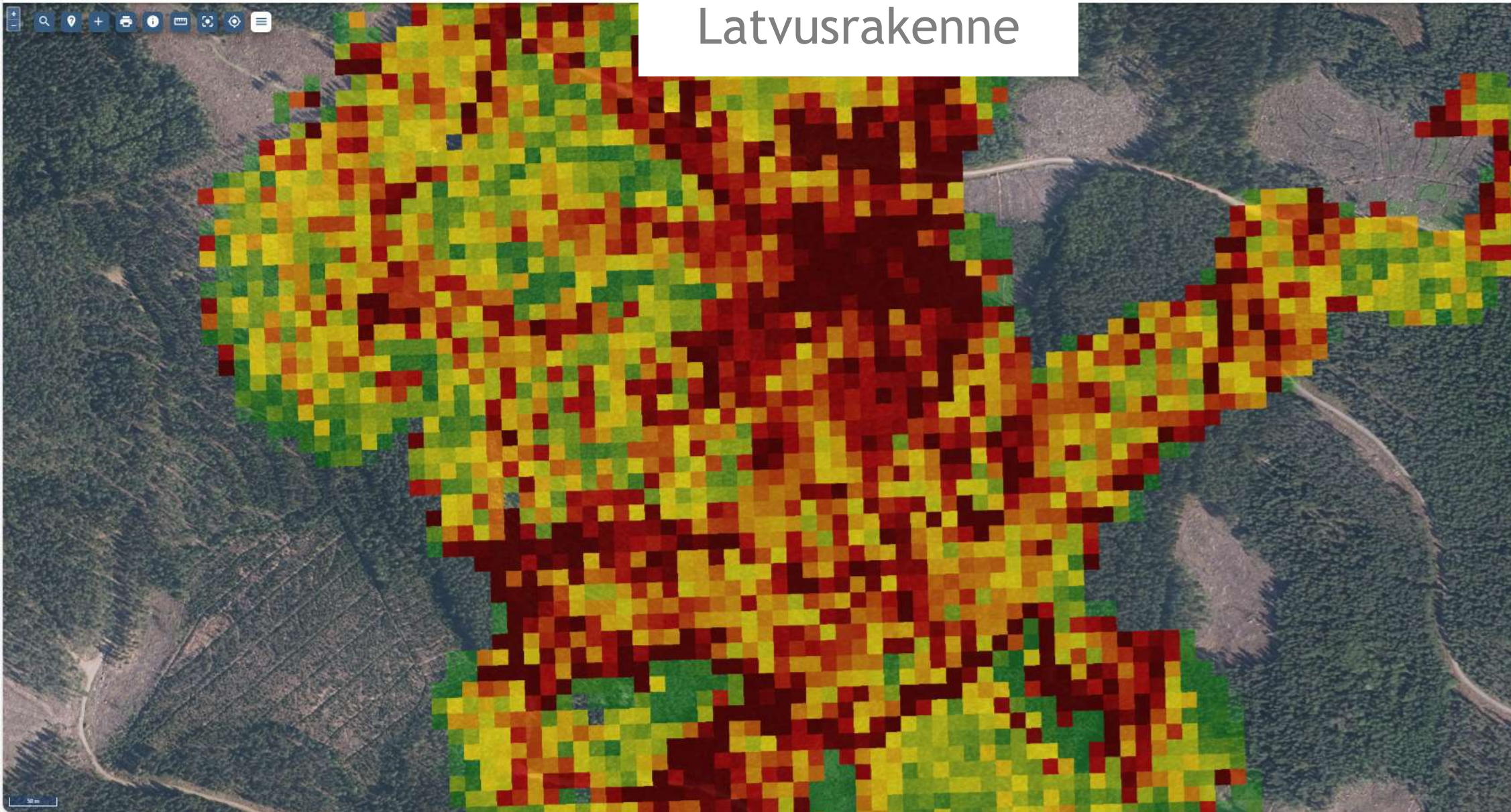
- DTM
- Orto
- CHM
- Latvusrakenne
- Tree polygons
- Growth lagging trees
- Susipuut
- Retention trees 3m
- Retention trees 4m
- CHM - Aihki, old
- CHM - Aihki, new
- Aihki trees
- CHM - Dead trees
- Classified all trees
- Classified dead trees
- Standing dead trees







# Latvusrakenne



**LAYERS**

Selected project

- Luomuhakkuu
- Korkeapera
- Vestjako
- Rautamulta

**Basemap layers**

- OpenStreetMap (terrestris)
- MML Ortophotos

**Map layers**

- DTM
- Orto
- CHM
- Latvusrakenne
- Tree polygons
- Growth lagging trees
- Susipuut
- Retention trees 3m
- Retention trees 4m
- CHM - Aihki, old
- CHM - Aihki, new
- Aihki trees
- CHM - Dead trees
- Classified all trees

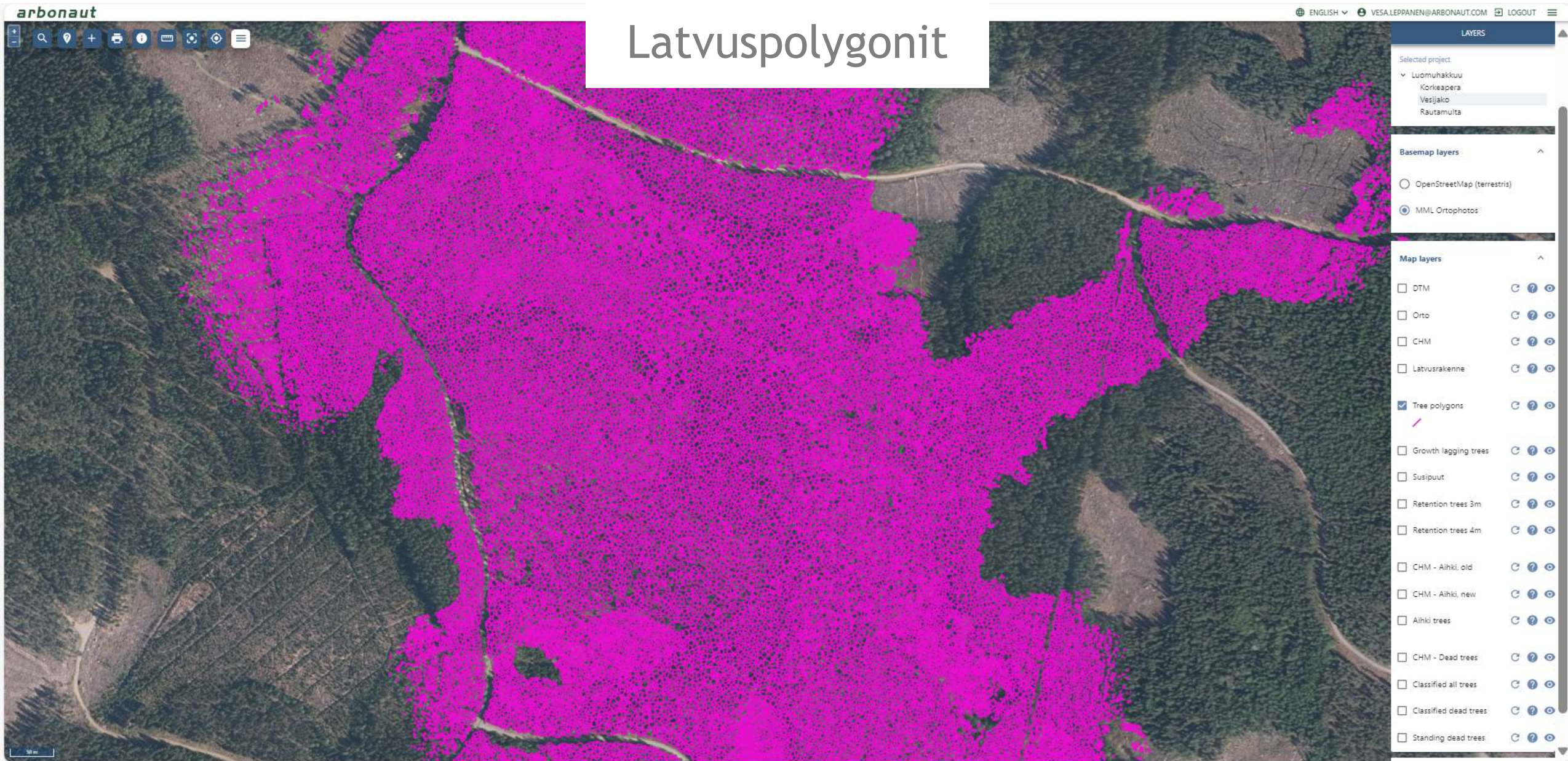
0  
1  
2  
3  
4  
5



Lähtökohtana on kaikki kohteen  
tunnistettut latvukset

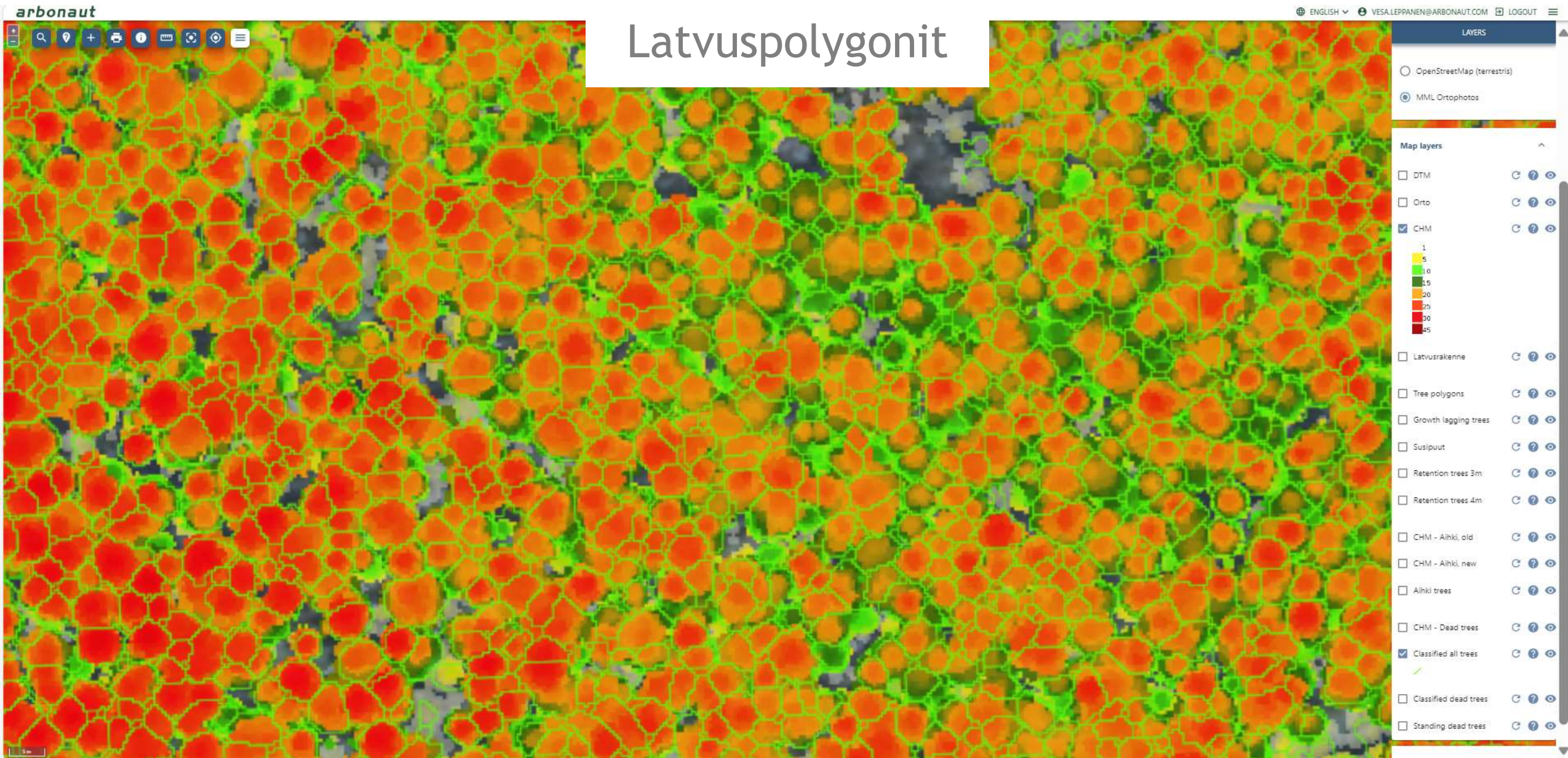


# Latvuspolygonit





# Latvuspolygonit





# Kooltaan muista poikkeavat puut

# Ympäristöään pidemmät puut (ns. Retention Trees)





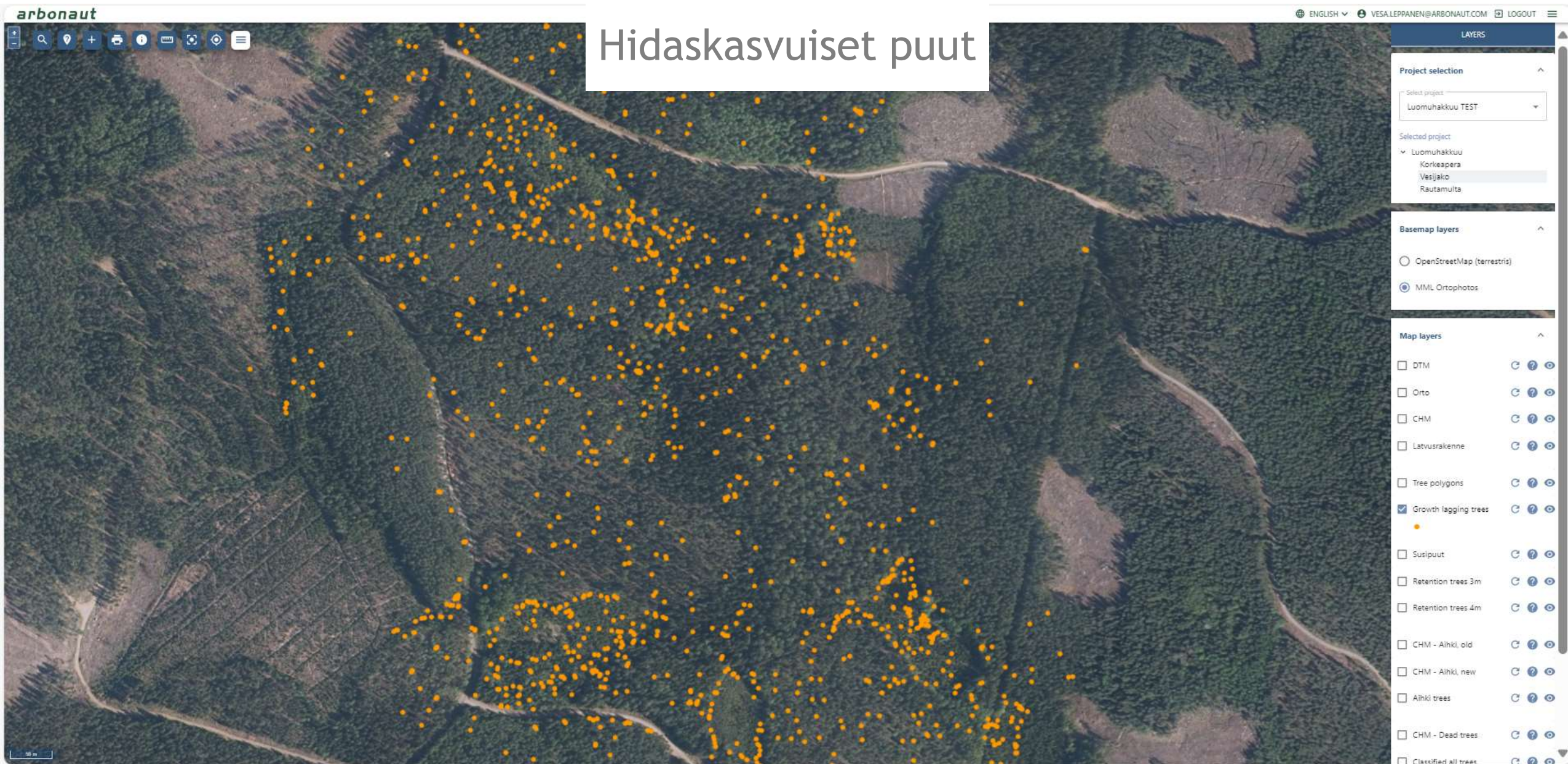
# Susipuut eli etukasvuiset puut

The screenshot displays the arbonaut web application interface. The main view is an aerial photograph of a forest, overlaid with a large number of small yellow polygons, each representing a tree. The interface includes a top navigation bar with the 'arbonaut' logo, a toolbar with various map controls, and a right-hand sidebar titled 'LAYERS'. The sidebar contains the following sections:

- Selected project:** Luomuhakkuu, Korkeapera, Vesijako, Rautamulta
- Basemap layers:** OpenStreetMap (terrestris), MML Orthophotos
- Map layers:** DTM, Orto, CHM, Latusrakenne, Tree polygons, Growth lagging trees, **Susipuut** (checked), Retention trees 3m, Retention trees 4m, CHM - Aihki, old, CHM - Aihki, new, Aihki trees, CHM - Dead trees, Classified all trees, Classified dead trees, Standing dead trees



# Hidaskasvuiset puut



# Kuolleet pystypuut



## LiDAR-pohjainen kuolleen pystypuun tunnistaminen

- Kuolleiden pystypuiden tunnistaminen voidaan tehdä vain LiDAR-aineistoa käyttämällä tai yhdistämällä kuvan ja LiDARin tulkintaa.
- Tunnistus latvapolygonitasolla
- Yhdellä LiDAR-aineistolla opetetun mallin soveltuminen toiseen LiDAR-aineistoon on tämänhetkisellä menetelmällä epäselvää
- Random Forest -luokittimella on päästy noin 86 % kokonaisluokittelutarkkuuteen

|                   |         | Opetusaineisto |         |       |
|-------------------|---------|----------------|---------|-------|
|                   |         | Elävä          | Kuollut |       |
| Malli             | Elävä   | 298            | 54      | 84.7% |
|                   | Kuollut | 51             | 344     | 87.1% |
|                   |         | 85.4%          | 86.4%   |       |
| Kokonaistarkkuus: |         |                |         | 85.9% |

- Riittävän opetusaineiston kerääminen haasteena
- Ilmakuvien ja LiDAR-aineiston yhteensopivuus tuo omia haasteitaan, jos ilmakuvaa halutaan käyttää toisena lähtöaineistona tai maastoaineiston puuttuessa opetusaineistona.
- Tiheä LiDAR-aineisto auttaa. 15-20 pts/m<sup>2</sup> hyvä; 5pt/m<sup>2</sup> Kallio-LiDARilta tunnistustarkkuus jää hieman matalammaksi mutta löytää runsaasti lahoppuuta sisältävät kohteet. Tätä tutkittiin laajemmin KUOPUS hankkeessa.





# Kuolleet pystypuut



ENGLISH VESALEPPANEN@ARBONAUT.COM LOGOUT

**LAYERS** SHOW RASTER MAPS BACKGROUND INFO

- Korkeapera
- Vesijako
- Rautamulta

**Basemap layers**

- OpenStreetMap (terrestris)
- MML Ortophotos

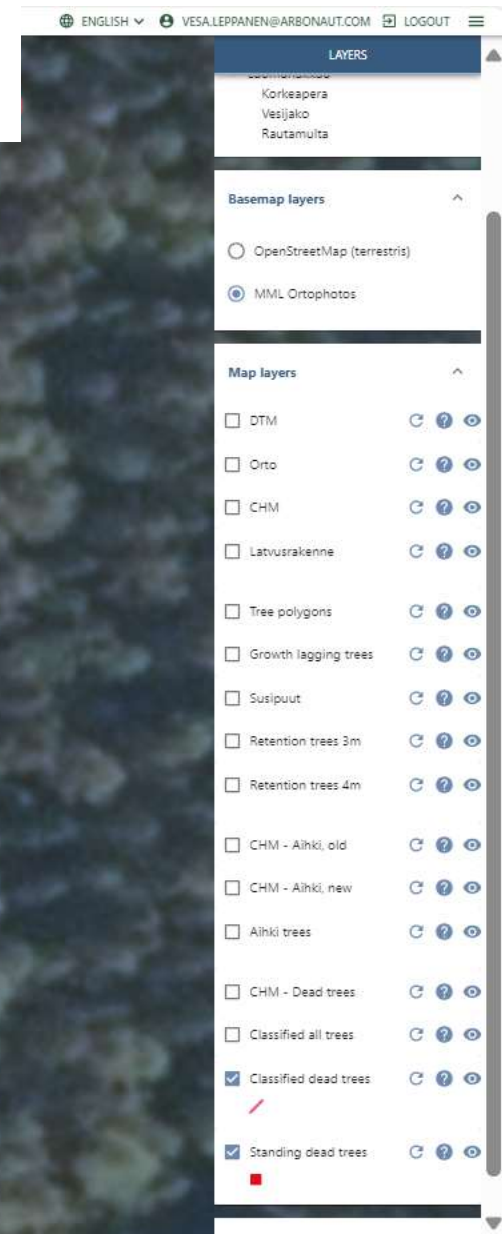
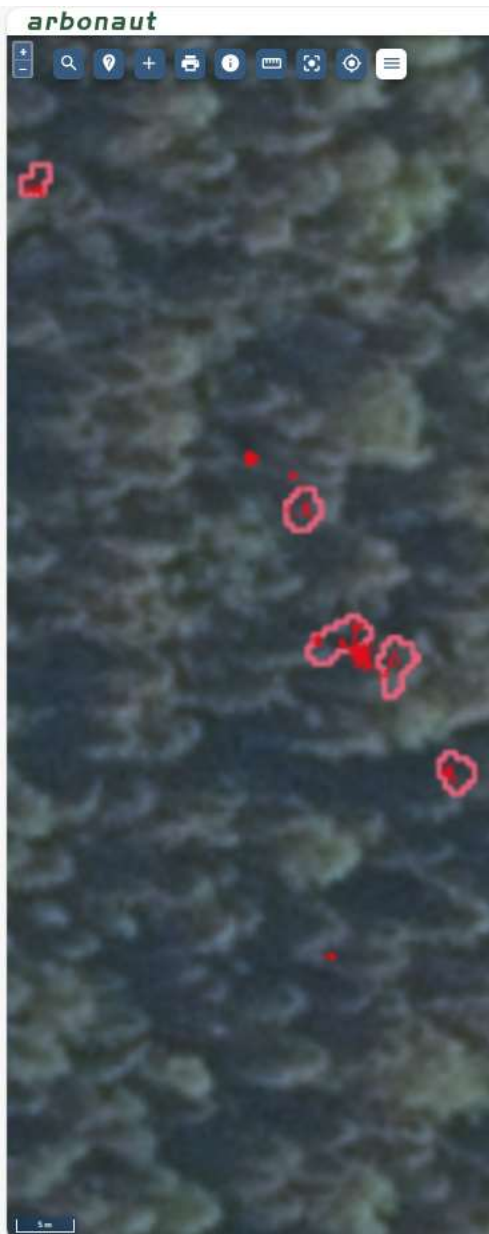
**Map layers**

- DTM
- Orto
- CHM
- Latvusrakenne
- Tree polygons
- Growth lagging trees
- Susipuut
- Retention trees 3m
- Retention trees 4m
- CHM - Aihki, old
- CHM - Aihki, new
- Aihki trees
- CHM - Dead trees
- Classified all trees
- Classified dead trees
- Standing dead trees

**Feature layers**



## Kuolleet puut; Kuvan ja LiDARin yhdistelmästä

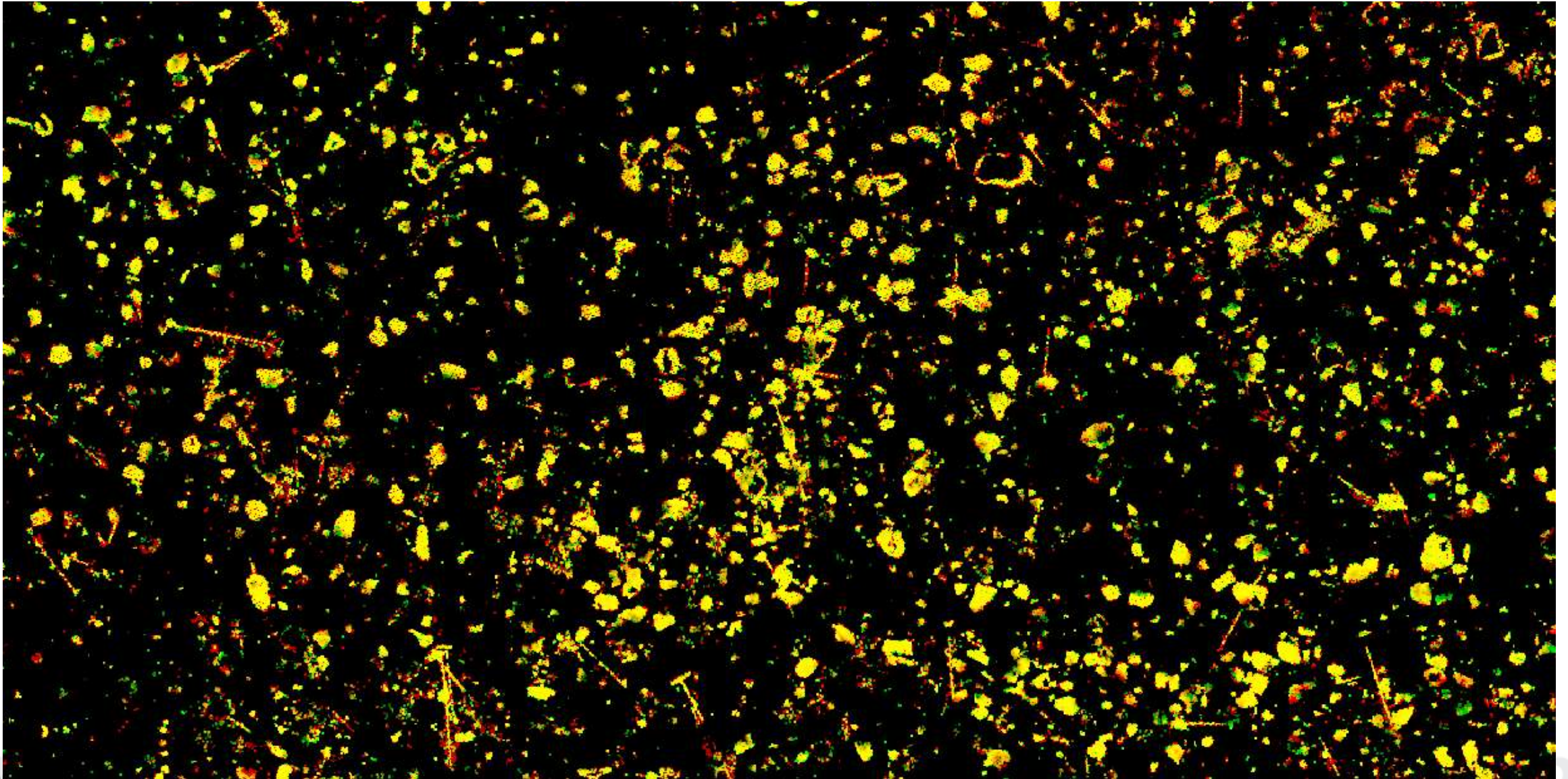




# Kuolleiden maapuiden tunnistaminen

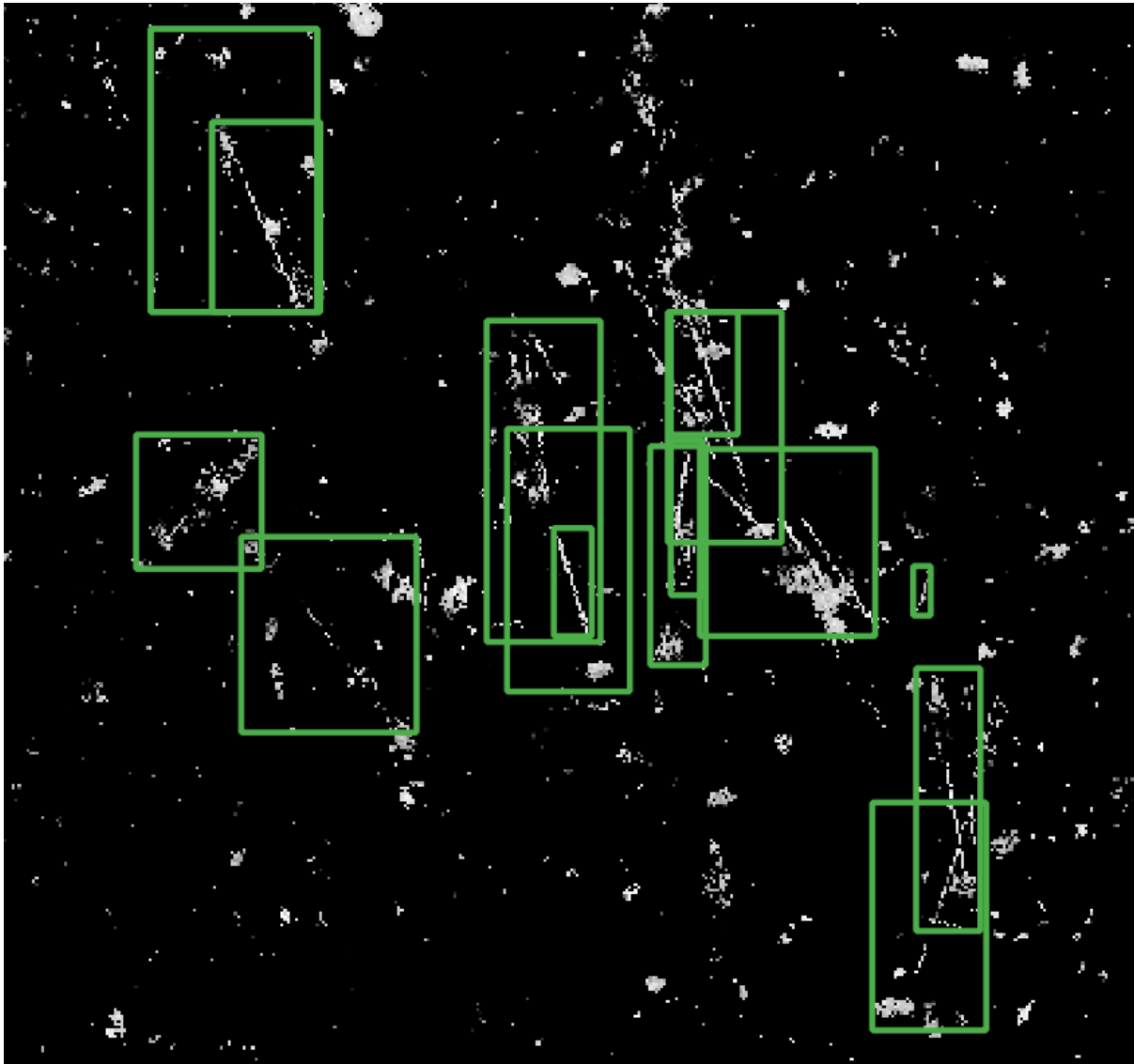


# Piirrerasteri LiDARista tuotettuna



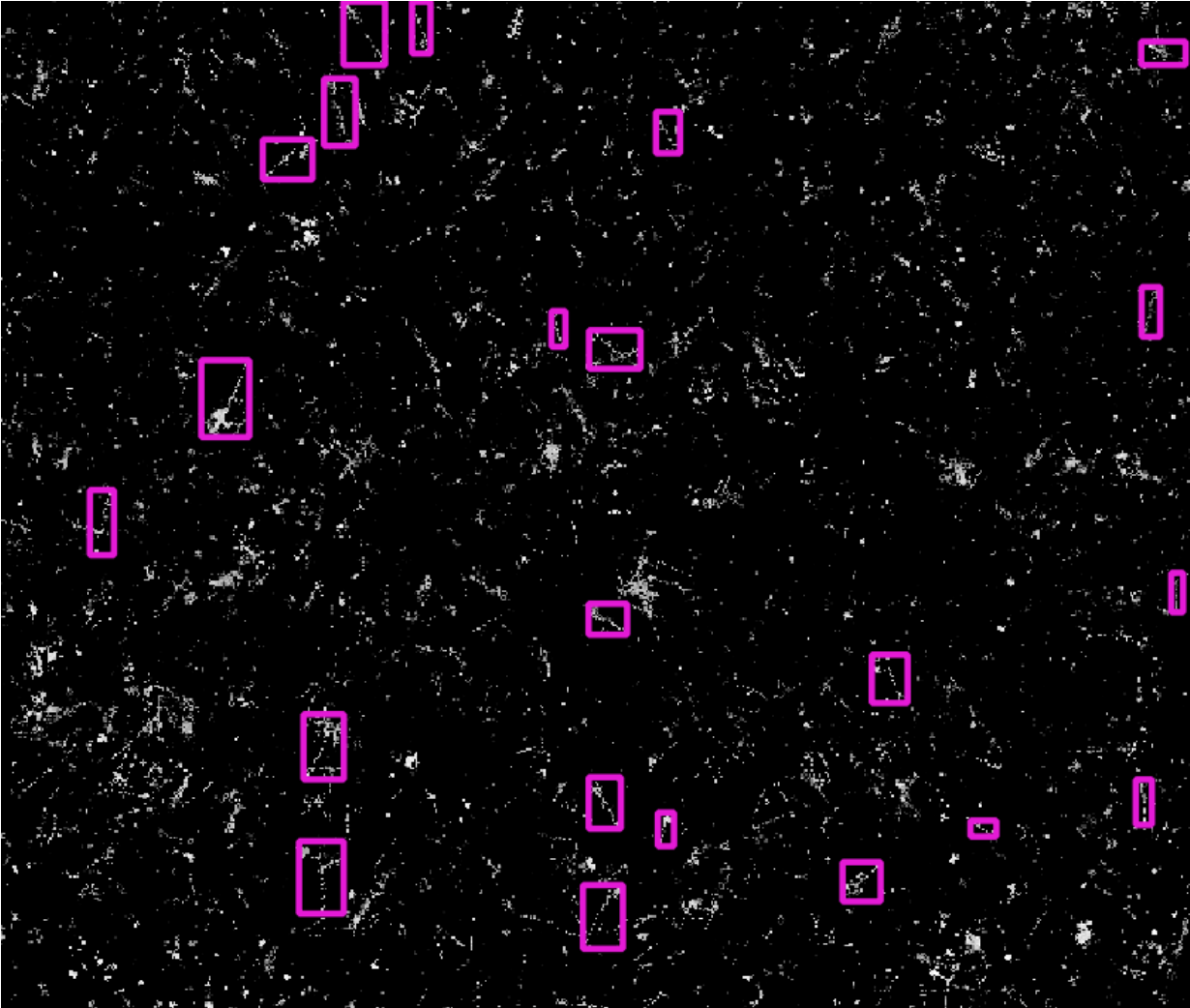


# 1. Project overview



The aim of this project is to leverage ALS (Airborne Laser Scanning) data to detecting and mapping fallen dead trees within forest ecosystems. This project not only enhances our understanding of forest dynamics but also supports more informed decision-making in preserving critical habitats and promoting biodiversity resilience.

## 7. Testing-1



Dataset:

1509 labels by Arbonaut  
(416 x 416 pixels) 20cm

Study Area:

Oulu



## 8. Results-1

|                            |   | Prediction |          |
|----------------------------|---|------------|----------|
|                            |   | P          | N        |
| A<br>c<br>t<br>u<br>a<br>l | P | 812 (TP)   | 428 (FN) |
|                            | N | 1069 (FP)  | 837 (TN) |

**Actual:**

Labels produced by Arbnaut

**Prediction:**

Inference results

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{TN}} \quad 0.524157661$$

$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} \quad 0.431685274$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} \quad 0.65483871$$

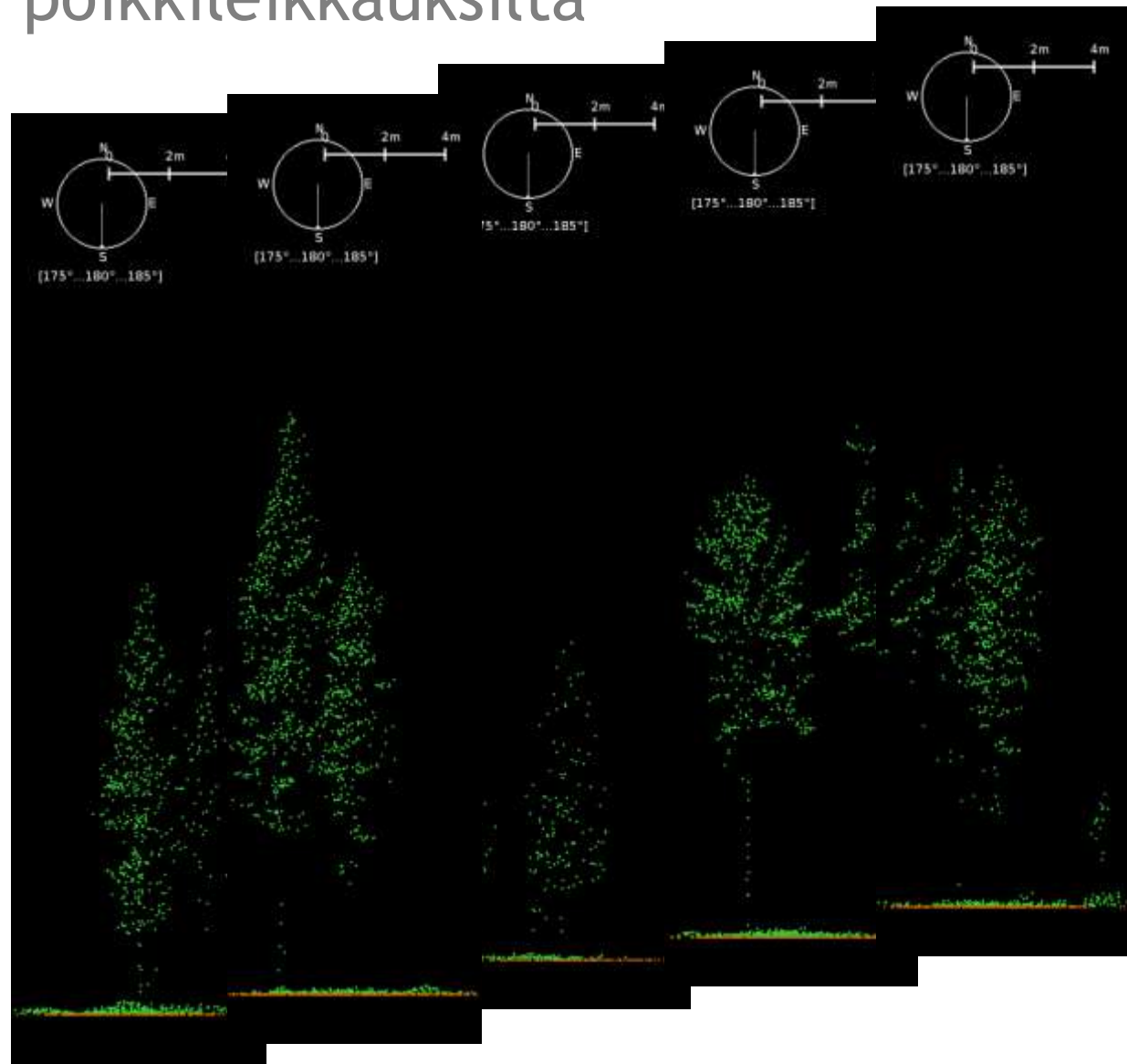
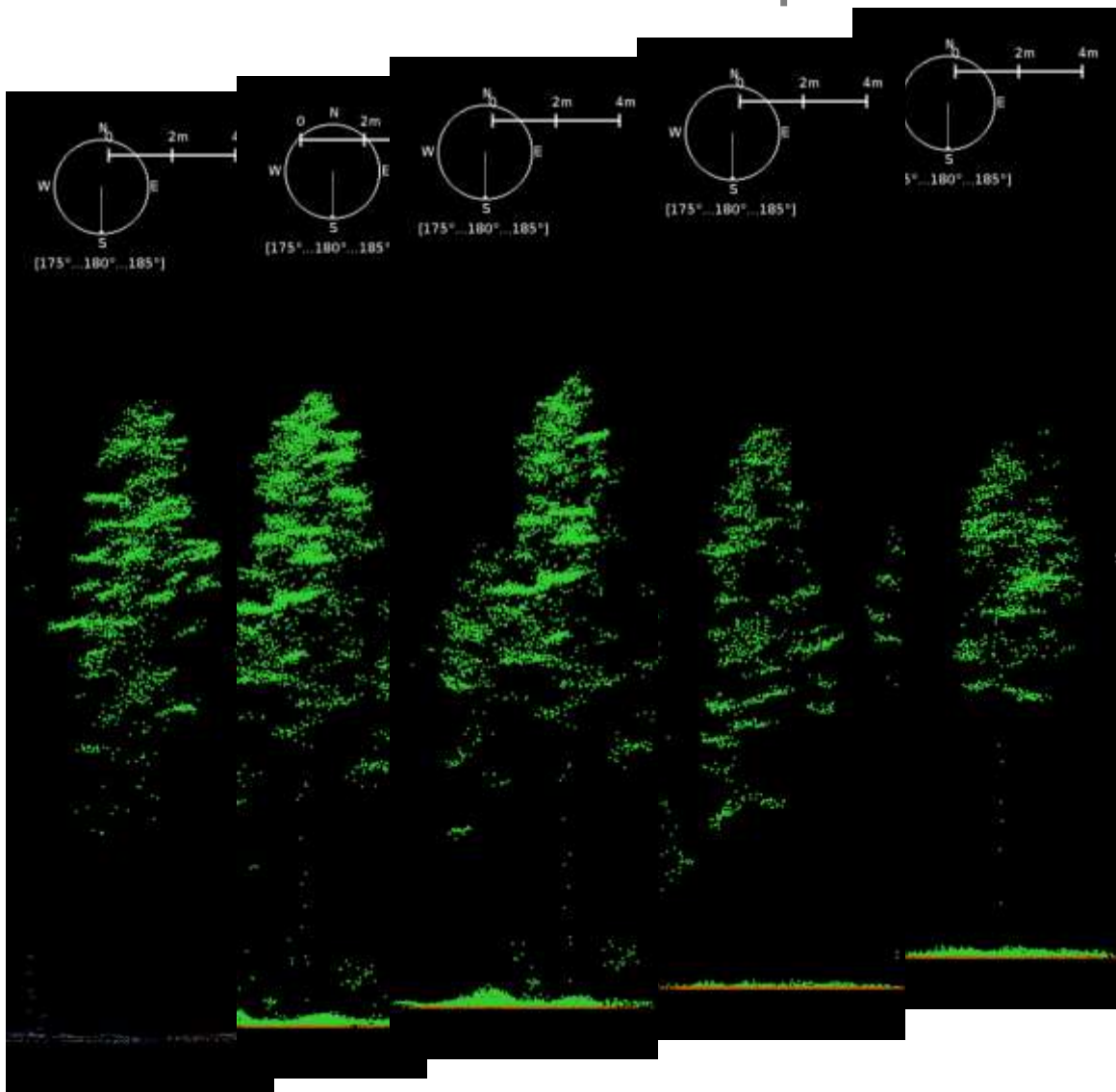
$$F_1 = \frac{2}{\frac{1}{\text{Precision}} + \frac{1}{\text{Recall}}} \quad 0.520346043$$

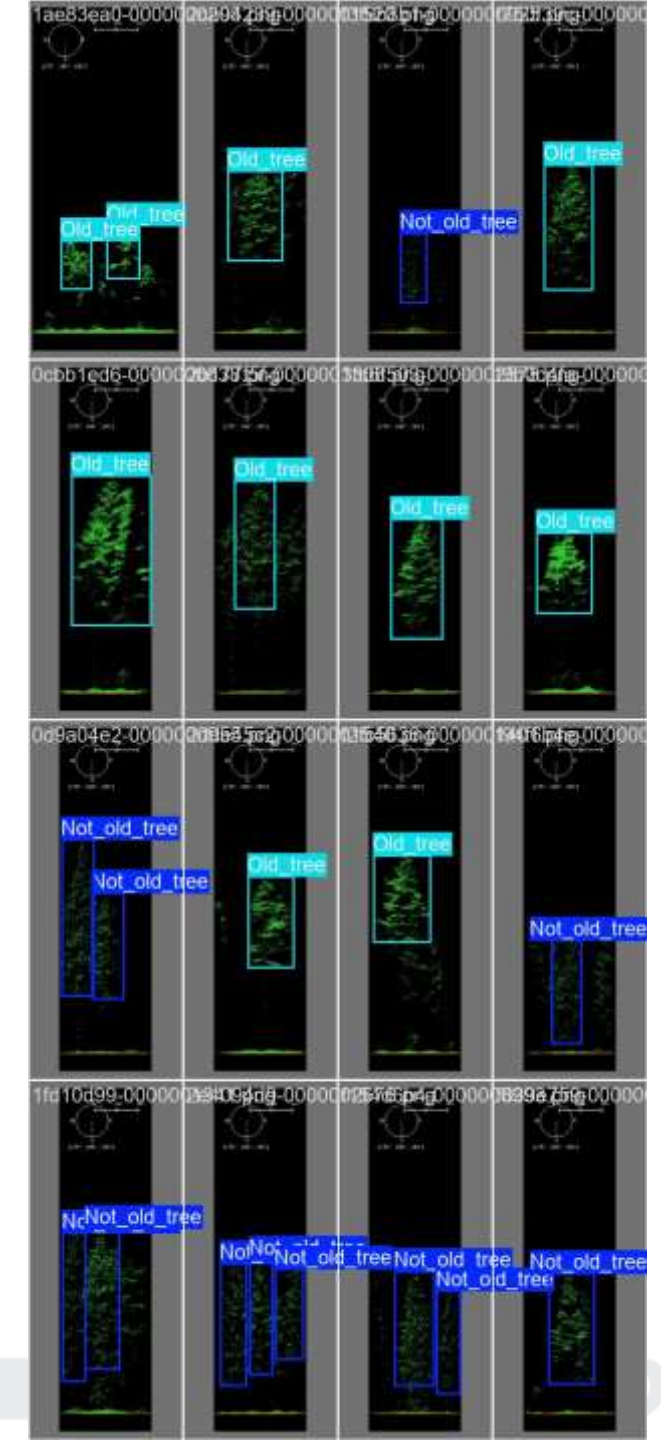
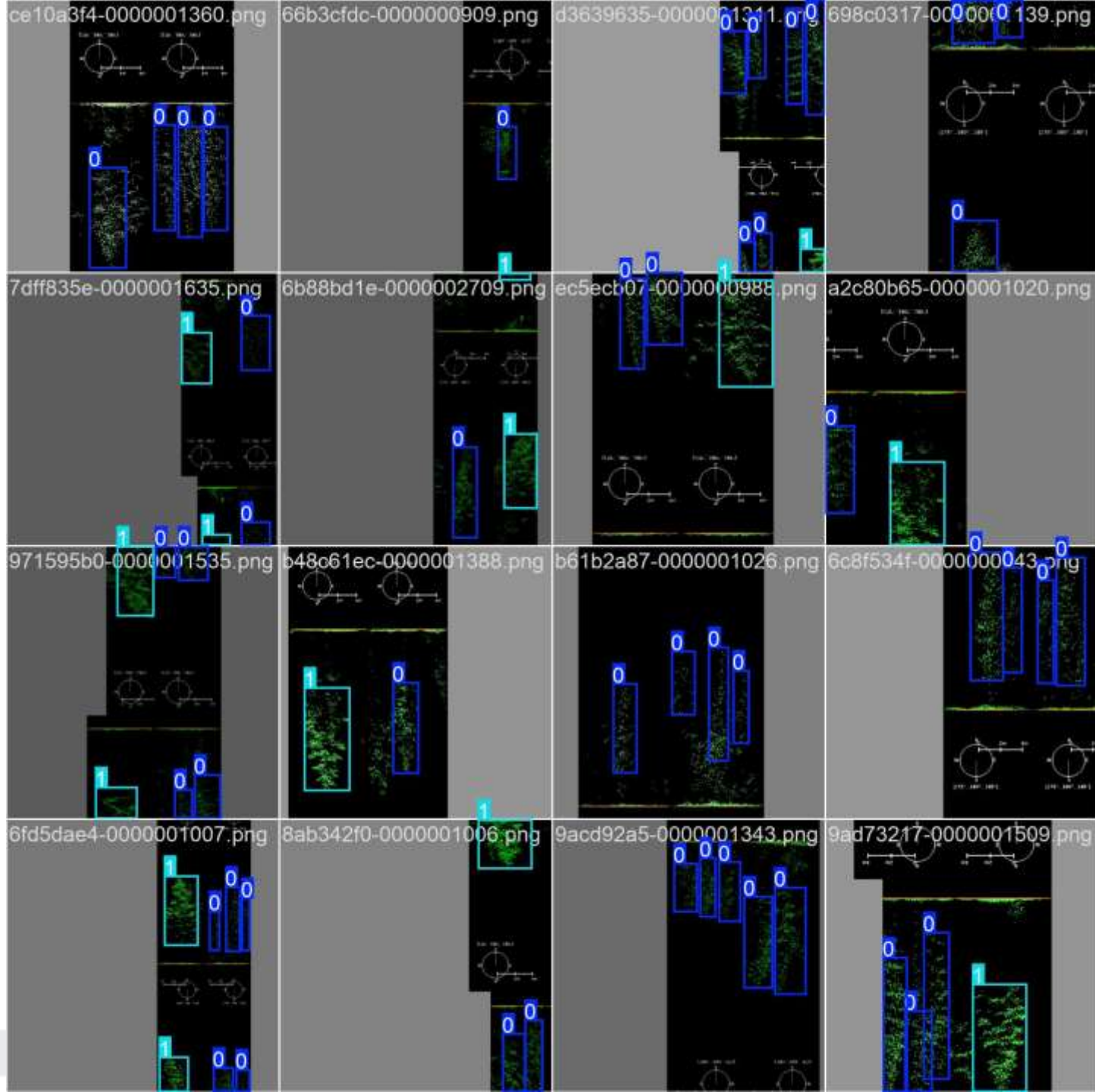
# Edellisen puusukupolven puiden tunnistaminen



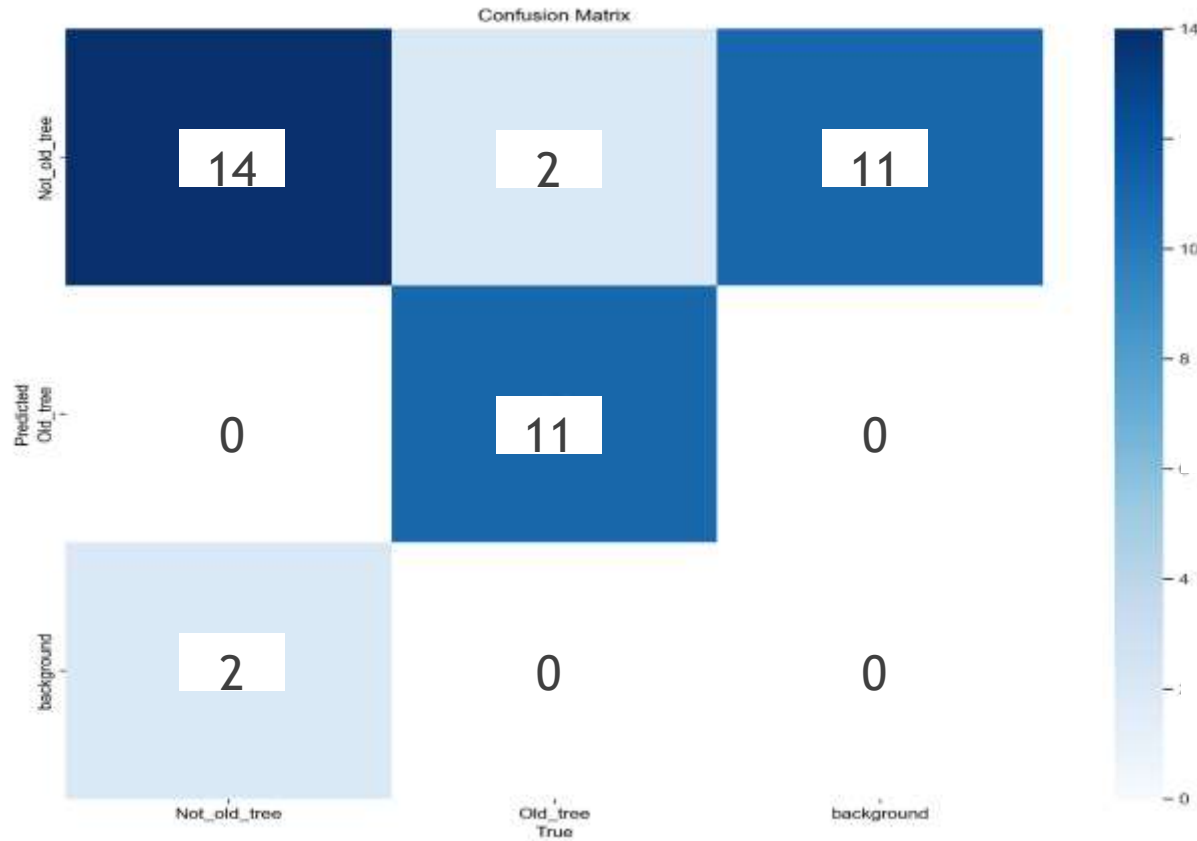


# AI:n opettaminen poikkileikkauksilta









0,519

1

1

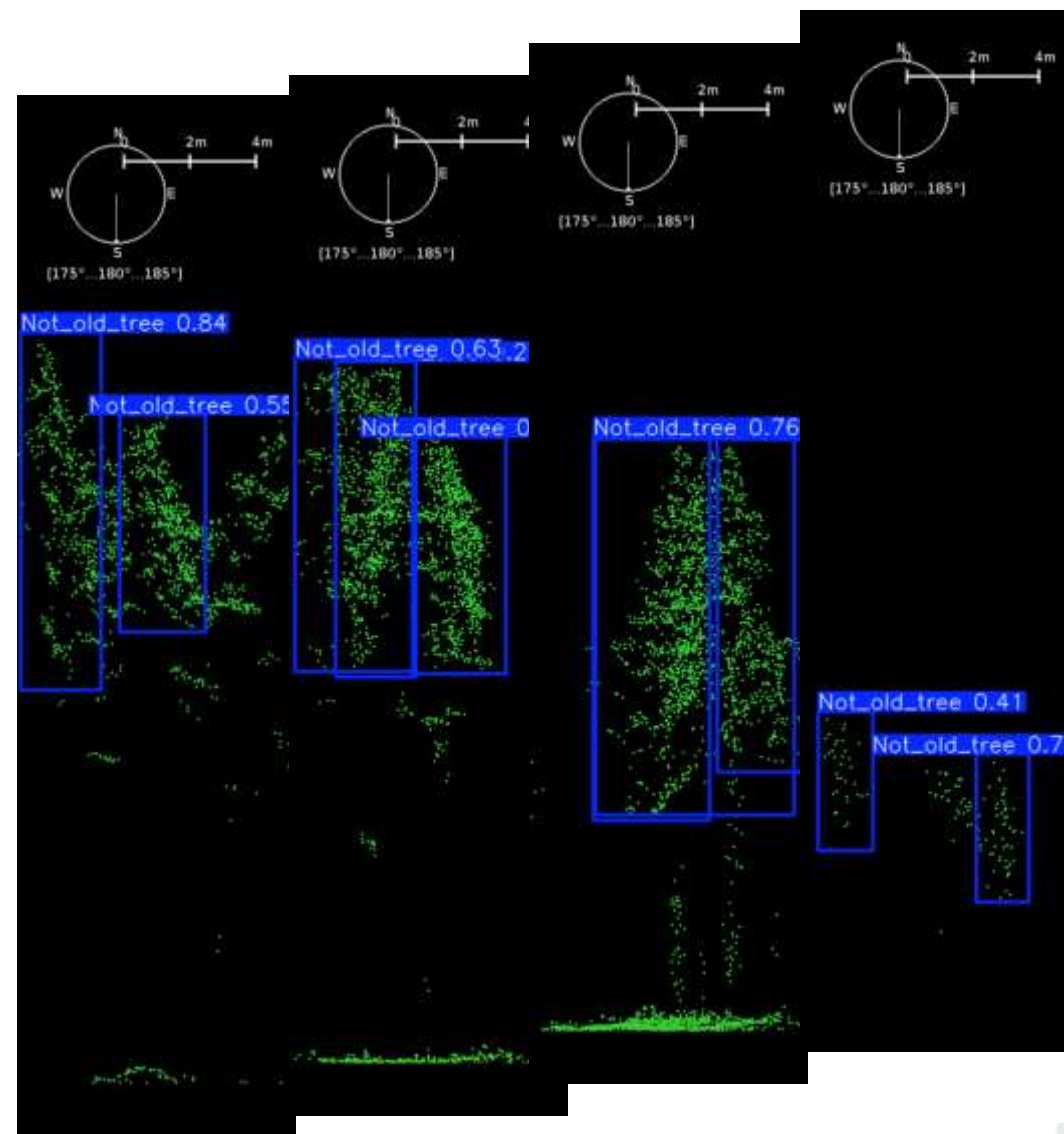
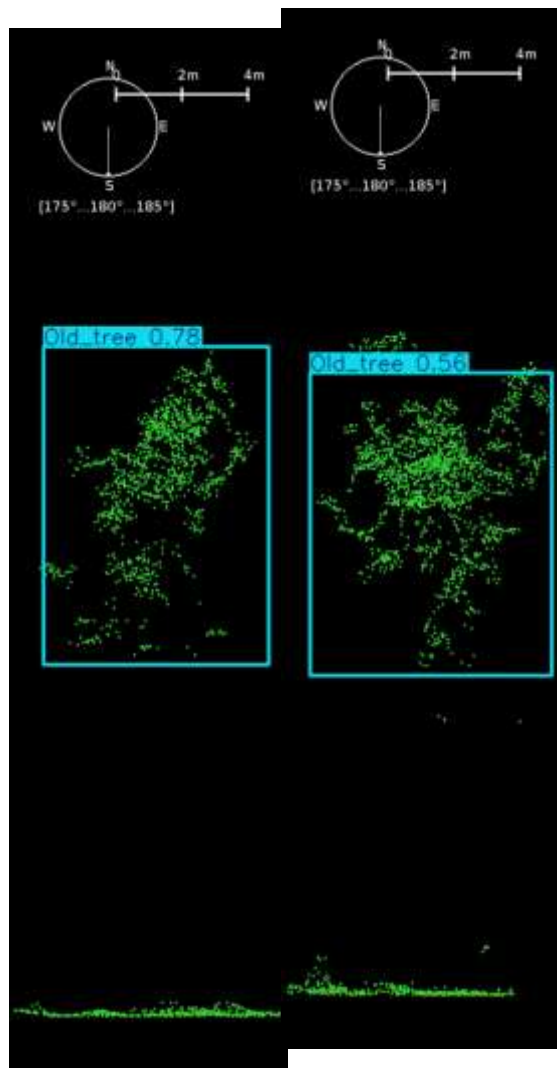
0,875

0,846

1

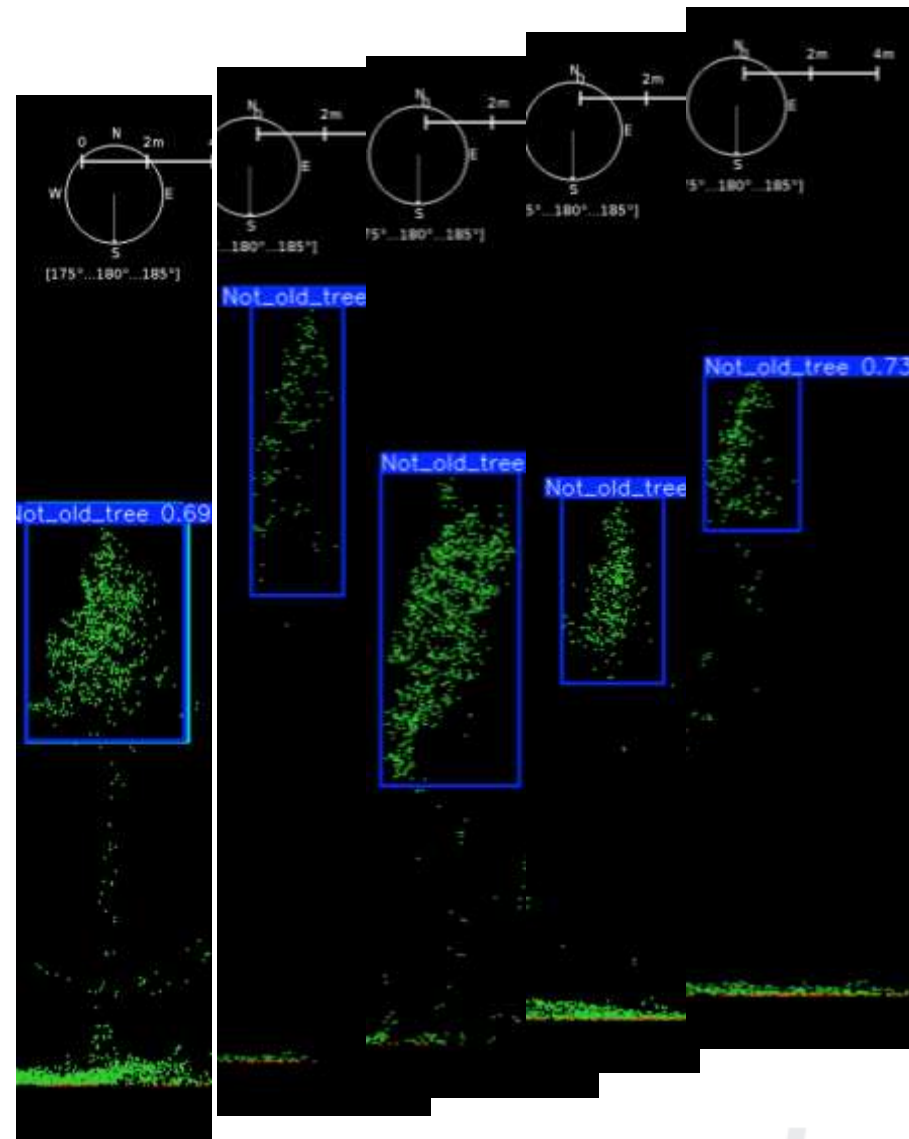
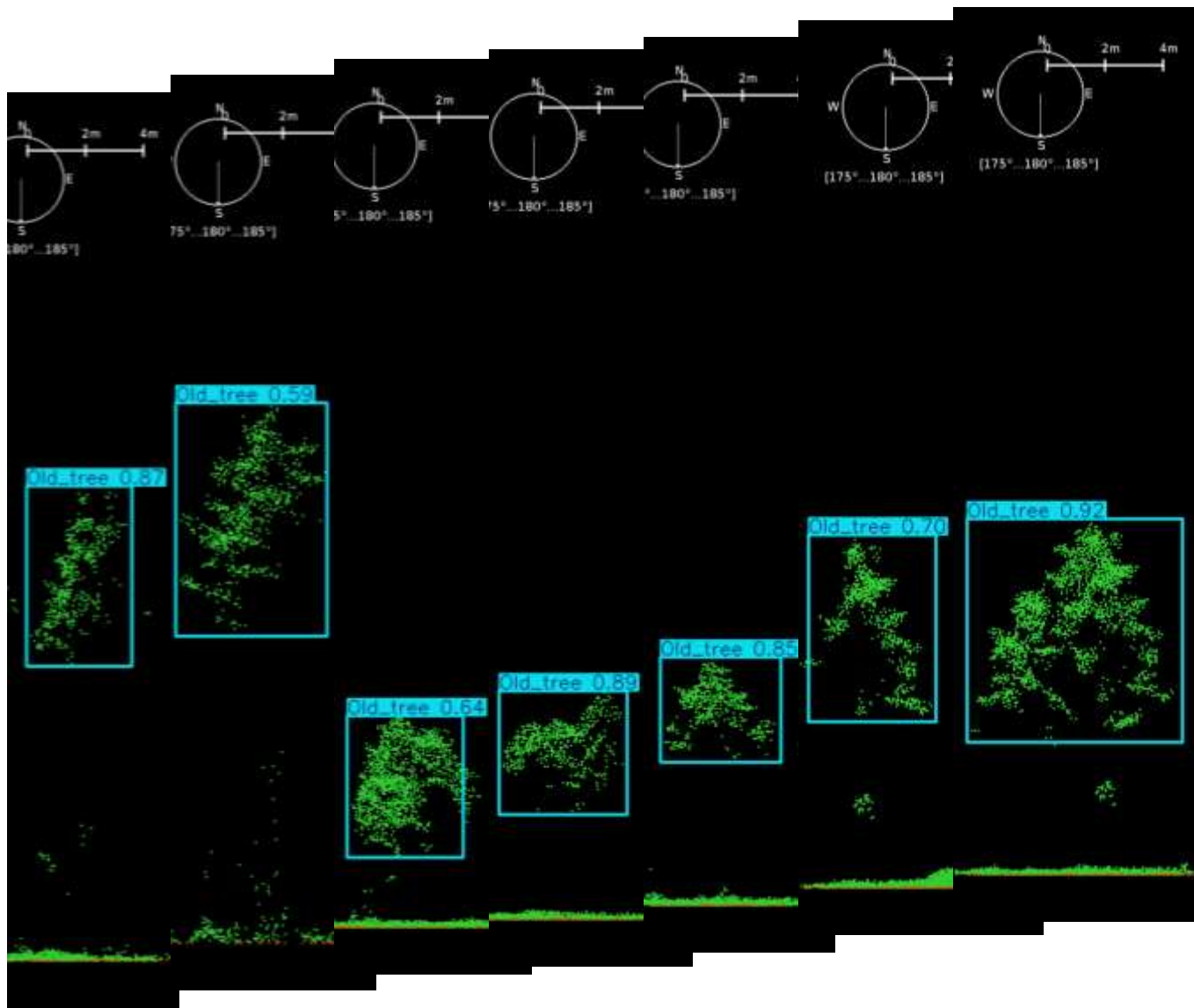
Overall accuracy: 62%

# AI:n luokittelutuloksia





# AI:n luokittelutuloksia Suomesta



## Haasteita vanhojen puiden tunnistamisessa

- Poikkileikkauksiin tulee keskellä olevan puun lisäksi muita puita, ja osa niistä tunnistuu. Mikä puista on “se oikea”
- Joskus sama puu tunnistuu vanhaksi ja nuoreksi, tosin eri luotettavuudella. Mitä päätellään?
- Joskus tunnistuu puun latvuksen toinen reuna puuksi
- LiDARin tiheys vaihtelee, ja harvan lidarin kohdissa tunnistaminen ei useinkaan onnistu
- LiDARin katselukulma vaikuttaa puun ulkonäköön ja voinee vaikuttaa kyseisen puun tulkintatulokseen. -Riittävä määrä opetusaineistoa auttaneen tähän jossakin määrin
- Tässä projektissa kaikki vanhat puut puulajista huolimatta tulkittiin vanhoiksi/nuoriksi. Saattaisi olla järkevää kokeilla vanha kuusi / vanha mänty / vanha lehtipuu / nuori kuusi / nuori mänty / nuori lehtipuu -luokittelua