

# Älykkyyttä ja tarkkaa dataa harvennuksen tueksi

FORESTCARBOVISION Living Lab, Joensuu | 18 May 2026

- Kari Väätäinen



Interreg



Co-funded by  
the European Union

Northern Periphery and Arctic

FORESTCARBOVISION



# Taustaa

- Suomessa lähes 500 000 hehtaaria metsää harvennetaan vuosittain
  - 70 % kaikista hakkuista pinta-alan suhteen
- Harvennuksen ajoitus ja sen voimakkuus vaikuttavat merkittävästi metsän kasvuun ja hiilen sidontaan
- Harvennuksessa ollut haasteita – osin liian voimakkaat harvennukset
  - tuhoriski kasvaa
  - Puuston hiilivarasto pienenee kiertoajan yli tarkasteluna
- Harvennuksen tulokseen vaikuttavia tekijöitä
  - Tavoitteet (maanomistaja, harvennusohjeet ja -suositukset)
  - Metsätiedon tarkkuus
  - Kuljettaja
  - Vuodenaika
  - Kalusto ja varustelu
  - Ajourasuunnittelu ja toteutus



Interreg



Co-funded by  
the European Union

Northern Periphery and Arctic

FORESTCARBOVISION

From forest data to stakeholder-ready carbon farming evidence.

**- HARVENNUSVOIMAKKUUS +**

- + PUUSTON HIILENSIDONTA JA HIILIVARASTO -**
- + AINESPUUN KOKONAISTUOTOS JA PUUSTON TILAVUUSKASVU -**
- YKSITTÄISTEN PUIDEN JÄREYTYMINEN +**
- HARVENNUSKERTYMÄ JA HARVENNUSHAKKUUTULOT +**
- TALOUDELLINEN TUOTTO +**
- + KIERTOAIKA -**
- TUHORISKIT +**
- + KUOLLUT PUUSTO -**

<https://www.luke.fi/fi/uutiset/voimakkaat-harvennukset-pienentavat-metsikon-hiilensidontaa-ja-kasvua>



# Kuljettajat seuraavat ja raportoivat harvennusvoimakkuutta

- Käytännöissä paljon vaihtelua
  - Useimmiten puoliympyräotantoina; runkoluku (80 %)
  - Relaskoopin käyttö (64 %)
  - Silmämääräinen arvio (32 %)
  - Tiedonsiirto puunhankkijan järjestelmiin (ei kaikilla)
- Kuljettajaa opastavien apujärjestelmien kehityksessä harvennusvoimakkuuden seuranta nousi suurimmaksi
  - Pohjapinta-alan ja
  - Runkoluvun suhteen

Nordström (2024)

**Harvennustavoitteiden määrittelyssä paljon vaihtoehtoja – Tapion uudet harvennussuositukset**

**Hakkuukohteen sisäinen vaihtelu ja harvennusohjeiden vaihtelu**

Interreg



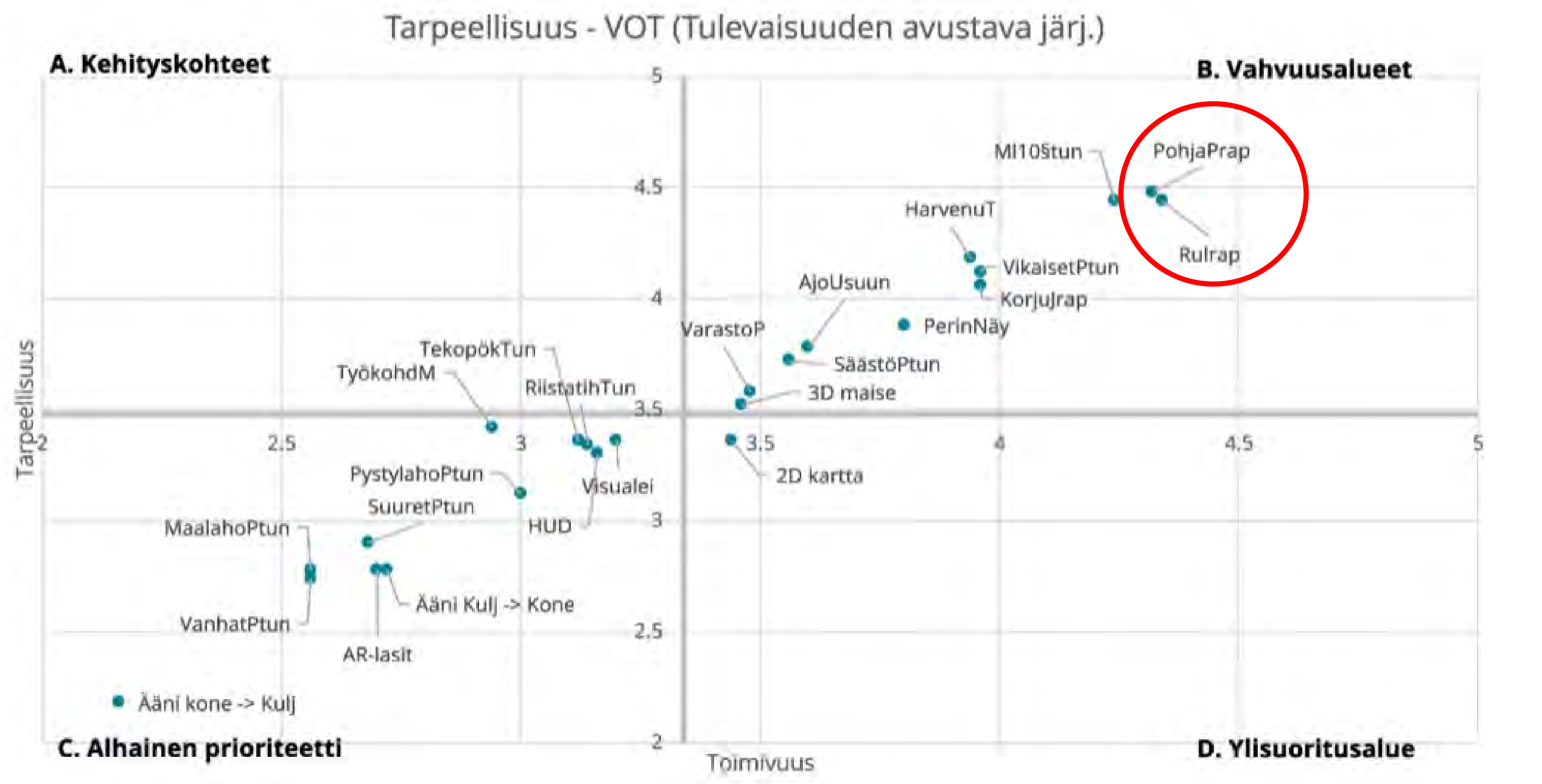
Co-funded by  
the European Union

Northern Periphery and Arctic

FORESTCARBOVISION

From forest data to stakeholder-ready carbon farming evidence.

# Tulevaisuuden kuljettajaa avustavien järjestelmien sekä tiedon esittämisen tarpeellisuus ja vaikutus omaan työhön



Valtteri Kinnunen (2026)  
*Metsäkoneenkuljettajan tuen tarve ja avustavat järjestelmät tulevaisuudessa*

**IlmoStar -hanke**



**Interreg**



Co-funded by  
 the European Union

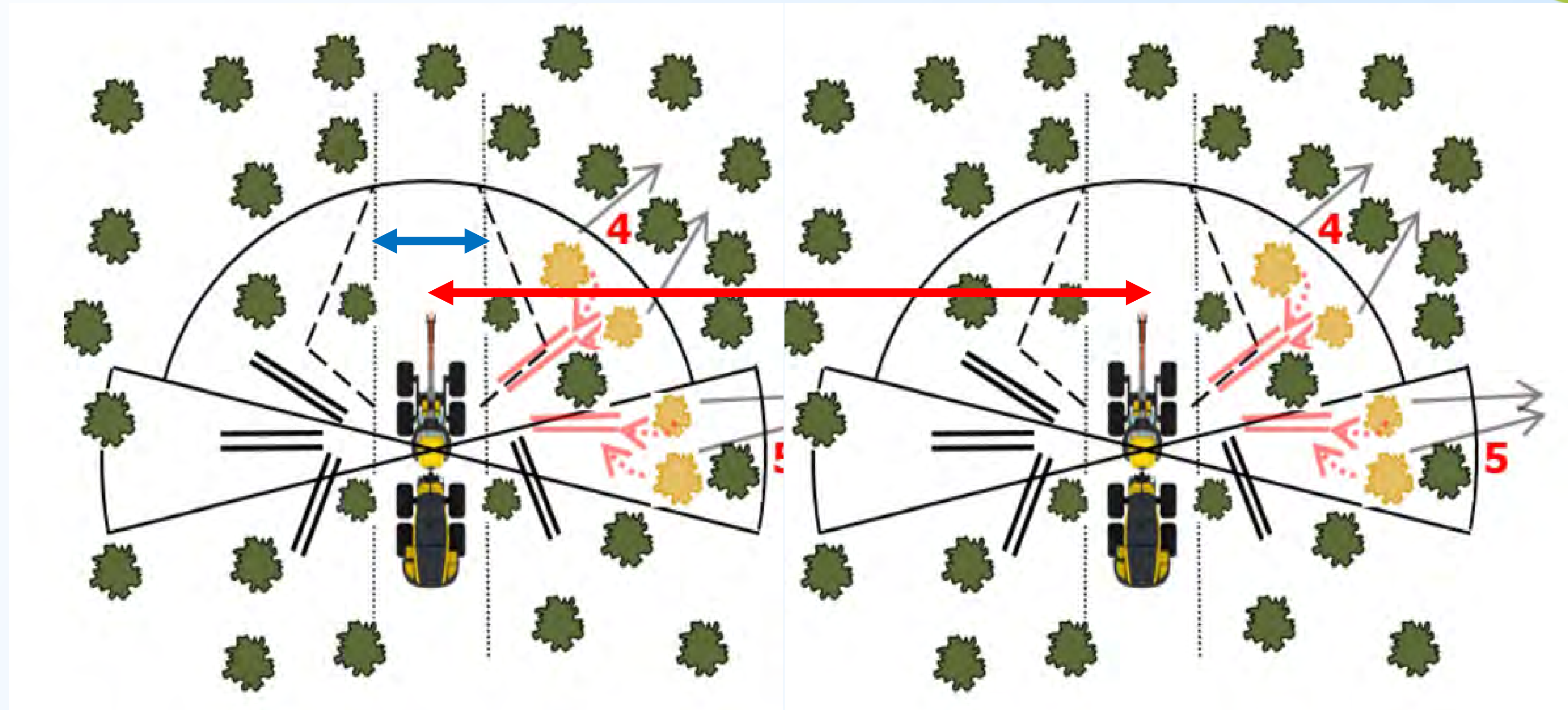
Northern Periphery and Arctic

**FORESTCARBOVISION**

**From forest data to stakeholder-ready carbon farming evidence.**

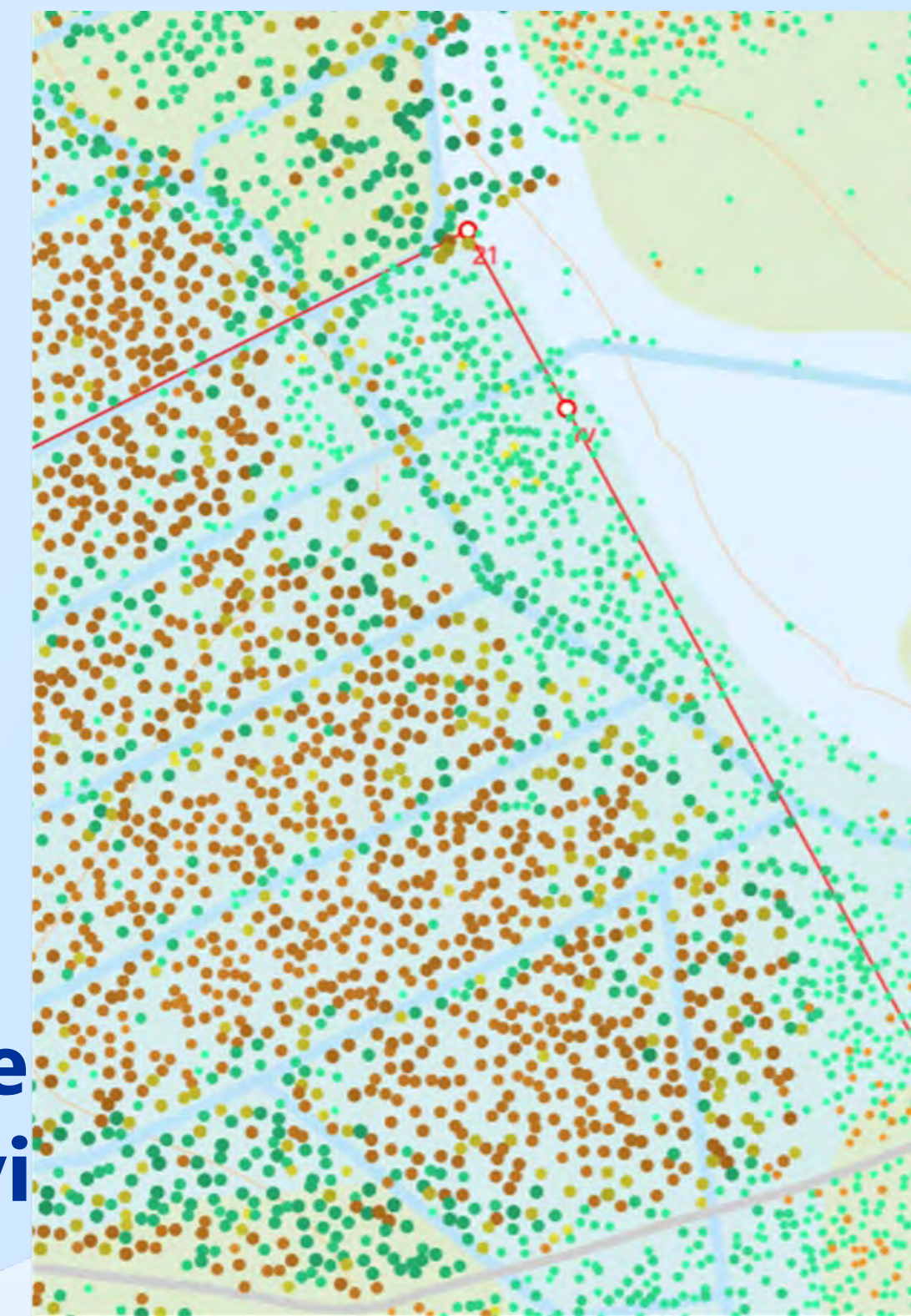
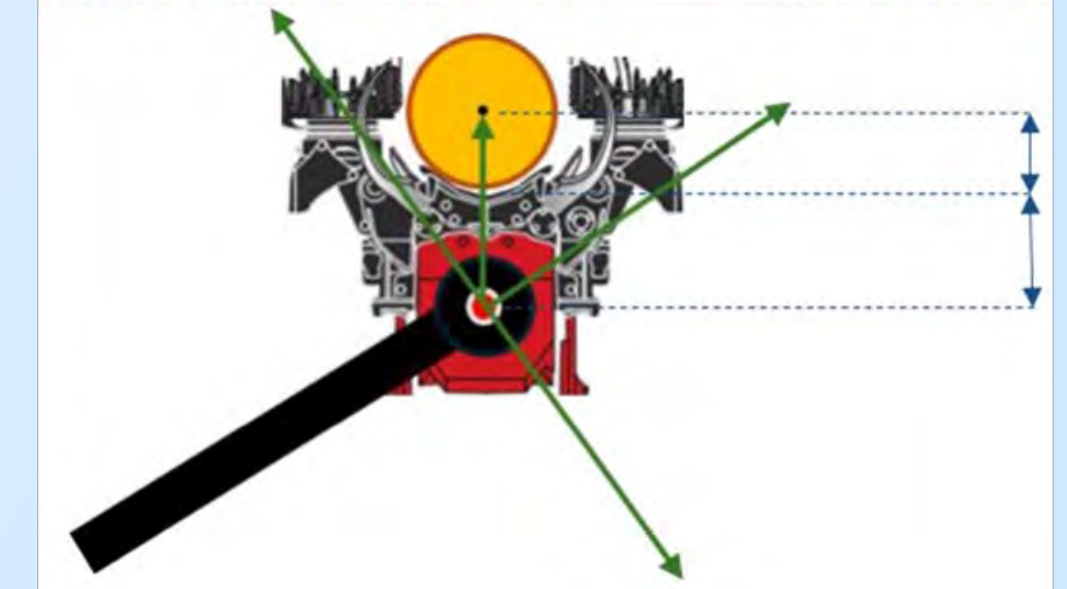
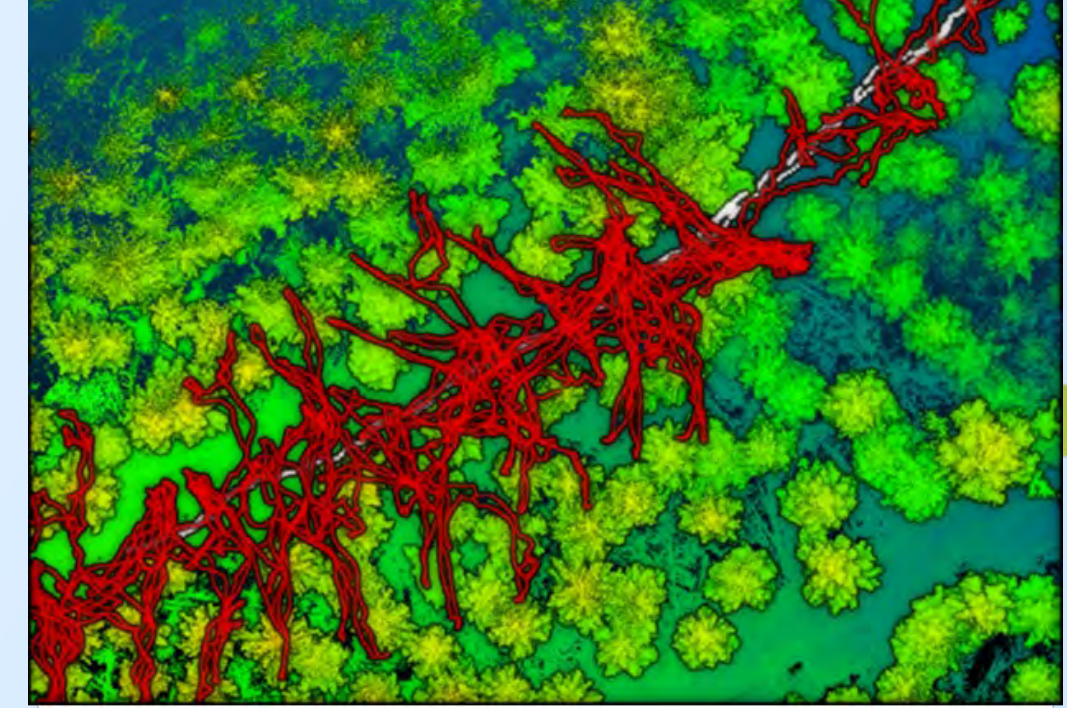
# Puuston kasvupotentiaalin ja hiilensidonnan maksimointi

- Puiden harvennusvoimakkuus puiden kasvualalla
  - **Puu- ja puulajivalinta** (elinvoimaiset ja kasvuisat puut sitovat hiiltä)
  - Ajouran leveys
  - Ajourien väli
- } **Ajourapeitto hehtaarilla**



# Teknologiakehitys tarjoaa uusia menetelmiä harvennusten tueksi

- GNSS paikannustarkkuuden paraneminen
  - Reaaliaikakorjauksella (RTK) jo alle metrin keskivirhe harvennuksilla
  - Hakkuukoneen hakkuulaitteen tarkka paikannus
- Tarkan puukartan tuottaminen paranee
  - Tehokkaammat LiDAR skannerit
  - Väritetyn pistepilvidatan käsittely ja kehittyvät algoritmit
    - Tarkempi puukartta
    - Enemmän ja tarkempaa tietoa puiden parametreista (puulaji, rungon laatu, läpimitat)
    - Tunnistamisen haasteet: pienet puut valtapuiden lähellä



# Harvennuksen tukijärjestelmät ja kehitys - opastus, seuranta ja raportointi

- Ruotsissa ja Suomessa kehitetty hakkuukoneen runkotietoon ja koneen sijaintiparametritietoon perustuvaa harvennusvoimakkuuden seuranta ja opastusta
  - [HprGallring](#) (Ruotsi)
  - Jäävän puuston estimointi hakkuukonetiedon avulla (Metsäteho, [Tarvainen ym. 2026](#))
- [R-TIM](#) "Reaaliaikainen harvennusvoimakkuuden monitorointi" konseptikehitys (Luke)
- Optimaalinen puuvalinta harvennuksella, Borja Garcia, väitöstutkimus (Luke)

Interreg



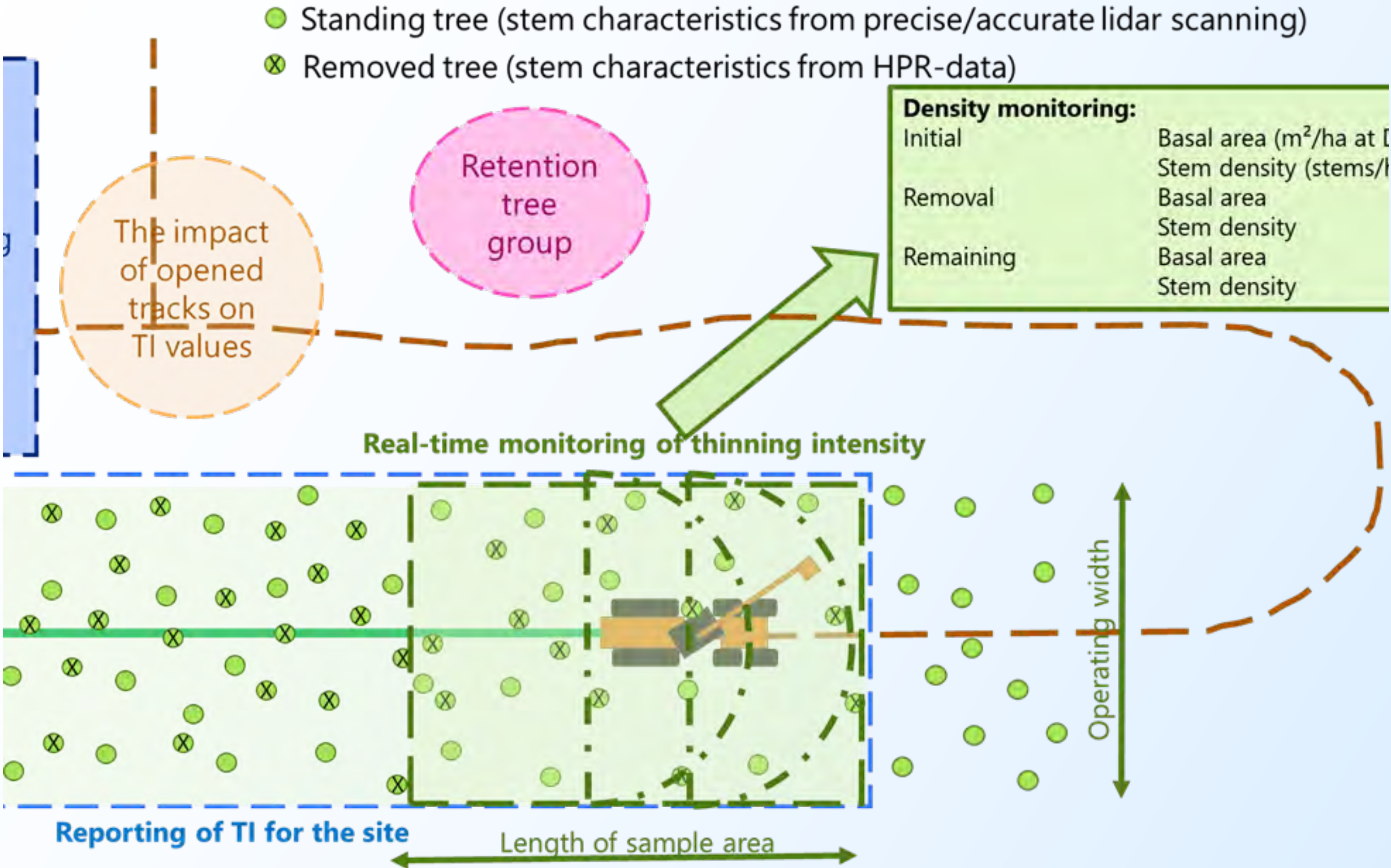
Co-funded by  
the European Union

Northern Periphery and Arctic

FORESTCARBOVISION

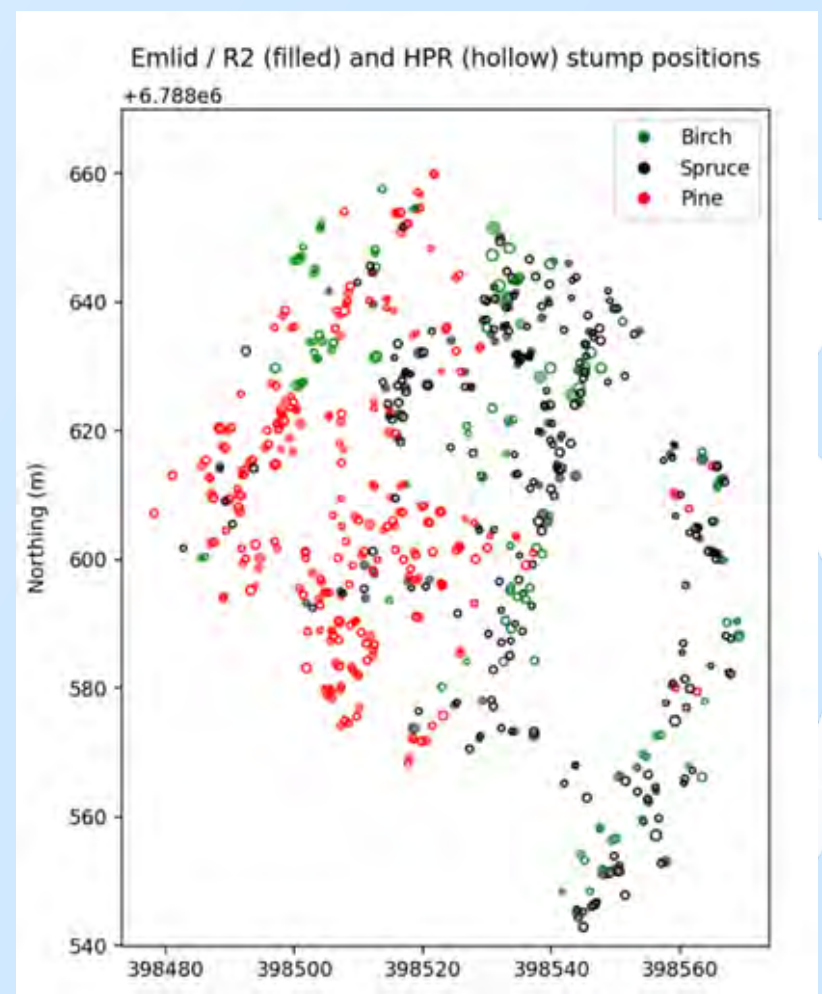
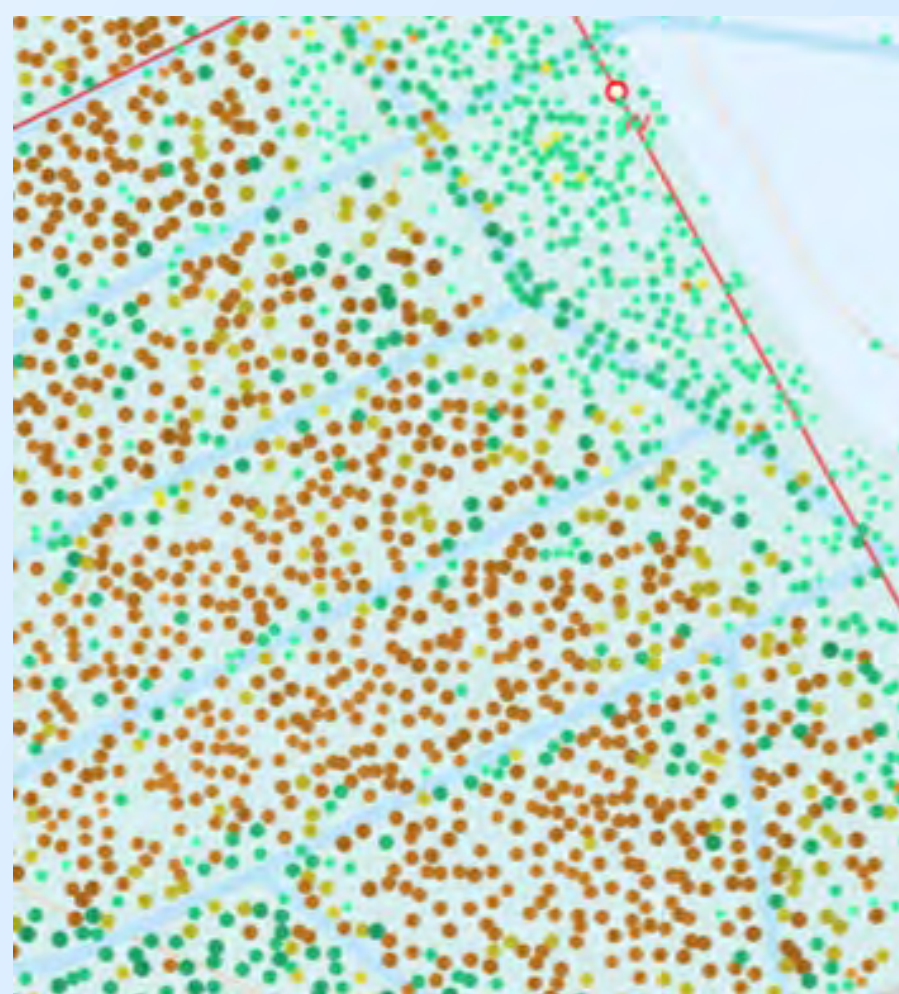
From forest data to stakeholder-ready carbon farming evidence.

# Harvennuksen tukijärjestelmät ja kehitys - opastus, seuranta ja raportointi

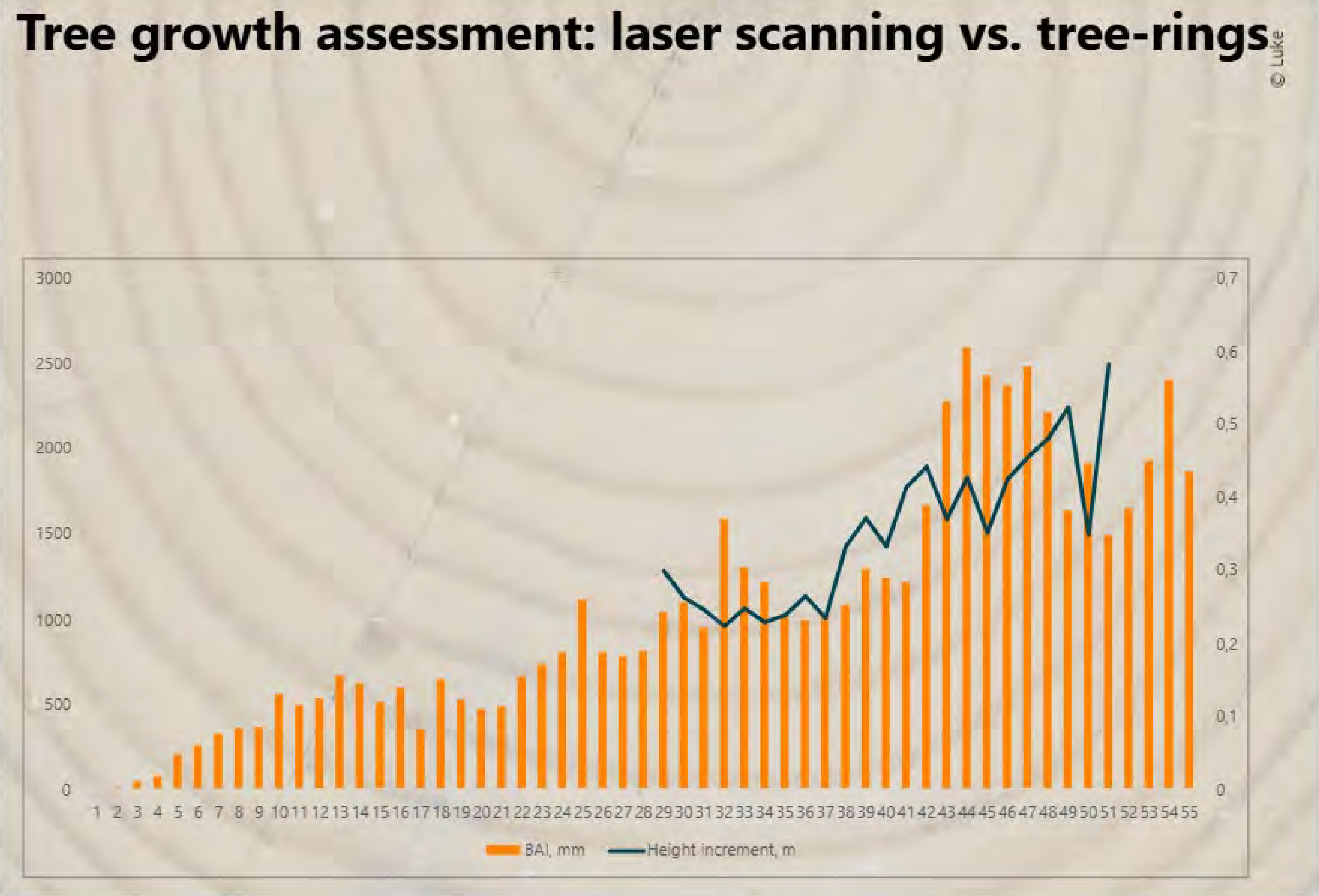
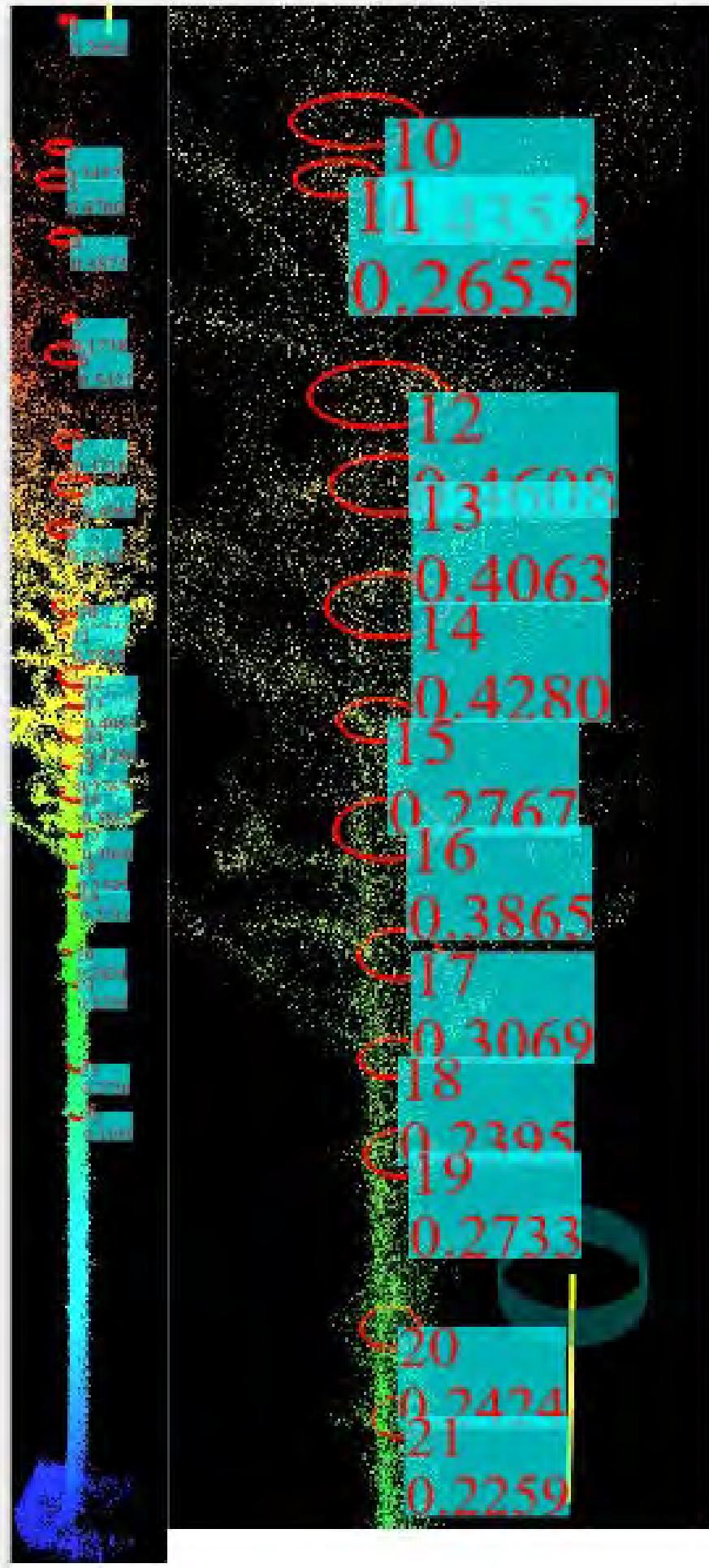


## R-TIM konsepti-idea

- Hakkuukoneen runkotieto
- Puukarttatieto kerättynä ALS- tai MLS-mittauksena



# Tulevaisuudessa älykästä harvennusta tarkimmalla puustodatalla



**IlmoStar -hanke**  
 Euroopan unionin rahoittama  
 NextGenerationEU

# Tulevaisuudessa älykästä harvennusta tarkimmalla puustodatalla

- 🪓 **Traditional thinning**

Operator selects trees by guidelines/experience → often suboptimal for growth and carbon.

- 🤖 **Optimized thinning**

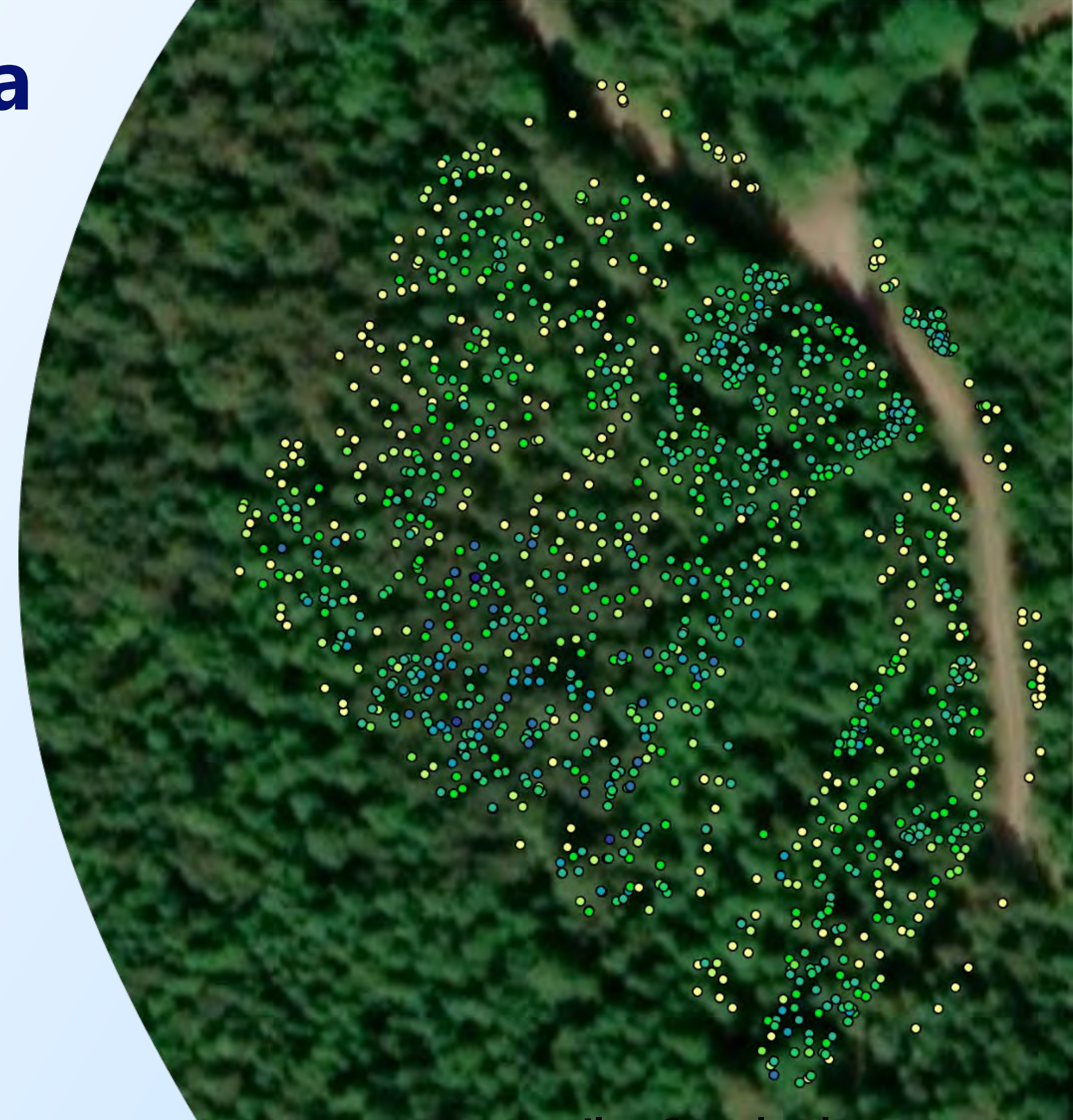
Digital twin + species-specific growth models + competition analysis → algorithm chooses trees to remove.

- 📈 **How it works**

- Competition index (e.g., Hegyi) for each tree.
- Simulate growth (DBH, height, volume) under different thinning options.
- Select scenario that maximizes timber yield + carbon storage.

- 🚗 **Practical constraints**

Optimization respects real-world limits (e.g., harvester reach ~12 m) → plans are realistic and field-ready.



IlmoStar -hanke



Interreg



Co-funded by  
the European Union

Northern Periphery and Arctic

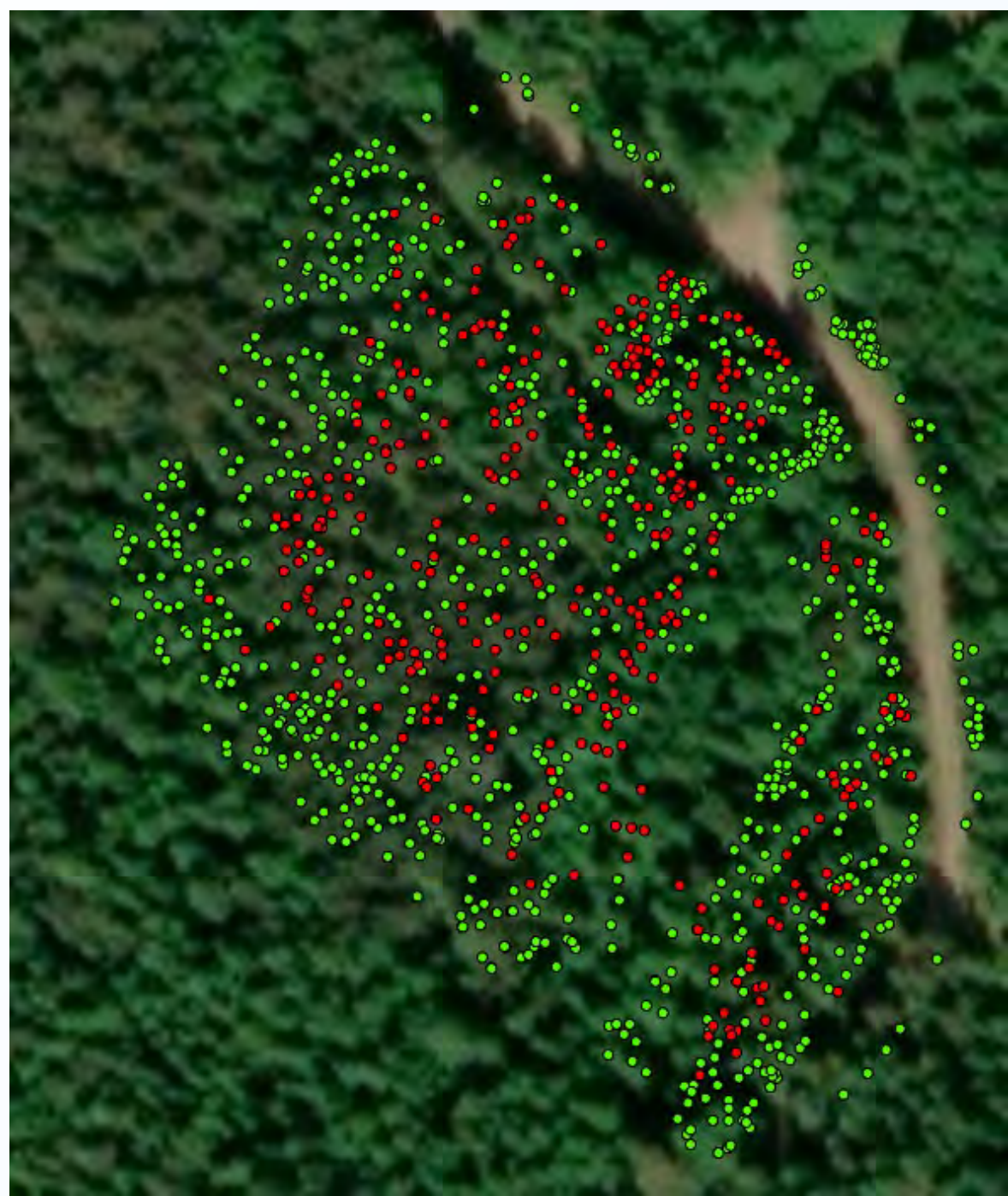
FORESTCARBOVISION

From forest data to stakeholder-ready carbon farming evidence.

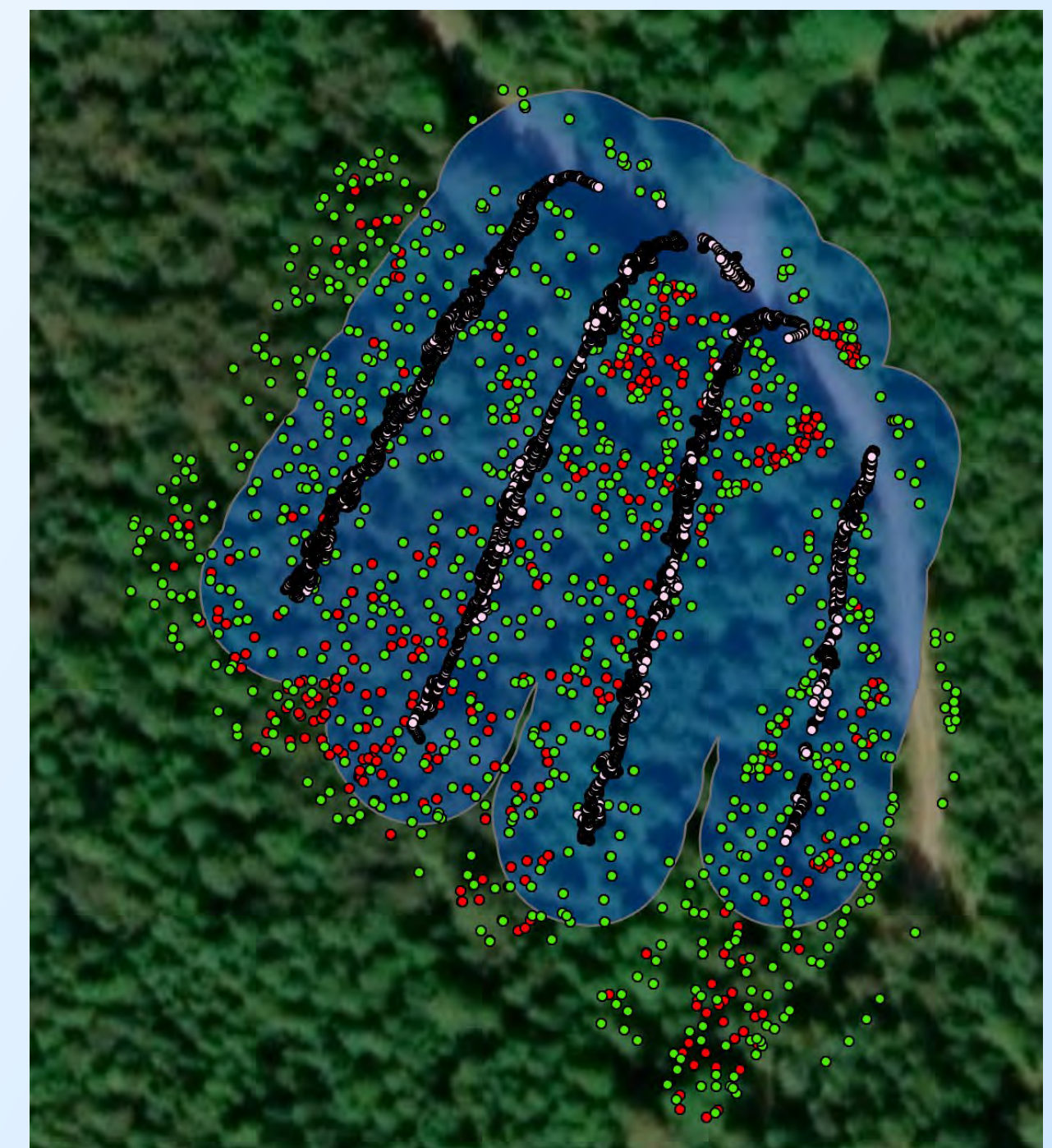
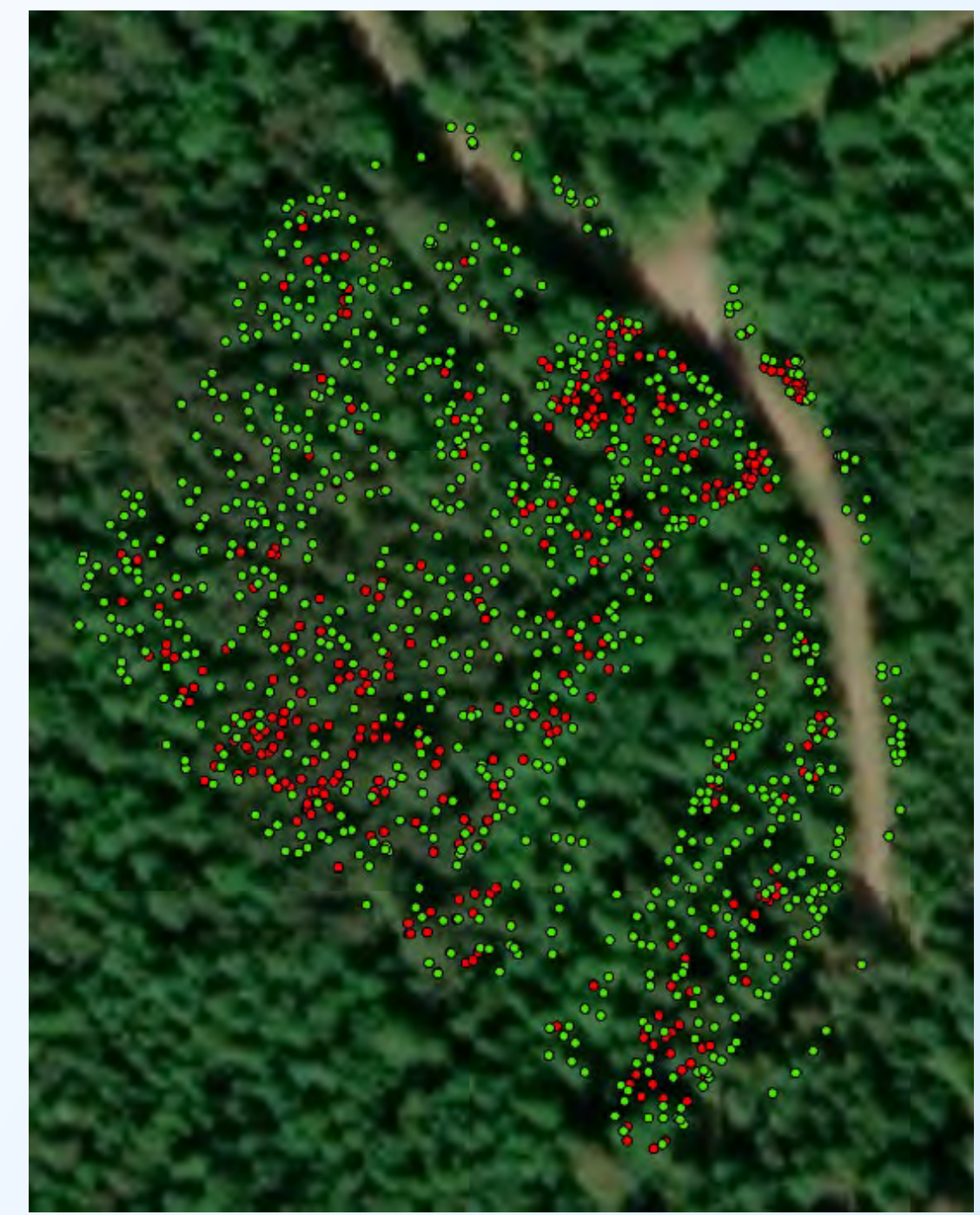
# Tulevaisuudessa älykästä harvennusta tarkimmalla puustodatalla

## Conventional vs Optimized Thinning – Visual Comparison

Operator's decision



Future growth maximized decision



**IlmoStar -hanke**  
European unionin rahoittama  
NextGenerationEU

# Tulevaisuudessa älykästä harvennusta tarkimmalla puustodatalla

**Significant growth increase:** Data-driven thinning boosted forest growth in 10-year simulations.

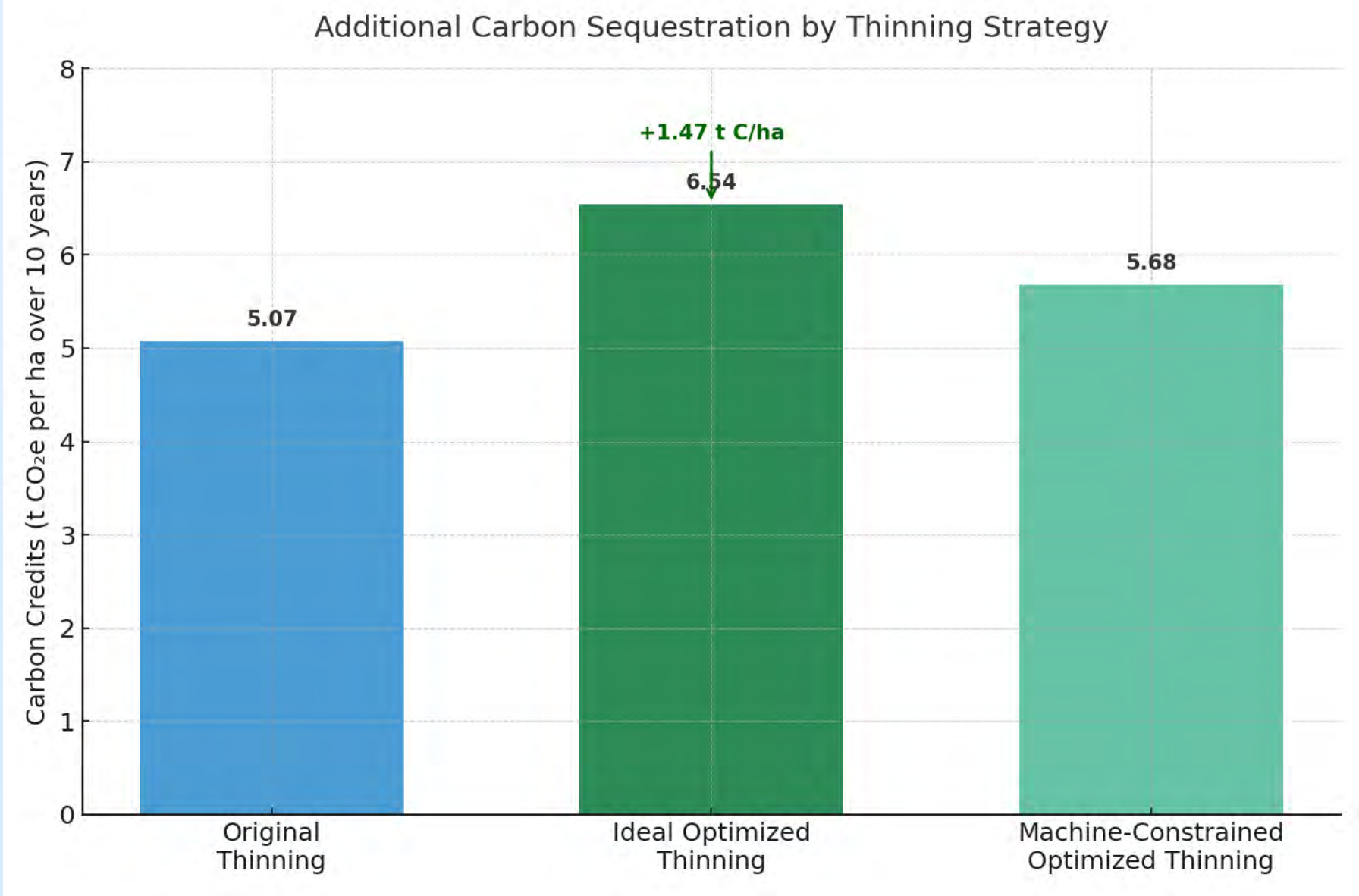
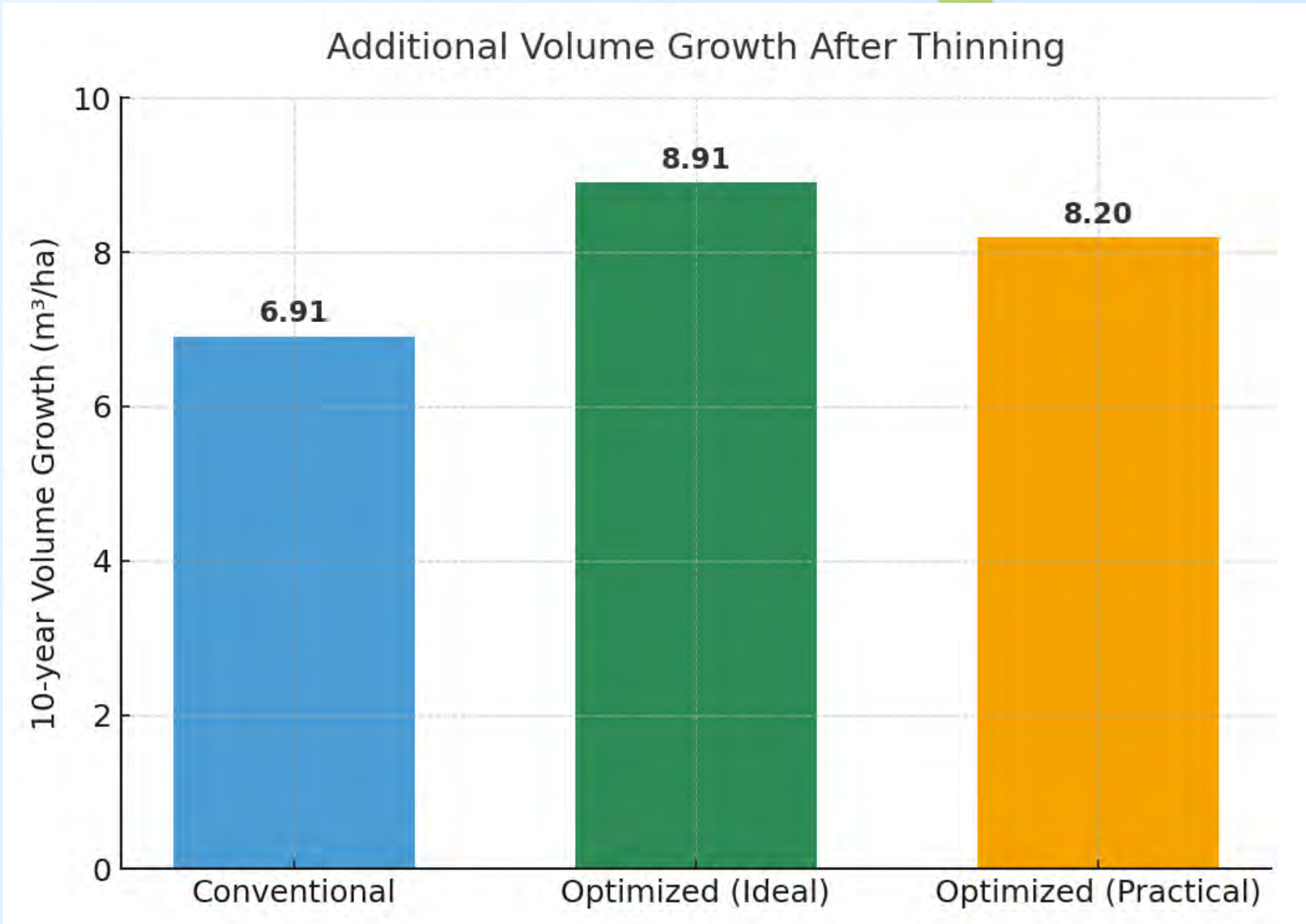
**Additional volume growth:**  
Conventional thinning → ~6.9 m<sup>3</sup>/ha/v  
Optimized thinning → ~8.9 m<sup>3</sup>/ha/v  
Even with machine limits → strong gains maintained.

**Implication:** +29% growth = more timber, higher economic value.

**Result:** Conventional vs Optimized → clear +29% increase.

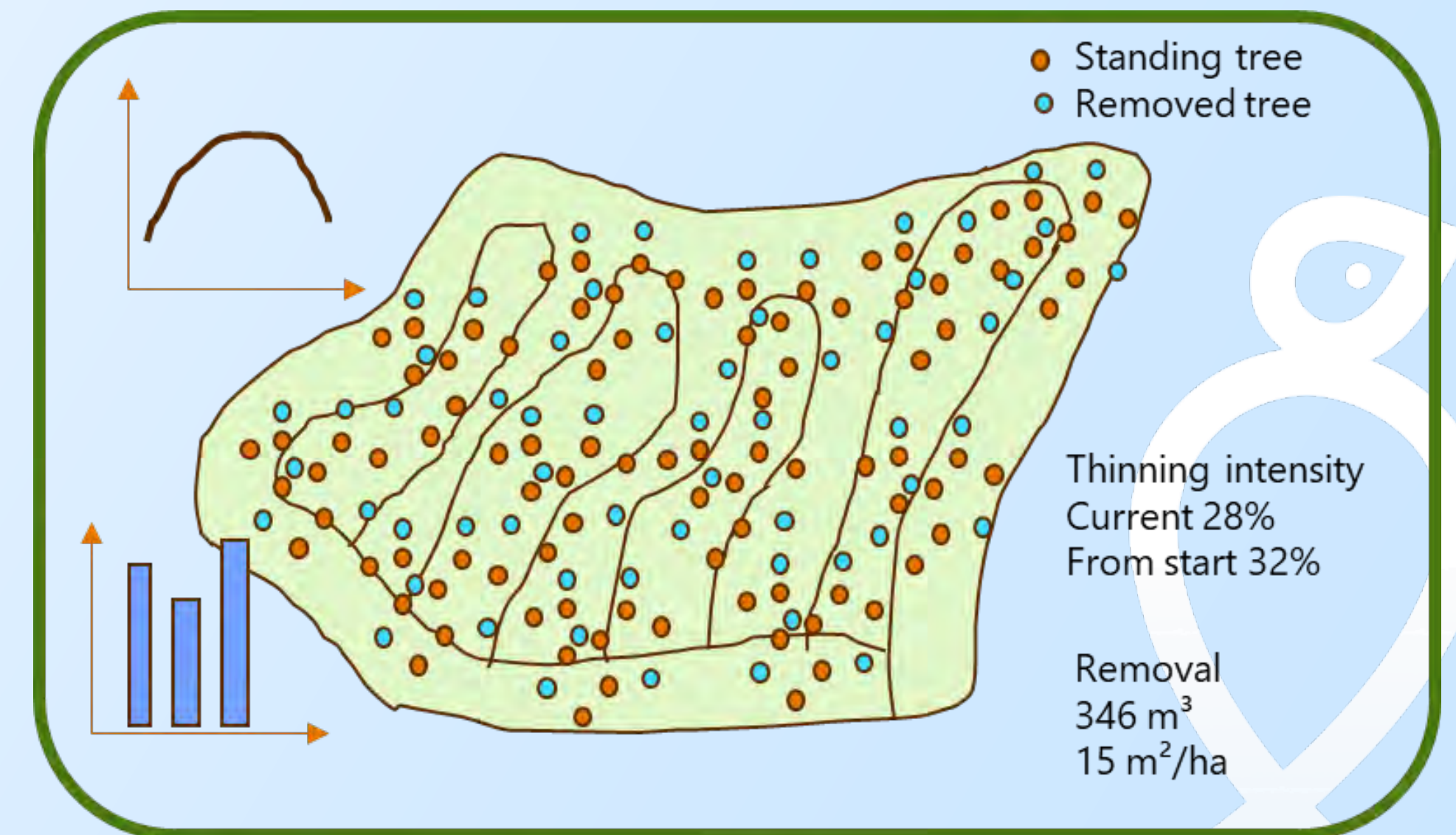
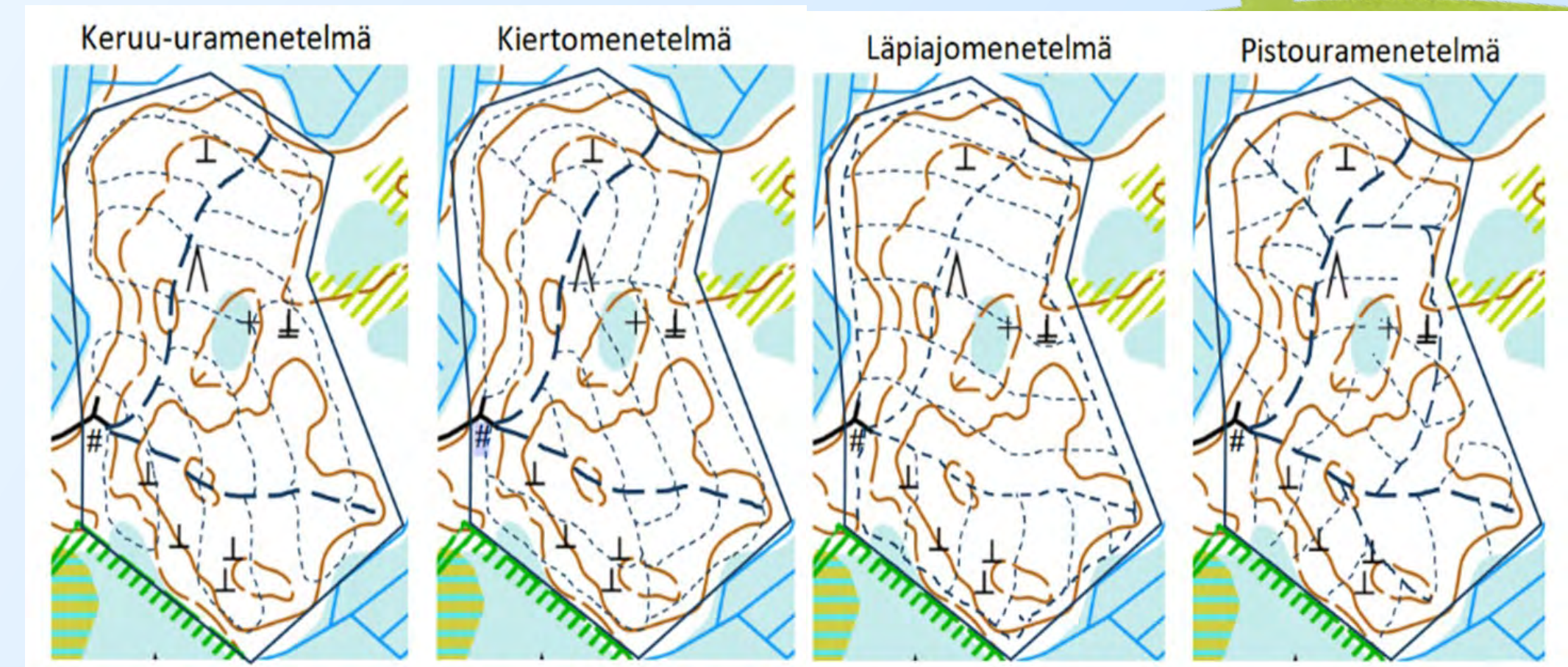
• **More carbon sequestered**  
Optimized thinning boosts growth → **~30% more carbon stored in 10 years.**

- **Numbers**
- Conventional: ~5.1 t C/ha
- Optimized: ~6.5 t C/ha
- Extra gain: **+1.4 t C/ha (~5.1 t CO<sub>2</sub>)**



# Tulevaisuudessa älykästä harvennusta tarkimmalla puustodatalla

- Tarkka puukartta
- Kohteelle valittujen tavoitteiden mukaiset harvennusskenaariot lasketaan ennakkoon
  - *Maksimaalinen hiilensidonta kiertoajan kuluessa*
  - Ajouraverkoston laskenta/optimointi
  - Puiden valinta eri kriteereiden perusteella
- Hakkuun tuki harvennuksen aikana
  - Raportointi ja palautteenanto kuljettajalle



# Tulevaisuudessa älykästä harvennusta tarkimmalla puustodatalla

## Intelligent stand specific Thinning Assistance for Navigating Decisions - I STAND

- a) Timber removal calculation
- b) Timber growth calculation (by Motti)
- c) Carbon sequestration analysis
- d) Harvester productivity estimation with latest productivity models
- e) Sales income estimation
- f) Biodiversity-index calculation

Interreg



Co-funded by  
the European Union

Northern Periphery and Arctic

FORESTCARBOVISION

From forest data to stakeholder-ready carbon farming evidence.