

—

## **Diplomityö:**

# **Paikkatietoaineistojen soveltuvuus kaupunkialueiden kasvillisuuden hiilivarastojen arvioinnissa**

11/2024

Aukusti Jääskeläinen

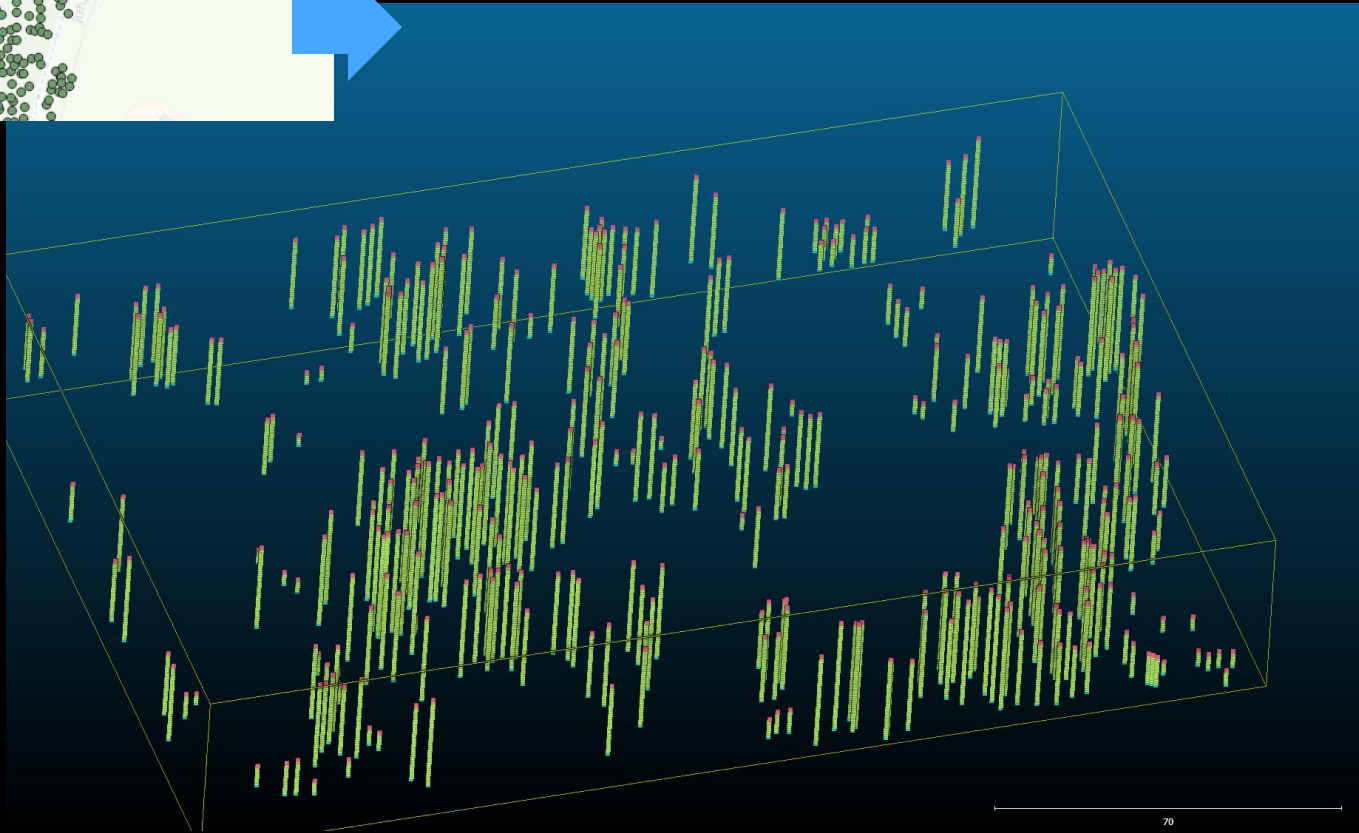
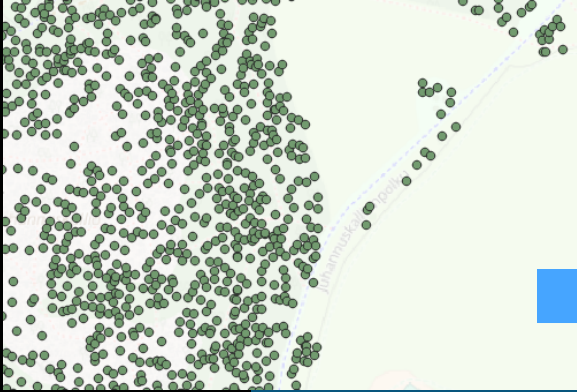
Geoinformatiikan maisteriohjelma

# Demokokeilu: pistepilven ja puustotiedon yhteensovittaminen

**A!**

## Synteettiset "puunrungot"

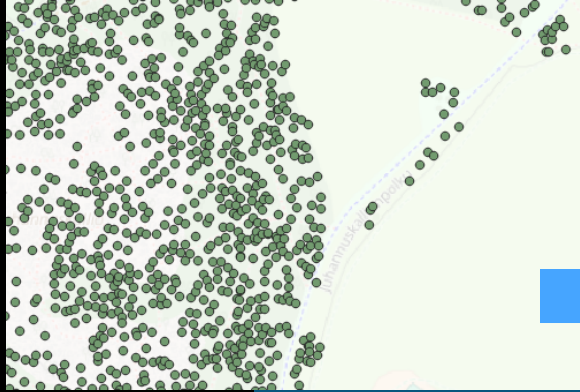
- MML Metsäkanta -datasta: x- ja y-koordinaatit + puun korkeus).
- Alimmat pisteet mukailevat maastomallin (MML) korkeusarvoja.



- **Sininen** = tree bottom (Z-koordinaatti maanpinnan mukaan, MML korkeusmalli taustalla)
- **Vihreä** = synteettisesti luodut pisteet 0.5m välein (puunrungon yksinkertaistus)
- **Pinkki** = tree top (Z-koordinaatti laskettu tree bottom + tree height)

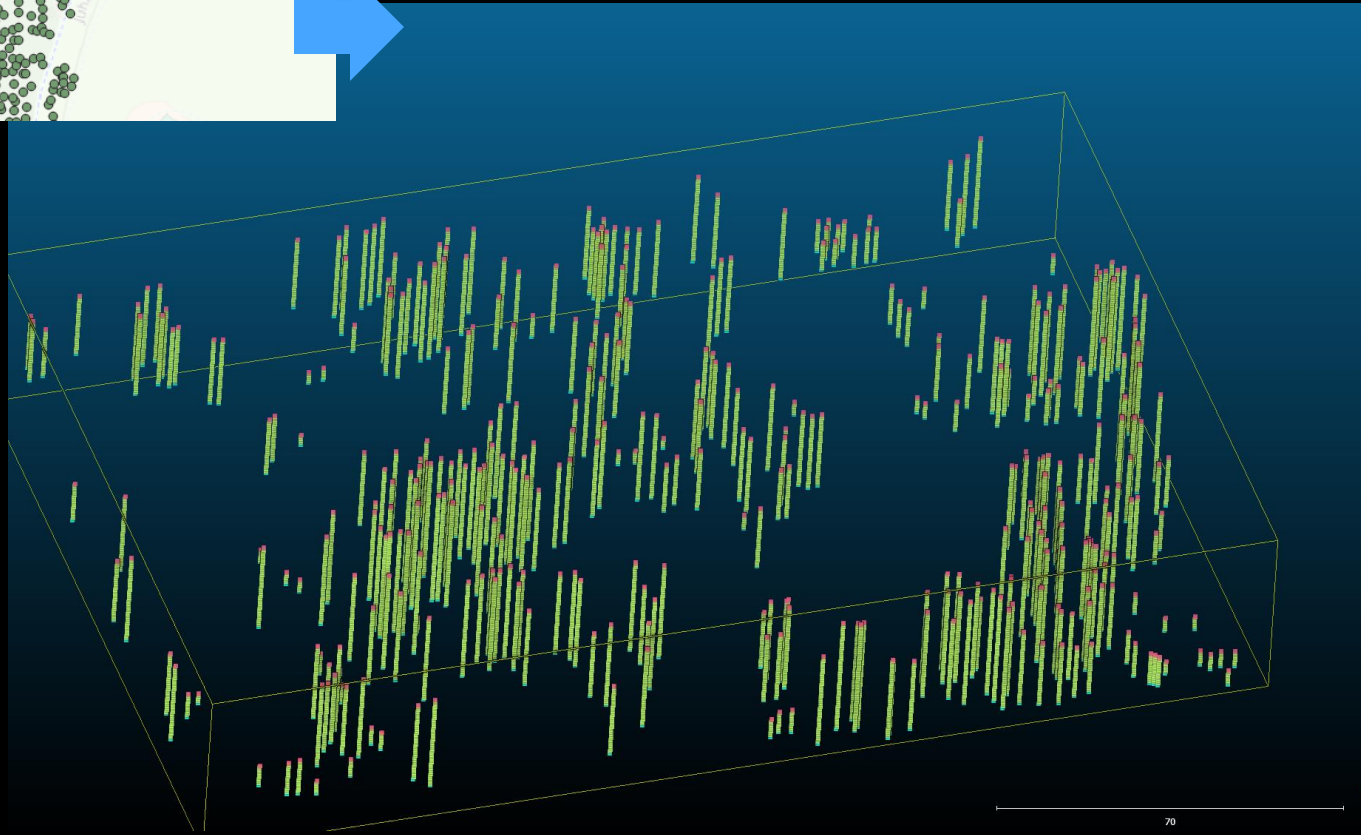
Synteettiset pisteet (x,y,z) luotu alkuperäisten Metsäkanta-pisteiden (x,y) perusteella

- QGIS (+Python),  
CloudCompare



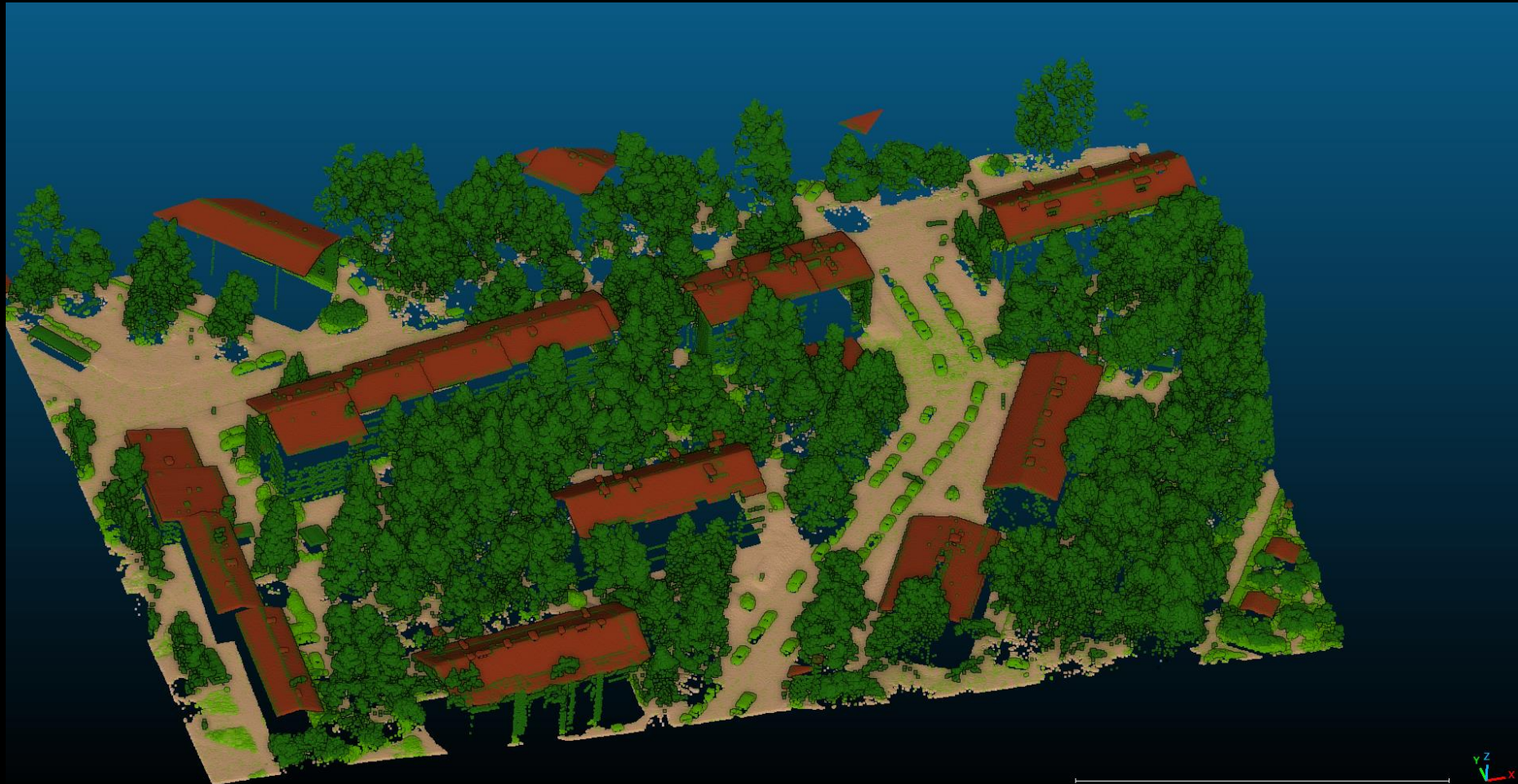
## Mahdollisuuksia visualisointiin:

- Väriluokittelu puulajeittain
- Kokoluokittelu biomassan/hiilivaraston mukaan



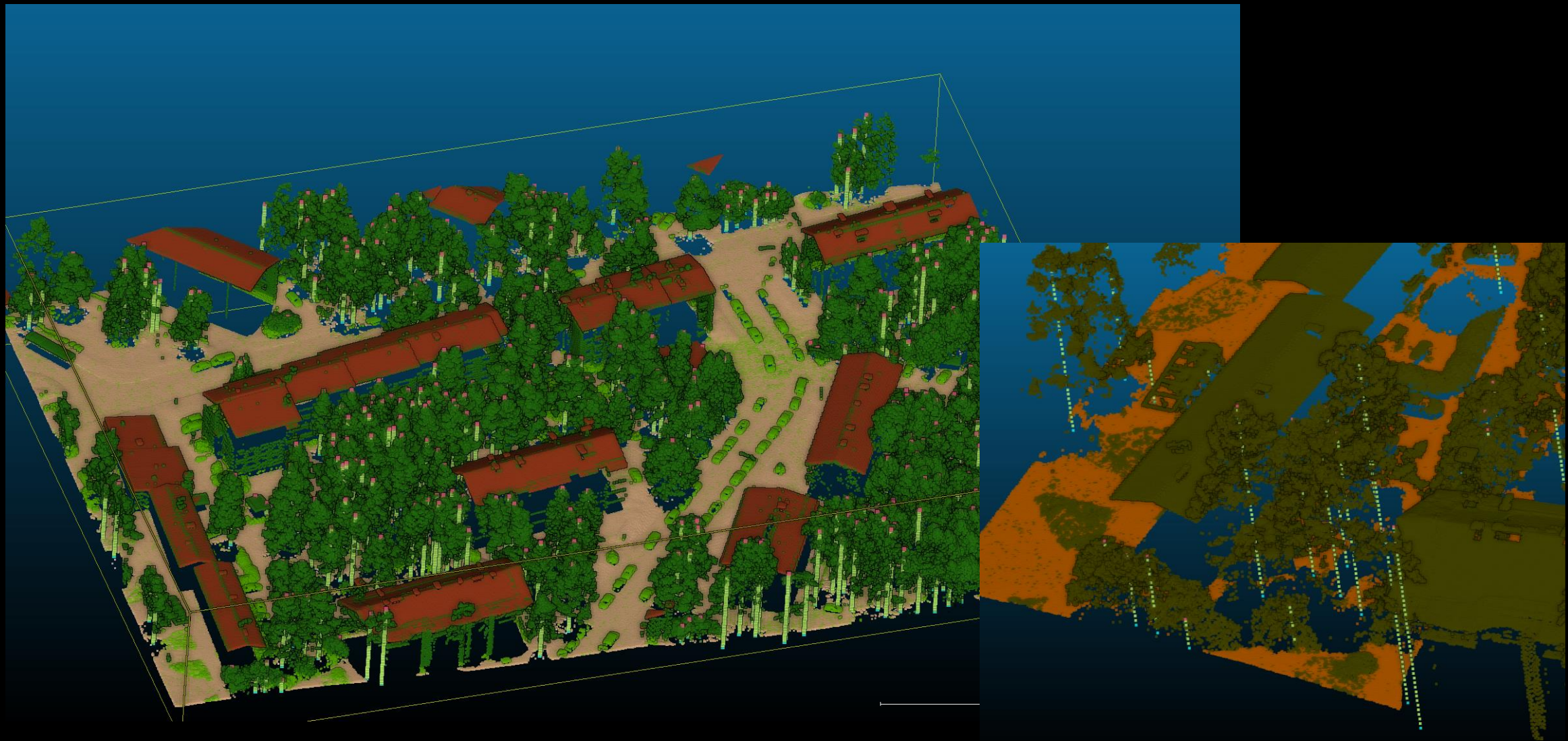
**A!**

Helsingin kaupungin laserkeilausaineisto (40p/m2), väritetty luokittain.  
Sijainti lähellä Talin siirtolapuutarhaa.



A!

# Yhdistetty näkymä (Hki lidar 40p & Metsäkanta synteettiset puunrungot)



**A!**

**Diplomityö**

**A!**

# Diplomityön lähtökohta

- Mitä tarkemmin (kasvillisuuden) hiilivarastoja pystytään mittaamaan, sitä paremmin pystytään arvioimaan esim. hiilineutraaliustavoitteissa onnistumista tai ennustamaan tulevaisuuden hiilisykliä
- Kaupunkien rooli ilmastonmuutoksessa on merkittävä johtuen suurista päästöistä ja pienestä hiilensidonnasta, mistä johtuen kaupunkikasvillisuus voi olla monella tapaa kriittinen

=> Työn fokus: **kaupunkialueiden kasvillisuuden hiilivarastot**



# Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

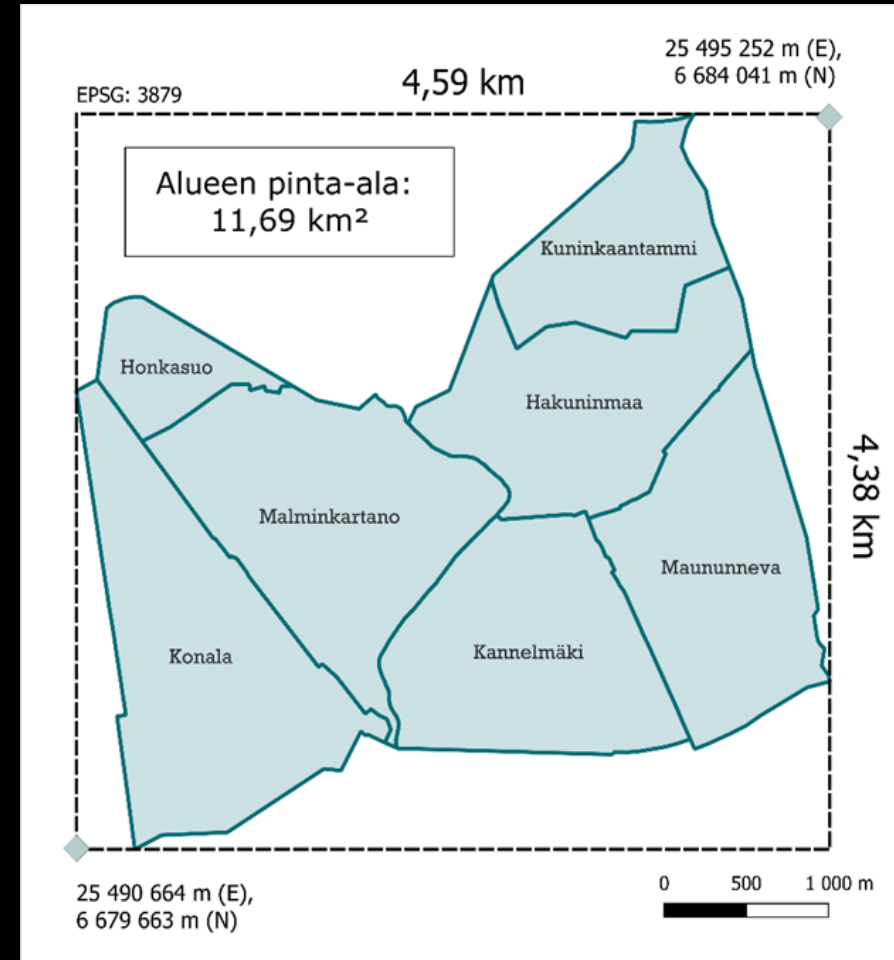
- Miten eri paikkatietoaineistot soveltuvat kaupunkikasvillisuuden hiilivarastojen arviointiin?
- Kuinka eri paikkatietoainestojen käyttö vaikuttaa arvioon kaupunkikasvillisuuden hiilivaraston koosta ja alueellisesta jakautumisesta?
  - => ts. Millaisia tuloksia eri aineistot tuottavat, millaisia eroja hiilivaraston suhteellisessa tarkkuudessa, spatiaalisessa erotuskyvyssä ja spatiaalisessa jakaumassa?

# Tutkimusmetodit ja -aineistot



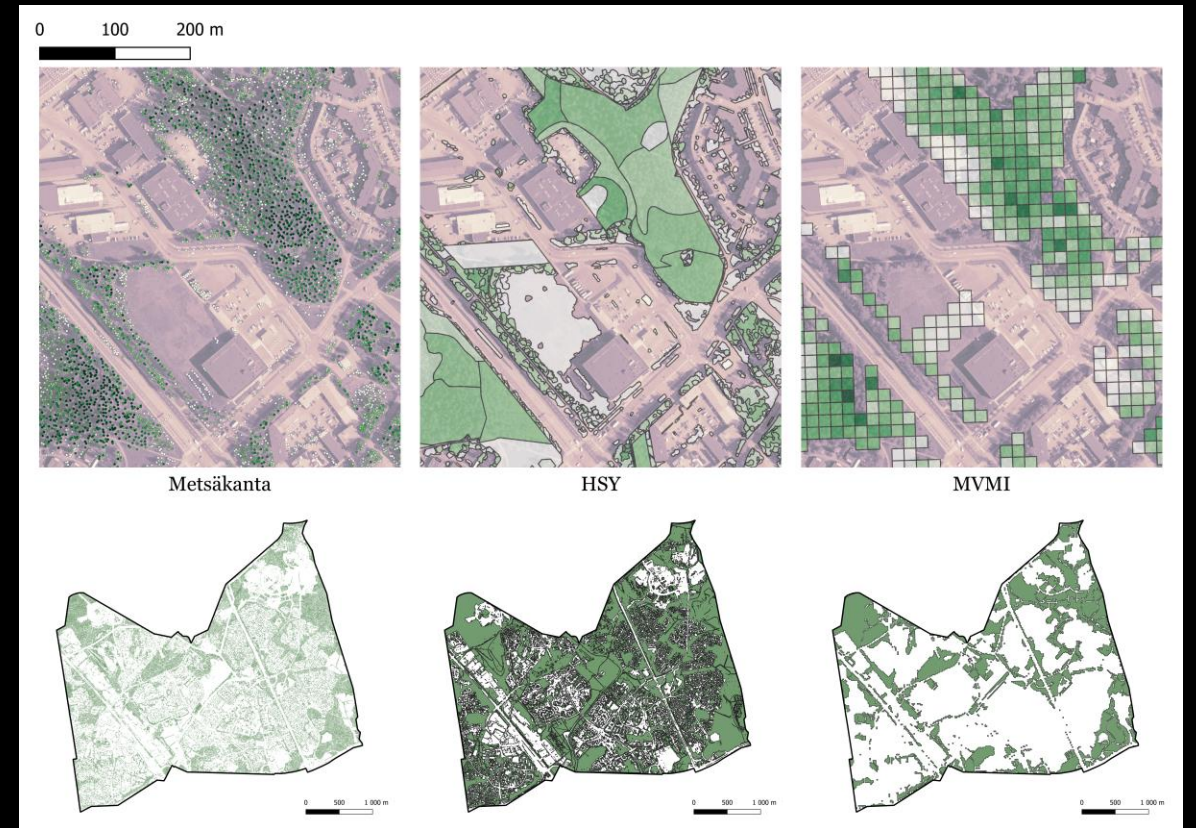
- **Tutkimusalue:** Hakuninmaa, Honkasuo, Kannelmäki, Konala, Kuninkaantammi, Malmin-kartano ja Maununneva
- Pinta-ala: 11,69 km<sup>2</sup>

**A!**



# Tutkimusmenetelmät ja -aineistot

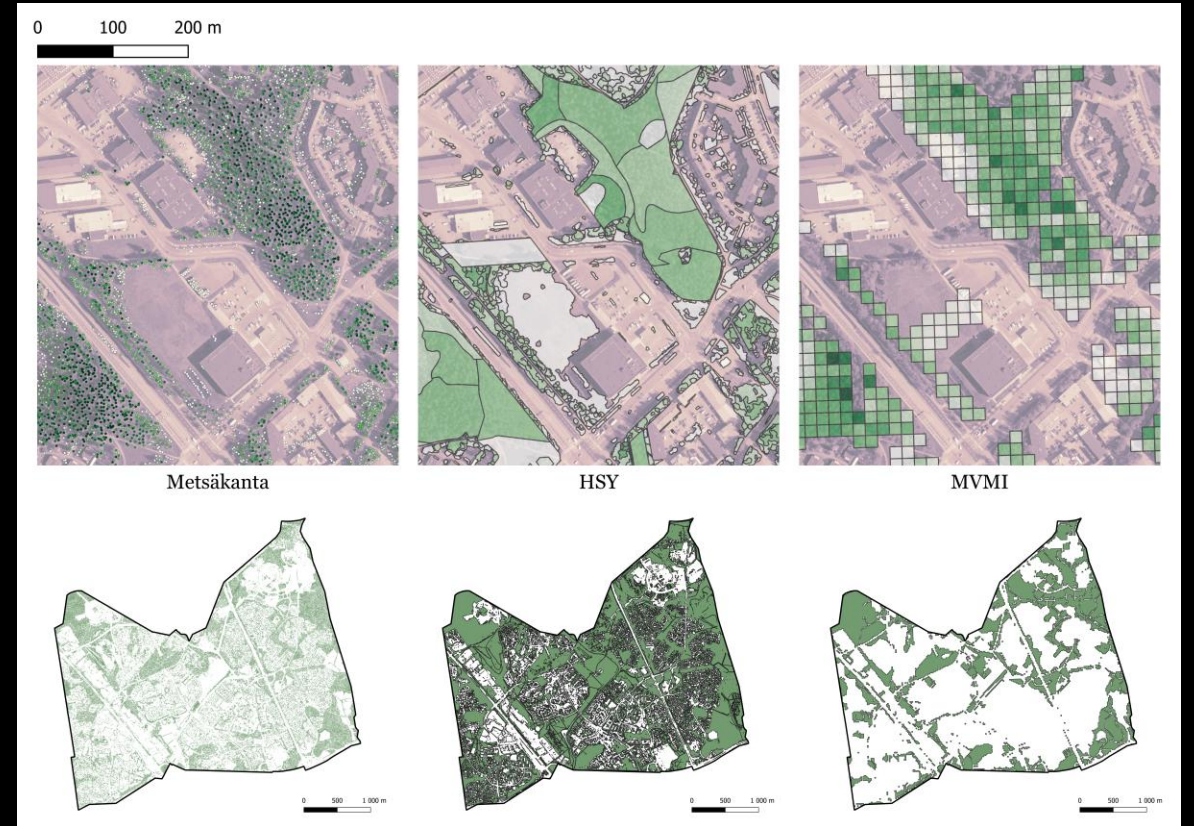
- Vertailututkimus kolmen (3) paikkatietoaineiston välillä
- Aineistot:
  1. **Metsäkanta (2020), MML Paikkatietokeskus**
    - Yksinpuintulkinta –aineisto, vektori (piste)
  2. **HSY hiilinieluselitys (2019), HSY**
    - Monilähteyinen, mm. maankäyttöluokkiin, biomassan simulointiin ja puun keskipituuksiin perustuva aineisto, vektori (polygoni)
  3. **Monilähteyisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto (2019), Luke**
    - Metsäinventointeihin perustuva aineisto metsien puuston tilavuudesta ja biomassasta, rasteri (16 x 16 m hilat)
    - Kattaa vain metsäalueet ("metsätalousmaat"), ei muuta kasvillisuutta



Diplomityön kokeellisen osuuden käytettävät aineistot: Metsäkanta –yksinpuinaineisto, HSY:n hiilinieluselitys ja Luke:n monilähteyinen valtion metsien inventointi –aineisto. Taustakartta: Ortokuva (Maanmittauslaitos).

# Tutkimusmetodit ja -aineistot

- Aineistojen käsittely / metodit
  - **Puuston kokonaishiilivarastot** laskettiin aineistossa olevien muuttujien perusteella (CO<sub>2</sub>, biomassa tai maanpäällinen biomassa) & pinta-alan perusteella
    - Kirjallisuudesta arvot hiilikertoimille ja maanalaisen biomassan allokoitumiselle
  - Hiilivarastojen jakautumisen laskenta ja visualisointi 50x50, 100x100 ja 200x200 metrin soluissa
    - Absoluuttiset ja normalisoidut (0-1) erot



Diplomityön kokeellisen osuuden käytettävät aineistot:  
Metsäkanta –yksinpuinaineisto, HSY:n hiilinieluselvitys ja  
Luke:n monilähteinen valtion metsien inventointi –aineisto.  
Taustakartta: Ortokuva (Maanmittauslaitos)

# **Diplomityön tuloksia**

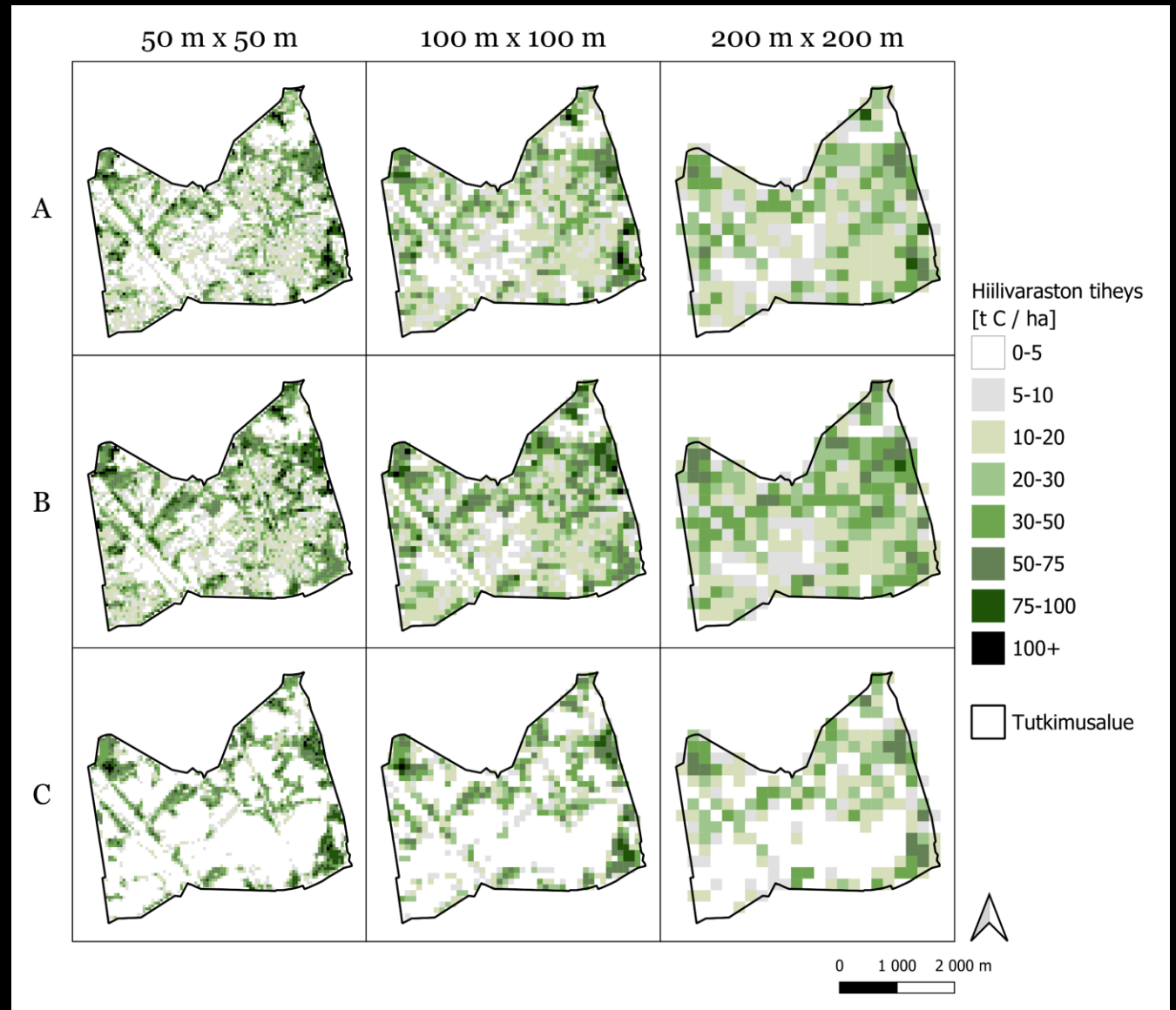
**Diplomityön tuloksiin saattaa tulla muutoksia ennen diplomityön julkistusta. Tässä esityksessä olevia tuloksia ei voida käyttää suoraan sellaisenaan.**

**A!**

# Työn tulokset

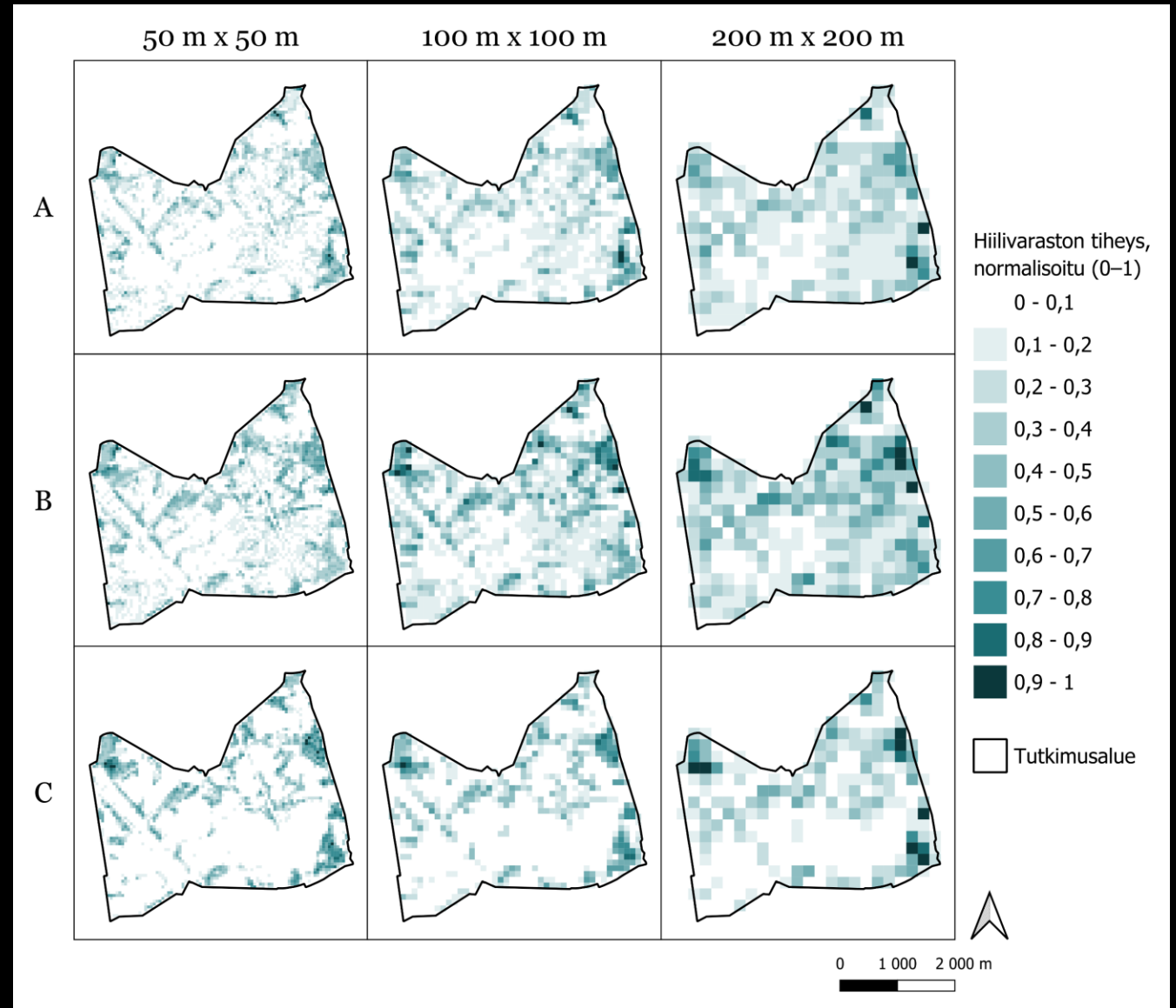
- Tuloksia (A=Metsäkanta, B=HSY, C=MVMI)
  - Hiilivaraston keskimääräiset tiheydet koko alueella: 21,3 tC/ha, 25,8 tC/ha, 15,4 tC/ha
  - Puuston tilavuudet: 85 252 m<sup>3</sup>, 69 951 m<sup>3</sup>, 65 280 m<sup>3</sup>

(Huom. Aineisto C kattaa vain metsäalueet!)



# Työn tulokset

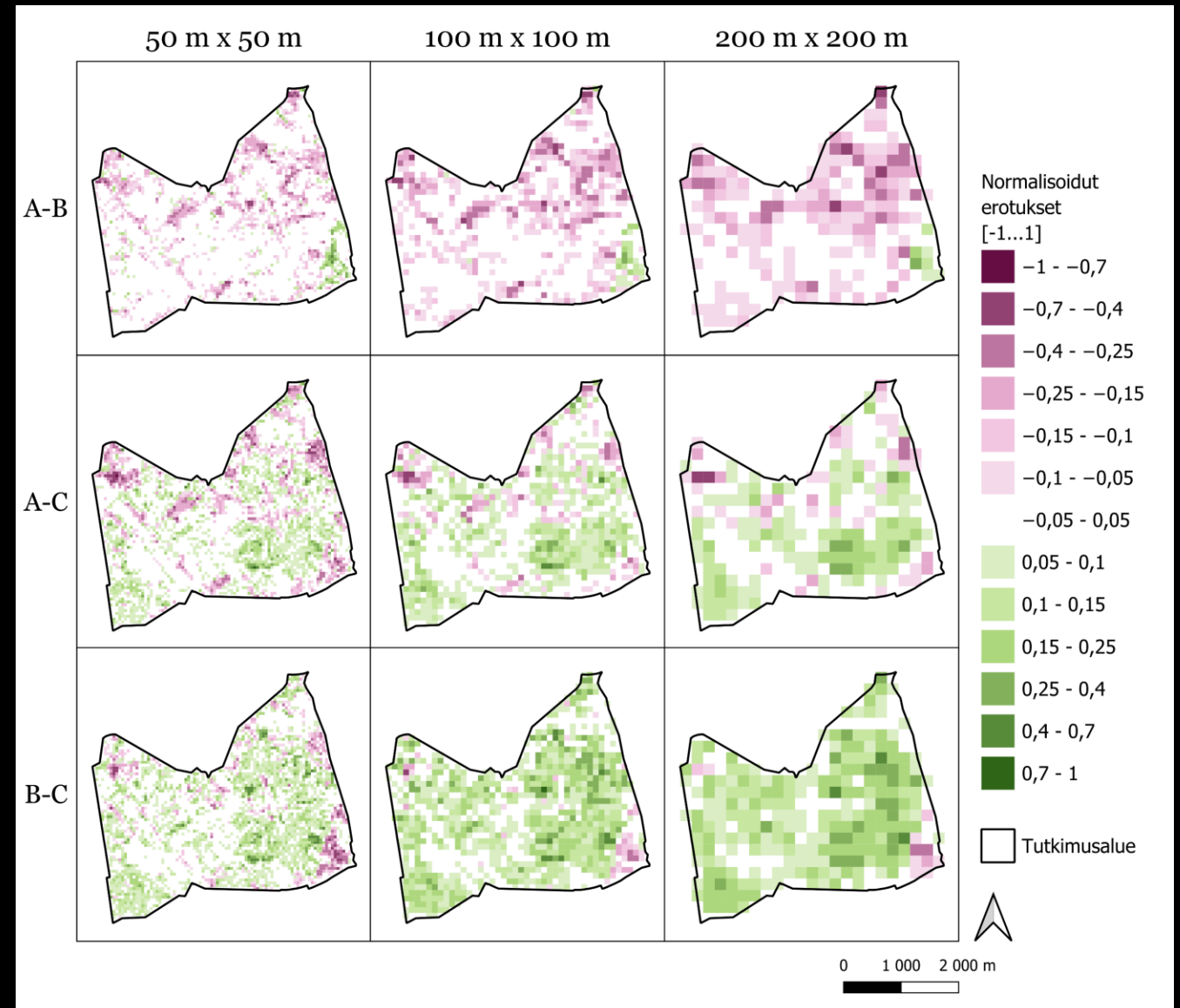
- Tuloksia (A=Metsäkanta, B=HSY, C=MVMI)
  - Aineistojen normalisoidut hiilivarastot lokaalien minimi- ja maksimisolujen perusteella eri spatiaalisilla resoluutiolla (50-200m)
    - Suhteellisia tiheyskeskittymiä erityisesti koillis-, kaakko- ja luoteis-osissa tutkimusaluetta



# Työn tulokset

Tuloksia (A=Metsäkanta, B=HSY, C=MVMI)

- Normalisoidut erot aineistojen välillä
  - Huomattavaia eroja esim. kaakko- ja luoteis-osissa tutkimusaluetta
  - Keskiarvoerot (itseisarvo), 50x50m
    - A-B **0,055**
    - A-C **0,080**
    - B-C **0,083**
  - Suhteellisesti merkittäviä eroja (delta >  $\pm 0,20$ ), 50x50m
    - A-B **287 / 4476 solua**
    - A-C **449 / 4476 solua**
    - B-C **404 / 4476 solua**





# Johtopäätökset

**A!**

# Johtopäätökset (1/2)

- Suhteelliset erot kasvavat spatiaalisen resoluution kasvaessa (koko tutkimusalue -> 200 x 200 rasterit -> 100 x 100 rasterit -> 50 x 50 rasterit).
  - 50 x 50 m tasolla erot hiilivarastoissa: 0-100 tC/ha välillä, keskiarvoerot 8 ja 12 tC/ha.
- Metsäalueiden puuston biomassa-arvioissa jonkin verran eroja (ilman kannon ja juurien osuutta) noin **10-20 %** suhteelliset erot tutkimusalueelle
  - Esim. MVMI 91,7 t/ha vs. Metsäkanta 82,2 t/ha (-10,4 %)
- Pistemäinen aineisto (yksittäisiä puita kuvaava aineisto) voi tuottaa parhaimman resoluution aineistolle sekä mahdollisuuden puulajitulkinnalle. Puulajin tulkinnassa kuitenkin omat epävarmuudet kaupunkialueilla.
- Aineistojen vertailu voi tuoda esiin keskinäisiä **eroja** ja **puutteita** aineistoissa, sekä toisaalta niiden **mahdollisuuksia** visualisointia varten.
- Hiilivarasto-arviot ovat riippuvaisia kirjallisuuden oletusarvoista (esimerkiksi hiilikerroin, käytetäänkö 0,47 vai 0,50)

# Johtopäätökset (2/2)

- **Rajoitteita:**

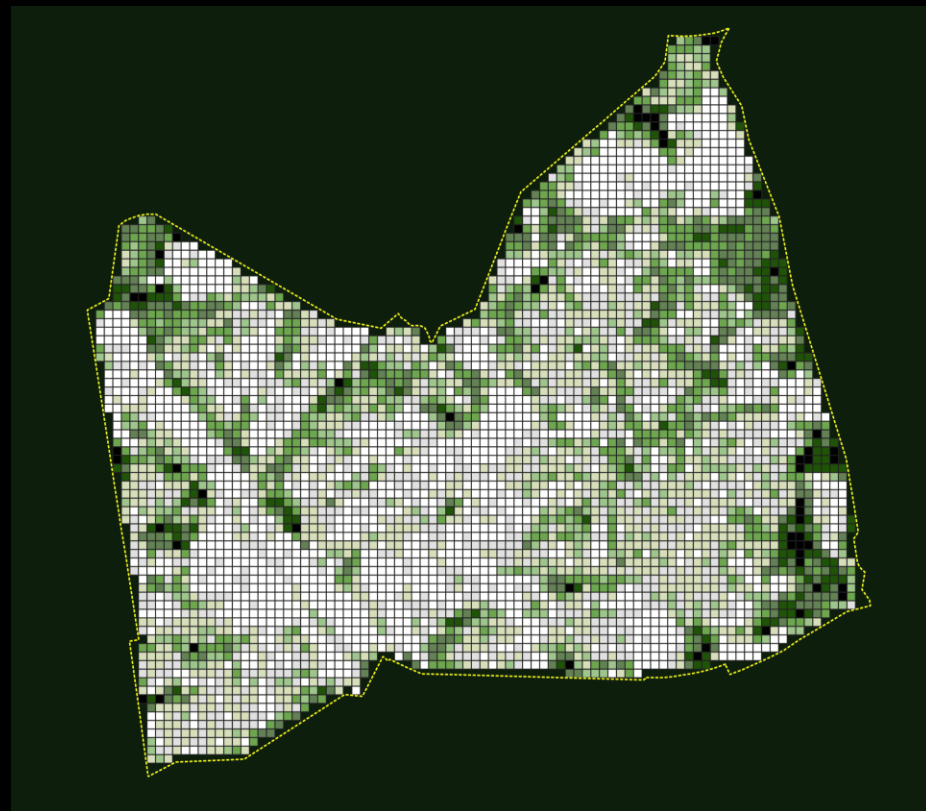
- Aineistojen tulkinnassa on huomattavia rajoitteita: ground truth puuttuu kokonaan
- Kaupunkialueella virheiden kumuloituminen johtuen tausta-aineistojen (ja biomassarvioiden) optimoinnista metsäalueen tarkotuksiin
- Absoluuttisten hiilivarastojen väliset erot merkittävät
- Vajavaisuudet maankäyttötyypeissä (esim. MVMI aineisto kattaa vain metsäalueet)

- **Jatkotutkimus:**

- Kaupunkialueiden kasvillisuuden hiilivarastojen määrän todentaminen, **kaupunkialueella pohjautuvien biomassamallien käyttäminen**, lisääineistojen hyödyntäminen (esim. puurekisterit), maaperän hiilivaraston ottaminen huomioon laskennassa, eri aikasarjojen huomioiminen ja vertailu (hiilinielut/päästöt)
- **Jos halutaan tarkkoja hiilivarasto-arvioita kaupunkialueille, niin kaupunkikohtaisia allometrisia yhtälöitä / referenssejä olisi hyvä olla (enemmän).**

**A!**

**Kiitos!**



**A!**