VIHERALUEIDEN MUUTOKSET SUHTEESSA KAUPUNGISTUMISEEN: SATELLIITTIPOHJAINEN TARKASTELU HELSINGISSÄ (1999–2024)

Pro gradun *”Exploring Urban Change from Space: Satellite-Based Urban Green Space (UGS) Change Detection in Relation to Urbanization in Helsinki (1999-2024)”* esittely

Ulriika Kaarna, Ohjaajat: Sanna Ala-Mantila & Tarmo Virtanen

TUTKIELMAN TAUSTAA

- **Viheralueet keskeisiä komponentteja kaupunkien elinvoimalle ja resilienssille**
  - Ekosysteemipalvelujen tuottaminen, biodiversiteetin tukeminen sekä suora vaikutus asukkaiden fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen terveyteen
- **Kaupungistuminen muuttaa radikaalisti maanpeitettä ja näin viheralueiden määrää** (Bille ym. 2021; Chen ym. 2025)
  - Globaalisti kasvava väestöntiheys korreloi viheralueiden pienenemisen kanssa
- **Toisinaan kaupungistuminen ja väestötiheyden kasvu voi lisätä vehreyttä**
  - Kasvava väestö lisää painetta kaupunkisuunnittelulle, joissa viheralueiden virkistysarvoa priorisoidaan yhä enemmän (Wellmann ym. 2020)

→ **Satelliittidata mahdollistaa pitkän aikavälin analyysit paljastavat paikallisia trendejä kaupungistumisen vaikutuksista viheralueisiin**

TUTKIMUSTAVOITTEET

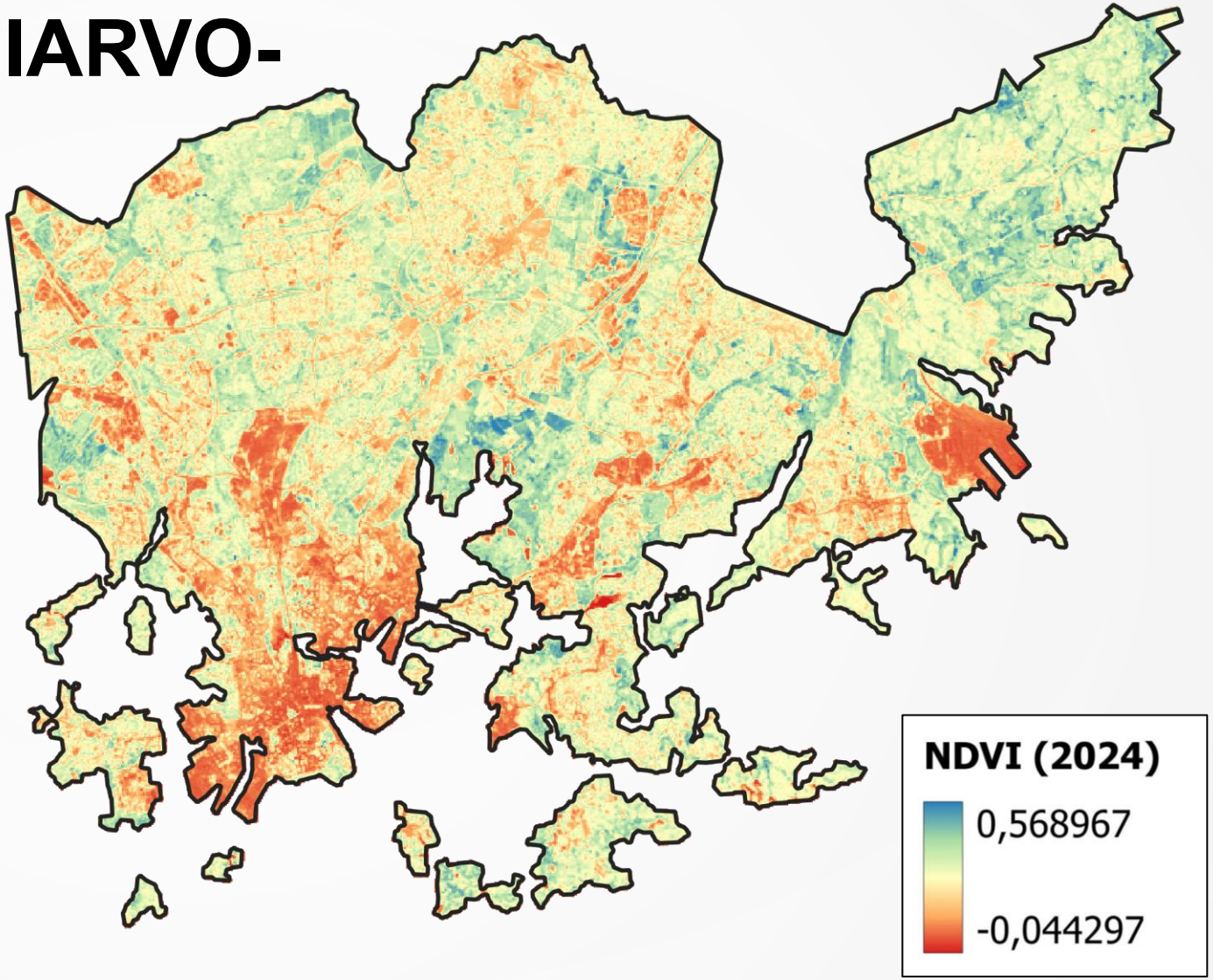
1. Helsingin viherpeitteen muutosten tarkastelu aikavälillä 1999–2024.
2. Väestökehityksen vaikutusten arviointi viherpeitteen muutoksiin.
3. Alueellisten kuumien ja kylmien pisteiden tunnistaminen, joissa viherpeitteen ja väestönmuutosten trendit ovat joko samansuuntaisia tai erisuuntaisia.

NDVI:N MAKSIMIARVO-KOMPOSIITIT

1. Lähes pilvettömät-kohtaukset 1999, 2011 ja 2024 kasvukausilta

1. Samaa vuotta edustavien NDVI-komposiittien pinoaminen

1. Jokaiselle pikselille valitaan pinon korkein NDVI-arvo → **maksimiarvo-komposiitti** (*eng. Maximum Value Composite)*

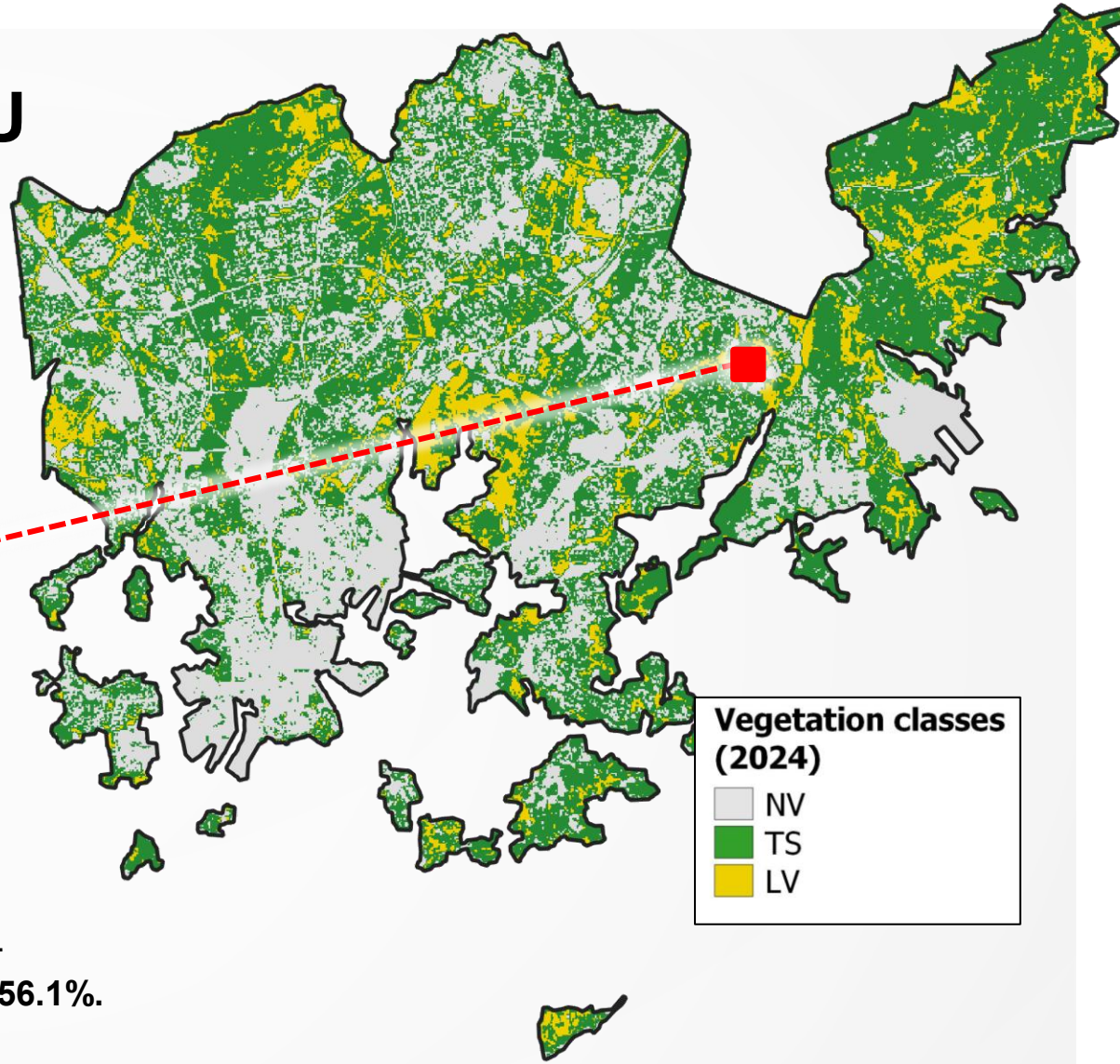


NDVI-KOMPOSIITTIEN LUOKITTELU

NDVI-kynnysarvojen etsiminen (Anchang ym. 2016):

Ei-kasvillisuus (NV) – puuvartinen (TS)**: NDVI ≥ 0.236**

Puuvartinen (TS) – ruohovarinen (LV): **NDVI ≤ 0.394**



Kokonaistarkkuus 1999, 2011 ja 2024 komposiiteille keskimäärin **76.9%.**

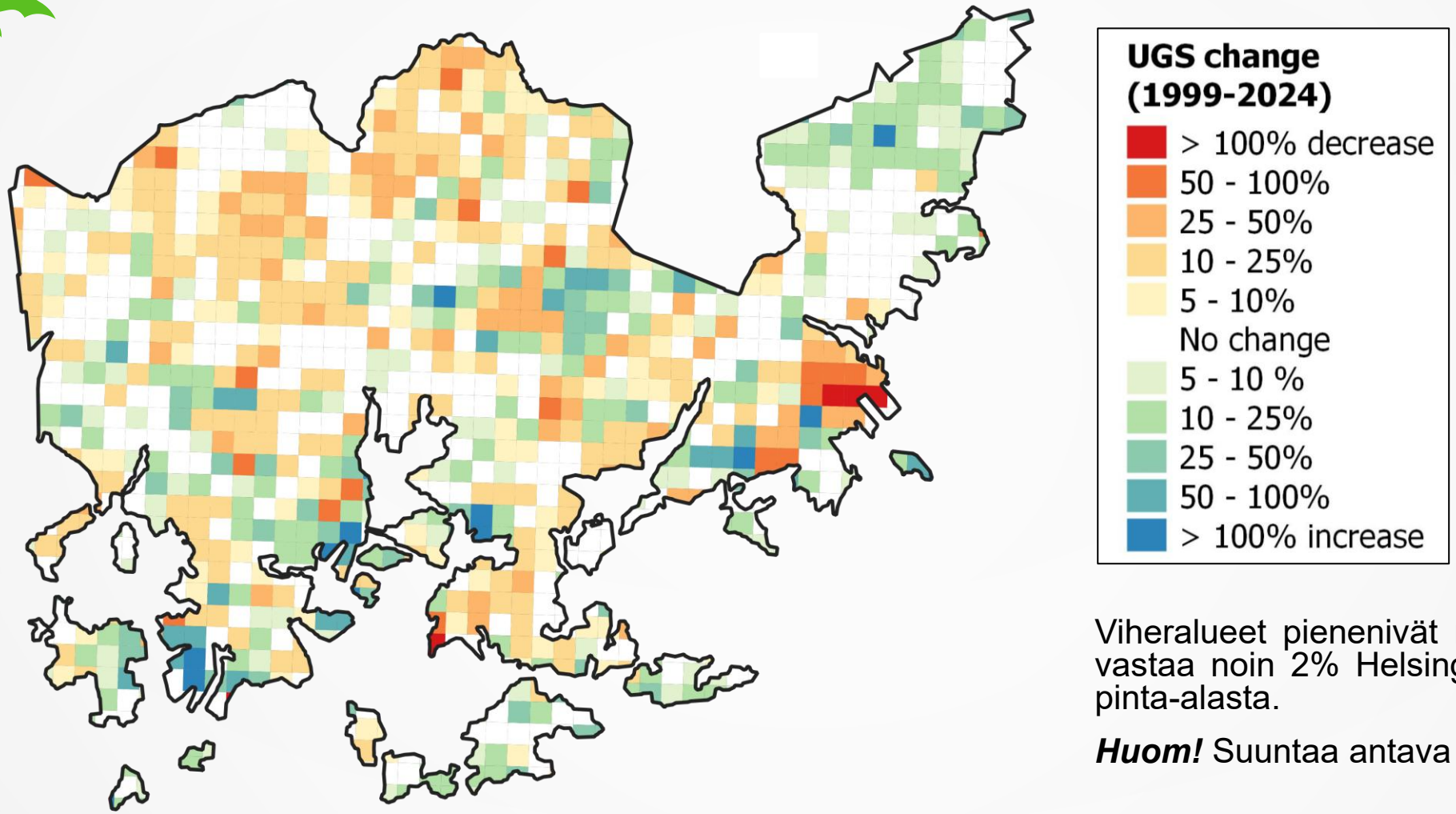
Ei-kasvillisten pintojen erottelu keskimääräisellä tuottajan tarkkuudella **90.6%**.

Kuitenkin ruohovartisella kasvillisuudella tuottajan tarkkuus keskimäärin vain **56.1%.**

→ NDVI-kanavayhdistelmä ei yksinään riitä ruohovartisen ja puuvartisen kasvillisuuden luotettavaan erotteluun!!

→ Lopullisissa analyyseissä käytettiin binääristä luokittelua (kasvillisuus – ei-kasvillisuus, NDVI ≥ 0.236)

VIHERALUEIDEN MUUTOKSET (1999–2024)

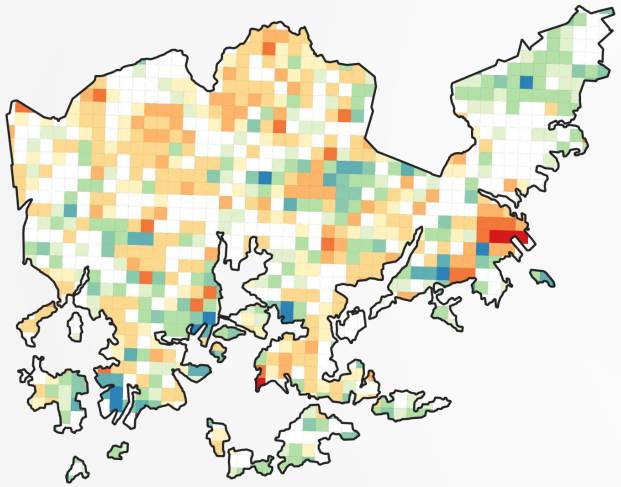


Viheralueet pienenivät noin **470 ha,** vastaa noin 2% Helsingin kokonais-pinta-alasta.

Huom! Suuntaa antava arvio

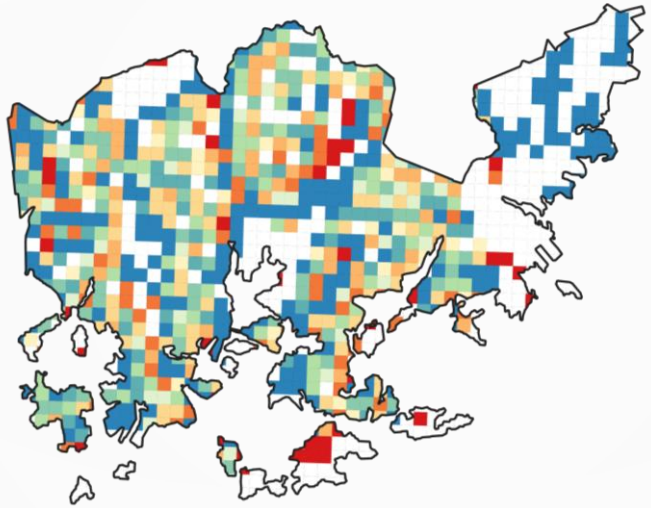
VIHERALUEIDEN MUUTOS SUHTEESSA VÄESTÖN MUUTOKSEEN?

Viheralueiden muutosten ruudukko



+

Väestömuutosten ruudukko



→

Kiinteiden vaikutusten lineaariset regressiomallit (*eng. Fixed-effects*)

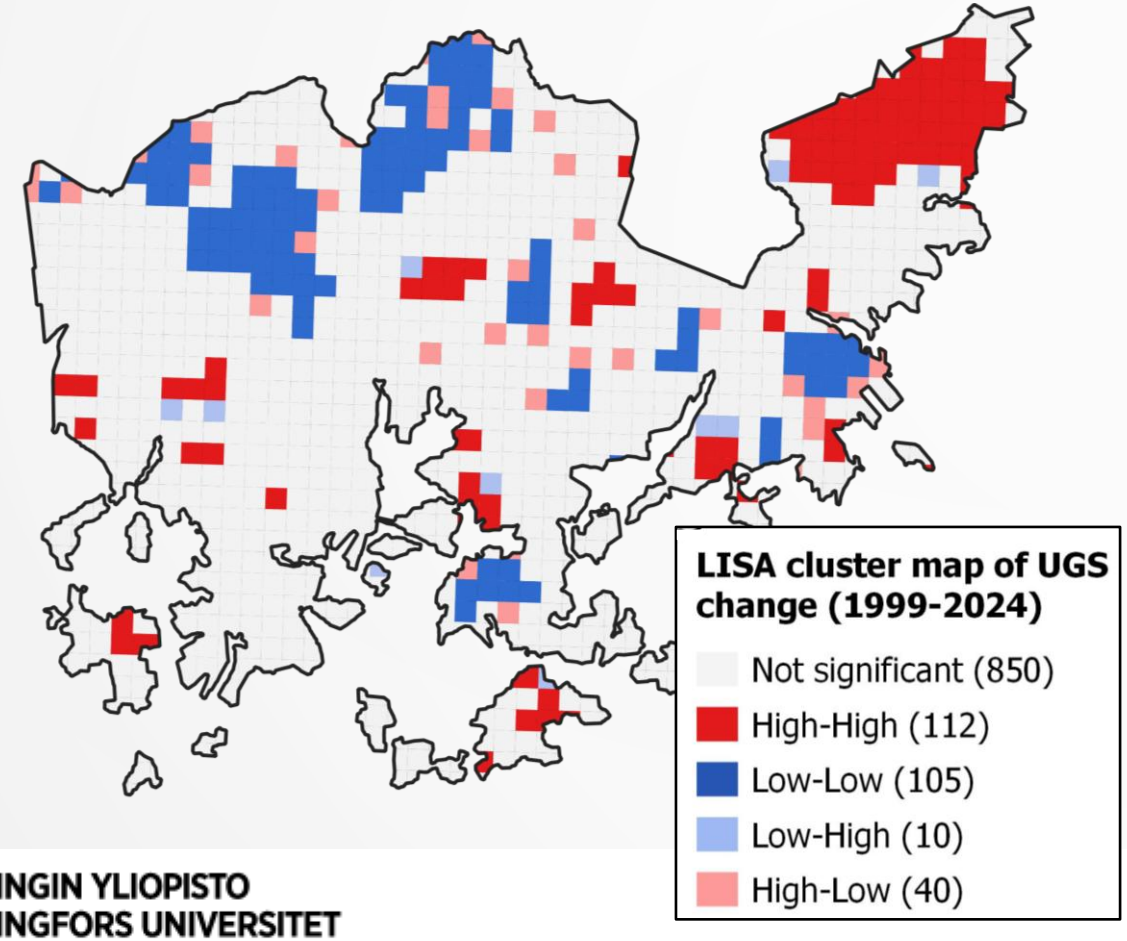
→ Väestönkasvulla **statistisesti merkittävä, mutta heikko / ei universaali yhteys** viheralueiden pienenemiseen

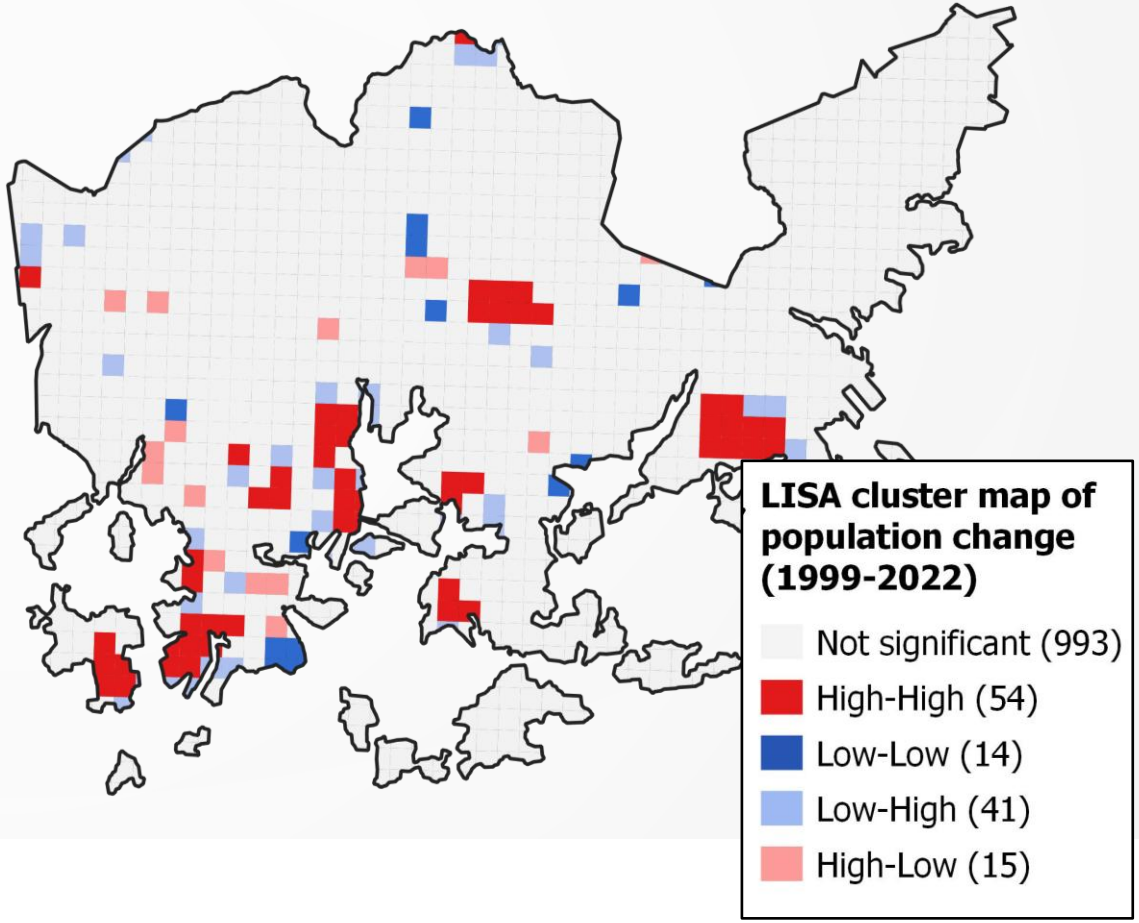
KLUSTERI-ANALYYSIT

(LISA = LOCAL INDICATORS OF SPATIAL ASSOCIATIONS) (ANSELIN, 1995)

HH ("High-High") = Kuumat pisteet, korkeat sijoittuvat muiden korkeiden arvojen läheisyyteen

LL ("Low-Low") = Kylmät pisteet, matalat arvot sijoittuvat muiden matalien arvojen läheisyyteen



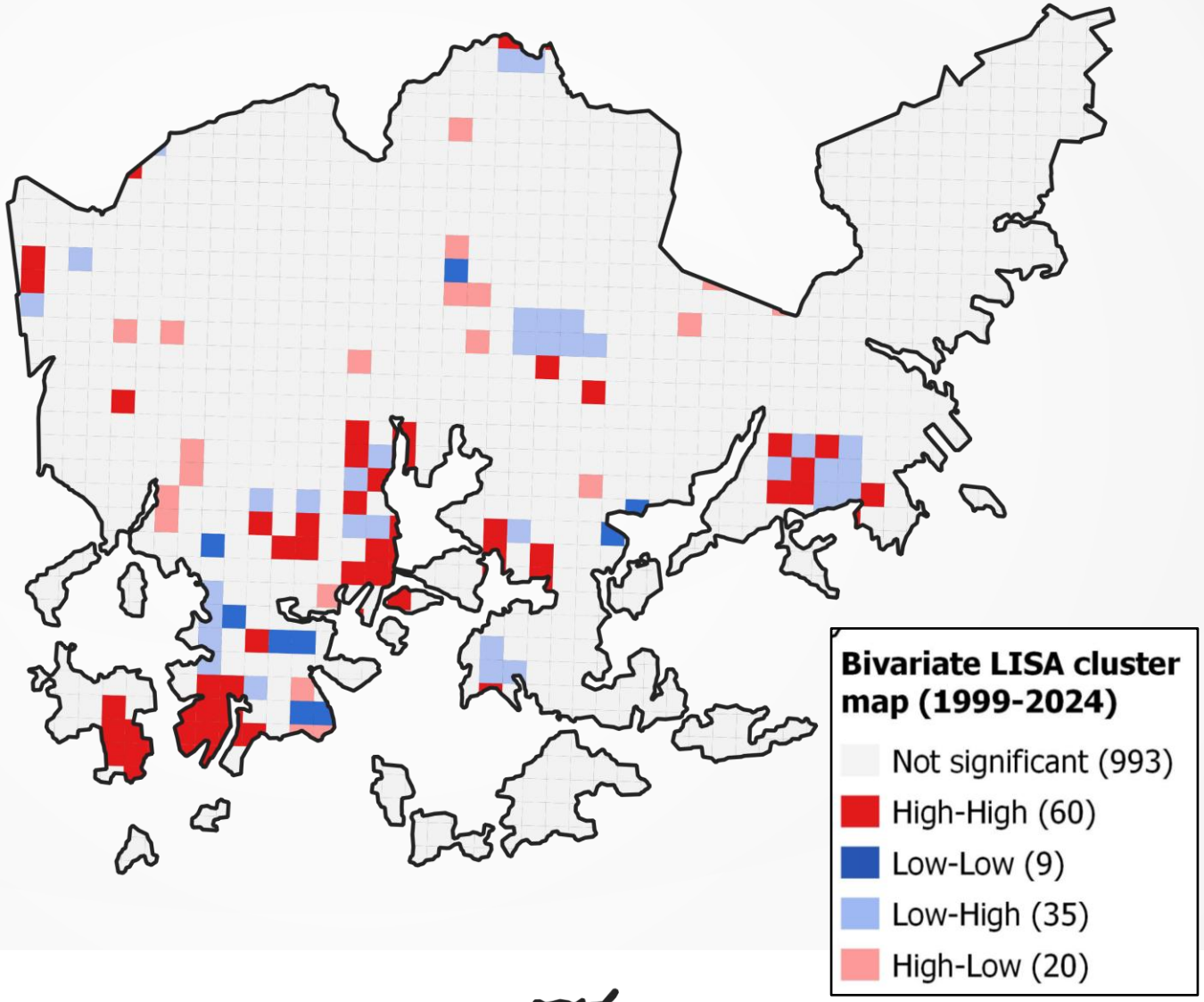


KAKSIMUUTTUJAISET KLSUTERI-ANALYYSIT

Viheralueiden muutosten ja väestön-muutosten alueellinen riippuvuus:

HH = viheralueen kasvu alueella yhtey-dessä naapurialueiden väestönkasvuun

LL = viheralueiden menetys alueella yhteydessä naapurialueiden väestön vähenemiseen



YHTEENVETO

- **NDVI:n segmentointi kynnysarvojen avulla tehokas tapa erottaa kasvillisuus ei-kasvillisuudesta, mutta ei yksinään riitä tarkempaan luokitteluun**
  - Määritelty kynnysarvo **0.236** hyödyllinen lähtökohta
  - Heikkoutena alhainen resoluutio (30m) ja ”mixed-pixel”-ongelma (Wellmann ym. 2020)
- **Helsingin viheralueiden muutos 1999–2024 nettonegatiivinen, mutta maltillinen (n. 2% Helsingin kokonaispinta-alasta)**
- **Yleisellä tasolla väestönkasvulla yhteys viheralueiden menetyksiin mutta erityisesti uusilla alueilla molempien merkittävää samanaikaista kasvua havaitaan**
- **Pientaloalueilla viheralueiden menetysten klusteroitumista ilman merkittävää väestönkasvua**
  - Hienovaraiset viherpinta-alan menetykset alhaisen väestötiheyden alueella tunnetaan toisinaan ”piilotettuna kaupungistumisena” (Strochbach ym. 2019)

KIITOS!

YHTEYDENOTOT:

ulriika.kaarna@helsinki.fi & kaarnaulriika@gmail.com

LÄHTEITÄ:

Anchang, J. Y., Ananga, E. O., & Pu, R. (2016). An efficient unsupervised index based approach for mapping urban vegetation from IKONOS imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 50,* 211-220. https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.04.001

Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association - LISA. *Geographical analysis, 27*(2), 93-115. https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x

Bille, R. A., Jensen, K. E., & Buitenwerf, R. (2023). Global patterns in urban green space are strongly linked to human development and population density. *Urban Forestry & Urban Greening, 86*, 127980. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127980

Chen, J., Qiu, B., Chakraborty, T. C., Miao, X., Cao, Y., Li, L., ... & Guo, W. (2025). Contrasting effects of urbanization on vegetation between the Global South and Global North. *Nature Sustainability*, 1-12. https://doi.org/10.1038/s41893-025-01520-0

Strohbach, M. W., Döring, A. O., Möck, M., Sedrez, M., Mumm, O., Schneider, A. K., ... & Schröder, B. (2019). The “hidden urbanization”: trends of impervious surface in low-density housing developments and resulting impacts on the water balance. *Frontiers in Environmental Science, 7*, 29. https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00029

Wellmann, T., Schug, F., Haase, D., Pflugmacher, D., & van der Linden, S. (2020a). Green growth? On the relation between population density, land use and vegetation cover fractions in a city using a 30-years Landsat time series. *Landscape and Urban Planning, 202*, 103857. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103857