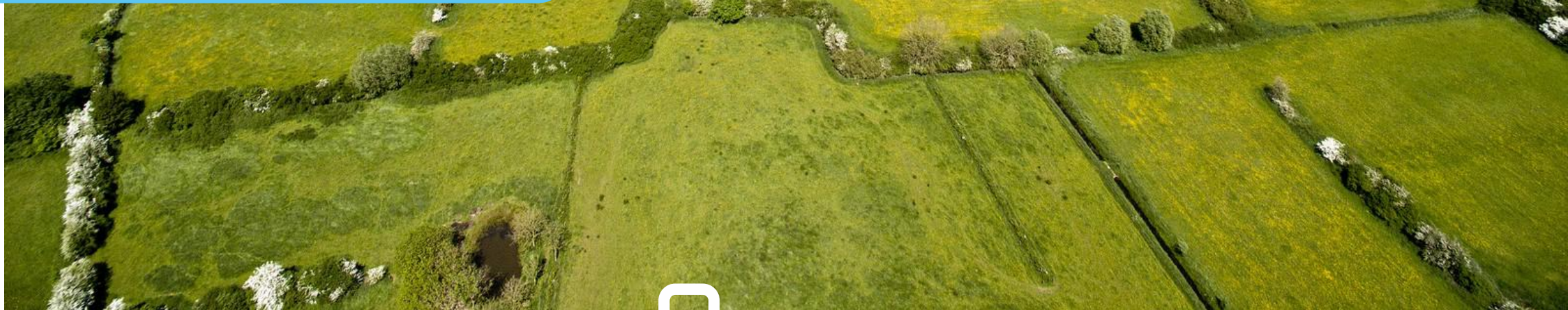


Vegetatie in kaart brengen met AI en Remote Sensing

Juli 2025

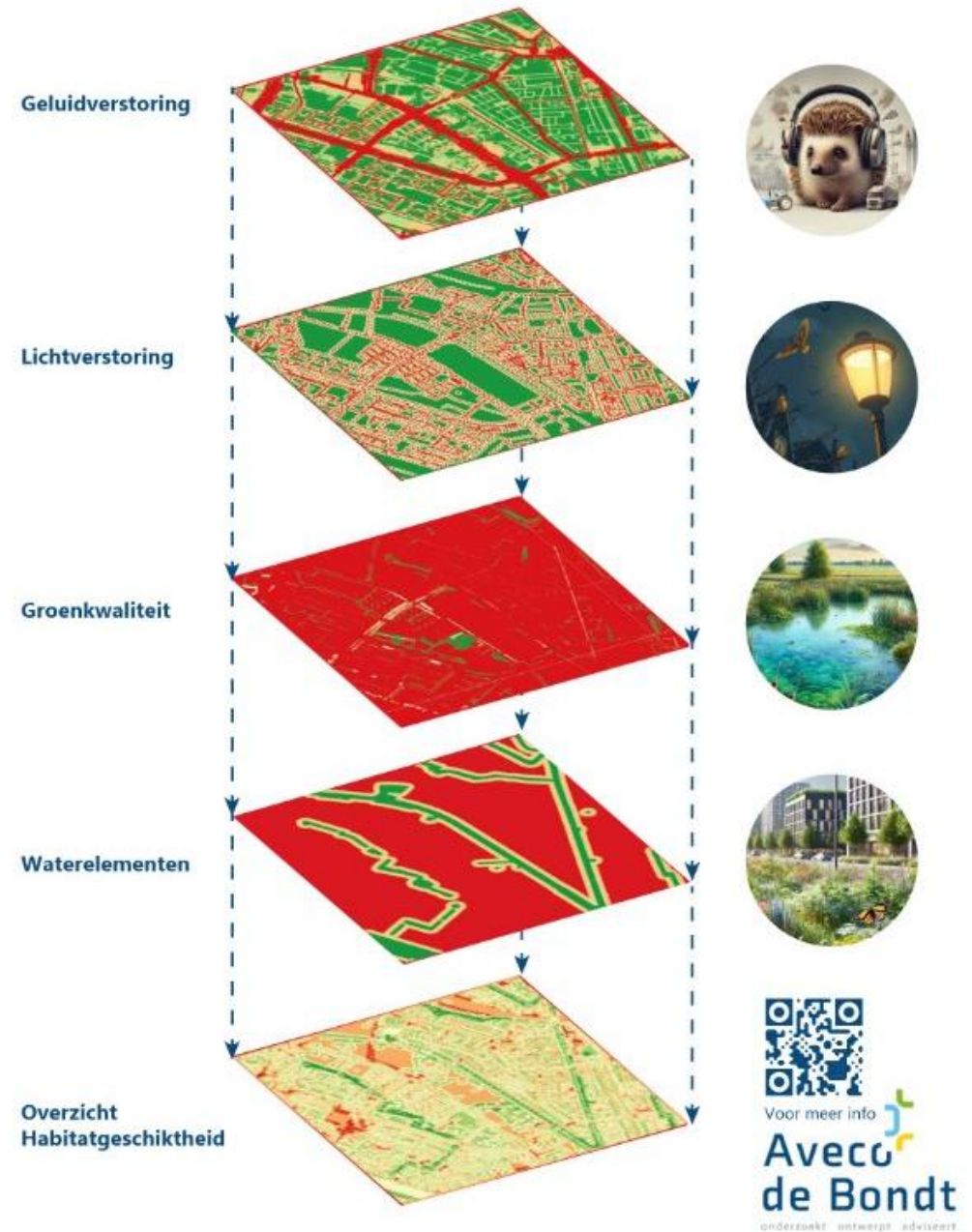
Onderzoeksstage Frank Bouw



Introductie

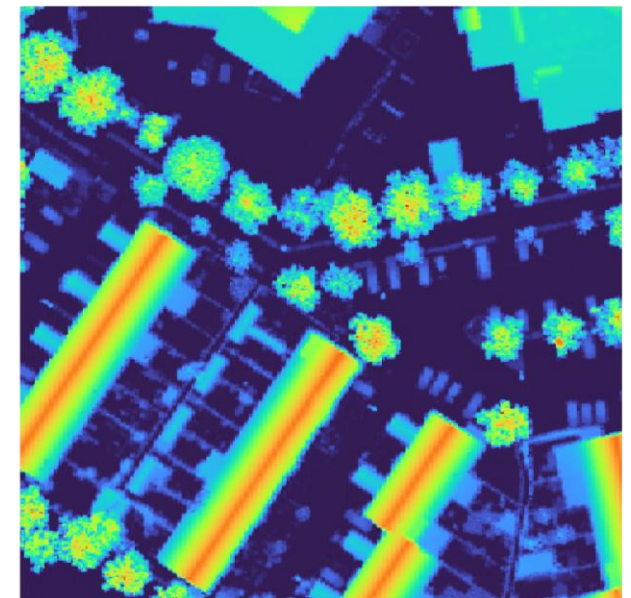
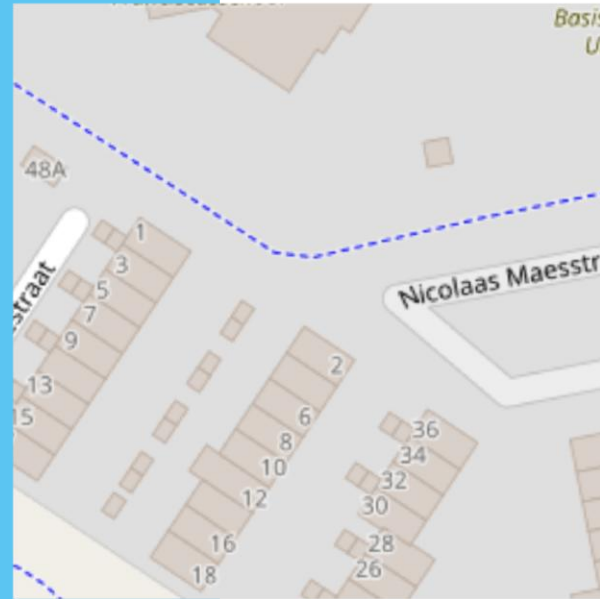
- Basiskwaliteit Natuur (BKN)
- Privaat groen is slecht in beeld
- Binnen Aveco: Preciezere groenkwaliteit voor in de biodiversiteitsstresstest
- Wat is mogelijk met AI?
→ Met AI en Remote Sensing natuur in kaart brengen

Biodiversiteitsstresstest



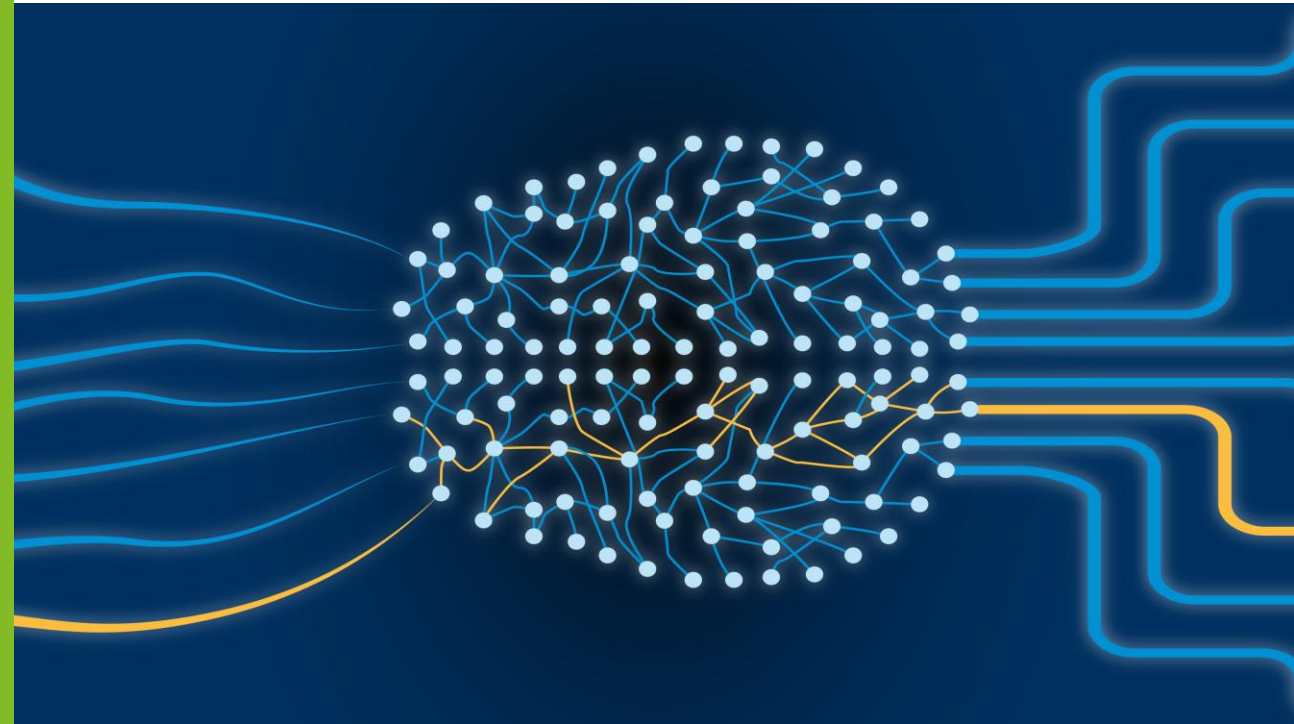
Remote sensing

- Aardobservatie
- In de context van deze stage:
 - Luchtfoto kleur
 - Luchtfoto infrarood
 - AHN: Algemeen Hoogtebestand Nederland



Artificiële Intelligentie

- “Verzamelterm voor algoritmes en methodes die taken uitvoeren, waarvan werd geacht dat er menselijke intelligentie voor nodig is”
- In de context van deze stage:
- Objectherkenning AI vanaf kaartbeelden



Onderzoek

- **Hoofdvraag:**

In hoeverre kunnen Remote Sensing (RS) data en objectherkenning Artificial Intelligence (AI) helpen in kaart brengen in het stedelijk gebied van de gemeente Ede?

- **Methodes:**

1. **AI methode: Objectherkenning**
AI op kleurluchtfoto's
2. **AHN methode: Puntenwolk AHN**
& Infrarood luchtfoto's



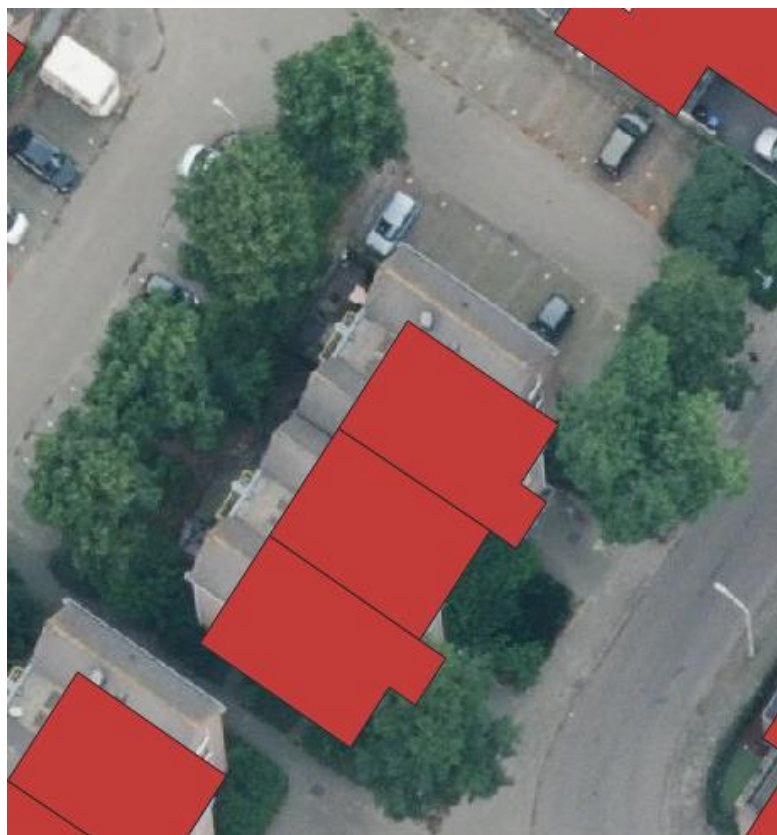
Luchtfoto limitaties

1. Hellend effect (hoge) objecten
2. Slagschaduw
3. Overhangende objecten

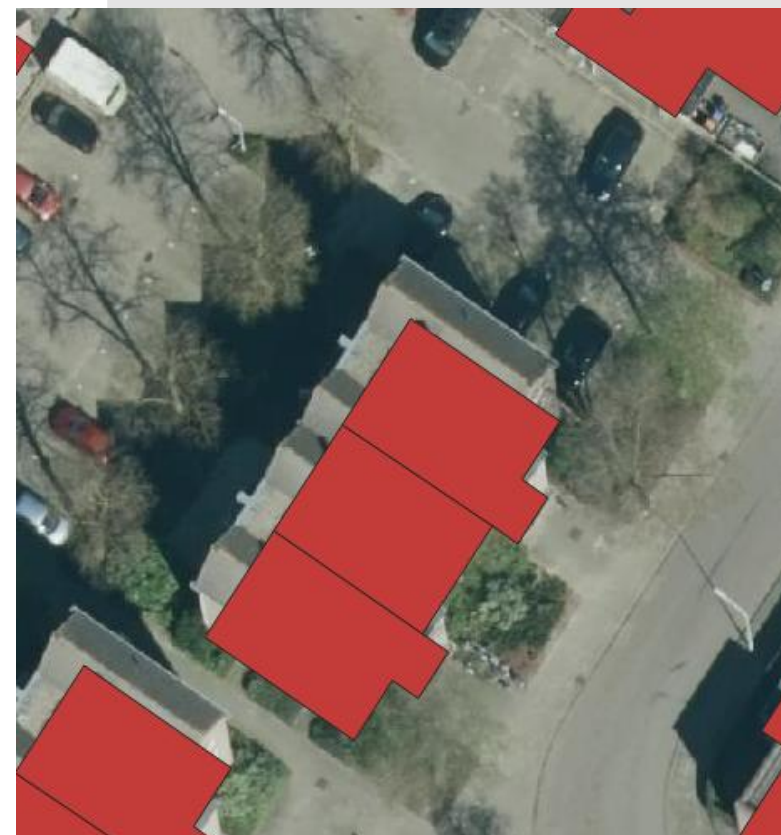
→ **Gevolgen voor beide methodes**

- AI methode: Kleurluchtfoto
- AHN methode: Infraroodluchtfoto

Bewolkt



Zonnig



AI Methode: Objecttherkenning op kleurluchtfoto's

- Luchtfoto van 2024: 8cm resolutie



1. Trainingsdata maken
2. AI model trainen
3. AI model toepassen
4. AI model testen
5. AI model valideren



Stap 1: Trainingsdata maken

- 5 trainingsgebieden:
→ Ruimtelijke variatie
- Per deelgebied: Alle heggen op
luchtfoto omlijnen



Stap 1: Trainingsdata maken

- 5 trainingsgebieden:
→ Ruimtelijke variatie
- Per deelgebied: Alle heggen op
luchtfoto omlijnen



Stap 1: Trainingsdata maken

- 5 trainingsgebieden:
→ Ruimtelijke variatie
- Per deelgebied: Alle heggen op
luchtfoto omlijnen

Trainingsgebied	Aantal ingetekende heggen
Kernhem	673
Ede-Veldhuizen	194
Maandereng	318
Ede-West	464
Ede-Oost	253
Totaal	1902



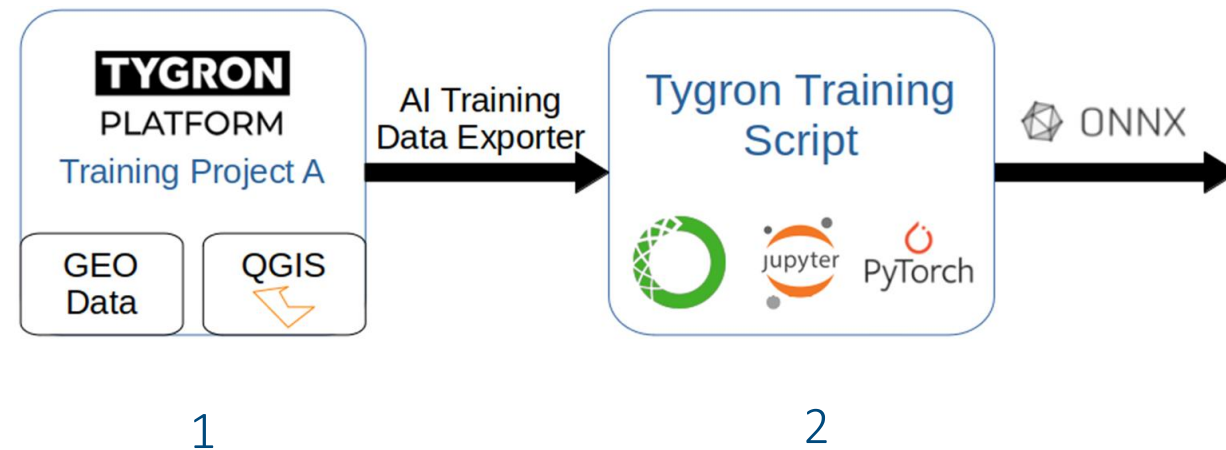
Stap 2: AI model trainen

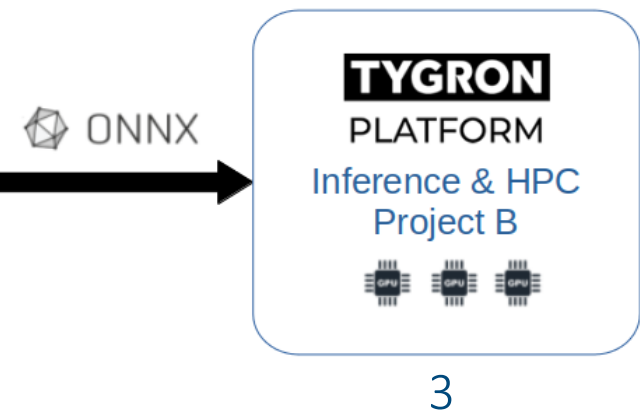
- Tygron AI

1. AI trainingsdata maken

2. AI model training script

- Aantal epochs: herhalingen in training
- **Deep learning objectherkenning**
- Mask R-CNN model





Stap 3: AI model toepassen

- Veel rekenkracht
- Op 8cm luchtfoto van 2024
- Toegepast op:
- 5 Trainingsgebieden
- 2 Validatiegebieden

AI model prestatie meten

- **Precisie:** Kwaliteit output
- **Recall:** Volledigheid output

- **In het voorbeeld:**

- Precisie: 33% ($2/6 \cdot 100$)
- Recall: 100% ($2/2 \cdot 100$)

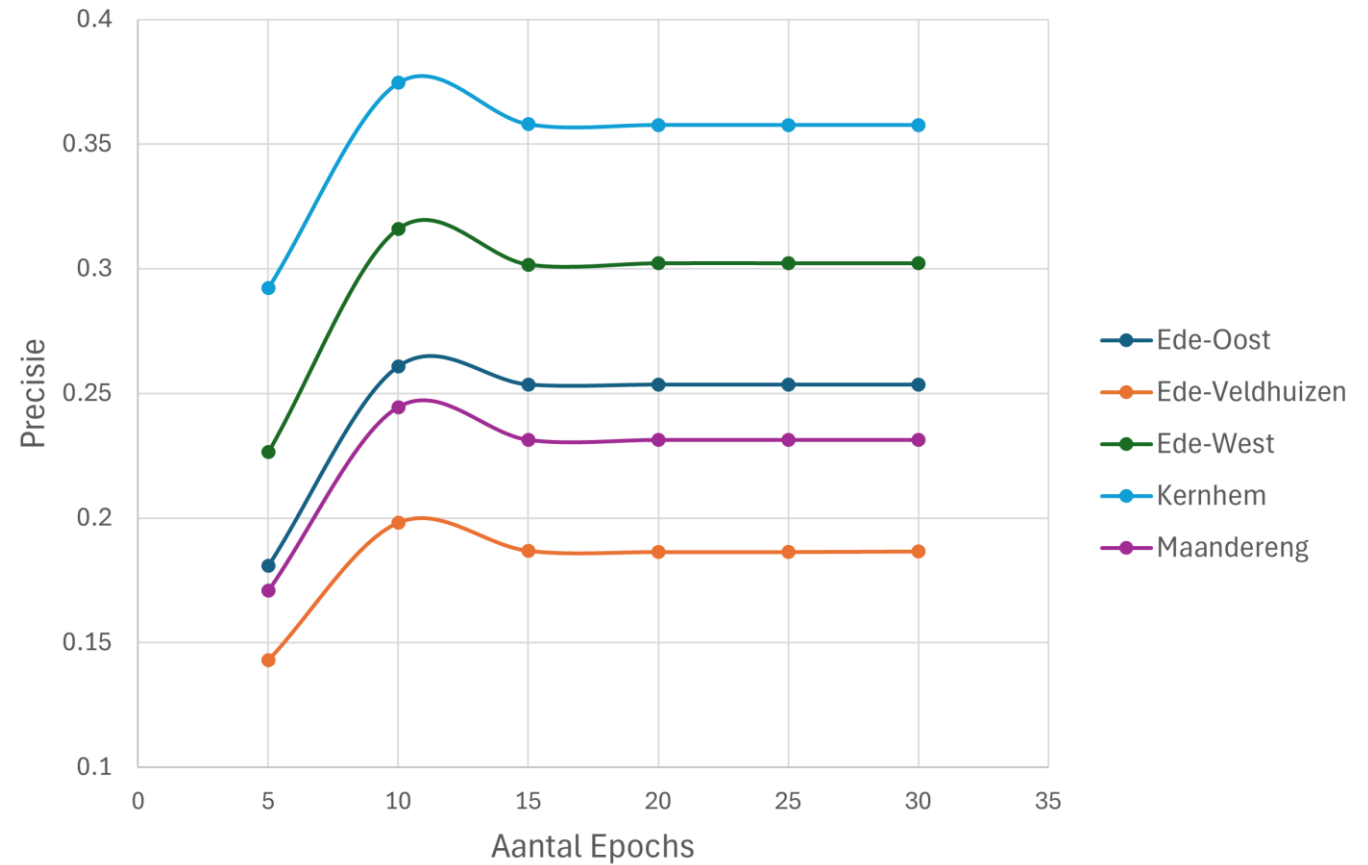
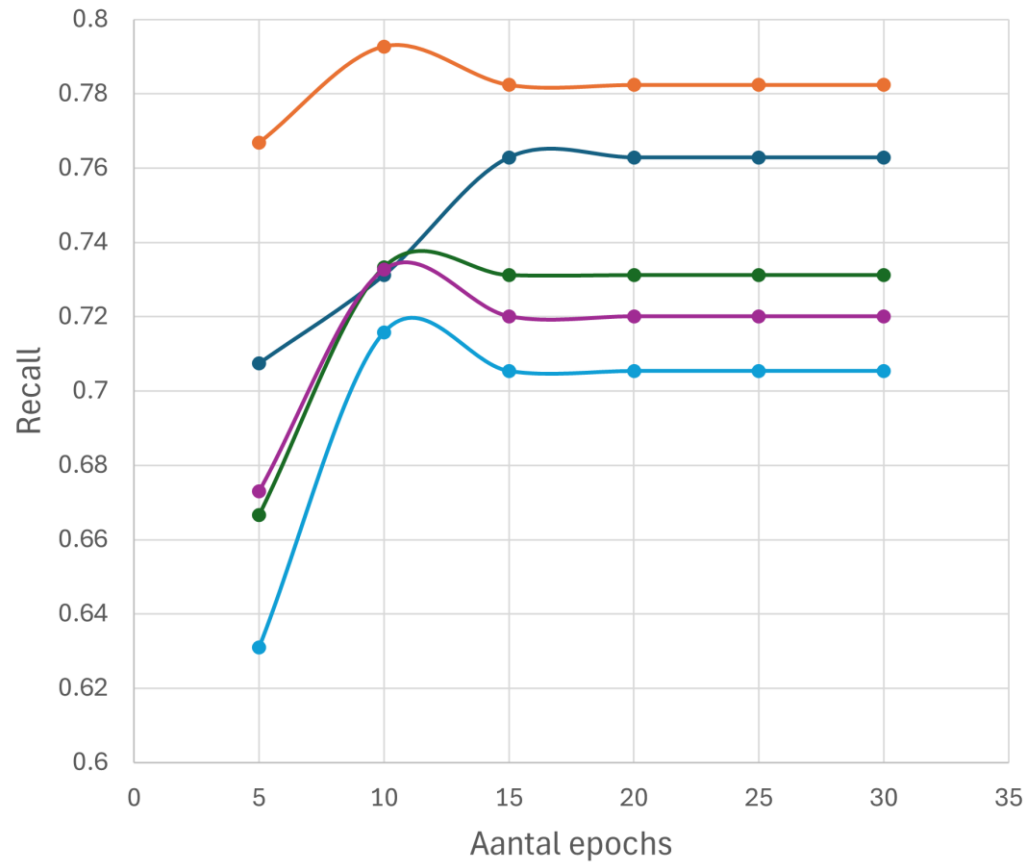


Stap 4: AI model testen

- Testen op aantal epochs

- In de 5 trainingsgebieden

→ 10 epochs



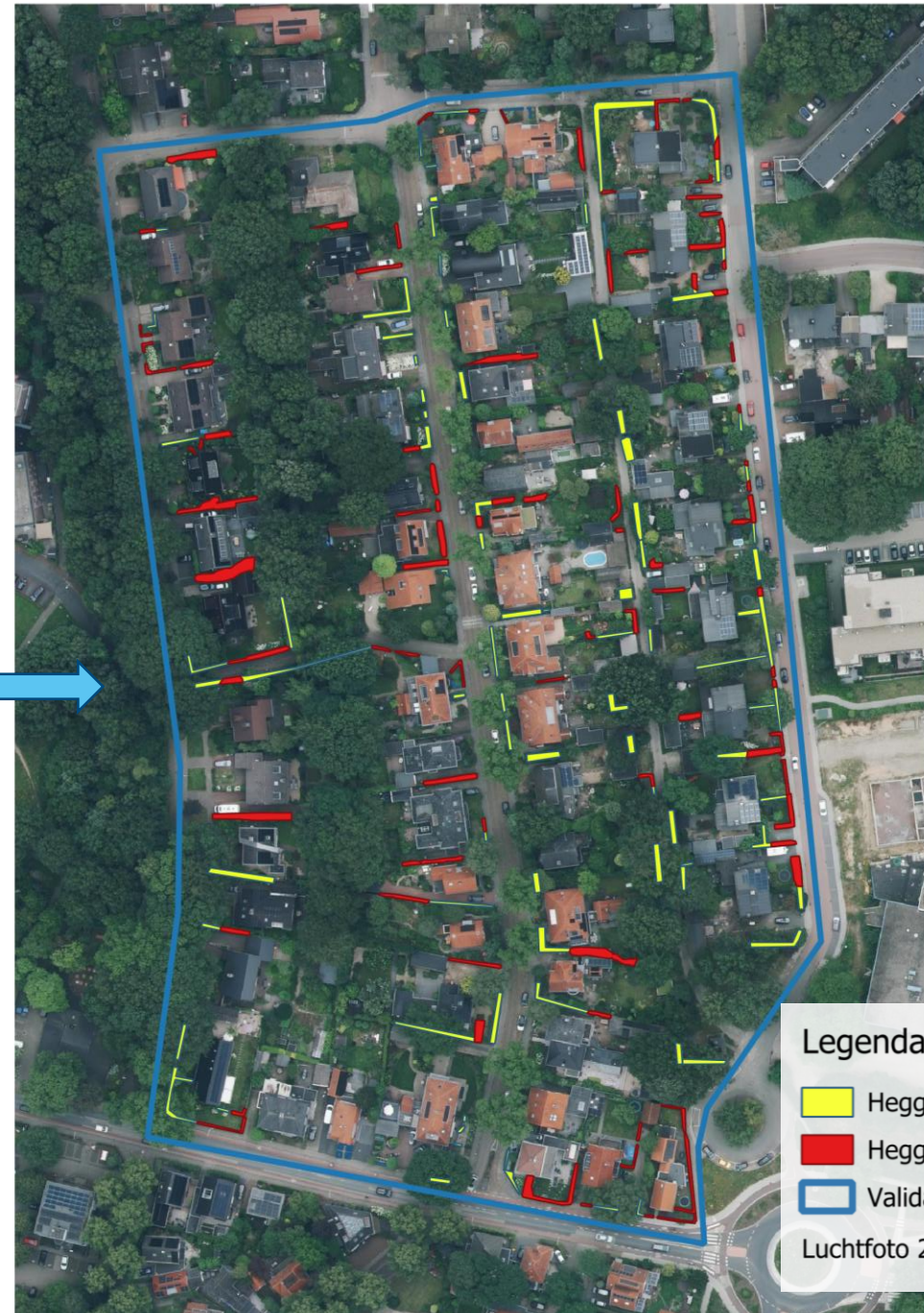
Stap 5: AI model valideren

- 2 Validatiegebieden
- Veel bomen vs. weinig bomen
- 1. Heggen intekenen luchtfoto
- 2. Heggen intekenen veldwerk
- Alles wat zichtbaar is vanaf openbare weg



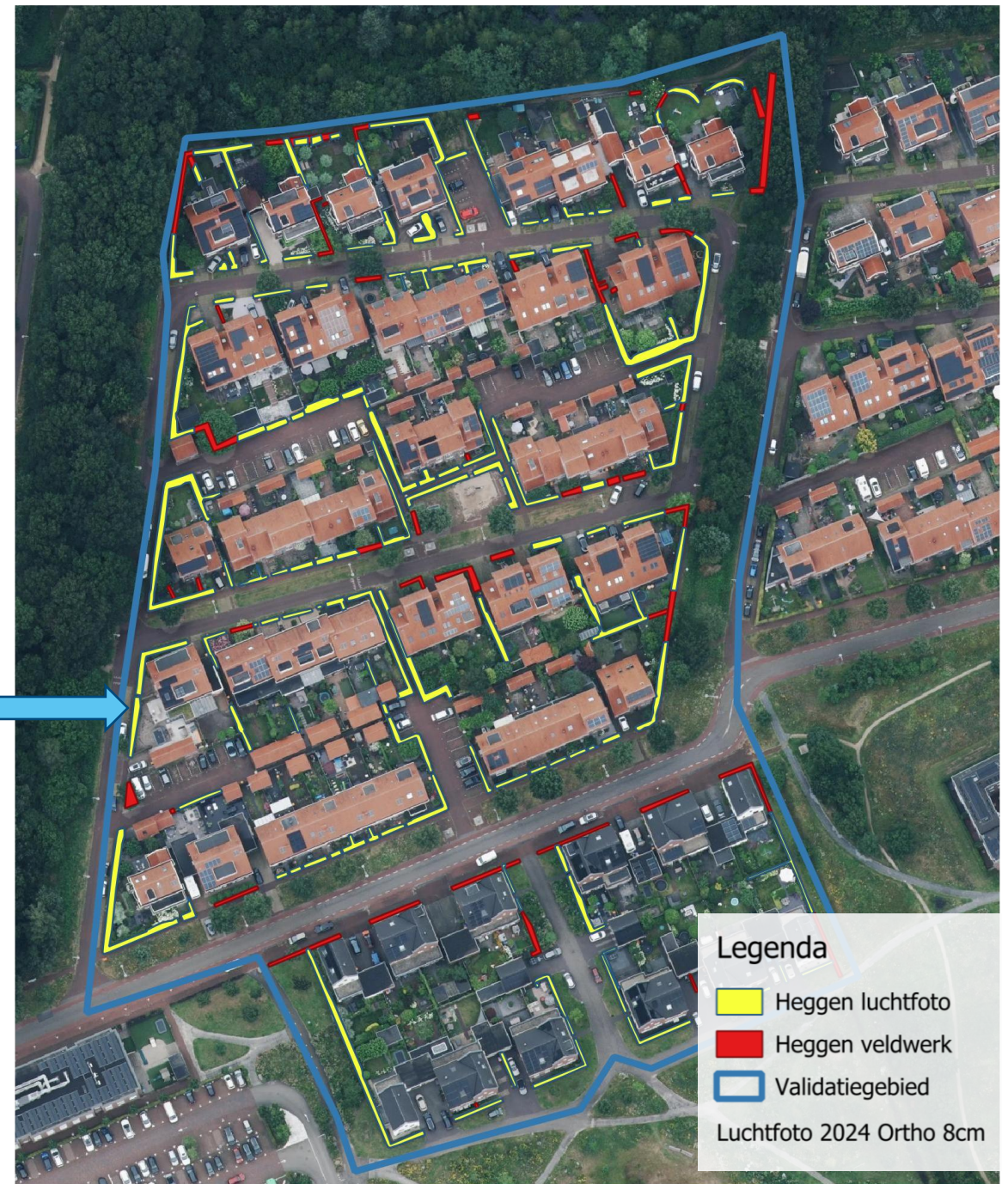
Veldwerk resultaten

- Percentage heggen dat je mist door te kijken naar een luchtfoto
- Veel bomen: 52%
- Weinig bomen: 27%



Veldwerk resultaten

- Percentage heggen dat je mist door te kijken naar een luchtfoto
- Veel bomen: 52%
- Weinig bomen: 27%



AI resultaten: Visueel

Weinig bomen



Veel bomen



AI resultaten: Kwantitatief

- **Precisie (kwaliteit)**
- **Recall (volledigheid)**
- Zegt iets over kwaliteit en volledigheid van lokalisering
- **Oppervlakte heggen**
- Totale oppervlakte van heggen

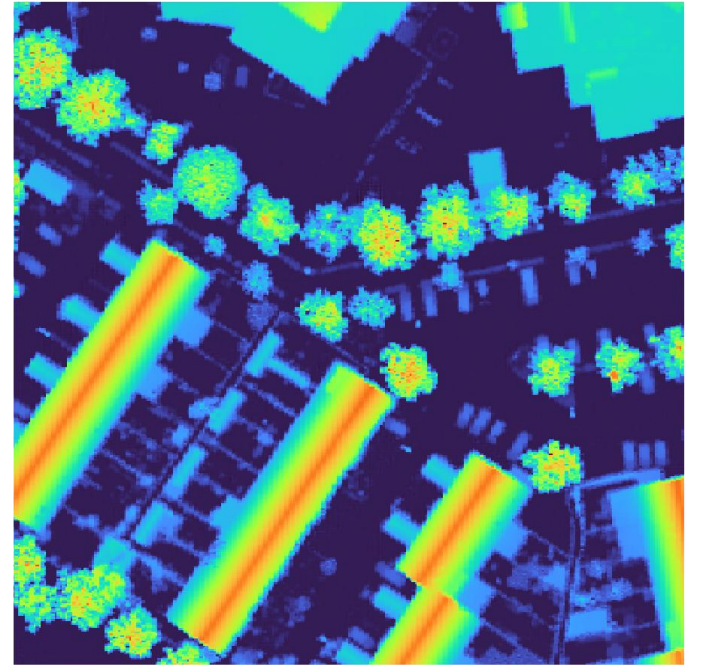
Validatiegebied	Precisie	Recall
Veel bomen	22%	24%
Weinig bomen	50%	46%

Validatiegebied	Werkelijkheid	Model
Veel bomen	1854 m2	2134 m2
Weinig bomen	2147 m2	2028 m2



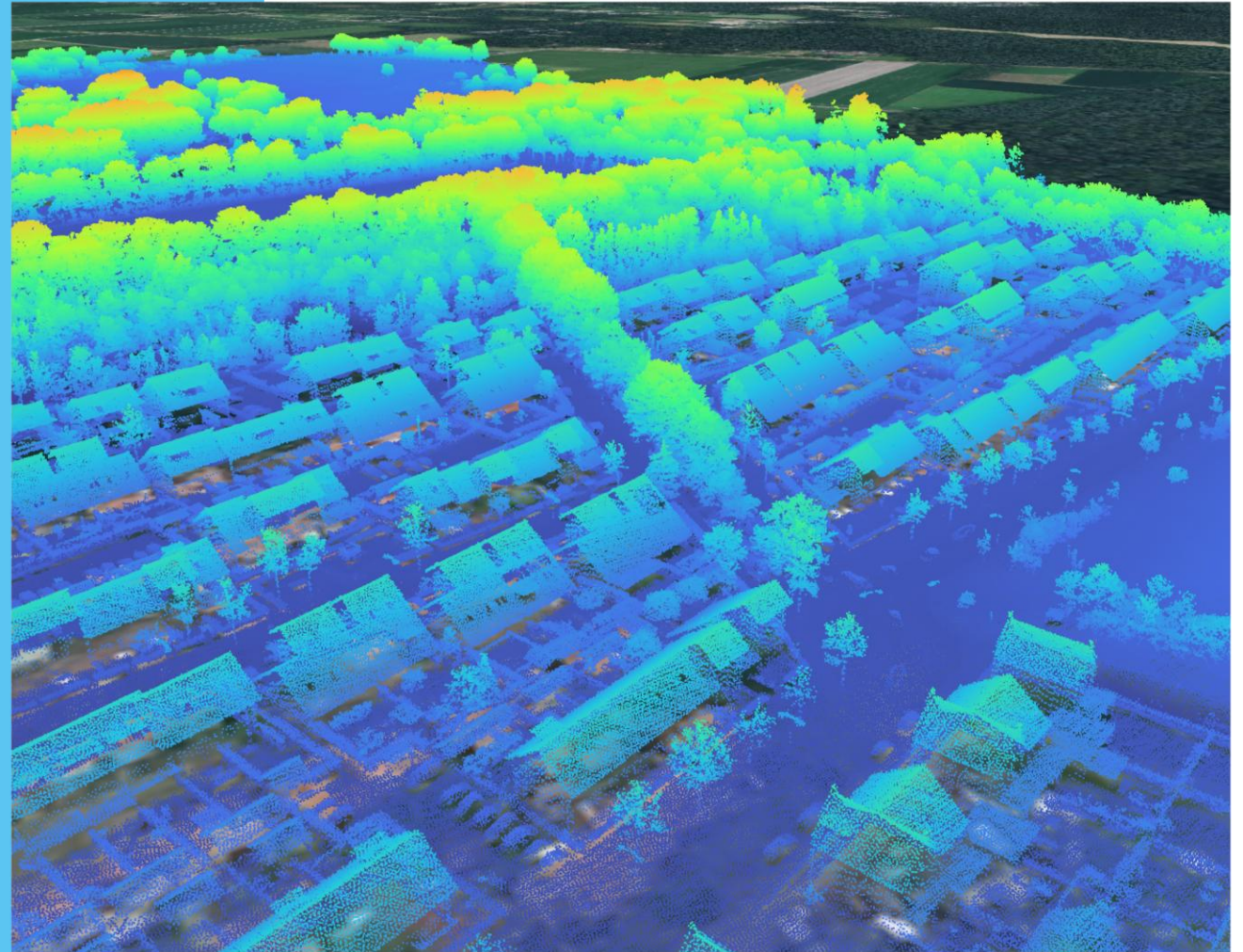
AHN Methode: Combineren Infraroodluchtfoto met AHN

1. AHN puntenwolk
2. Infraroodluchtfoto → NDVI-index
3. Data filteren



Stap 1: AHN puntenwolke

- 10-14 meetpunten per m²
- Relatieve hoogte bepalen
- Corrigeren voor het maaiveld
- Luchtfoto informatie gekoppeld



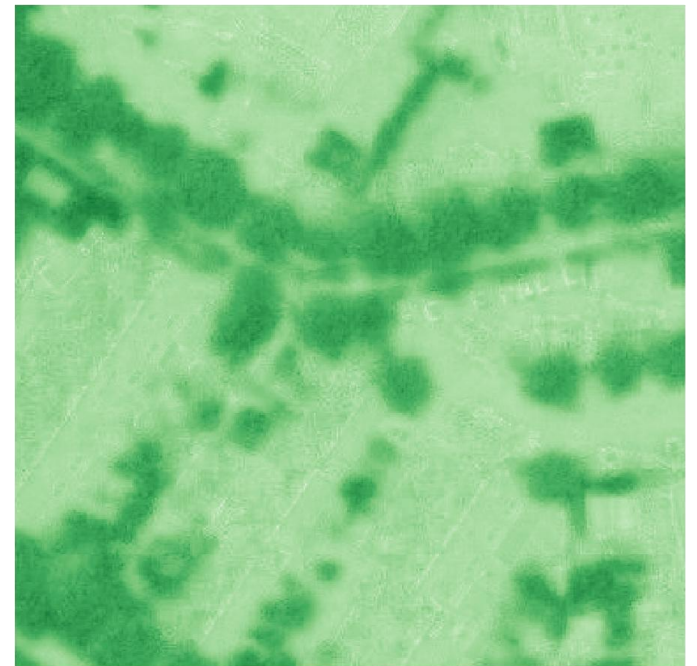
Stap 2: Infraroodluchtfoto → NDVI-index

- Zomervlucht luchtfoto's (25cm resolutie):
Infrarood + kleurluchtfoto's
- **NDVI-index: standaardisering vegetatie**
- Formule: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$
- Index van -1 (=water) tot 1 (=vegetatie)
- **NDVI=0.1: drempelwaarde vegetatie**

Infrarood
luchtfoto



NDVI-index



Stap 3: Data filteren

- **Hoogte $>0.5\text{m}$ & $<2.5\text{m}$**
 - Hoogtefilter voor heggen
- **NDVI > 0.1**
 - Drempelwaarde voor vegetatie
- **Toepassen in beide validatiegebieden**

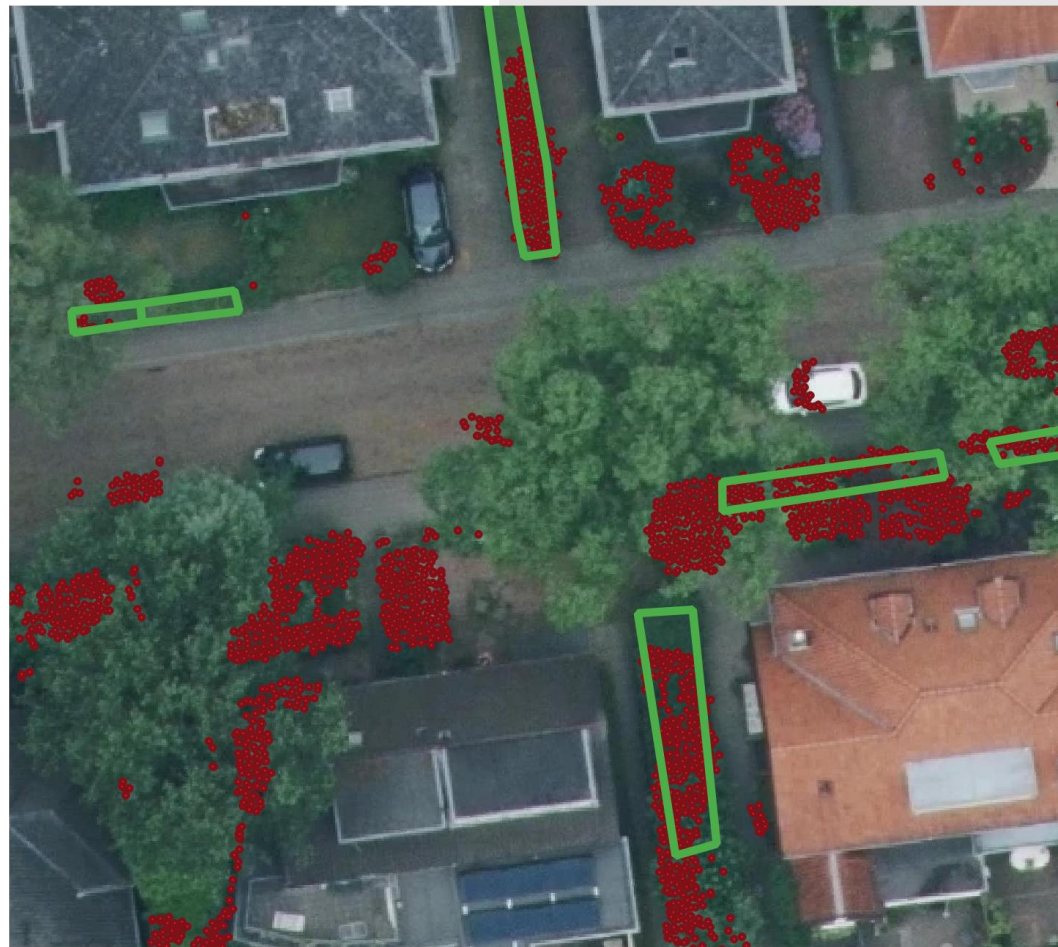


AHN resultaten: Visueel

Weinig bomen



Veel bomen



AHN resultaten kwantitatief

- **Precisie (Kwaliteit)**

- Aantal punten dat binnen een heg valt t.o.v. het totaal aantal punten

- **Recall: (Volledigheid)**

- Aantal heggen met minimaal 10 punten t.o.v. het totaal aantal heggen

Validatiegebied	Precisie	Recall
Veel bomen	27%	72%
Weinig bomen	57%	87%



Methodes Vergelijken

- Allebei vrij lage precisie
 - AHN methode wel hoge recall
- Voor een goed werkende methode moeten beide hoog zijn

Validatiegebied	AI methode		AHN methode	
	Precisie	Recall	Precisie	Recall
Veel bomen	22%	24%	27%	72%
Weinig bomen	50%	46%	57%	87%



Voordelen AI:

- Een bestaand model kan eenvoudig toegepast worden in Tygron
- Output heeft bruikbaar data format

Nadelen AI:

- Trainingsdata maken kost veel tijd
- Huidig model gebaseerd op luchtfoto 2024, werkt slecht op ander luchtfoto's
- Veel computerkracht nodig voor toepassen
- Goed werkend model moet ontwikkeld blijven worden

Voordelen AHN:

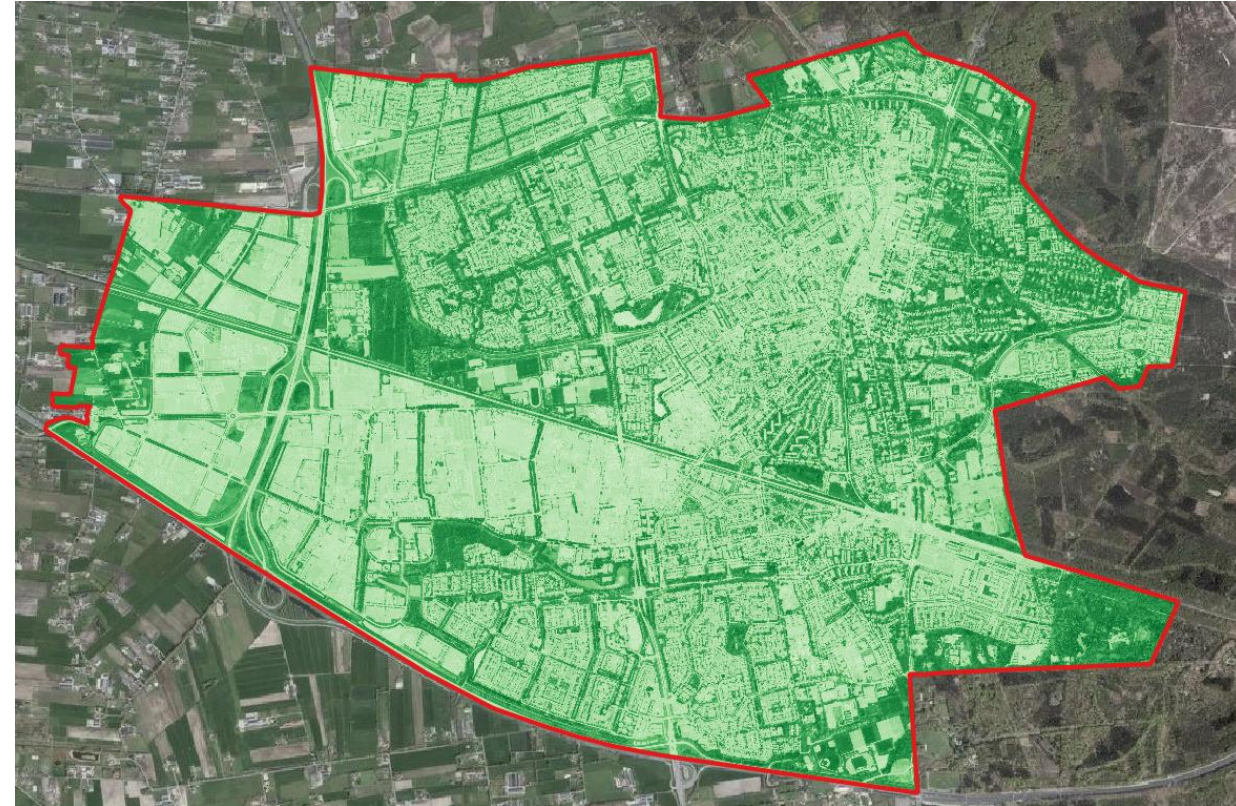
- Data analyse blijft voor iedere nieuwe AHN hetzelfde
- Minder computerkracht nodig
- Hogere recall dan AI methode

Nadelen AHN:

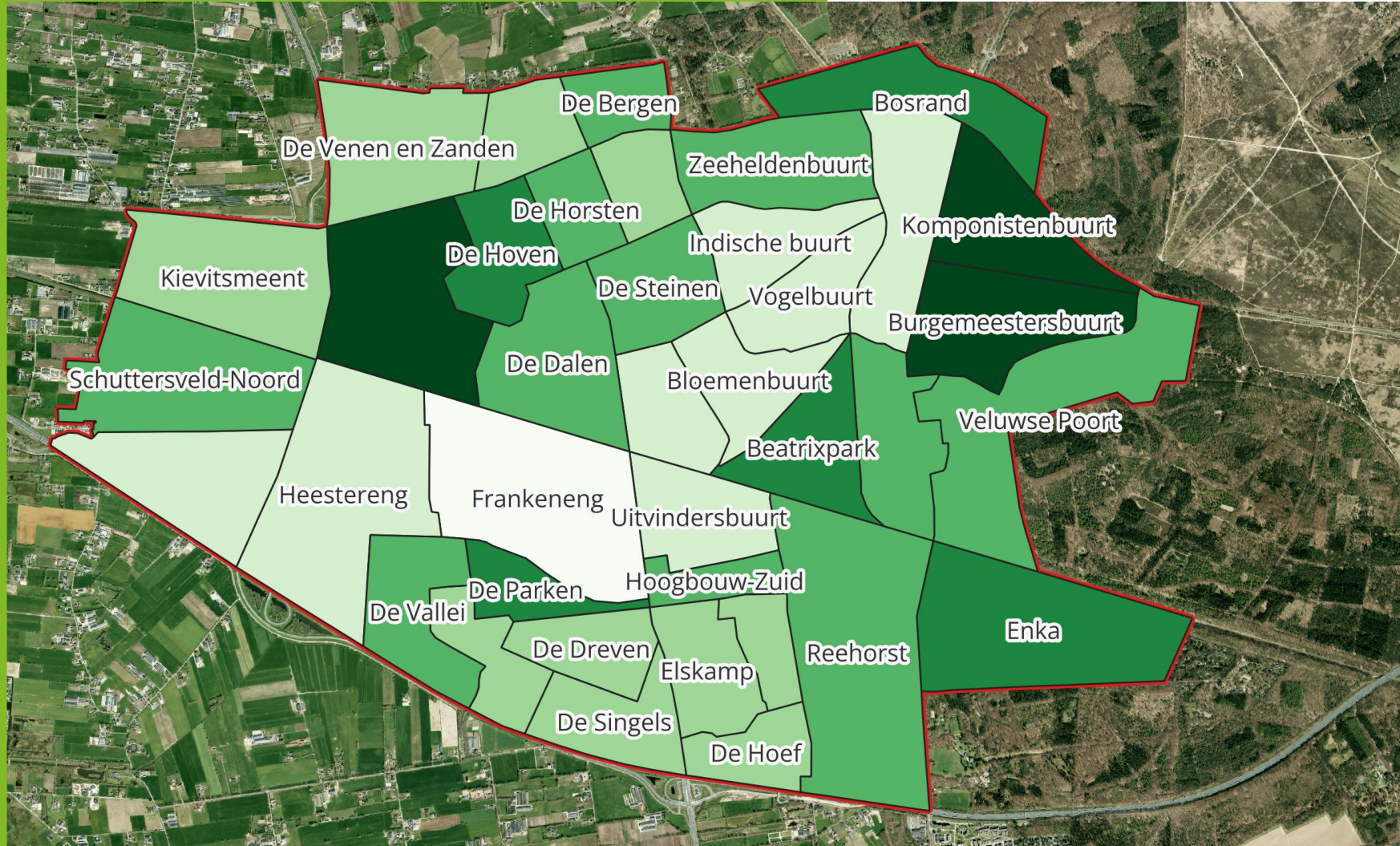
- Puntenwolk AHN zwaar bestand om mee te werken
- AHN heeft om de ~3 jaar een nieuwe puntenwolk
- Neemt naast heggen ook ander groen tussen de 0.5m & 2.5m mee.
- Ruwe output heeft minder bruikbaar format

Uitbreiding onderzoek: Groenmonitoring

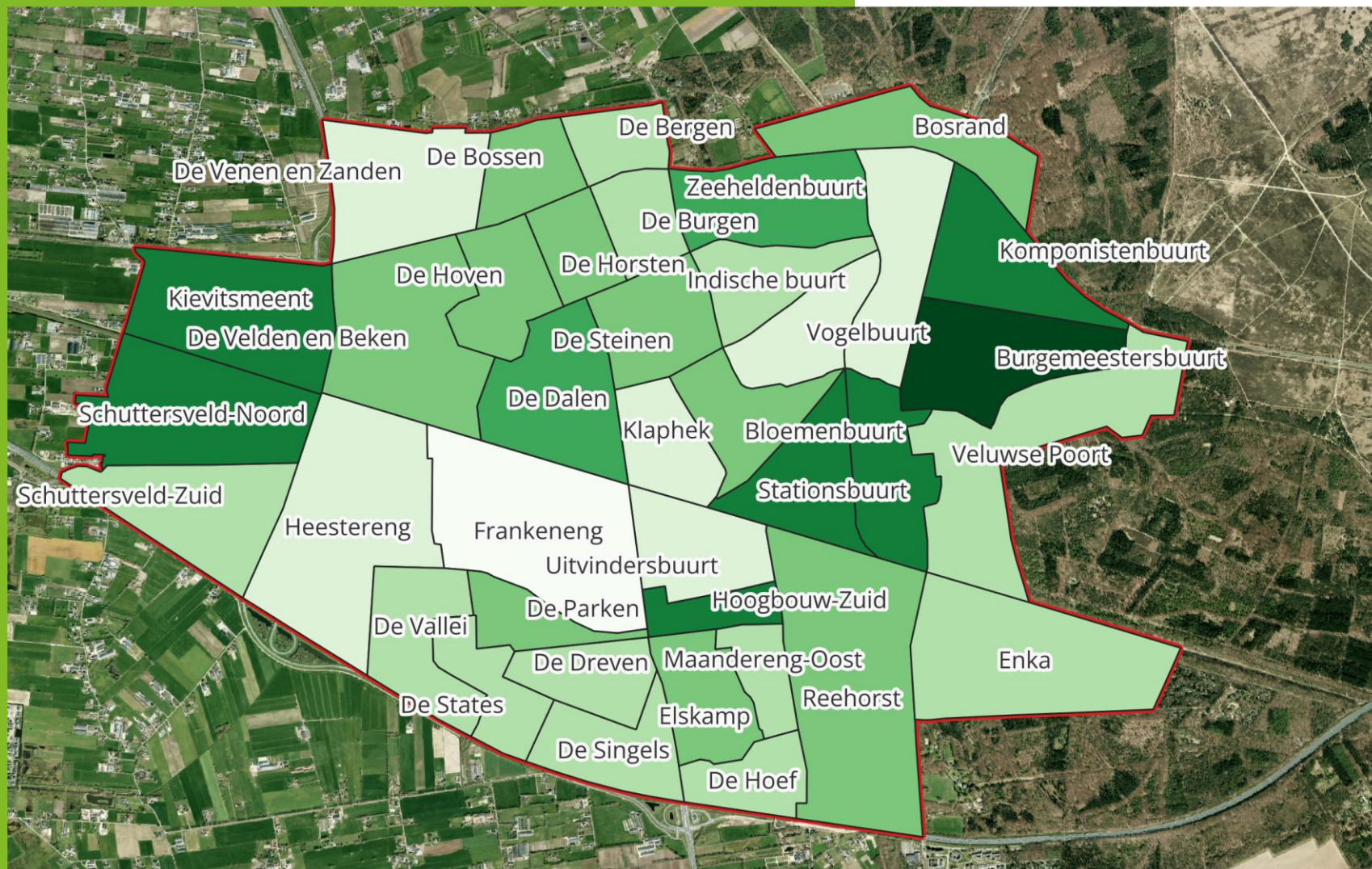
- Geïnspireerd door NDVI-index kaart
- **Percentage groen in een bepaald gebied**
- Op basis van NDVI
- **Percentage groen in particulierentuinen**
- Op basis van NDVI en BAG
- **30% boomkruinoppervlak (3-30-300 regel)**



Percentage groen in buurten Ede



Percentage groen in particulierentuin



Legenda

Gemiddeld percentage groen tuinen

0 - 10

10 - 20

20 - 30

30 - 40

40 - 50

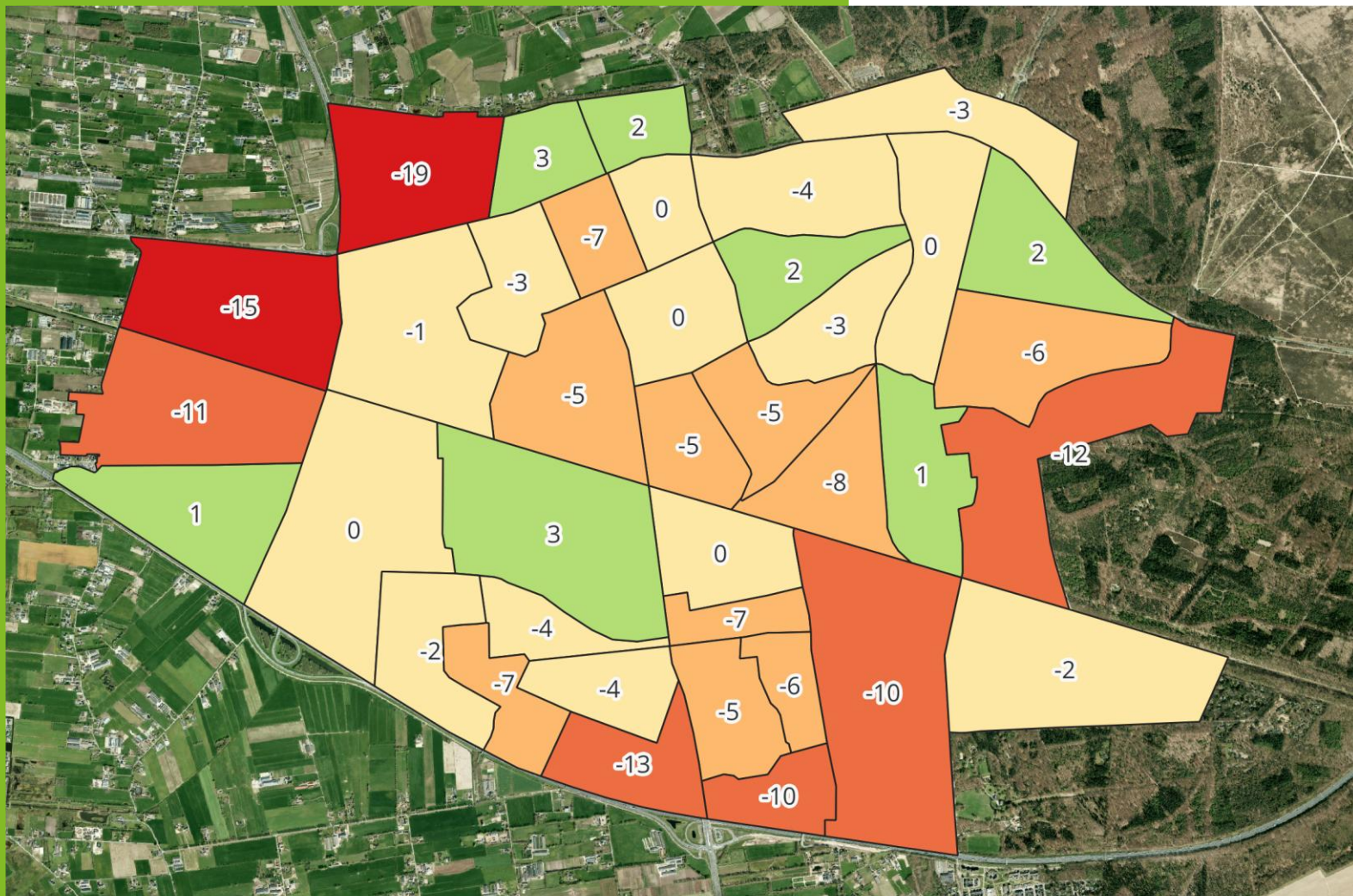
50 - 60

60 - 70

 Stedelijk gebied

ESRI Satellite

Monitoring voorbeeld: Groen in particulierentuin in 2024 t.o.v 2016



Legenda

Verschil percentage groen 2024 t.o.v 2016

■ -20 tot -15

■ -15 tot -10

■ -10 tot -5

■ -5 tot 0

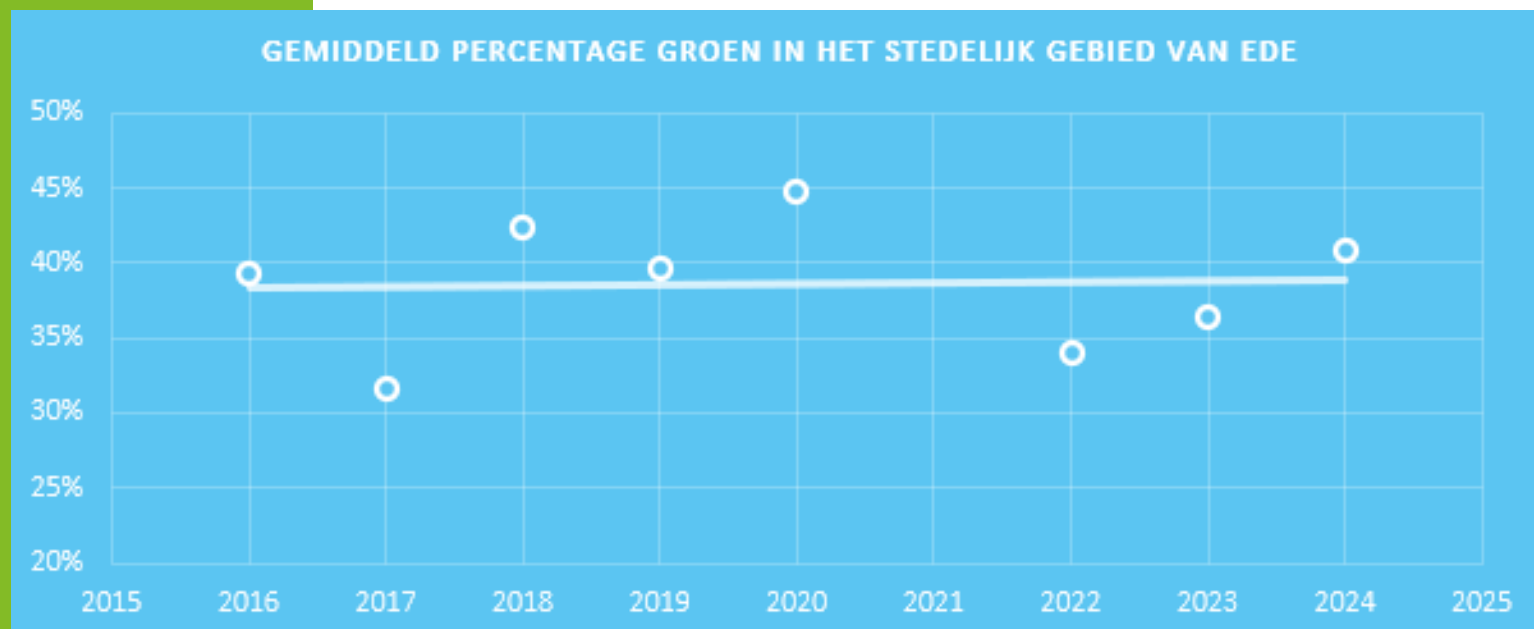
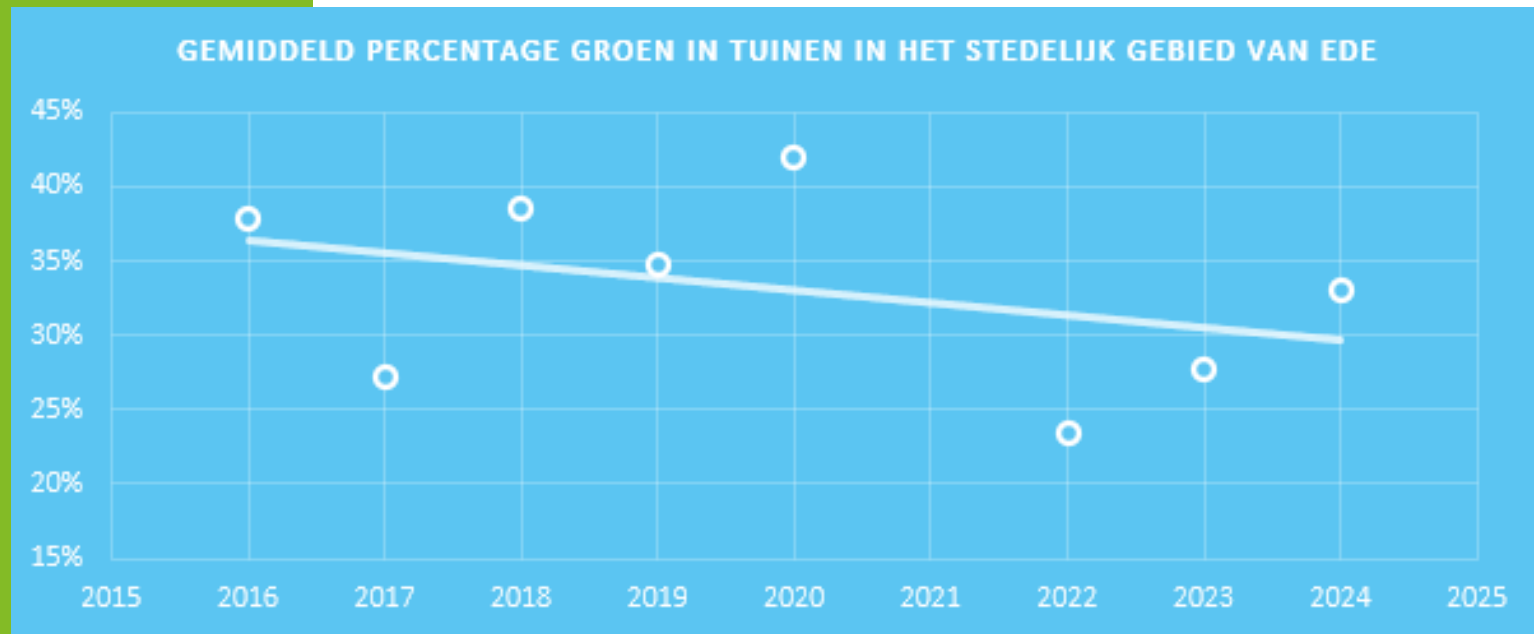
■ 0 tot 5

ESRI Satellite

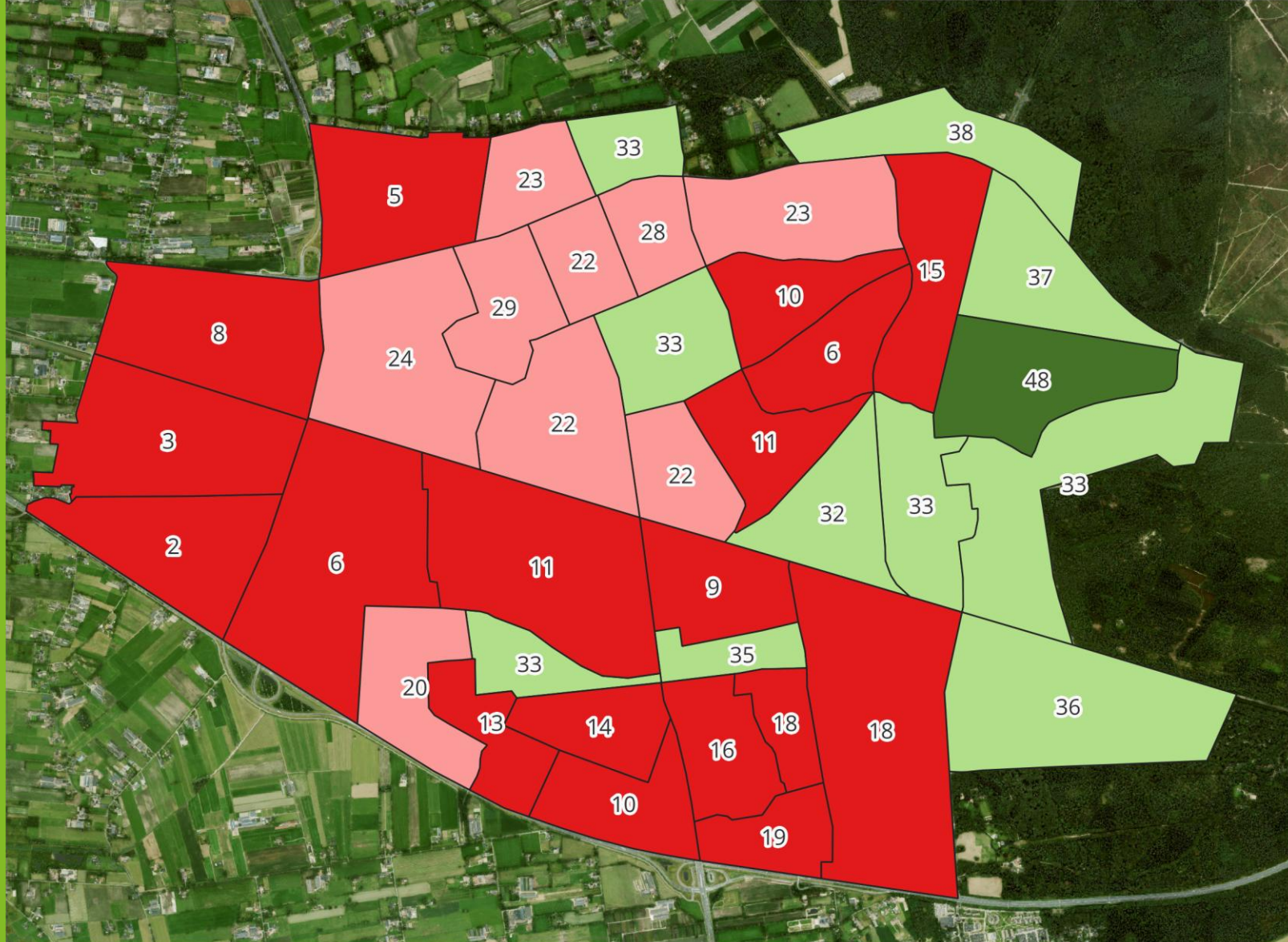
Monitoring voorbeeld:

Groen in particulierentuin van 2016 tot 2024

- **Variatie: NDVI-index**
- Weersomstandigheden
- **Duidelijke trend**
- **Groen totaal: Stabiel**
- **Groen in tuinen: Afname**
- 0.8% per jaar



30% boomkruinoppervlakte



Legenda

Boomkruinoppervlakte

 <20%

20-30%

30-40%

 >40%

ESRI Satellite

Conclusies

- AI en AHN methode ongeschikt voor precisie locatiebepaling van heggen.
- AI geschikter om duidelijkere objecten in kaart te brengen.
- AHN methode geschikter om groen te categoriseren op basis van hoogte
- In kaart brengen van percentages groen met de NDVI-index biedt monitoringskansen.





Vragen & Discussie

fbouw@avecodebondt.nl


**Aveco
de Bondt**
onderzoekt ontwerpt adviseert

avecodebondt.nl

Verbindt en creëert