

HOE VERSTEEND IS HAARLEM ECHT?

EEN GROENANALYSE VAN HAARLEM OP BASIS
VAN LUCHTFOTO'S, VERGELEKEN MET DE BGT



AARON JANSSENS

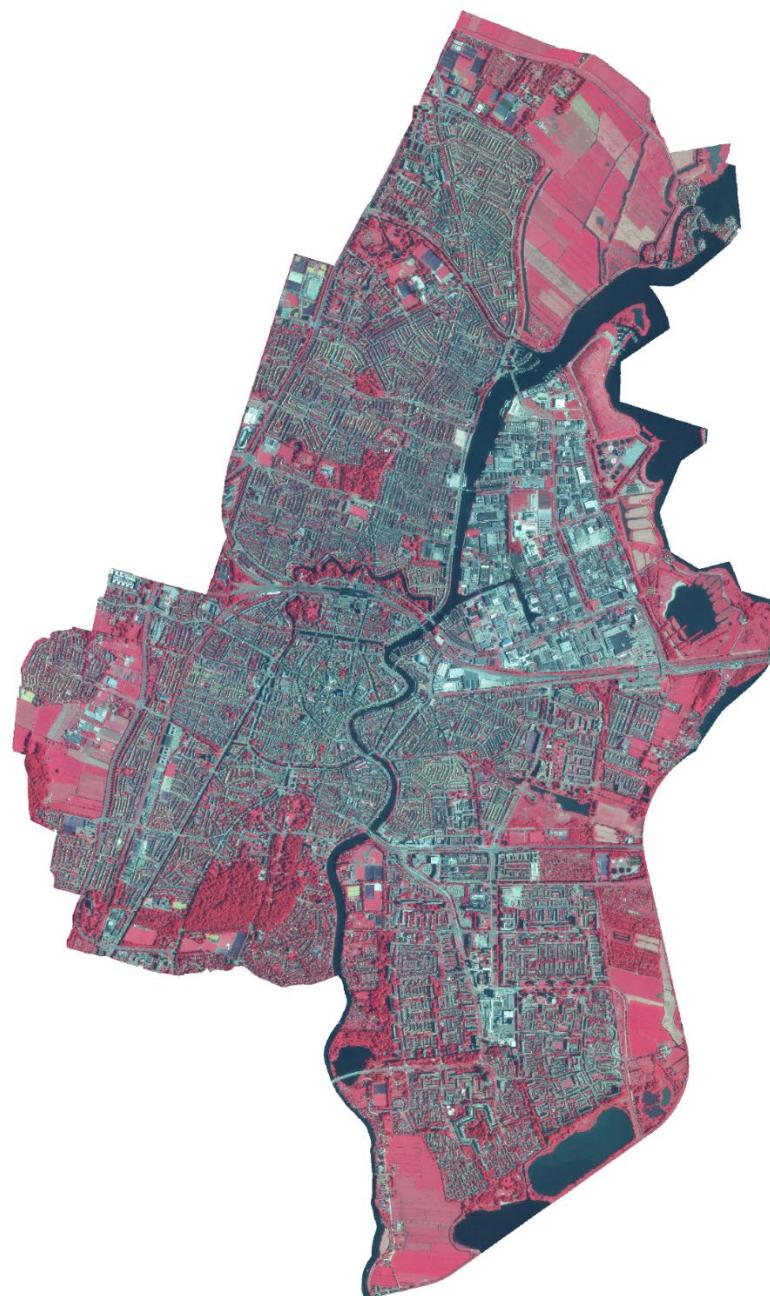
AARON.JANSSENS@GMAIL.COM

HOE VERSTEEND IS HAARLEM ECHT?

Een groenanalyse op basis van luchtfoto's, vergeleken met de BGT

Aaron Janssens

Juni 2025



INHOUD

1. Samenvatting	1
2. Inleiding.....	2
3. Methode.....	2
3.1 Datasets.....	2
3.2 Analyse.....	3
4. Resultaten	4
4.1 Gegevens geanalyseerde buurten.....	7
4.2 Case study: Burgemeesterskwartier	8
4.3 Meest versteende buurten volgens luchtfoto-classificatie.....	10
5. Conclusie	11
6. Discussie	11
7. Aanbevelingen en mogelijk vervolgonderzoek	12
Bibliografie	13

1. SAMENVATTING

Haarlem is meerdere jaren op rij uitgeroepen tot de meest versteende stad van Nederland. Deze analyse onderzoekt in hoeverre dat beeld klopt, en hoe de uitkomst afhangt van de gekozen meetmethode. Daarvoor zijn gegevens uit de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT) vergeleken met een datagedreven classificatie op basis van CIR-luchtfoto's, waarin vegetatie door gebruik van infrarood goed zichtbaar is.

Met behulp van een Random Forest model, een vorm van machine learning, zijn de luchtfoto's automatisch geclassificeerd in twee klassen: groen en verhard. Water is aanvullend toegevoegd uit een bestaande kaartlaag, omdat water op luchtfoto's moeilijk te onderscheiden is van schaduw op verharding.

De uitkomsten laten zien dat het beeld van versteening sterk afhankelijk is van de gehanteerde definities. In buurten als het Burgemeesterskwartier toont de BGT slechts 0,3 m² groen per woning, terwijl de luchtfoto-classificatie uitkomt op ruim 60 m². Dit verschil komt grotendeels voort uit het feit dat in veel analyses, zoals die van Natuur & Milieu uit 2022, uitsluitend het openbaar groen wordt meegeteld, terwijl het classificatiemodel ook (voor)tuinen en boomkronen herkent.

Gemiddeld laat de luchtfoto-classificatie ruim twee keer zoveel groen per woning zien als de BGT. Toch betekent dat niet dat er geen sprake is van versteening. Omdat veel van het aanwezige groen privaat is en niet voor iedereen toegankelijk, blijft vergroening van het openbare domein essentieel, vooral in buurten waar bewoners weinig ruimte hebben voor eigen groen.

Daarnaast is het relevant om onderscheid te maken in functies van het groen: voor waterberging is vooral het aandeel onverhard oppervlak van belang, terwijl hittestress, biodiversiteit en gezondheid juist gebaat zijn bij het werkelijke volume van vegetatie, zoals schaduw en verkoeling door boomkronen. Door verschillende databronnen te combineren ontstaat een completer beeld, dat richting kan geven aan gerichte vergroening op plekken waar de nood het hoogst is.

2. INLEIDING

Vergroening staat door klimaatverandering bij veel steden steeds hoger op de agenda. Dat geldt dubbel voor Haarlem, die meerdere jaren op rij de twijfelachtige titel van meest versteende gemeente in Nederland kreeg ([NH Nieuws, 2022](#)).

Er zijn talloze voordelen te noemen van groen: bestrijding van wateroverlast, hittestress en verdroging, en het verbeteren van de gezondheid en biodiversiteit. Maar hoe versteend is Haarlem nou werkelijk? En hoe meet je dat op betrouwbare wijze?

“De twee buurten in Haarlem die het slechtst scoren zijn de Generaalsbuurt (Transvaalwijk) en het Burgemeesterskwartier (Te Zaanenkwartier). De Generaalsbuurt heeft gemiddeld 0,2 vierkante meter groen per woning, het Burgemeesterskwartier zit hier met 0,3 vierkante meter groen per woning nog net boven.” ([NH Nieuws, 2022](#))

3. METHODE

De nieuwsartikelen baseren zich op een onderzoek van Natuur en Milieu uit 2022 ([Natuur & Milieu, 2022](#)). Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van de groennorm 75m² groen per woning in buurt. Deze norm wordt gezien als ondergrens in de Nota Ruimte. De dataset die Natuur & Milieu voor dit onderzoek gebruikt heeft is de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT).

3.1 DATASETS

De analyse in dit onderzoek is uitgevoerd op basis van CIR-luchtfoto's ([Beeldmateriaal Nederland, 2023](#)). CIR-luchtfoto's (Color Infrared) maken gebruik van nabij-infrarood licht, dat voor het menselijk oog onzichtbaar is. Vegetatie absorbeert een groot deel van het zichtbare licht (vooral blauw en rood) voor fotosynthese, maar reflecteert juist sterk in het nabij-infrarood. In CIR-beelden wordt dit infraroodkanaal weergegeven als rood, waardoor planten en bomen felrood of roze oplichten. Dat maakt het eenvoudiger om vegetatie van verharding, water of schaduw te onderscheiden.

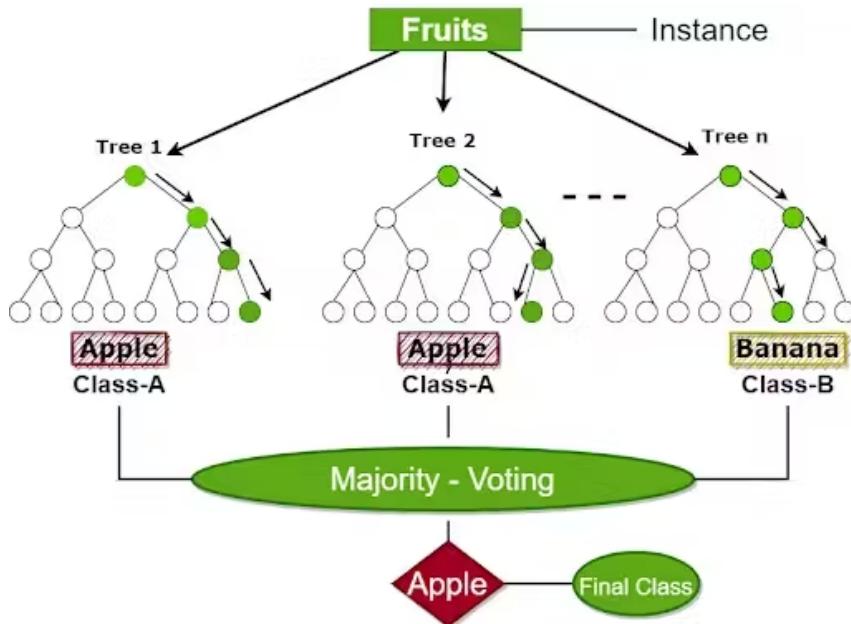
Alle buurtgrenzen, inwoneraantallen en woningdata zijn afkomstig uit de Wijk- en buurtkaart 2024 van het CBS ([CBS, 2024](#)).

Ter vergelijking is, net als in het onderzoek van Natuur & Milieu, ook een analyse uitgevoerd op basis van de BGT. Het was daarbij niet volledig duidelijk welke lagen in dat onderzoek precies als groen of als verhard zijn meegeteld. Uit het artikel van NH Nieuws blijkt dat de Generaalsbuurt werd aangemerkt als meest versteende buurt (0,2 m² groen per woning), gevolgd door het Burgemeesterskwartier (0,3 m²). Deze waarden konden in deze analyse het nauwkeurigst worden benaderd door uitsluitend de laag “begroeid terreindeel” als groen te rekenen.

In deze analyse zijn, net als in het onderzoek van Natuur & Milieu, alleen de buurten van Haarlem in de bebouwde kom en met meer dan 500 inwoners geanalyseerd.

3.2 ANALYSE

Voor de analyse is gebruikgemaakt van een supervised machine learning-model: de Random Forest Classifier. Dit algoritme werkt door meerdere beslisbomen te trainen op willekeurige subsets van de data. Elke boom geeft een voorspelling, en de uiteindelijke classificatie wordt bepaald op basis van de meerderheid van die voorspellingen (zie Figuur 1). Random forest is zeer geschikt voor datasets zoals luchtfoto's, waarin veel variatie zit in kleur, textuur en lichtinval.



Figuur 1: Random forest algoritme (Chaudhary, 2022).

In QGIS zijn handmatig polygonen ingetekend op de CIR-luchtfoto met twee klassen: groen en verhard oppervlak. Daarbij is geprobeerd om zoveel mogelijk verschillende oppervlaktetypen binnen elke klasse te representeren, waaronder grasvelden, bossen, daken en wegen. Op basis van deze trainingsdata is een Random Forest model getraind, bestaande uit 250 beslisbomen.

Na training is de nauwkeurigheid geëvalueerd met een onafhankelijke testset. Het model behaalde een zeer hoge nauwkeurigheid: een precisie en recall (herkenningsgraad) 1.00 voor groen, en vrijwel gelijk voor verhard (zie Figuur 2). Dat betekent dat de oppervlakken zeer goed van elkaar worden onderscheiden. Op basis van dit model is elke pixel van de CIR-luchtfoto van Haarlem geclassificeerd als groen of verhard.

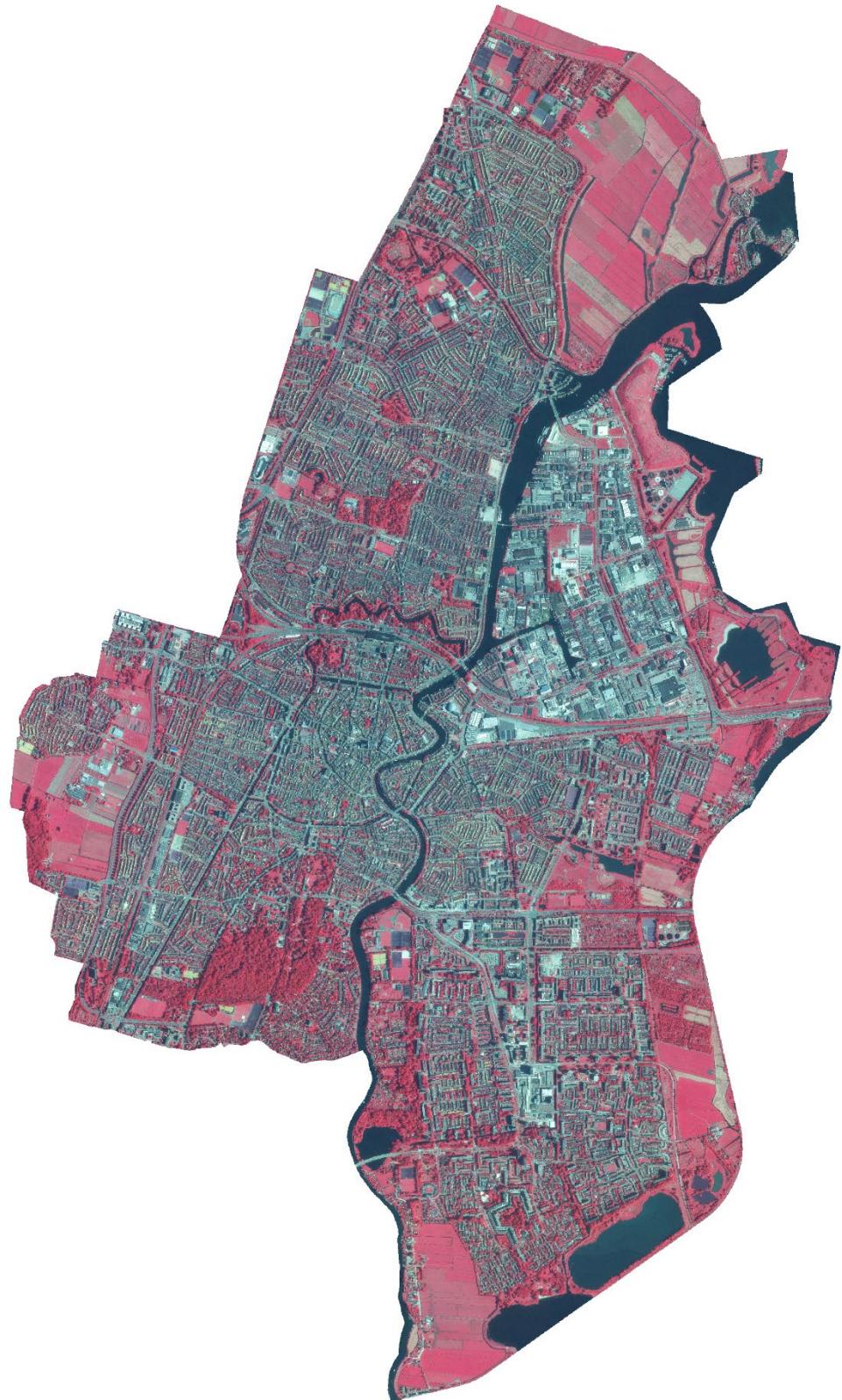
	precision	recall	f1-score	support
Groen	1.00	1.00	1.00	968765
Verhard	1.00	0.99	1.00	616330
accuracy			1.00	1585095
macro avg	1.00	1.00	1.00	1585095
weighted avg	1.00	1.00	1.00	1585095

Figuur 2: Precisie van het random forest model.

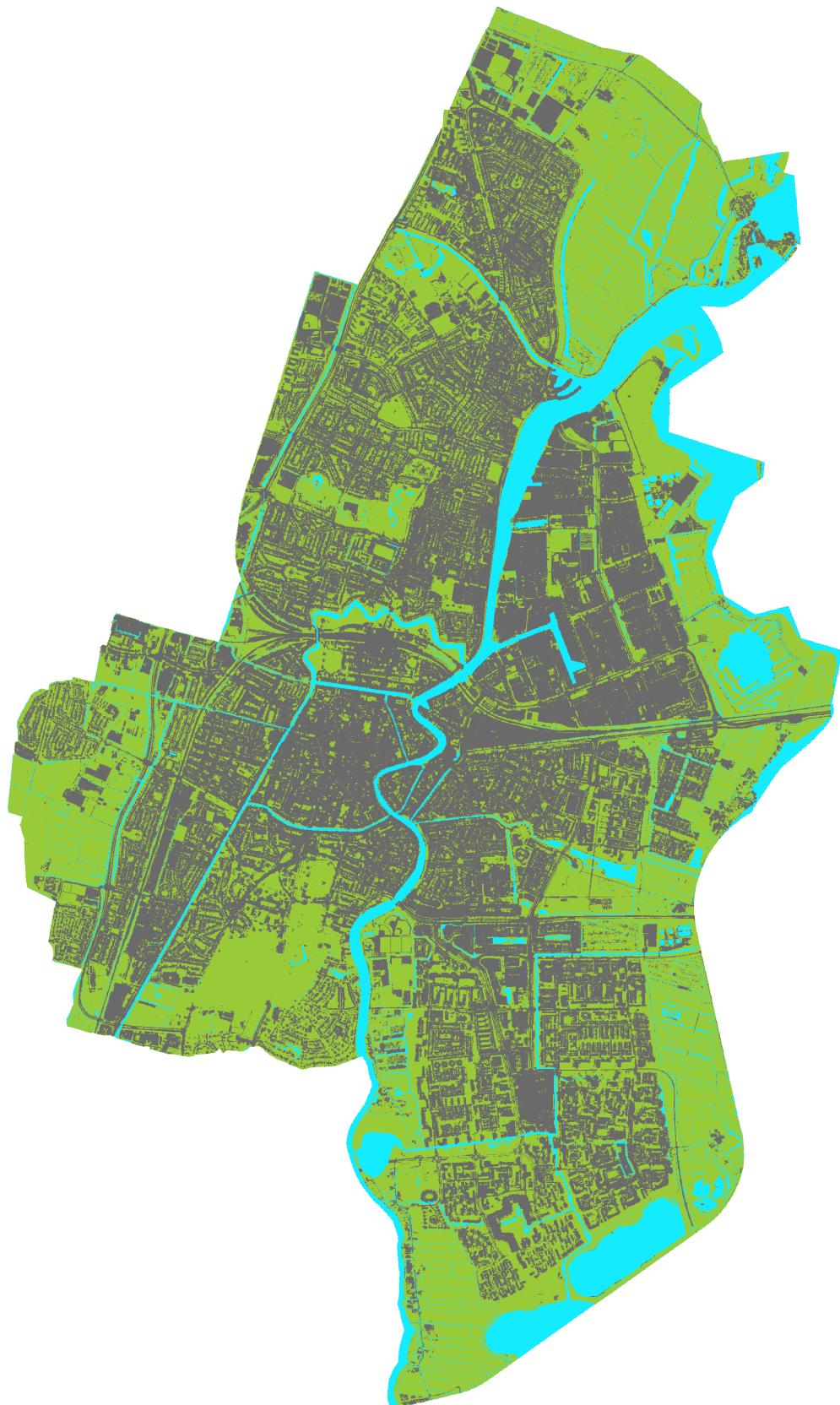
Omdat water op luchtfoto's visueel sterk lijkt op schaduw op verharding, is water achteraf toegevoegd uit de Top10NL-kaart van het Kadaster (Kadaster, 2023).

4. RESULTATEN

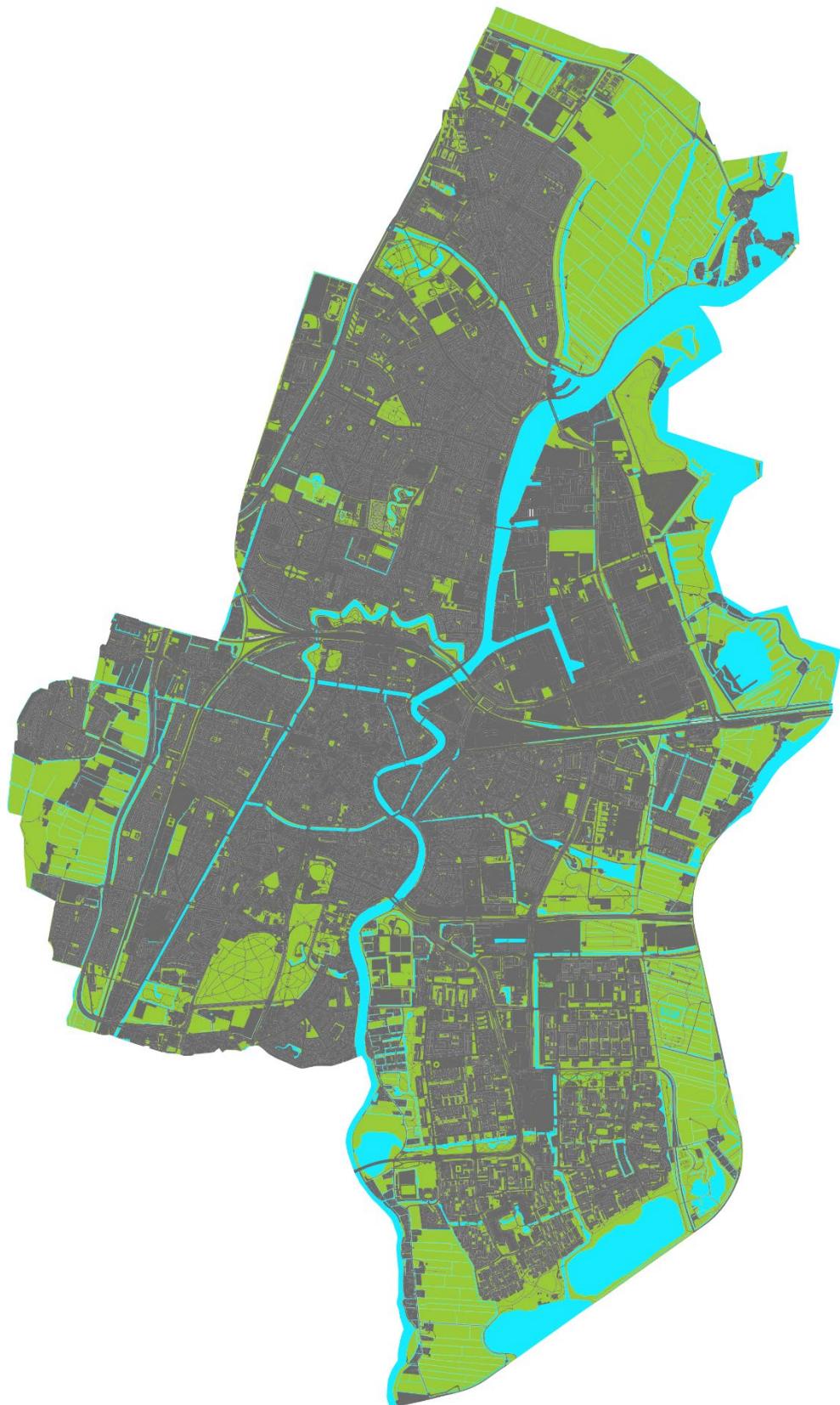
Om een beeld te schetsen, worden hieronder drie figuren van Haarlem getoond: de CIR-luchtfoto, het raster dat is gegenereerd op basis van het Random Forest model, en Haarlem uit de BGT.



Figuur 3: CIR-luchtfoto (rood is vegetatie).



Figuur 4: De luchtfoto-classificatie gegenereerd met het random forest model, op basis van de CIR-luchtfoto.



Figuur 5: Haarlem uit de BGT met alleen de laag “begroeid terreindeel” als groen weergegeven.

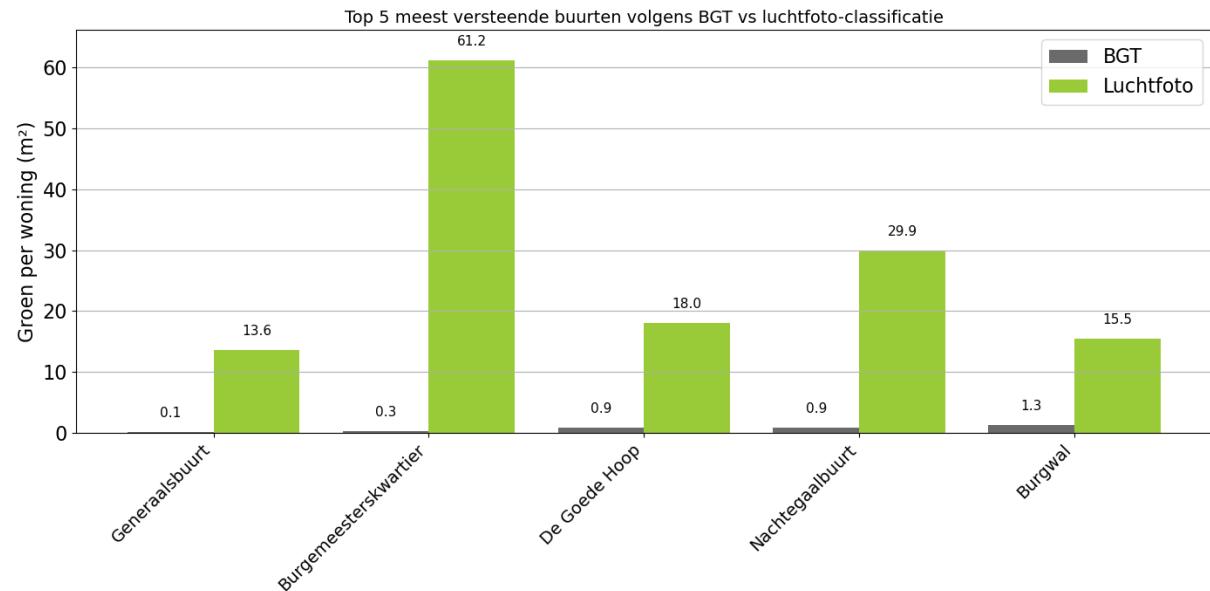
4.1 GEGEVENS GEANALYSEERDE BUURTEN

In onderstaande tabel zijn de gegevens voor alle buurten van Haarlem weergegeven. Hier zijn dus alleen de buurten in de bebouwde kom met meer dan 500 inwoners in opgenomen. Wat opvalt is dat de luchtfoto-classificatie meer dan twee keer zo veel m² groen per woning laat zien. De BGT gegevens komen bijna overeen met de cijfers van Natuur & Milieu, waar voor Haarlem het gemiddeld groen per woning 46 m² was.

Gegeven	Luchtfoto-classificatie	BGT
Gemiddeld m ² groen per woning	105,1	43,3
Aantal buurten met minder dan 75 m ² groen per buurt	44	77
Percentage buurten met minder dan 75 m ² groen per buurt	48,9%	85,6%

Tabel 1: Gegevens van het groen voor alle buurten van Haarlem, luchtfoto-classificatie vs. BGT.

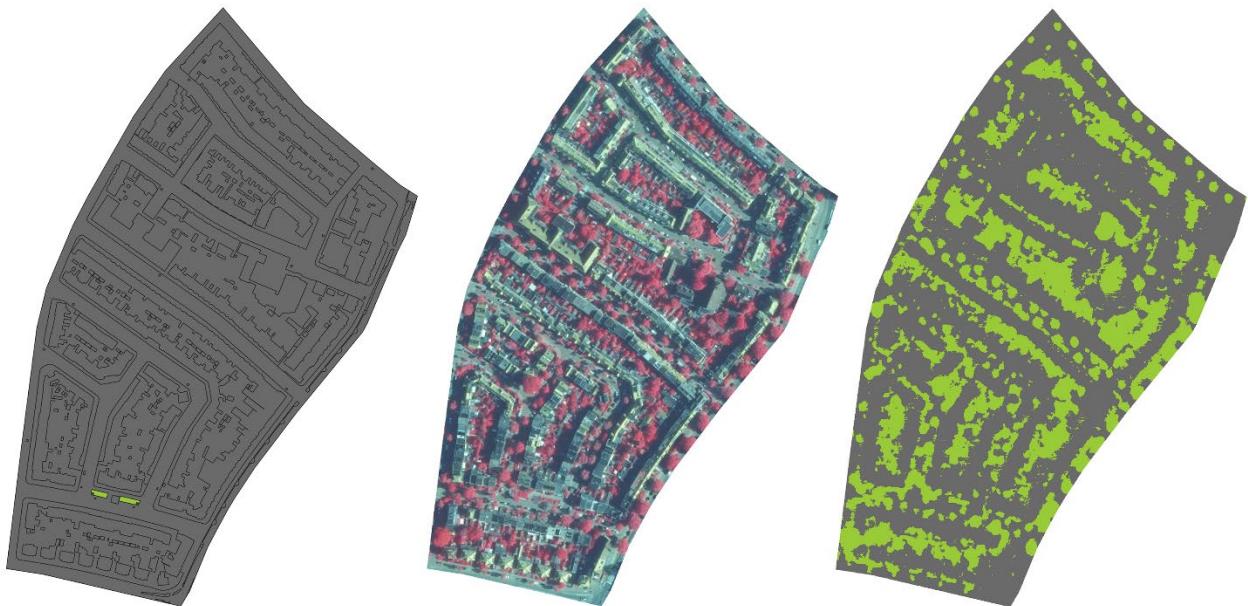
In onderstaande grafiek worden de top 5 meest versteende buurten volgens de BGT weergegeven en vergeleken met de luchtfoto-classificatie. Ook hier komen de getallen van de BGT heel dicht bij die uit de analyse van Natuur & Milieu.



Figuur 6: Top 5 meest versteende buurten volgens de BGT, vergeleken met de luchtfoto-classificatie.

4.2 CASE STUDY: BURGEMEESTERSKWARTIER

Omdat het verschil uit tussen de BGT-analyse en de luchtfoto-classificatie dermate groot is voor het Burgemeesterskwartier, wordt deze hieronder verder onder de loep genomen.



Figuur 7: Het Burgemeesterskwartier weergegeven volgens drie bronnen: links de vegetatie volgens de BGT (alleen de laag “begroeid terreindeel” groen weergegeven), midden de CIR-luchtfoto (waarop vegetatie als rood zichtbaar is), en rechts het resultaat van de luchtfoto-classificatie.

De verschillen tussen databronnen worden hier duidelijk zichtbaar in de op één na meest versteende buurten volgens het onderzoek van Natuur & Milieu, volgens welke in deze buurt slechts $0,3\text{m}^2$ groen per woning is. De linker kaart toont het groen uit de BGT, waarin slechts enkele kleine vakken als “begroeid terreindeel” zijn geregistreerd. Dit komt neer op $0,25\text{m}^2$ groen per woning (140m^2 groen / 560 woningen).

Op de middelste kaart is duidelijk te zien dat in werkelijkheid veel meer vegetatie aanwezig is: bomen, tuinen en groene stroken lichten rood op in de CIR-luchtfoto. In de rechterkaart is dit groen ook daadwerkelijk herkend door het classificatiemodel. Met name (voor)tuinen en boomstroken langs de straat dragen aanzienlijk bij aan het beeld van vergroening, maar worden in de BGT niet meegeteld. Dit verklaart waarom de BGT in deze buurt uitkomt op slechts $0,3\text{m}^2$ groen per woning, terwijl de classificatie op basis van luchtfoto's uitkomt op ruim 61m^2 .

Op de volgende pagina zijn enkele beelden uit de buurt weergegeven in Google Street View. Deze impressies laten zien dat het straatbeeld in deze buurt niet volledig overeenkomt met het beeld van “op één na meest versteende buurt van Haarlem”.



Figuur 8: Van Egmondstraat (Google, 2024).



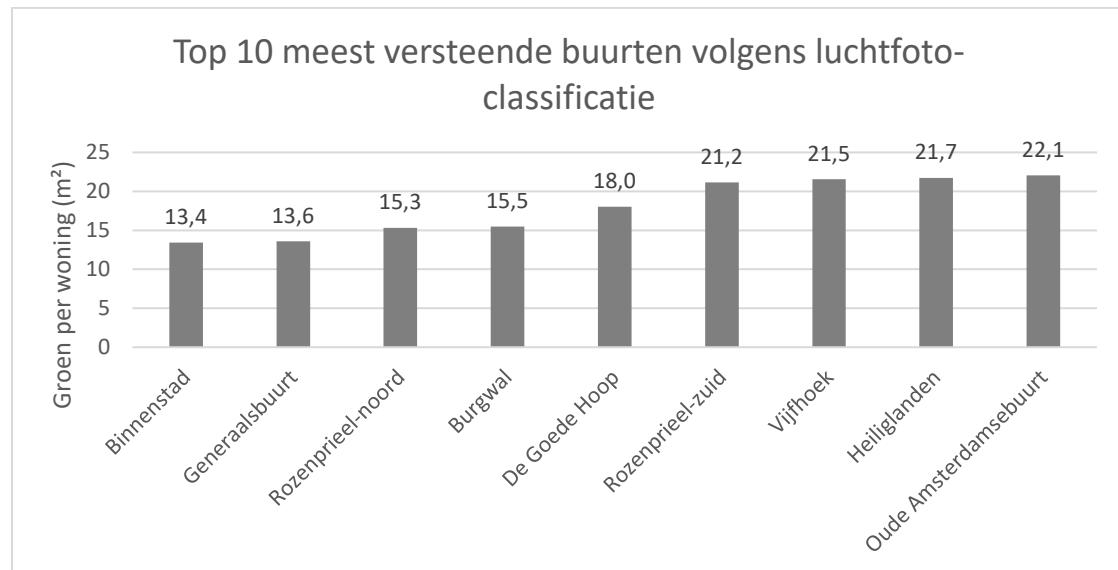
Figuur 9: Arnoldystraat (Google, 2024).



Figuur 10: Fuhropstraat (Google, 2024).

4.3 MEEST VERSTEENDE BUURTEN VOLGENS LUCHTFOTO-CLASSIFICATIE

In onderstaande grafiek worden de meest versteende buurten van Haarlem volgens de luchtfoto-classificatie weergegeven.



Figuur 11: De top 10 meest versteende buurten volgens de luchtfoto-classificatie.

Het zal weinig verrassend zijn dat de Binnenstad uit deze analyse naar voren komt als de meest versteende buurt van Haarlem, met gemiddeld 13,4 m² groen per woning. De beschikbare vegetatie bestaat hier vooral uit hofjes en binnentuinen. De Grote Markt, Zijlstraat en de Gedempte Oude Gracht zijn grotendeels versteend, wat ook zichtbaar wordt op de hittestresskaart (figuur 12). Op de tweede plek staat de Generalsbuurt, die in het onderzoek van Natuur & Milieu als meest versteende buurt werd aangemerkt. De Generaal Cronjéstraat, de centrale winkelstraat van deze buurt, kent geen enkele vorm van bomenaanplant, wat bijdraagt aan het versteende karakter van de buurt.



Figuur 12: Hittestress in de Binnenstad. Hoe donkerder de kleur rood, hoe hoger de gevoelstemperatuur op een tropische zomermaandag (Klimaateffectatlas, 2024).

5. CONCLUSIE

Deze analyse laat zien dat functioneel groen in Haarlem sterk wordt onderschat wanneer alleen openbaar groen uit de BGT wordt gebruikt als maatstaf. Met name boomkronen, (voor)tuinen en kleine groenvakken worden dan buiten beschouwing gelaten, terwijl die wel degelijk bijdragen aan verkoeling, biodiversiteit en leefkwaliteit. De luchtfoto-classificatie toont systematisch hogere waarden aan groen per woning dan de BGT. In buurten als het Burgemeesterskwartier is het verschil zelfs extreem: daar toont de BGT slechts 0,3m² groen per woning, terwijl de classificatie op basis van luchtfoto's uitkomt op ruim 60 m². Dat maakt duidelijk dat het beeld van verstening sterk afhangt van de gebruikte definities.

6. DISCUSSIE

Het verschil tussen de BGT-data en luchtfotoanalyse roept vragen op over wat we precies meten als we spreken over "groen" in de stad. De exclusieve focus op openbaar groen is beleidsmatig begrijpelijk, maar sluit een belangrijk deel van het fysieke en beleefbare groen uit. Voortuinen en binnenhoven zijn vaak particulier bezit, terwijl straatgroen doorgaans openbaar is. Toch spelen al deze vormen van groen een cruciale rol in het lokale microklimaat, de waterbergingscapaciteit, biodiversiteit en het welzijn van bewoners. Bovendien neemt de BGT boomlocaties doorgaans wel mee op basis van de ondergrond (onverhard), maar houdt geen rekening met de omvang van boomkronen, terwijl juist die relevant zijn voor schaduw en hittestress.

Hoewel deze analyse laat zien dat er meer groen zichtbaar is dan gangbaar wordt geanalyseerd in onderzoeken naar vergroening, betreft dit deels privégroen, zoals tuinen. Vergroening van het openbare domein blijft daarom van groot belang, met name in buurten waar bewoners zelf weinig ruimte hebben voor eigen groen. Door zichtbaar en beleefbaar groen gezamenlijk te analyseren, ontstaat een beter uitgangspunt voor gerichte vergroening op plekken waar de nood het hoogst is, bijvoorbeeld in relatie tot hittestress en wateroverlast.

Ten slotte richt deze analyse zich uitsluitend op de kwantiteit van groen (oppervlakte), en niet op kwaliteit. Dat aspect zou in vervolgonderzoek mogelijk kunnen worden meegenomen.

7. AANBEVELINGEN EN MOGELIJK VERVOLGONDERZOEK

Deze analyse laat zien dat uitspraken over versteening en groendekking sterk afhangen van de gekozen methode en de gehanteerde definitie van “groen”. Het combineren van verschillende databronnen kan leiden tot een vollediger en realistischer beeld van het stedelijk groen.

Een relevante vervolg vraag is in hoeverre binnen de gemeente Haarlem al beleidsmatig onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende typen groen, zoals privétuinen, openbaar groen, boomkronen en groene daken. Ook kan verkend worden of datagedreven vegetatiekaarten, zoals in deze analyse gebruikt, ingezet kunnen worden voor het monitoren of evalueren van vergroening.

Hoewel dit rapport zich met name richt op de kwantiteit van groen, liggen er ook kansen om in vervolgonderzoek de kwaliteit en diversiteit van het groen beter in beeld te brengen. Een mogelijke uitbreiding is het maken van onderscheid tussen subtypen zoals halfverharding, boomkronen, gras, groene daken en open (zand)grond. Onderscheid in subklassen kan beter inzicht geven in de waarde van het groen in relatie tot waterafvoer, hittestress en biodiversiteit.

Daarnaast kan vervolgonderzoek zich richten op de mate van toegankelijkheid van groen. Een indeling in publiek, semi-publiek en privé groen kan bijdragen aan een meer samenhangend beeld van wat er beschikbaar is voor bewoners. Door deze aspecten gezamenlijk te analyseren, in samenhang met ruimtelijke opgaven zoals hittestress en wateroverlast, ontstaat een sterker uitgangspunt voor gerichte vergroening op plekken waar de nood het hoogst is.

BIBLIOGRAFIE

Beeldmateriaal Nederland. (2023). CIR Beeldmateriaal Nederland 25cm. Opgehaald van <https://www.beeldmateriaal.nl/data-room>

Business Insider Nederland. (2022). Dit zijn de Nederlandse steden met de minst en meest ‘versteende buurten’. Opgehaald van <https://www.businessinsider.nl/nederlandse-steden-weinig-groen-versteende-buurten/>

CBS. (2024). Wijk- en buurtkaart 2024. Opgehaald van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/wijk-en-buurtkaart-2024>

Chaudhary, M. (2022). Random Forest Classifier. Opgehaald van <https://www.turing.com/kb/random-forest-algorithm>

Google. (2024). Google Streetview. Opgehaald van <https://www.google.com/streetview/>

Kadaster. (2023). Basisregistratie Topografie (BRT) TOPNL. Opgehaald van <https://www.pdok.nl/introductie/-/article/basisregistratie-topografie-brt-topnl>

Kadaster. (2023). Dataset: Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT). Opgehaald van <https://www.pdok.nl/ogc-apis/-/article/basisregistratie-grootschalige-topografie-bgt->

Klimaateffectatlas. (2024). Gevoelstemperatuur 2022. Opgehaald van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartviewer>

Natuur & Milieu. (2022, 2). Stad van steen? Onderzoek naar de verstening van de openbare ruimte. Opgehaald van <https://natuurenmilieu.nl/app/uploads/Rapport-Verstening-Openbare-Ruimte.pdf>

NH Nieuws. (2022, 2 21). Haarlem is de meest versteende gemeente van Nederland. Opgehaald van <https://www.nhnieuws.nl/nieuws/299957/haarlem-is-de-meest-versteende-gemeente-van-nederland>