

Het gebruik van satellietbeelden
bij stedelijke vergroening

Is 'groen' groen?

Wat is de groenste woonwijk van Nederland? Een vraag die ondanks de enorme toename aan ruimtelijke gegevens, en met name satellietgegevens, niet makkelijk valt te beantwoorden. Laten we de vraag daarom opsplitsen, door ons eerst af te vragen of we kunnen vertrouwen op de inzet van satellietbeelden. Er bestaan namelijk verschillen tussen veldwaarnemingen en satellietdata.



Het gebruik van satellietbeelden - eigenlijk moeten we zeggen sensorbeelden - en met name die van de jaarlijks geactualiseerde luchtfoto's, vormt een belangrijke bouwsteen voor het gemeentelijk werk. Zo zijn de luchtfoto's afbeeldingen van rode, groene, blauwe (RGB) stralingswaarden. Die zijn door sensoren - soms nog camera's genoemd - gemeten. Die metingen, veelal aangevuld met nabij-infrarode (NIR) stralingswaarden, bieden de mogelijkheid om unieke combinaties van stralingswaarden, de spectrale *fingerprint*, te berekenen. Op basis van die *fingerprint* zijn verschillen in vegetatietypen en zelfs -soorten (zoals boom, struik of kruid) vast te stellen. Ondertussen beschikken we over vele typen sensoren, waarmee diverse reflectie- en emissiegolflengten zijn te meten, waardoor er meer verschillende *fingerprints* beschikbaar komen.

Met zogenaamde actieve sensoren, die zelf straling uitzenden, meten we puntsgewijs de afstand tussen de sensor en objecten, zoals gebouwen en bomen. Uit de gemeten punten kunnen we diverse 'oppervlakten' berekenen. Een bekend voorbeeld daarvan, dat verkregen is met het actieve systeem LIDAR, is het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN). Met voldoende van die oppervlakten zijn ook volume-objecten zoals boomkruinen te berekenen. Het aanbod aan sensorgegevens is dus groot en daarmee ook de variatie om iets te weten te komen over vergroening.

Welke ruimtelijke precisie?

Naast de aard van de golflengte is het relevant om te weten met welke ruimtelijke precisie de sensor meet. Sensoren voor meteorologische metingen op wereldschaal kennen bijvoorbeeld een detaillering van 4 bij 4 kilometer (NOAA, AVHRR). Aan de andere kant van deze schaal staan bijvoorbeeld de recente generatie luchtfoto's van Nederland, die een ruimtelijke detail van 25



Figuur 1. Sensorbeelden van de Centraal Station omgeving, Assen. Links: 7,5 bij 7,5 centimeter resolutie [van <https://opendata.hunzeenaas.nl>] en rechts 25 bij 25 meter [van <https://earthengine.google.com/timelapse>]. De rode begrenzing toont dezelfde ruimtelijke eenheid.

bij 25 centimeter bieden, en zeer recent (zie figuur 1) zelfs 7,5 bij 7,5 centimeter.¹ Ook is het goed om te beseffen dat de sensoropnamen tijdsgebonden zijn. Bij satellietopnamen is veelal de regel: hoe lager de resolutie hoe frequenter metingen van dezelfde locatie worden gemaakt. Zo meet NOAA de hele aarde tweemaal per dag. Ter vergelijking, de Sentinel-2 missie van de EU meet iedere locatie om de tien dagen en kent een ruimtelijke precisie van 10, 20 en 60 meter, afhankelijk van de te meten straling. Sentinel-2 meet vegetatiekarakteristieken met een precisie van 20 bij 20 meter. Daarnaast heeft het tijdstip op de dag invloed op de meet-

kwaliteit en de periode in het jaar invloed op hetgeen wordt gemeten; in de zomer worden op onze breedtegraden andere vegetatiewaarden gemeten dan in de winter.

Een mooi voorbeeld van het laatste geeft de groenmonitor.² Deze applicatie maakt gebruik van verschillende sensoren waarbij de genormaliseerde verhouding tussen stralingswaarden van rode (R) en nabij-infrarode (NIR) golflengten een vegetatie index (NDVI) oplevert. R- en NIR-stralingswaarden geven informatie over de fotosynthese en bieden daarmee tevens inzicht in de mate van vergroening (zie



Figuur 2. Afbeelding uit de Groenmonitor 26 maart 2022 (25 bij 25 meter) van de zuidoostelijke omgeving van Assen. De rode begrenzing toont dezelfde ruimtelijke eenheid als in figuur 1.



Figuur 3. Onderscheid tussen informatie van satellietgegevens gebaseerd op metingen van de bovenkant van de aarde (*coverage*) en de werkelijkheid (doorsnede).

figuur 2). Deze NDVI-index varieert van 0 (geen vegetatie) tot 1 (maximale vegetatie) per pixel van 25 bij 25 meter.

Tenslotte is het belangrijk om betrouwbare referenties van de werkelijkheid te hebben. Dit wordt aangeduid met *field truth*. Deze referenties spelen een dubbelrol. Zij geven enerzijds betekenis aan de sensorgegevens, zodat we weten dat data bepaalde meetwaarden (bijvoorbeeld een gebouw, type beplanting, soort boom, etc.) representeren. De classificatiepraktijk gebruikt uiteenlopende methoden om tot die betekenis te komen. Zo hebben we hiervoor gezien dat de groenmonitor, met behulp van de NDVI-methode, aan de gemeten gegevens de betekenis 'mate van groene biomassa' geeft. Daarnaast vervullen de veldgegevens een controle-rol waarmee de classificatieresultaten worden gevalideerd op hun betrouwbaarheid. Er is per definitie een verschil tussen veldgegevens en gegevens die verkregen zijn via een sensor gekoppeld aan een drone, vliegtuig of satelliet. Vanuit de lucht wordt veelal de bovenkant (*coverage*) van het aardoppervlak gemeten. In de luchtfoto's van Nederland, gemaakt in het zomerseizoen, dekken de boomkruinen delen van bijvoorbeeld de onderliggende bebouwing,

infrastructuur en vegetatie af en leveren dus een gedeeltelijk inzicht (zie figuur 3) en in sommige gevallen een mogelijke overschatting van de groenoppervlakte.

Het vertrouwen in satellietbeelden is sterk afhankelijk van de aard van de sensorgegevens, de methode waarmee ze zijn geïnterpreteerd en de wijze waarop ze worden gevalideerd. Bij zowel de betekenisverlening als de validatie spelen de veldgegevens als de wijze waarop die zijn beschreven een hoofdrol.

Gebruik van geïnterpreteerde gegevens

Vervolgens richten we ons op het gebruik van die geïnterpreteerde gegevens om de mate van vergroening, dan wel versterking, in beeld te krijgen. Laten we er vanuit gaan dat geïnterpreteerde satellietbeelden met een 50 bij 50 centimeter precisie geïnterpreteerd zijn voor een onderzoek naar de mate van stedelijke vergroening. Met behulp van de mogelijkheden van een geo-informatiesysteem gaan we deze gegevens verwerken en presenteren. Daartoe is het noodzakelijk om de vraag 'Wat is de groenste woonwijk' te contextualiseren en te accentueren. Alleen dan krijgen we scherp welke informatie voor welke doelgroep moet worden verkregen. De beoogde informatie voor een stedenbouwkundige afdeling van een gemeentelijke dienst zal daarmee een andere inhoud krijgen dan die voor een maatschappelijke lobbygroep.

In dit geval willen we de totale groenoppervlakte per woonwijk vaststellen. Het achterliggende doel is het onderling vergelijken van ruimtelijke eenheden (de woonwijken). Daarmee start een interessante discussie over de gehanteerde woonwijkdefinitie, en daarmee de ruimtelijke afbakening. Zoals bekend is een wijk 'een onderdeel van een gemeente, bestaande uit één of meerdere buurten, en kan overeen-

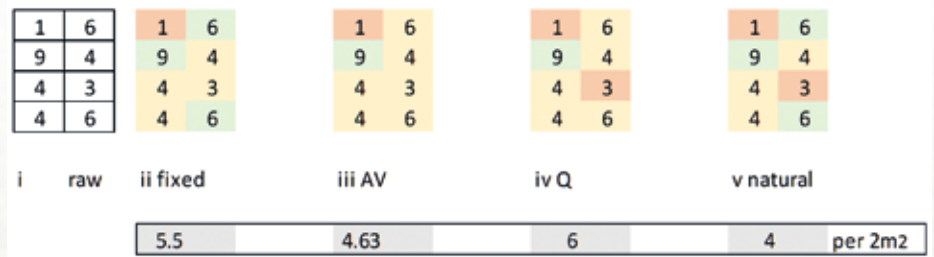
komen met de hele woonplaats of een deel daarvan'.³ De gemeenten bepalen in principe zelf de wijkindelingen en daarmee ook de ruimtelijke begrenzing. Zo vermeldt het CBS: 'De grenzen van wijken en buurten zijn afkomstig van gemeenten en primair opgenomen ter visuele ondersteuning van wijk- en buurtcijfers. De mate van nauwkeurigheid van de grenzen verschilt daarom (...)' Het gaat mij nu niet om de exacte ligging van de grenzen, maar vooral om de oppervlakteverschillen tussen 4.486 woonwijken in Nederland.⁴ Een willekeurige steekproef van 123 uit 4.486 wijken geeft aan dat de oppervlakten een spreiding kennen van 57 tot 5.930 hectare.

Het zal duidelijk zijn dat de stedenbouwkundige variatie tussen die twee uitersten enorm kan zijn. Indien de onderlinge vergelijking in ruimtelijke zin centraal moet staan, is een eenduidige definitie daarvan essentieel. Het CBS doet dit door bijvoorbeeld Nederland te verrasteren in eenheden van 100 bij 100 meter, en 500 bij 500 meter. Deze verrastering is niets anders dan een geometrische projectie en levert een beperkte inhoudelijke context. In die context missen we handvatten om stedelijke vergroening (openbaar en privaat) in relatie met (aantallen) inwoners in een bepaalde stedenbouwkundige setting te begrijpen en te vergelijken. Een opvallend detail bij de (op de CBS-wijk gebaseerde) studies is de rol van parken, sportterreinen en andere omvangrijke 'groen'-voorzieningen, die al snel tot een positief groenbeeld leiden. Mogelijkheden om een passender vergelijking te maken zijn er. De ruimtelijke eenheid kan worden vastgesteld aan de hand van bijvoorbeeld postcodegebieden, urbane indicatoren (bijvoorbeeld bebouwd oppervlak per hectare), of van een 'wijkgevoel'-indeling. Een poging in het kader van het 'wijkgevoel' kan starten met een vervolg van de buurtbeleving,⁵ waarbij het gedachtegoed van Kevin Lynch⁶ wederom een interessante bijdrage kan leveren.

Verwerking van geclassificeerde satellietbeelden

Met het vaststellen van een eenduidige, ruimtelijke eenheid zijn we er nog niet, want de verwerking van de geclassificeerde satellietbeelden, in de vorm van de rastergegevens van 50 bij 50 centimeter, valt met verschillende methoden uit te voeren. Iedere methode leidt per definitie tot een ander resultaat. Een eenvoudig denkmodel kan dit illustreren. We gebruiken daartoe een ruimtelijke eenheid van 2 vierkante meter waarin acht 'satellietbeeld'-pixels van 50 bij 50 centimeter voorkomen. Deze pixels hebben behalve een specifieke ruimtelijke ligging ook een specifieke waarde, waarbij 1 de betekenis heeft van geen groen en 9 die van maximale groenwaarde. Het gebruik van een specifieke methode om die groenwaarden te verdelen in bijvoorbeeld drie klassen (amper groen - rood aangeduid, gemiddeld groen - geel aangeduid, veel groen - groen aangeduid), geeft een verschil in de ruimtelijke verdeling daarvan (zie figuur 4). De vertaling van die drie klassen naar een ruimtelijke eenheid van 2 vierkante meter geeft, afhankelijk van de gekozen methoden, de waarden 5,5 (zelf vastgestelde klassen - 'fixed' in de figuur), 4,63 (gemiddelde - 'AV' in de figuur), 6 (kwantiel - 'Q' in de figuur) en 4 ('Jenks natural'⁷ in de figuur). Dat levert altijd verrassingen op voor dezelfde locatie en hetzelfde thema, namelijk verschillende betekenissen! Bij een grotere ruimtelijke eenheid, bijvoorbeeld van 1 hectare, is die variatie vele malen groter.

Iedere methode leidt per definitie tot een ander resultaat



Figuur 4. Herclassificatie van oorspronkelijke meetgegevens, resolutie 50 bij 50 centimeter (i, raw), naar drie 'groen'klassen op basis van vier verschillende methoden (ii, fixed; iii AV; iv Q en v natural), op basis waarvan een gewogen waarde (in grijs vlak) wordt toegekend aan een ruimtelijke eenheid van 2 vierkante meter.

Tenslotte: meer zaken van invloed

Voor het beantwoorden van de vraag 'Wat is de groenste woonwijk' zijn in dit verhaal de essenties van de aard van de satellietbeelden, het verwerken daarvan via specifieke methoden, en de rol van de ruimtelijke eenheid naar voren gebracht. Er zijn nog meer zaken die invloed uitoefenen op het uiteindelijke resultaat. Daarbij valt te denken aan de voorbereiding van de sensordata om die geschikt te maken voor de werkelijke analyse, de inzet van meerdere ruimtelijke variabelen via de basisregistraties (bijvoorbeeld BAG en BGT), de keuze van rekenmethoden en bijbehorende parameters, en vooral niet te vergeten, de keuze van referentiemateriaal om te methode te 'trainen' en de resultaten te valideren. Voor dat laatste punt zijn duidelijke afspraken essentieel om de verkregen resultaten als passende informatie te beschouwen. Het gebruik van geo-informatiesystemen voor de verwerking en de presentatie speelt hierbij een belangrijke rol. Via deze systemen is het ook nog eens mogelijk om dezelfde resultaten op verschillende cartografische wijzen te presenteren. Maar daarover wellicht een andere keer.

Het gebruik van satellietbeelden en sensorgegevens in brede zin biedt geweldige mogelijkheden om beter inzicht te krijgen in het bestaande gemeentelijk 'groen'. Op basis van het voorgaande kunnen we stellen dat het verkrijgen van dat inzicht uiteindelijk valt of staat bij eenduidige af-

spraken over het gebruik van de brondata (welke satellietgegevens én basisregistraties), de referentie (welke veldgegevens), de ruimtelijke eenheid en de classificatiemethode. Kortom, maak gegeven de context en het beoogde accent duidelijke afspraken over een passende methodiek. Uiteindelijk is ook vergroening een ruimtelijke representatie-opgave die maatschappelijk moet worden gedragen en wetenschappelijk valt te schragen. *

Noten

1. Zie bijvoorbeeld www.hunzeenaas.nl/open-data.
2. Zie www.groenmonitor.nl/groenindex.
3. Toelichting Wijk- en Buurtkaart 2021; Hoofdstuk 3: Definities en verklaring van bijzondere waarden; CBS, 2021 (www.cbs.nl).
4. Wijk- en Buurtstatistieken; CBS, 2021 (www.cbs.nl).
5. www.nemokennislink.nl/publicaties/hoe-groot-is-jouw-buurt.
6. Lynch, Kevin (1960); *The Image of the City*; The MIT Press, 1960.
7. Zie en.wikipedia.org/wiki/Jenks_natural_breaks_optimization voor uitleg van deze classificatiemethode.

Dit is het een artikel in onze rubriek 'Diepgang'. Hierbij gaan we wat dieper in op zaken die speciale aandacht verdienen in ons vakgebied.

Dr. ir. Ron van Lammeren is verbonden aan het Laboratory of Geo-information Science and Remote Sensing van Wageningen University & Research.