

# *Technische aanpak boomkroonbedekking en schaduw*

Datum: 15-2-2026

Betreft: Metadata technische aanpak basiskaart Boomkroonbedekking en schaduw

Ten behoeve van de Regionale Klimaat Monitor (RMK) is een tijdreeks van boomkroonbedekking en schaduw gemaakt. In dit document wordt de aanpak beschreven waarlangs de tijdreeks boomkroonbedekking en schaduw tot stand is gekomen. Het is bedoeld als achtergrondinformatie voor mensen die willen snappen waarom een bepaalde pixel een bepaalde klasse heeft, alsook voor mensen die het algoritme zouden willen hergebruiken voor een ander moment in de tijd, voor een ander gebied dan Nederland, of voor een verbeterslag van het algoritme.

## **Achtergronden bij de aanpak**

Friedenau Society heeft in opdracht van Climate Adaptation Services een aantal open data rasterbestanden aangemaakt met daarin per 25x25 centimeter de mate van boomkroonbedekking op die plek. De dataset legt de boomkroonbedekking vast voor drie momenten in de tijd, namelijk het inwinmoment van AHN3, AHN4 en AHN5.

Naast de boomkroonbedekkingskaarten, zijn voor dezelfde drie momenten ook drie klimatologische schaduwkaarten gemaakt. Ook deze data wordt in dit document beschreven.

Deze informatie is geaggregeerd naar volledige CBS buurten, en naar CBS buurten enkel binnen de bebouwde kommen. De dataset is geaggregeerd naar metrieken die zo zinvol mogelijk zijn om beleid mee te ondersteunen. Daarna is de geodata opgenomen in het kaartverhaal en in het buurtdashboard van de KlimaatEffectAtlas. Dit document beschrijft het voortraject: hoe we van ruwe geodata tot bij de boomkroonbedekking- en schaduwkaarten zijn gekomen.

## **De basisbeginselen achter de boomkroonbedekkingskaarten**

Voor het aanmaken van de boomkroonbedekkingskaarten golden drie basisbeginselen:

- 1) De data moest goed te monitoren zijn door de tijd. Temporele anomalieën (met name droge vegetatie op luchtfoto's) kan een tijdreeks danig verstoren. De methode moest goed vergelijkbaar zijn door de tijd.
- 2) De data moet gebaseerd zijn op open overheidsdata, die door de tijd bijgehouden wordt, en waar bekende kwaliteitseisen aan worden gesteld. De boombedekkingskaart en schaduwkaart winnen daardoor aan betrouwbaarheid.

- 3) Na het maken van de kaart wordt alles open source gemaakt. Dat geldt voor de data zelf, alsook voor het gebruikte algoritme, en voor de gebruikte scripts. Daar waar mogelijk is ook open source software gebruikt voor het vervaardigen van de landkaart.

Op basis van deze drie basisbeginselen is een keuze gemaakt voor input data en aanpak. Gekozen is voor een procedure op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) puntenwolken.

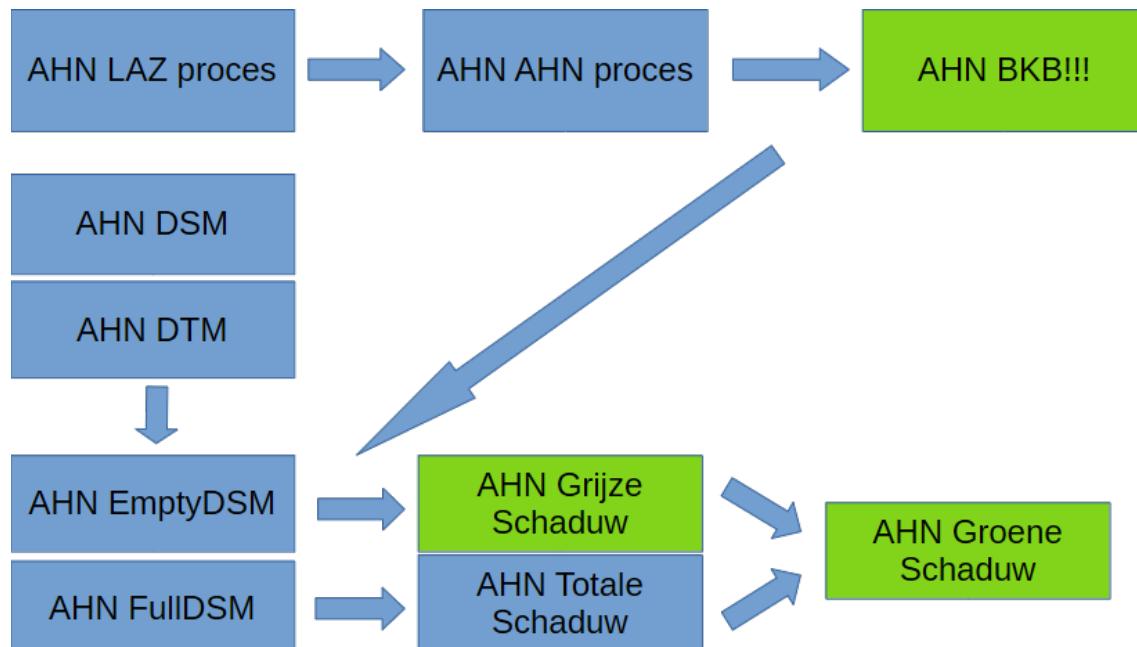
### De negen stappen in het proces

Op hoofdlijnen zijn negen stappen doorlopen om te komen tot de versteningskaart. Deze stappen zijn:

1. We verrasteren de AHN puntenwolk naar een intensiteitskaart. Dit bevat de hoeveelheid straling die gereflecteerd wordt nadat de laserpuls vanuit het vliegtuig is afgevuurd.
2. We maken een genormaliseerd hoogtemodel. Dat betekent dat het de hoogten boven het maaiveld bevat, in plaats van de hoogten boven NAP.
3. Uit de intensiteitskaart en uit het genormaliseerde hoogtemodel maken we een boomkroonbedekkingskaart.
4. We verrasteren de AHN puntenwolk naar een hoogtebestand. We nemen daarbij alle punten mee, en maken daarmee een zogenaamd Digital Surface Model (DSM) dat de toppen van alle objecten beschrijft.
5. We verrasteren de AHN puntenwolk naar een hoogtebestand. Daarbij nemen we enkel de punten mee die horen bij de klasse bebouwing, maaiveld en water. Het resultaat is een leeg landschap zonder vegetatie.
6. We maken een nieuw hoogtemodel van Nederland met een keuzemodel. Als er boomkroonbedekking is, laten we op die plek het DSM zien. Als er geen boomkroonbedekking is, laten we het lege landschap zien. Het resultaat is een leeg 3D landschap waar de bomen aan toegevoegd zijn.
7. We werpen digitaal zonlicht op het lege landschap. Daar waar schaduw ontstaat, spreken we van grijze schaduw.
8. We werpen digitaal zonlicht op het lege landschap met bomen. Daar waar schaduw ontstaat, spreken we van totale schaduw.
9. Alle plekken waar enkel totale schaduw bestaat, maar geen grijze schaduw, leggen we vast als groene schaduw.

Dit wordt driemaal doorlopen, voor zowel AHN3, als voor AHN4, als voor AHN5.

Het stappen plan in een schema weergegeven:



In het verdere document worden de negen stappen in detail besproken.

### Stap 1: van LAZ bestanden naar intensiteit

Het Actueel Hoogtebestand Nederland is opgebouwd uit miljarden 3D punten. Deze punten zijn het resultaat van uit een vliegtuig afgevuurde laser pulsen. Omdat precies bekend is hoeveel energie in de laserpuls was gestopt, is het heel interessant hoeveel energie er overgebleven is in de reflectie. Op harde oppervlakken weerkaatst een laserstraal beter dan op een zacht object. Door de reflectie te meten kan men daarmee iets zeggen over op wat voor soort object de laserstraal is afgekaatst.

We gebruiken deze informatie om een raster bestand te maken met 25 centimeter resolutie, waarin die intensiteit is weergegeven. Dit wordt gedaan door middel van de software LASTools, vanuit een Python script.

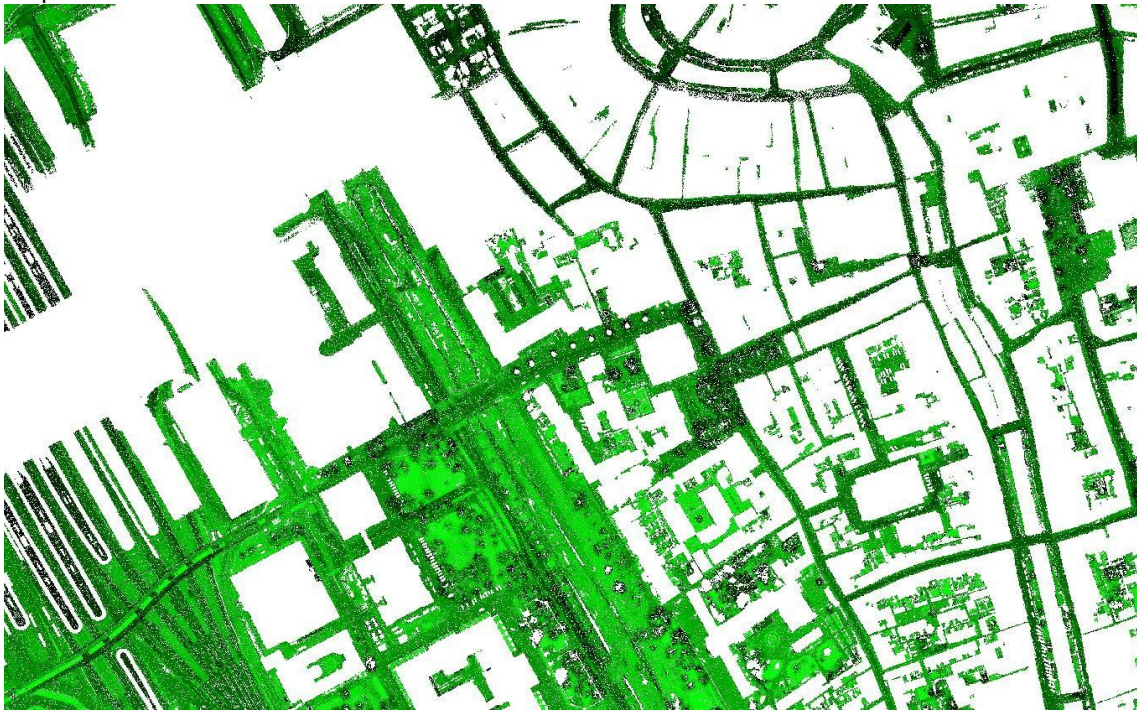


Figure 1: Intensiteitskaart voor AHN4 van het centrum van Utrecht

## Stap 2: Genormaliseerd hoogtemodel

In stap 2 worden de puntenwolken van het Actueel Hoogtebestand Nederland gebruikt en verrasterd naar een relatief genormaliseerd hoogtemodel. De hoogten boven NAP van alle objecten worden daarvoor verminderd met de maaiveldhoogte op die plek. Het resultaat is een nieuw hoogtemodel, waarbij de objecten de hoogte boven het maaiveld bevatten. Een boom laat daarom op die plek de hoogte van de boom zien, in plaats van de hoogte boven NAP. Ook wordt een selectie gemaakt van enkel de vegetatie, en er wordt een opschoonslag gemaakt om langwerpige voorwerpen te verwijderen uit het bestand. Het resultaat uit als in de afbeelding hieronder. Deze stap is geïmplementeerd in de software LASTools en aangeroepen vanuit een Python script.



Figure 2: Canopy Height Model, de hoogte boven het terrein voor de vegetatie



#### Stap 4: DSM maken

De puntenwolken van het AHN worden nogmaals onderhanden genomen. Dit keer wordt de hoogte verrasterd, naar een resolutie van 25x25cm. Alle punten worden daarin meegenomen, zodat een hoogtemodel overblijft dat de toppen van alle objecten beschrijft. Dat betekent ook dat objecten die “toevallig” in het landschap stonden (zoals auto’s op straat, en koeien in de wei) ook in dit hoogtemodel voor komen. Dit is een zogenaamd Digital Surface Model. Deze stap is geïmplementeerd in LASTools, vanuit een MSDOS Batch file.



Figure 4: Digital Surface Model (DSM) op basis van AHN4

#### Stap 5: Een leeg terreinmodel maken

Nogmaals wordt de puntenwolk verrasterd op hoogte, ditmaal enkel de klassen in de puntenwolk die horen bij bebouwing, bij maaiveld of bij water. Het resultaat is een leeg landschap, een landschap zonder vegetatie en zonder auto's en koeien. Dit is het landschap dat gebruikt wordt voor het berekenen van de grijze schaduw. Deze stap is geïmplementeerd in LASTools, vanuit een MSDOS Batch file.

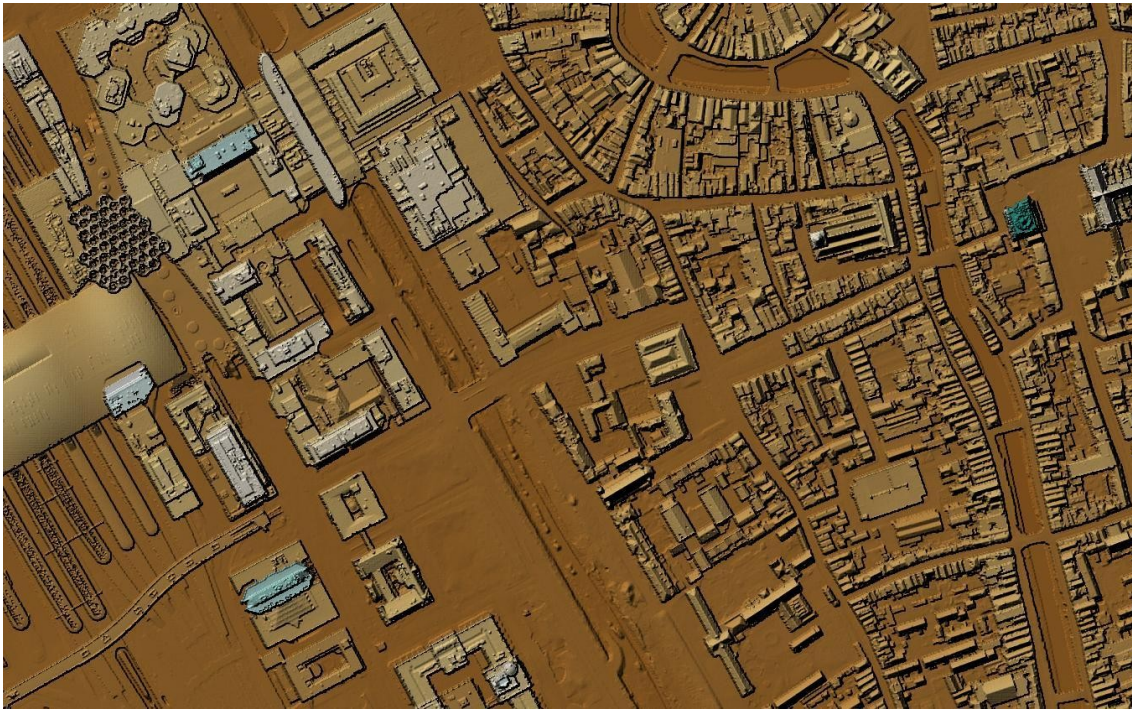


Figure 5: Leeg landschapsmodel, zonder vegetatie en andere objecten die geen pand zijn

#### Stap 6: Zuiver hoogtemodel met bomen maken

De volgende stap maakt een hoogtemodel aan, waarin de bomen zijn opgenomen. De aard van het model is erg vergelijkbaar met een DSM, met als uitzondering dat alle auto's en koeien in de wij verwijderd zijn. Het is een zuiver landschap met bomen. Dit is het hoogtemodel dat we gebruiken om de totale schaduw in het landschap te berekenen.

De afweging is:

Als er op een plek boomkroonbedekking voor komt, neem dan de hoogtewaarde uit het Digital Surface Model over. Als er geen boomkroonbedekking voorkomt, wordt de waarde uit het lege landschap overgenomen.

Deze stap is geïmplementeerd in ERDAS IMAGINE.



Figure 6: Leeg landschapsmodel, met bomen toegevoegd, op basis van AHN4



#### Stap 8: Totale schaduw berekenen

De totale schaduw wordt geworpen op basis van het volle opgeschoonde landschap. We spreken van schaduw als de hoeveelheid energie die op die plek valt lager is dan 480 Watt per vierkante meter (waarbij de pixels overigens elk 0,0625 vierkante meter zijn, dus per pixel 30Watt).

Deze berekening is geïmplementeerd in de Spatial Modeler van ERDAS IMAGINE.



Figure 8: De totale schaduw in Utrecht, op basis van AHN4. Dit is inclusief schaduw geworpen door vegetatie

### Stap 9: Groene schaduw berekenen

In de laatste stap wordt de zogenaamde groene schaduw berekend. Dit is de schaduw die aanvullend op de grijze schaduw wordt geworpen op het landschap, op basis van de bomen. Het is daarmee het verschil tussen de totale schaduw en de grijze schaduw. Daar waar wel totale schaduw is, maar grijze schaduw ontbreekt, wordt de schaduw gerealiseerd door de vegetatie die in het landschap is toegevoegd.

Deze berekening is geïmplementeerd in de Spatial Modeler van ERDAS IMAGINE.



Figure 9: Groene schaduw in Utrecht, op basis van AHN4. Het is het deel van de totale schaduw waar geen grijze schaduw valt. Deze schaduw wordt geworpen voor vegetatie

#### Tot slot

Deze handelingen zijn uitgevoerd voor zowel AHN3, AHN4 en AHN5. Het resultaat is landelijk beschikbaar als TIF COG bestanden. Daarnaast zijn uitsnedes gemaakt per gemeente. Ook zijn aggregaties gemaakt voor de verschillende hoeveelheden per CBS Buurt. Deze informatie is beschikbaar in en downloadbaar via het Buurtdashboard van de Klimateffectatlas.