

# BUSINESS-ANALYSE DHMV III

FUNCTIONELE ANALYSE

Versie /// 1

Publicatiedatum /// 1/10/2023

Auteur: Digitaal Vlaanderen, Afdeling Data-Oplossingen, EODaS

Datum aanmaak: 1 oktober 2023

Datum afdruk: 1 oktober 2023

Interne bestandsnaam: Document1

Documenthistoriek:

<b>Versie</b>	<b>Opmerking</b>	<b>Datum</b>	<b>Auteur</b>	<b>Status</b>
<b>[versie]</b>	<b>[opmerking]</b>	<b>[datum]</b>	<b>[auteur]</b>	<b>[status]</b>
<b>0.9</b>		31/08/2023	EODaS	draft
<b>1</b>		1/10/2023	EODaS	Finaal
<b>1</b>		19/10/2023	EODaS	Finaal

**Digitaal Vlaanderen**

Havenlaan 88, 1000 Brussel  
 +32 (0)2553 72 02

Koningin Maria Hendrikaplein 70, 9000 Gent  
 +32 (0)9276 15 00

digitaal.vlaanderen@vlaanderen.be







# 1 MANAGEMENTSAMENVATTING

Deze functionele analyse, een antwoord op de vraag van het Agentschap Binnenlands Bestuur (ABB) (team Stedenbeleid) en met medewerking van het Kenniscentrum Vlaamse Steden en VEKA, heeft tot doel noden aan en de meerwaarde van een nieuw kwalitatief Hoogtemodel Vlaanderen (een DHMV III) vanuit het perspectief van de diverse stakeholders te analyseren. DHMV III als opvolger van een bijna 10 jaar oud DHMV II (2013-2015). Uit een verkennend data-onderzoek binnen het kader van het Smart Flanders Programma m.b.t de ontwikkeling van een zon-zoneringskaart, bleek immers reeds de nood aan actuele hoogtedata om de doelstellingen daar te realiseren. Dit rapport tracht inzicht te verwerven in een gewenst traject, door de actuele kennis rond de vele toepassingsmogelijkheden van nieuwe hoogtedata samen te brengen met de actuele behoeften en concrete use-cases voor een DHMV III.

Een online bevraging van de overheidsdiensten op lokaal, provinciaal en regionaal niveau, evenals de GRB nutssector, bevestigden de eerder gerapporteerde nood aan een update van het huidige hoogtemodel Vlaanderen (DHMV II). Stakeholders wensen bovendien bij de uitvoering van een eventueel nieuw DHMV III zowel de inzet van laseraltimetrie voor de puntenwolken (LiDAR), als de gelijktijdige inwinning van hoge resolutie (10 cm) multi-spectrale winterbeelden. Deze vraag naar vernieuwing van de hoogtegegevens voor Vlaanderen ligt ook volledig in lijn met de ons omringende landen. Waar in kader van de nationale en Europese richtlijnen gestreefd wordt naar een continue update van de hoogtegegevens met een cyclus van circa 5 jaar. De redenen liggen voor de hand.

Een actualisatie staat voor Vlaanderen, in de eerste plaats, ten dienste van de zeer noodzakelijke update van de vele afgeleide thematische gegevens en open data (DTM, DSM, hillshades, afstromingsraster, 3DGRB, overstromingskaarten, zonnekaart, vegetatiekaarten). Maar geeft eveneens invulling aan de ontwikkelingen en 3D modellen, noodzakelijk in het kader van de Europese overstromingsrichtlijn (ROR), de stroomgebied beheerplannen, het Vlaams klimaat adaptatieplan 2030, het GRB-decreet, het Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV), het mestactieplan (MAP7), De Europese richtlijn Omgevingslawaaai (2002/49/EG), Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen, kaderdecreet Vlaamse Handhaving (KVH), het Vlaams Energie- en Klimaatplan 2021-2030 of algemeen de verdere digitale transitie van Vlaanderen.

De technologische trends in het 3D gebeuren en de vraag naar een 3D Digital Twin hebben immers de nood aan een periodieke LiDAR-inwinning nog versterkt. De kracht van een gegarandeerde 3<sup>de</sup> dimensie in het Digital Twin gebeuren en de beleidsmatige meerwaarde voor diverse vraagstukken op lokaal, regionaal en Europees niveau zorgden al in onze buurlanden (bv. Nederland, Frankrijk en Duitsland) voor de realisatie van een periodieke update (+- 5 jaarlijks) van de gebiedsdekkende hoogtegegevens via laseraltimetrie.

Het is duidelijk dat, na 10 jaar, Vlaanderen nood heeft aan een actualisatie van het hoogtemodel Vlaanderen, een DHMV III. En dit conform de kwaliteitseisen en aanpak zoals voor het DHMV II, met name de realisatie van een hoog kwalitatieve LiDAR puntenwolk en hoge resolutie luchtopnamen. Een periodiek update plan voor steeds gegarandeerde beschikbaarheid aan actuele hoogtegegevens op basis van LiDAR hoogtemeting en dit gebiedsdekkend voor Vlaanderen dient zich eveneens aan.



## 2 INLEIDING

In het kader van het Smart Flanders programma is op vraag van het Agentschap Binnenlands Bestuur (team Stedenbeleid) in samenwerking met het Kenniscentrum Vlaamse Steden (KCVS) een verkennend data-onderzoek uitgevoerd m.b.t. een zon-zoneringskaart (<https://www.vlaanderen.be/stedenbeleid/slimme-steden/data-onderzoek-naar-een-vlaamse-zon-zoneringskaart>). Vanuit de steden is er namelijk nood naar een instrument, waarmee vraag en (potentieel) aanbod van zonne-energie in kaart worden gebracht. In een eerste fase was er nood aan een inventarisatie van de beschikbare en ontbrekende datasets en tools over zonne-energie en het definiëren van functionaliteiten van een zon-zoneringskaart. Uit het rapport blijkt dat er een duidelijke behoefte is aan een zon-zoneringskaart. De zon-zoneringskaart moet een interactieve tool zijn, die een visueel geografisch inzicht geeft in zonnepotentie, energievraag en reeds gerealiseerde PV-installaties, in één centrale omgeving. Er wordt aangegeven dat de zon-zoneringskaart een flexibele en modulaire tool moet zijn, waaraan toekomstige functionaliteiten en datasets (bv. netcongestie) kunnen worden toegevoegd en bestaande datasets eenvoudig kunnen worden vernieuwd.

Uit het data-onderzoek blijkt echter dat op dit moment verschillende datasets, die nodig zijn om een zon-zoneringskaart te ontwikkelen, niet of onvoldoende kwalitatief worden ontsloten. Voorbeelden zijn zonnepotentie op basis van actuele digitale hoogtemodellen voor Vlaanderen (DHMV III). Daarom is er nood aan een grondige analyse waarbij de mogelijkheden en meerwaarde van het (geaggregeerd) ontsluiten van de ontbrekende dataset in kaart worden gebracht.

De functionele analyse wil inzicht geven in de verschillende toepassingsmogelijkheden of usecases van het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen. Hierbij wordt rekening gehouden met en verder gebouwd op de analyse die in 2013 reeds werd uitgevoerd door Digitaal Vlaanderen (<https://overheid.vlaanderen.be/informatie-vlaanderen/producten-diensten/digitaal-hoogtemodel>).

Bijzondere aandacht gaat naar het meervoudig gebruik door verschillende stakeholders. De nadruk ligt hierbij zowel op de diverse toepassingsmogelijkheden als op de diverse relevante Vlaamse partijen (overheden, kennisinstellingen en (georganiseerde) burgers). Dat wil zeggen dat de analyse ruimer gaat dan de scope van de zon-zoneringskaart (nl. het genereren van zonnepotentie). Zo veel mogelijke (toekomstige) toepassingen of use cases van een actueel hoogtemodel en de achterliggende brondata worden in kaart gebracht te worden. Ook mogelijk koppelkansen met bestaande initiatieven worden in kaart gebracht.

In dit rapport wordt:

- het resultaat van een online bevraging weergegeven (Deel 2);
- de wens tot actualisatie, de technologische ontwikkelingen en aan de hand van voorbeelden de nood aan een actualisatie o.a. m.b.t. beleidsmatige meerwaarde gegeven (Deel 3);
- de werkwijze van hoogte inwinningen in het buitenland geïllustreerd (Deel 3); en
- een technologisch inzicht gegeven m.b.t. technieken voor hoogte-inwinning (Deel 4).



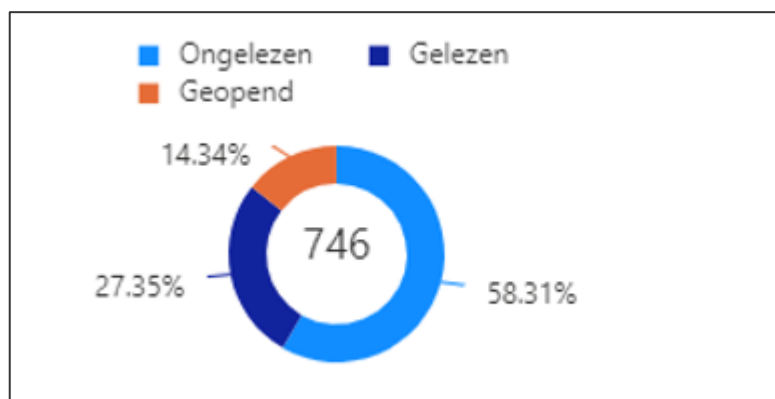
### 3 ONLINE BEVRAGING

Om een beter inzicht te krijgen in de noden, uitdagingen en kansen m.b.t. een update van het digitaal hoogtemodel Vlaanderen DHMV II werd in de periode van mei - juni 2023 een online bevraging uitgevoerd bij overheidsdiensten op lokaal, provinciaal en regionaal niveau. Op 26 mei werd ook via het GRB-nutssectorforum (<https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/basiskaart-vlaanderen-grb/governance-grb>) de diverse nutssectoren die betrokken zijn bij het Grootstalig Referentiebestand (GRB) gepolst om hun feedback.

Enkele algemene resultaten van de bevraginganalyse:

#### 3.1.1 Respons en gebruik

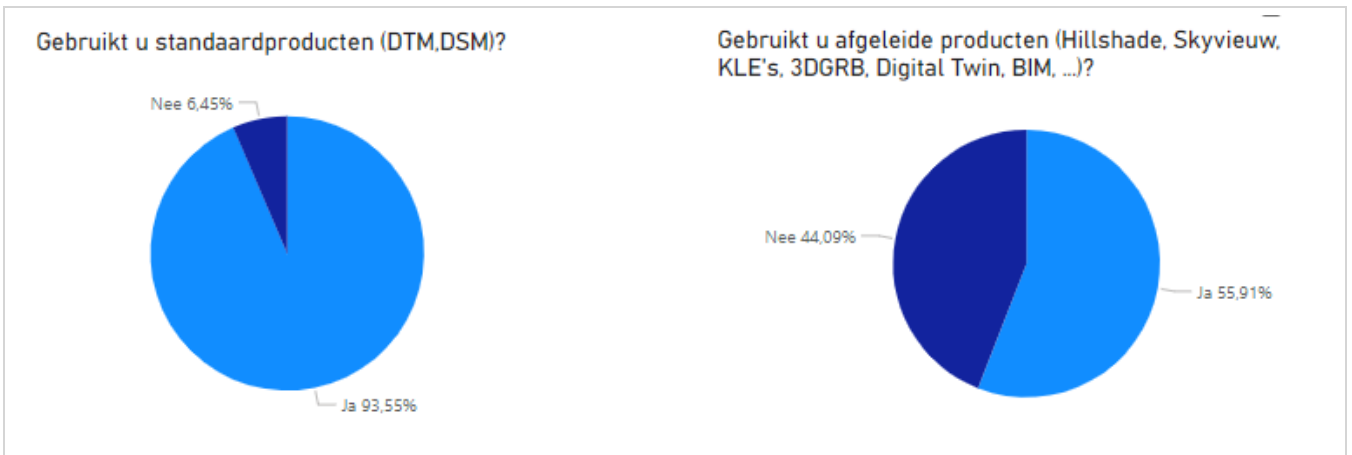
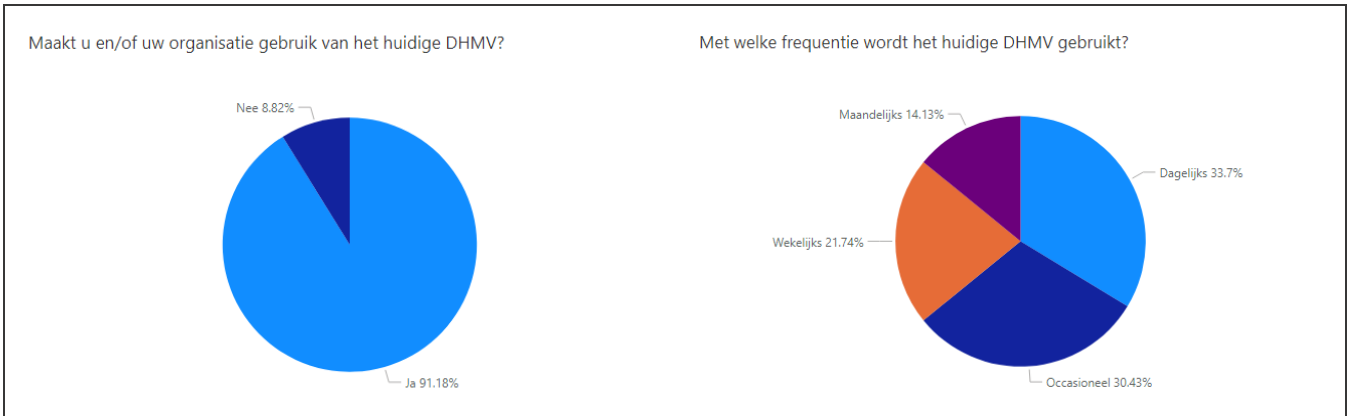
Er werden voor de betrokken doelgroep 811 e-mails verstuurd waarvan er 65 beantwoord vanuit de e-mail. 746 hebben de e-mail niet beantwoord. Onderstaand een verdeling van de niet-reacties:



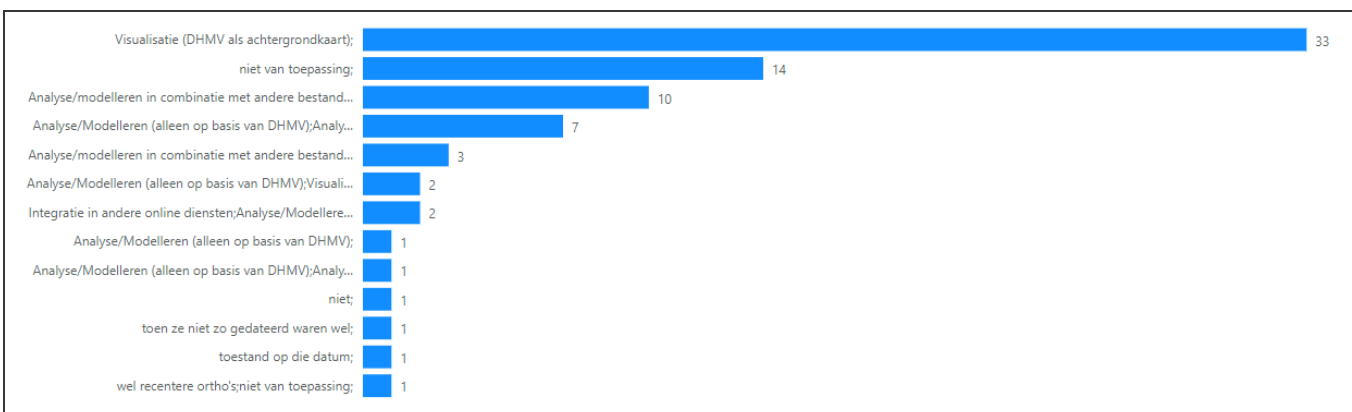
Er werden naast de e-mail nog andere respondenten genoteerd. **In totaal zijn er 102 respondenten die bevraging hebben ingevuld.**

Naar gebruik kunnen we stellen dat van de betrokken organisaties meer dan 90% het DHMV gebruikt en dit vrij frequent. De standaardproducten worden veelvuldig gebruikt, 1 op de 2 gebruikt afgeleide datasets zoals Hillschade, 3D GRB, ....





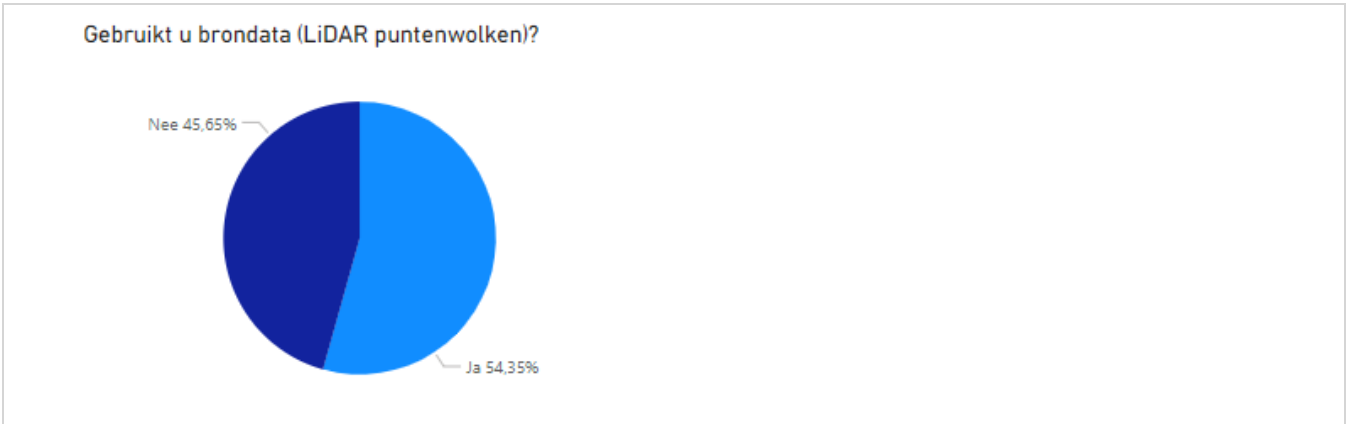
Ook de gelijktijdig opgenomen hoge resolutiebeelden werden veel gebruikt en vooral in kader van visualisatie doeleinden;



De ruwe data of brondata (LiDAR) puntenwolken wordt door 1 op de 2 respondenten gebruikt.

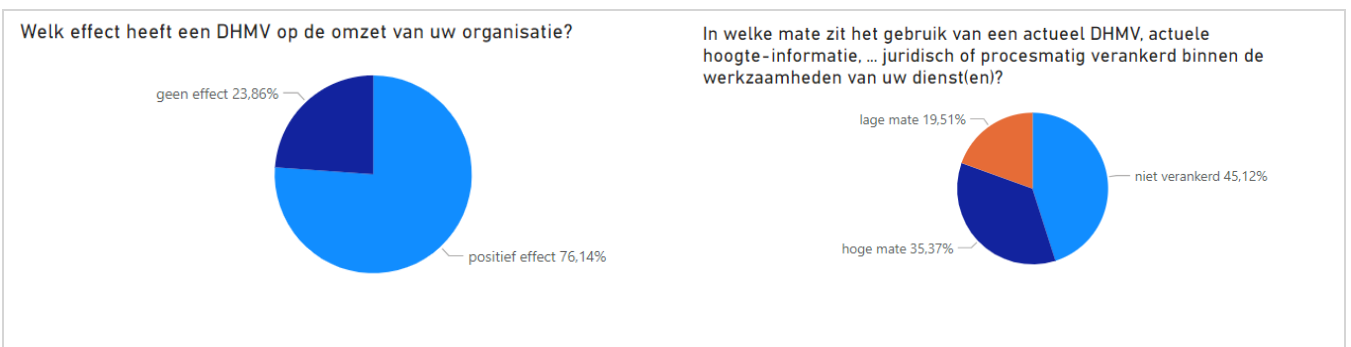






### 3.1.2 Meerwaarde voor de organisatie

Algemeen kunnen we stellen dat het DHMV een grote bijdrage en positief effect heeft voor de organisatie, zowel naar inhoud, gebruik als tijds- en kostenbesparende dataset. Voor ongeveer de helft van de respondenten heeft het DHMV ook een juridische verankering.



### 3.1.3 Tekortkomingen m.b.t. DHMV II, standaardproducten, afgeleide data, brondata en toepassingen

Op de vraag van tekortkomingen komen volgende elementen aan bod:

- Te weinig updatefrequentie, minimaal 4 tot 5 jaar is essentieel voor de diverse (juridische) beleidsmatige gebruikstoepassingen. Een dataset die niet meer actueel is daalt in waarde.
- Er is geen duidelijkheid omtrent de periodiciteit van update.
- Voor de afgeleide dataset 3D GRB zou een LOD2 ook een meerwaarde zijn.
- De opnameperiode voor gans Vlaanderen van 3 jaar (DHMV III) zou tot 2 jaar moeten kunnen gebracht worden.

### 3.1.4 Suggesties m.b.t. DHMV II, standaardproducten, afgeleide data en brondata

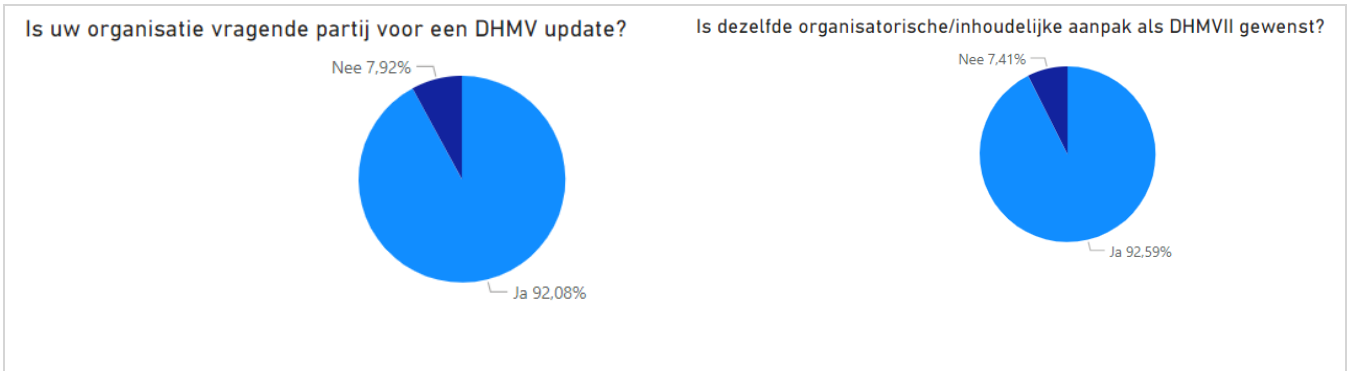
Op de vragen welke bestaande brondata, standaardproducten zoals webservices, DSM, DTM, ... (<https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/earth-observation-data-science-eodas/het-digitaal-hoogtemodel/digitaal-hoogtemodel-vlaanderen-ii>) en afgeleide data (bv 3D GRB,...) werden volgende suggesties en bemerkingsen gegeven:

- Ook de updates van afgeleide datasets (bv. zonnekaart, KLE's,...) dienen periodisch geactualiseerd te worden. Het gebruik van de data of afgeleide toepassingen (bv. Digital Twin) staat of valt met een periodiek actueel gehouden hoogtemodel.
- Voorzien van een hoogteprofiel-service en hoogtelijnen.
- Minimaal dezelfde resolutie van puntendichtheid is gewenst, indien nog hoger is het een surplus voor diverse toepassingen.
- Minimum dezelfde standaard- en afgeleide producten.
- Ontwikkeling van een 3D viewer met een dynamische hoogtelegende, profielaanmaak, meten van hoogte gebouwen, volume, ...
- Integratie met andere hoogtedatasets (bv. bathymetrie).
- Ook de gelijktijdige opname van de winterbeelden dient te worden behouden.
- Kortere doorlooptijd voor inwinning en verwerking naar producten.
- Een centrale aanmaak van gebiedsdekkende afgeleide datasets zijn ook wenselijk bij de update vanuit beschikbare kennis, uniforme aanpak inhoud maar vooral kostenbesparend karakter.

### 3.1.5 Update, aanpak en specificaties

Het niet meer actueel van de diverse datasets wordt als de grootste tekortkoming aanzien. De plan van aanpak kan gerust dezelfde blijven.





Een gelijktijdige inwinning van de beelden en liefst in de winter blijft de voorkeur hebben. De betrokken hoge resolutie winterbeelden zorgen ervoor dat de hoogtedata beter te begrijpen zijn. Bv. het checken van anomalieën of de situatie op het terrein op moment van de hoogtemeting. Waren er grondwerken? Was er water op het terrein? Was het perceel bebouwd? Door eenzelfde moment van opname wordt het hoogtemodel inzichtelijker gemaakt. De hoge resolutiebeelden aan 10 cm op zich zijn ook een meerwaarde voor diverse andere toepassingen binnen ruimtelijke ordening, milieu, waterbeheer, ... De jaarlijkse wintervluchten uitgevoerd in kader van GRB update zijn immers aan lagere resolutie (ca 20 cm) omdat ze op een hogere vlieghoogte worden uitgevoerd.



De gebruikers hopen dat de doorlooptijd van inwinning kan ingekort worden van 3 naar maximaal 2 jaar en dat om de 4 tot 5 jaar een update met de verschillende afgeleide producten kan gerealiseerd worden. Dit zal het hergebruik van de data ten goede komen.

Naar puntendichtheid wordt minimaal de 16 punten per m<sup>2</sup> aangehouden. Een surplus aan puntendichtheid is een meerwaarde. De puntendichtheid voor het DHMV II werd gerealiseerd door een 50% overlap vereiste van vliegstroken te hanteren waarbij elke locatie minstens tweemaal wordt gescand en waarbij de afzonderlijk vliegstrook een puntendichtheid van minstens 8 punten per m<sup>2</sup> heeft. Dit heeft het grote voordeel dat occlusie of schaduw van hoge objecten tot een minimum worden herleid. Ook voor de classificatie van de puntenwolken wordt best de classificatie conform DHMV II voorzien met opdeling van niet-maaiveld, maaiveld en water. Het toevoegen van klasse gebouw, vegetatie blijft nuttig. Ook klasse van hoogspanningsleidingen is belangrijk. De inkleuring van de puntenwolken via de simultane RGB luchtopnames werd al gedaan voor het DHMV II en is nuttig gebleken voor een betere objectherkenning.



Met betrekking tot de geometrische nauwkeurigheid van de inwinning zijn de bestaande specificaties van het DHMV II ruim voldoende gebleken. Deze zijn 5 cm RMSE voor de Z component en 10 cm RMSE voor X,Y component. De informatie van het opnametijdstip dient ook bij een DHMV III in de producten voorzien te worden.

**3.1.6 Specificaties bestaande en nieuwe standaard- en afgeleide producten**

Ook hier wordt door de respondenten aangegeven dat minimaal de specificaties van de DHMV II producten mogen aangeboden worden. Er is evenwel vraag naar gedetailleerdere producten. Het DTM (Digitaal Terrein Model – het maaiveld) en DSM (Digitaal Surface Model – incl. objecten, gebouwen en vegetatie) mag een hogere resolutie hebben (bv. 0,5 op 0,5 meter) dan de huidige 1 en 5 meter producten.

Naar nieuwe standaardproducten suggereert men dat reliëfkaarten (zoals hillshade) en schaduwkaarten (zoals skyview) als standaardproduct worden gerealiseerd op hoge resolutie. Voor de afgeleide (thematische en projectmatige) producten staan, verbeterde afstromings- en contouren of hoogtelijnenkaart op het verlanglijstje. De afgeleide en projectgerelateerde producten zoals zonnekaart, KLE's, kruinenkaart, zijn datasets waarvan men hoopt dat deze opnieuw worden gerealiseerd.

Gelet op de recente evoluties rond o.a. Smart City gebeuren wenst men dat er verder wordt geïnvesteerd in de omschakeling van 2D data naar 3D data. Zo is er de vraag om een 3D GRB LOD2 te voorzien en dit uit te werken voor integratie in een 3D Digital Twin geschikt voor meerdere toepassingen. Hierbij wordt gedacht aan de ondersteuning voor analyses van de ruimtelijke ordening, duurzaamheid, leefmilieu en mobiliteit. Ook de koppeling met zowel statische als dynamische databronnen wordt zo technisch en visueel toegankelijker. Een surplus in kader van communicatie binnen en buiten de organisatie.

De LiDAR brondata zijn opgenomen in LAS formaat waarbij alle metadata in het dataformaat vervat zitten. Dit formaat is een zeer nuttige standaard voor hoogtedata en wordt binnen de Vlaamse overheid al veel frequenter gebruikt. Voor verdere eenvoudiger uitwisseling van de hoogtedata worden WCS webservices gesuggereerd en voor 3D GRB CityGML, CityJSON en AutoCAD. Belangrijk is de interoperabiliteit van de geodata te garanderen.

**3.1.7 Financiering**

Uit de bevraging volgt dat, voor de wijze van financiering van een nieuw DHMV III, door de respondenten gehoopt wordt dat er net zoals bij het DHMV II een algemene centrale aanpak vanuit Digitaal Vlaanderen georganiseerd wordt. Een centrale financiering van zowel inwinning als aanmaak van de diverse standaardproducten heeft een voorkeur ten opzichte van een financiering via één of andere verdeelsleutel.

Het bepalen van een verdeelsleutel bij een gedeeld financieringsmodel wordt zowel administratief, organisatorisch als naar het bepalen van gewichten op basis van gebruik van de data, oppervlakte of beleidsdomein (5 provincies, 300 gemeenten, 10 beleidsdomeinen, ...) als niet haalbaar beschouwd.

De hoogtedata Vlaanderen kent immers een divers gebruik, dit zowel naar tijdsfrequentie (continue, sporadisch, ..), als naar oppervlakte (projectmatig of gebiedsdekkend) of aard van de toepassingen. Een gebruik dat zich tevens situeert zowel intern als bij derden in kader van meerdere opdrachten. De data van het hoogtemodel Vlaanderen zijn immers open data.



Ook wordt door de respondenten aangegeven dat de regie voor een update van de hoogtedata en producten voor Vlaanderen, conform de jaarlijkse luchtopnamen en de eerdere hoogte data-inwinningen DHMV (I en II), het best bij Digitaal Vlaanderen gelegd wordt. Dit garandeert naast kennis van zake, standaardisatie en kwaliteitsborging en rechten rond de data op een maximaal hergebruik van de data. De centrale hoge kost ziet men ook als een investering die zowel op de diverse overheidsniveaus als in de privé of bedrijfsleven veelvuldig wordt gecompenseerd door niet zelf te moeten investeren in inwinning- en beheerskosten voor tal van kleinere, decentrale en weinig bekende projecten.

## 4 WAAROM UPDATE?

### 4.1 ACTUALISATIEGRAAD

#### 4.1.1 DIGITAAL HOOGTEMODEL VLAANDEREN I - DHMV I (2000-2004)

De vraag naar nauwkeurige hoogtegegevens in Vlaanderen kwam voornamelijk van de waterbeheerders van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Daarom sloegen de Vlaamse waterbeheerders en het toenmalige OC-GIS-Vlaanderen in 2000 de handen in elkaar. Laseraltimetrie als inwinning van hoogtedata stond toen nog in een beginfase. Tussen **2001 en 2004** werden via laserscanning (1 punt per 4m<sup>2</sup>) en fotogrammetrie (1 punt per 100m<sup>2</sup>) gedetailleerde hoogtegegevens voor volledig Vlaanderen ingewonnen. Hierbij werden stroombekkens als inwinningseenheid gehanteerd.

De dataset werd in eerste instantie gebruikt in kader van het overstromingsrisico voor het buitengebied. Zo werd onder andere via modellering de kaart van de risicozones voor overstromingen (versie 2006) aangemaakt en is ze ook gebruikt voor enkele datasets in kader van de Watertoets. Het afbakenen van de risicozones is voorzien in de wet op de verzekeringen. Die wet stelt dat de brandverzekeraar dekking voor overstromingsschade mag weigeren voor gebouwen die opgetrokken zijn in risicozones, 18 maanden na de publicatie van de afbakening van de risicozones. De risicozones werden afgebakend via het Koninklijk Besluit van 28 februari 2007 (BS 23 maart 2007).

De opbouw en het beheer van het DHMV I kwam tot stand dankzij een samenwerking tussen:

- het Waterbouwkundig Laboratorium (WL), een afdeling van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken (opdrachtgever);
- de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) - afdeling Water (opdrachtgever);
- het toenmalige Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen (AGIV) (technische coördinator en uitvoerder van de kwaliteitscontroles op de aangeleverde tussenproducten en eindbestanden).



4.1.2 DIGITAAL HOOGTEMODEL VLAANDEREN II - DHMV II (2013-2015)

Op 28 augustus 2012 vroeg Vlaams minister-president Kris Peeters het toenmalige AGIV een actualisatie van het DHMV I op te zetten. Over de jaren was de inwinningstechnologie sterk geëvolueerd, hadden vele wijzigingen in het Vlaamse landschap plaatsgevonden en vroegen nieuwe toepassingen steeds meer naar een grotere detailgraad. Het DHMV II wordt daarom gekenmerkt door een hogere detailgraad (16 punten per m<sup>2</sup>) en gelijktijdig worden grootschalige luchtopnamen ingewonnen. Om zo weinig mogelijke interferentie met dichte vegetatie (bladerdek) te hebben om zodoende een centimeter nauwkeurig beeld van het maaiveld te hebben, werd de opname in de winter uitgevoerd. Daar de puntenwolk niet door het water gaat was, het ook belangrijk om de uitvoering in een zoveel mogelijke droge periode te laten plaats vinden. De inwinning (2013-2015) en verwerking van het DHMV II werd volledig in eigen beheer door het vroegere AGIV georganiseerd. De brondata en standaardproducten wordt door Digitaal Vlaanderen maximaal opengesteld voor gebruik binnen de Vlaamse overheid, kennisinstellingen en bedrijfsleven.

	DHMV I	DHMV II
<b>Opnameperiode</b>	2001-2004	2013-2015
<b>Gebied</b>	Vlaams Gewest	Vlaams Gewest + 5km buffer incl. Brussels Hoofdstedelijk Gewest
<b>LIDAR-puntenwolk</b>		
<b>Brondata:</b>		
puntendichtheid	gemiddeld 1 punt per 4m <sup>2</sup>	gemiddeld 16 punten per m <sup>2</sup>
geometrische nauwkeurigheid	Planimetrisch (XY): 0,10 m	Planimetrisch (XY): 0,10 m
formaat	Altimetrisch (Z): 0,07 m ASCII xyz	Altimetrisch (Z): 0,05 m LAZ
<b>Standaard producten:</b>		
punten	1 punt per 20m <sup>2</sup> (GML3)	beschikbaar
DTM, raster	5, 25, 100 m (GML3; geoTiff)	1, 5, 25, 100 m (geoTiff)
DSM, raster	niet beschikbaar	1, 5 m (geoTiff)
<b>Luchtopnamen</b>	niet beschikbaar	
<b>Beeldinformatie</b>		RGB
<b>Brondata:</b>		
resolutie		Digitale luchtopnamen: ≤ 0,10 m
geometrische nauwkeurigheid		Planimetrisch (XY): 0,10 m
formaat		Tiff 6,0
metadata		oriëntatie + cameracalibratie
<b>Standaard producten:</b>		
resolutie		Orthofotomozaïek: 0,10 m
geometrische nauwkeurigheid		Planimetrisch (XY): 0,20 m
formaat		JPEG2000

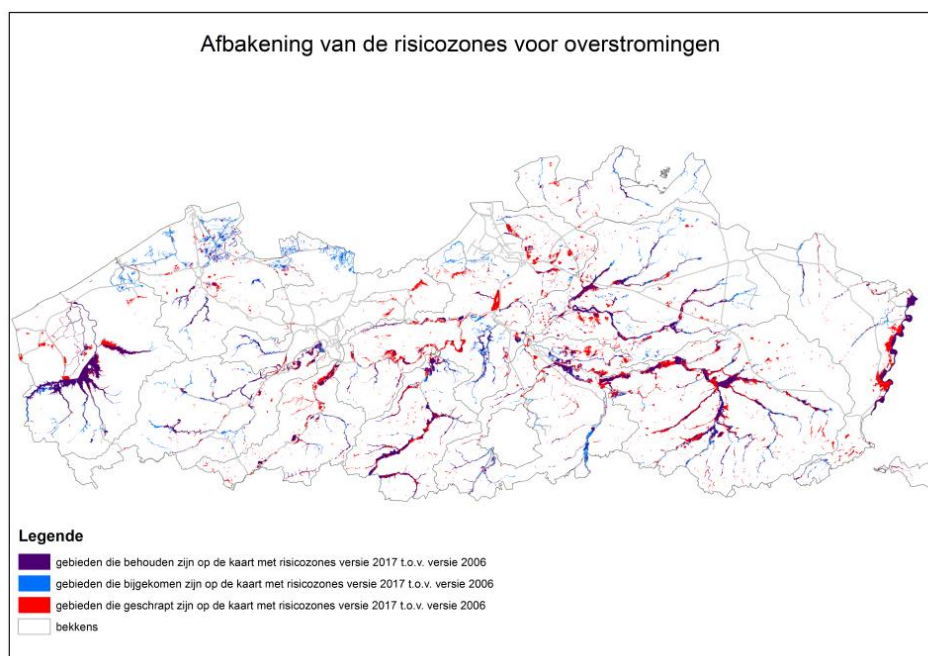
Figuur: vergelijking DHMV I en DHMV II





**Figuur : classificatie van objecten (vegetatie, woning, ...) aan de hand van DHMV II**

Aan de hand van DHMV II werd in april 2017 ook een nieuwe kaart risicozones en overstromingsgevaarkaarten gepubliceerd. Op de nieuwe kaart werd aangeduid welke zones behouden blijven, welke worden geschrapt en welke zones voor het eerst als risicozone worden afgebakend. Eén van de belangrijkste kaarten gebaseerd op DHMV I, risicozonekaart overstromingen van 2006 kon zo snel en efficiënt worden geactualiseerd. Hiermee werd het belang van een update geïllustreerd.



**Figuur: vergelijking risicozones DHMV I en DHMV II**





## Meer info:

- Hoogtemodel Vlaanderen: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/earth-observation-data-science-eodas/het-digitaal-hoogtemodel>

Het DHM Vlaanderen II is een zeer waardevolle dataset die nog steeds veelvuldig wordt gebruikt in allerlei toepassingen, maar ondertussen zijn de eerst gevlogene gebieden van de dataset bijna 10 jaar oud en is er nood aan actuelere informatie. In 10 jaar tijd is het Vlaamse landschap immers sterk veranderd. Zowel de topografie van het stedelijke gebied als het buitengebied is door o.a. nieuwe en veranderende bebouwing, nieuwe wegen en verkavelingen, civieltechnische werken (bv. Oosterweel), nieuwe en verdwenen vegetatie, nieuwe loop van rivieren door grootschalige werken of natuurlijke meandering, nieuwe en verdwenen grachten; erosieprocessen op hellingen, landbouwactiviteit of bv. natuurinrichting gewijzigd. Binnen de Vlaamse overheid en de nutssector zijn er heel wat beleidsmatige studies en toepassingen die continu of ad hoc gebruik maken van dit hoogtemodel, zowel de bron als afgeleide (thematische) data. Zo zijn er in Vlaanderen mede op basis van het DHMV ter preventie van overstromingen verschillende ingrepen uitgevoerd om de oppervlakteafwatering te verbeteren (verbreden rioolgreppels, verhoging dijkstructuren, aanleg wachtbekkens) waardoor een actualisatie van het DHM en overstromingsmodelleringen is gewenst.

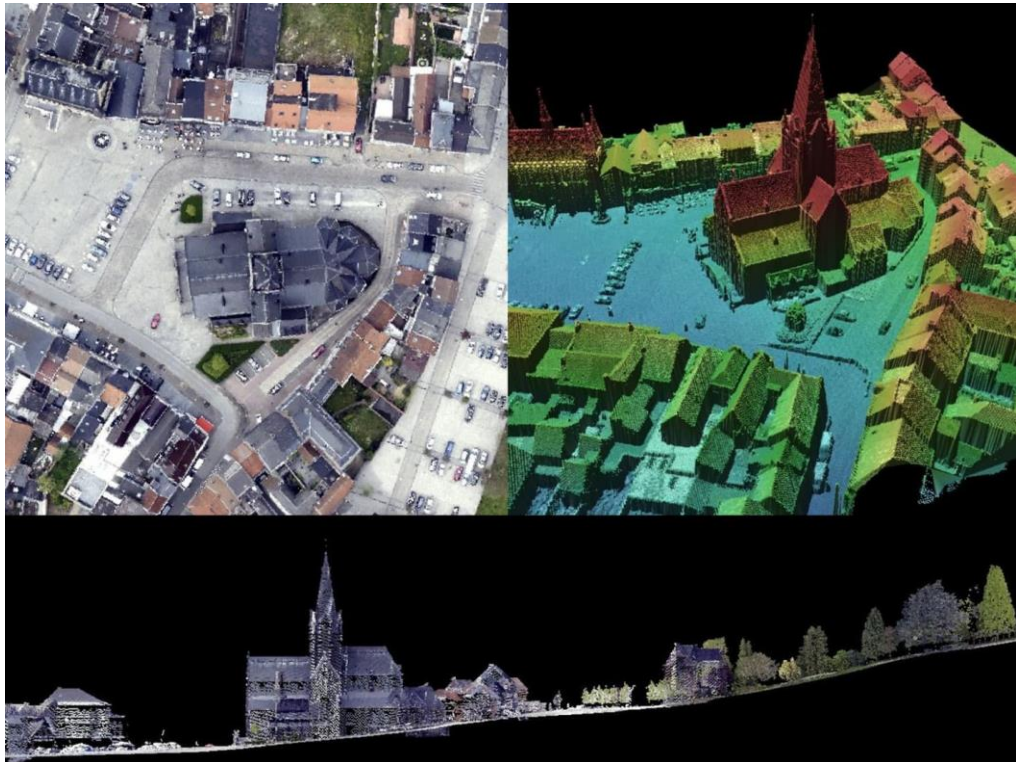
## 4.2 TECHNOLOGISCHE EVOLUTIE INWINNING EN VERWERKING

Een belangrijke opportuniteit bij een actualisatie van het DHM Vlaanderen is de continue technologische vooruitgang van de inwinning van LiDAR technologie vergeleken met 10 jaar geleden. Waar vroeger LiDAR een vooral exclusief gegeven was binnen de luchtfotografie in kader van hoogtekarteringen, vindt de laatste jaren de techniek ook veel gebruikers in het 3D visualiseren van infrastructuur en technische objecten of autonoom rijdende voertuigen. Ook het gebruik van LiDAR-sensoren op drones vindt meer ingang. Voor meer info omtrent techniek (zie hoofdstuk 5).

De verbetering van de LiDAR-technieken vertaalde zich in een nog grotere toename in puntendichtheid. Voor airborne LiDAR heeft dit een bijkomend positief gevolg, namelijk dat hogere vlieghoogtes mogelijk zijn om dezelfde puntendichtheid te halen. Hierdoor kunnen gebieden tijdsefficiënter ingewonnen worden met bredere vliegstroken en minder vlieglijnen. Een snellere inwinning voor het DHMV III behoort dus tot de mogelijkheden. De grotere puntendichtheid laat ook toe om een nog veel nauwkeuriger grondmodel aan te maken. Met de huidige LiDAR technologie worden niet alleen XYZ-waarden per punt, maar ook een veelheid aan andere informatie (o.a. tijdstip, intensiteitswaarden, eventueel RGB waarden indien simultane opname met een camera, ...) opgeslagen. Vooral de diverse intensiteitswaarden (multiple return of verschillende hoogtelevels) kunnen interessant zijn voor objectherkenning en kan innovatie in Vlaanderen voor allerlei toepassingen stimuleren.







**Figuur: kerk van Geraardsbergen aan de hand van LiDAR (© Digitaal Vlaanderen)**

Daarenboven is de beeldverwerkingssoftware van dienstleveranciers en gebruikers ook beter en meer performant geworden zodat grotere puntenwolken sneller (m.b.t. doorlooptijden) en beter kunnen verwerkt en geanalyseerd worden tot eindproducten. De verbeterde opslag mogelijkheden (o.a. inburgering cloud technologie), gebruik van AI, integratie met andere (geo)data, snelle internetverbindingen 5G, smart City, virtual of augmented reality, 3D printing, ... zorgen ervoor dat de 3D puntenwolken en verwerking toegankelijker worden gemaakt en in meerdere innovatieve ontwikkelingen kunnen worden gebruikt.

### 4.3 MAATSCHAPPELIJKE EN BELEIDSMATIGE MEERWAARDE

Hieronder volgt een opsomming van enkele toepassingen en/of beleidsmatige context. Via de voorbeelden wordt het belang van een nieuw DHMV geduid m.b.t. de diverse maatschappelijke opgaven van de overheid maar ook de meerwaarde voor de gebruikers en overheid naar dienstverlening en innovatieve (bedrijfs)ontwikkelingen. Deze lijst is niet exhaustief en is mede gebaseerd op de feedback van de respondenten uit de online bevraging. De info kan altijd aangevuld worden.



## 4.3.1 Hydrologie

Het eerste hoogtemodel Vlaanderen (DHMV I) was er gekomen op vraag van de waterbeheerders om de nood aan hydrologische modelleringen, in kader van de noodzakelijke aanmaak van overstromingskaarten te kunnen realiseren. Dat de behoefte aan gedetailleerde hoogtedata van de waterbeheerders kwam is vrij logisch daar hoogteverschillen opmeten cruciaal is in het waterbeheer, waterveiligheid of kennis van het watersysteem als geheel. Het eerste hoogtemodel was een meerwaarde maar de puntendichtheid was niet hoog genoeg. De vraagstukken in het waterbeheer konden maar deels worden ingevuld. Naar aanleiding van de overstromingen in november 2010 werd er in een actualiteitsnota (17/11/2010) van het Vlaams Parlement een 8-tal actiepunten naar voor geschoven inzake waterbeheer om wateroverlast in de toekomst zoveel mogelijk te beperken. Een aantal van deze actiepunten hield direct of indirect verband met de nauwkeurigheid en actualiteit van het DHM Vlaanderen, met name:

- *de toestand na overstroming en de ontwikkelingen in kaart te brengen om voorspellingsmodellen te verfijnen en desgevallend in te grijpen;*
- *de inzetbare instrumenten voor waterbeheer te evalueren en waar nodig aan te passen; daarbij prioriteit te geven aan die maatregelen die het toelaten om op gecontroleerde wijze water te infiltreren en te bufferen;*
- *de bestaande gewestelijke stedenbouwkundige verordening aan te passen in functie van het langer vasthouden en plaatselijk infiltreren van regenwater bij de aanleg van verharde oppervlakten;*
- *de watertoets ook naar aanleiding van de huidige watersnood te evalueren en desgevallend aan te passen.*

Mede vanuit de hogere problematiek werd DHMV II door verbeterde technieken gerealiseerd met nauwkeuriger metingen aan een hogere puntendichtheid en verbeterde classificatie (vegetatie, gebouwen, ...maaiveld). De beschikbaarheid van deze hogere resolutiedata resulteerde in o.a. verbeterde modelleringen (overstromingsgevoelige gebieden, bodemerosie, sedimentaanvoer naar waterlopen, ...) en karteringen (bv. waterlopen, grachten, dijken, afstroming, ...). Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II gaf door de hoge puntendichtheid en simultane luchtopnamen niet alleen voor het waterbeheer maar ook voor andere beleidsdomeinen en toepassingen een grote verbetering zowel naar data als toepassingsmogelijkheden. (zie verder).

Een actualisatie van het DHM-Vlaanderen met een minimaal even hoge puntendichtheid dringt zich op en zou ervoor zorgen dat de actuele toestand van regenwater afvoer over land en naar en in de waterlopen beter gemodelleerd kunnen worden. Zodat ook nauwkeurige hydraulische micromodelleringen uitgevoerd kunnen worden op waterlopen en gekoppeld kunnen worden met onder andere de bestaande afwateringsinfrastructuur in stedelijke omgevingen (riolering, grachten).

Grachten vormen de haarvaten van het watersysteem (berging, infiltratie, afvoer, irrigatie, ecologische functie, drainage,...). In de Vlaamse Hydrografische Atlas (VHA) zijn niet alle grachten opgenomen. Dankzij de brondata van DHMV II in combinatie met andere geodata (GRB) en gebruik van Deep Learning (AI) kon Digitaal Vlaanderen ism Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), op basis van een eerste haalbaarheidsstudie in 2017, inzicht verkrijgen in de detectie van grachten en micro-depressies in Vlaanderen. Momenteel wordt dit uitgewerkt naar een gebiedsdekkende validatie van grachten voor Vlaanderen. Ook voor andere waterlichamen heeft DHMV II voor de nodige input gezorgd. Zo werd door Instituut Natuur en



Bosonderzoek (INBO) via handmatige digitalisatie een gegeorefereerd digitaal bestand van stilstaande oppervlaktewateren in Vlaanderen opgebouwd door combinatie van bestaande topografische kaartlagen, orthofotobeelden en het digitaal terreinmodel Vlaanderen versie II. Vanuit de dijk- en oeverbeheerders, in casu De Vlaamse Waterweg (DVW), de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM), departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) afdeling Maritieme Toegang en agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK), maar ook ondersteunende diensten van MOW afdeling Geotechniek en WL is er via het Kennisnetwerk Dijken en Oevers van de overheid de wens om het dijk en oeverbeheer verder te professionaliseren. Zo wordt op basis van DHMV II een dataset gemaakt van de dijklichamen en kruinlijnen, of een dijklokalisatiekaart Vlaanderen. Er is ook de wens en noodzaak om de integratie van hoogtedata van diverse sensoren en platformen, o.a. de bathymetrische data (diepte onder water) en topografische gegevens DHMV II gecombineerd te ontsluiten. En dit ten dienste van o.a. dijk en oeverbeheer in Vlaanderen door bv. de aanmaak van verschilkaarten of dwarsprofielen van waterlopen of dijken. Bathymetrische gegevens worden periodisch ingewonnen. Het DHMV II is echter, gelet op de diverse werkzaamheden op het terrein (o.a. Sigmplanlan) out of date. Een actualisatie van het DHMV II is noodzakelijk.

Ten behoeve van de VMM werden aan de hand van de brondata van DHMV II, de hydromorfologische karakteristieken van de oevers van de waterlopen in kader van ecologische modelleringen van waterlichamen, via de aanmaak van o.a. gedetailleerde oever- en watervlakken in kaart gebracht.

Hoogte data met voldoende hoge ruimtelijke resolutie en centimeter nauwkeurigheid is dus van groot belang om dijken, kruinlijnen, kademuren, dynamische processen langsheen waterwegen, maar ook het steeds veranderende landschap door infrastructuurwerken, landbouwbewerking van akkers, aldus de topografie, gedetailleerd in kaart te brengen en realistisch op te nemen in de modellering. Door het bestaan van het DHMV II konden ook veel hoogtegegevens gerecupereerd worden die anders via dure topografische metingen op het terrein dienden te gebeuren.

Hoge resolutie LiDAR gegevens kunnen in combinatie met ander referentie- en beeldmateriaal (luchtopnames) ook een oplossing bieden om verharde en onverharde structuren van elkaar te onderscheiden. Een belangrijk element om inzicht te verkrijgen in de scheiding van afvalwater en hemelwater, invulling van de hemelwaterverordening of de opmaak van hemelwater- en droogteplannen. De hoogtedata bieden ook een (in)directe meerwaarde om inzicht te krijgen in (grond)waterstanden en mogelijke grondwaterwinningen, potentieel volume van watervoerende lagen (VLAREM) of zelfs diepte van watertafel. Nauwkeurigheid is immers vereist om grondwaterstanden te kunnen uitdrukken in meter onder maaiveld in meter TAW.





Figuur: Peilingen (© VMM)

Naar aanleiding van het toenemende aantal overstromingen heeft de EU in 2007 de **overstromingsrichtlijn (ROR)** aangenomen. De ROR heeft als doel de negatieve gevolgen van overstromingen voor de gezondheid van de mens, het milieu, het culturele erfgoed en de economische bedrijvigheid te beperken. De ROR verplicht de lidstaten en dus ook Vlaanderen om overstromingsgevaar- en overstromingsrisicokaarten (OGRK) te maken voor de gebieden met een potentieel significant overstromingsrisico. DHMV I en DHMV II zorgden voor respectievelijke aanmaak (2006) en actualisatie (2017) van de kaart “risicozones voor overstromingen” (zie 3.1).

DHMV II en afgeleid DTM werden gebruikt voor pre- en postprocessing bij oppervlaktewatermodellering. In de postprocessing worden onder andere de verplichte overstromingsgevaarkaarten gemaakt die gevraagd worden in de ROR, en tevens voor de **watertoets**. Ook de pluviale overstromingsgebieden, zones die een verhoogde kans op wateroverlast vertonen ten gevolge van de directe afstroming van neerslag over het maaiveld en overstromingen uit kleine waterlopen, is gebaseerd op een 2-dimensionaal regelmatig raster van het hoogtemodel Vlaanderen. In een recente omzendbrief werden geactualiseerde overstromingsgevaarkaarten opgemaakt voor 3 scenario’s: kleine kans (T1000), middelgrote kans (T100) en grote kans (T10) op overstromingen.







**Figuur: Aangroei overstroombaar gebied (© VMM)**

De diverse **beleidsinstrumenten** (<https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/beleidsinstrumenten>) in kader van o.a. integraal waterbeleid zoals adviezen in kader van watertoets, de opmaak van overstromingskaarten, de invulling van de signaalgebieden, de informatieplicht, opmaak van gemeentelijke hemelwaterplannen waarop potentiële bufferlocaties, infiltratiezones, regenwaterassen, worden aangeduid, de aanmaak van stroomgebiedbeheerplannen 2022-2027, waterbeleidsnota, zijn (in)direct gelinkt aan een actueel hoogtemodel Vlaanderen. Indien het hoogtemodel zo verouderd is (meer dan 10 jaar) dan zijn ook de invulling en opvolging van de instrumenten gebaseerd op de afgeleide kaarten zoals hemelwaterplannen (in te dienen tot 2024) of overstromingskaarten niet meer correct. Zo stelt o.a. de omzendbrief watertoets (<https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2022-12/omzendbrief-watertoets.pdf>) dat de kaarten van de overstromingsgevoelige gebieden **minimaal elke zes jaar**, conform de cyclus van de stroomgebiedbeheerplannen, dienen te worden geactualiseerd. Wetende dat de huidige kaarten gebaseerd zijn op DHMV II (2013-2015) is een update van DHMV II best te voorzien. Er wordt immers gesteld dat de terreinsituatie dient te worden weerspiegeld in de kaarten.

Ook in het **Vlaams klimaat adaptatieplan 2030**, dat uitzicht geeft op een 'klimaatbestendig' Vlaanderen tegen 2050 hebben diverse van de voorgestelde maatregelen en uitgangspunten nood aan een actueel hoogtemodel, o.a.:

- Regenwater en water uit waterlopen houden we genoeg vast zodat we risico's op watertekorten in 2040 beperken tot die van vandaag.
- Overstromingsrisico's in 2040 beperken tot die van het huidige klimaat.



- Waterkwaliteit in de beken, rivieren en grondwater worden aangepakt volgens de doelstellingen van de stroomgebiedbeheerplannen.

Ongeveer twee jaar geleden vielen niet alleen in Wallonië, maar ook in Vlaanderen extreme neerslaghoeveelheden. Ook in diverse streken van Europa zijn er in 2023 grote overstromingen of is er wateroverlast door een “waterbom” of hevige en veelvuldige regenval. Het expertenpanel hoogwaterbeveiliging gaf via **Weerbaar Waterland** hiertoe een aantal acties, de 4 waterwerven en een 10-punten plan van aanpak. Het is duidelijk dat om de impact van klimaatscenario’s op o.a. overstromingsrisico’s voor bv. de stroomgebiedbeheerplannen te kunnen berekenen of te modelleren er nood is over actuele (hoogte)informatie van zowel land als water. Zodoende kan minimaal rekening worden gehouden met diverse wijzigingen op de watergebonden gronden (aanleg wachtbekkens, aanleg van meanderingen, oeverherinrichtingen, renovatie van bestaande en aanleg van nieuwe dijken, ... ) zowel voor als na de waterbom.



**Figuur: Beeld boven: De Maas in Heppeneert tijdens hoogwater op 16/07/2021 © WL, Borgerhout Beeld  
onder: Moelingen, Voeren, 14 juli 2021 (© VMM Weerbaar Waterland)**

Door de sterk veranderende situatie op het terrein, o.a. langs de waterwegen, door aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden is het huidige hoogtemodel vanuit hydrologisch perspectief niet meer actueel. Het is zeer kostelijk en tijdrovend om de informatie op het terrein te laten opnemen. Het is ook niet mogelijk om

voor elke vraag op terrein te gaan en het geheel te gaan opmeten. Dus goede, actuele hoogte informatie die gestandaardiseerd digitaal aan de gebruikers beschikbaar gesteld wordt, is erg belangrijk en volstaat vaak om tot een oplossing te komen. Hoe nauwkeuriger en actueler de hoogte of het DTM is, hoe beter ook de modelresultaten zijn.

Een update van het Hoogtemodel Vlaanderen zal tevens betere inzichten (zowel infrastructuur maar ook naar inzet van middelen) mogelijk maken om juist deze terreinwijzigingen ten behoeve van een verbeterde waterhuishouding, het vrijwaren van droogte en overstromingen, riolering, ... te kunnen simuleren en sturen. Denken we hierbij aan het **Blue Deal programma** of de **lokale rioleringsprojecten** uitgevoerd door en i.s.m. gemeenten en diverse actoren of rioolbeheerders betrokken in de (afval)waterproblematiek. De GRB nutssector heeft bij de on-line bevraging dan ook duidelijk aangegeven dat gelet op de hoge meerwaarde van DHMV II een update wenselijk is.

De hogervermelde voorbeeldtoepassingen en beleidsmatige (verplichte) invullingen (bv. overstromings- en watertoetskaarten) vereisen dan ook een actualisatie van het DHMV II en dus DTM voor gans Vlaanderen. De wens naar de toekomst is om over een 5-jaarlijkse update te kunnen beschikken.

**Meer info:**

- *Weerbaar Waterland:* [https://www.vlaamsewaterweg.be/sites/default/files/download/weerbaar\\_waterland\\_expertenpanel\\_hoogwaterbeveiliging\\_advies.pdf](https://www.vlaamsewaterweg.be/sites/default/files/download/weerbaar_waterland_expertenpanel_hoogwaterbeveiliging_advies.pdf)
- *Waterbom 2021:* <https://www.vmm.be/nieuws/archief/twee-jaar-na-de-grote-wateroverlast-waarstaan-we>
- *Omzendbrief watertoets:* <https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2022-12/omzendbrief-watertoets.pdf>
- *Hemelwaterverordening:* <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/hemelwater-verordening>
- *Gemeentelijke hemelwater- en droogteplannen:* <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/beleidsinstrumenten/hemelwater-en-droogteplannen>
- *Beleidsinstrumenten integraal waterbeleid:* <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/beleidsinstrumenten>
- *Actieplan Droogte en Wateroverlast:* <https://www.vmm.be/water/droogte/actieplan-droogte-en-wateroverlast>
- *Vlaams klimaatadaptatieplan:* <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/klimaat-en-milieu/klimaat/vlaams-klimaatadaptatieplan>
- *Blue Deal:* <https://bluedeal.integraalwaterbeleid.be/over-blue-deal>
- *Online viewer datasets DHMV II (o.a. DTM, DSM, skyview, hillshade, zoninstraling, flow accumulation, LiDAR download):* <https://remotesensing.vlaanderen.be/apps/openlidar/>
- *Waterbeleidsnota 2020-2025:* <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/stroomgebiedbeheerplannen/waterbeleidsnota/derde-waterbeleidsnota/deel-visie/waterbeleidsnota-2020-2025-visietekst-volledig>



- Grachtendetectie: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/earth-observation-data-science-eodas/remote-sensing-projecten-bij-digitaal-vlaanderen/grachtendetectie-vlaanderen-via-deep-learning>
- Pluviale overstromingskaarten: [https://www.vmm.be/bestanden/Eindrapport\\_pluviale overstromingsgebieden Vlaanderen 2018 v3.pdf](https://www.vmm.be/bestanden/Eindrapport_pluviale overstromingsgebieden Vlaanderen 2018 v3.pdf)
- Beleidsnota Omgeving: <https://www.vlaanderen.be/publicaties/beleidsnota-2019-2024-omgeving>

**Bron:** Departement Omgeving, VMM, WL, DVW, Digitaal Vlaanderen, provincies, gemeenten, Digitaal Vlaanderen, VITO, INBO

## 4.3.2 Basiskaart Vlaanderen (GRB) en 3D GRB

Het GRB-decreet regelt volgens een wettelijk kader de aanmaak, financiering, het gebruik en de bijhouding van het **Grootschalig Referentie Bestand (GRB) of Basiskaart Vlaanderen**. Het GRB is een digitale topografische referentiekarte van Vlaanderen en is zo een gemeenschappelijke geografische basis waarop alle gebruikers eigen gegevens kunnen enten.



**Figuur: Basiskaart Vlaanderen, GRB (© Digitaal Vlaanderen)**

De producten van het GRB worden zo ingezet in een waaier van diensten met gegevensafnemers en eindgebruikers binnen de Vlaamse overheid, de lokale besturen, de nutssector en de vastgoedsector, alsook bij architecten, landmeters en notarissen. De financiering van het GRB gebeurt op basis van cofinanciering tussen de nutssector en het Vlaamse Gewest (50% - 50%). Er geldt een verplicht gebruik voor de Vlaamse en lokale overheden.





Het huidig DHM Vlaanderen wordt gebruikt in verschillende facetten van de GRB bijhouding o.a. bij het orthorectificatie proces van grootschalige luchtbeelden om GRB entiteiten te karteren. Bij een actualisatie van het DHMV zouden de hoogtedata eveneens kunnen aangewend worden in kader van verschillenanalyse, mutatiedetectie of specifieke bijhouding- en optimalisatieprocessen van het GRB.

De **rioolbeheerders** (Fluvius, Aquafin, Farys, ...) hebben ook aangegeven dat DHMV II en de afgeleide producten cruciale en intussen onmisbare informatie zijn voor het uitoefenen van hun activiteiten, onder andere:

- detectie van watervlakken en open grachten via de dataset Skyview en Hillshade;
- maaiveldhoogte inschatten indien er geen terreinmetingen zijn voor de putdeksels;
- weg en terrein profielen verifiëren waar zich wateroverlast gemanifesteerd heeft;
- afwateringszin via het flow accumulatie raster;
- inschattingen maken bij aanleg riolering;
- opmaak hemelwaterplannen;
- 2D-modellering voor wateroverlast, ...

Precieze en correcte hoogtegegevens zijn primordiaal hier. De kleinste topografische wijziging kan immers al leiden tot een geheel andere hydrologische situatie. Procesmatig is het gebruik van een actueel DHMV cruciaal geworden. Meer nog: indien er advies wordt uitgereikt o.b.v. van een verouderd DMHV kan dat in bepaalde gevallen een vals gevoel van veiligheid geven (bv. bij preventie wateroverlast) en in andere gevallen bepaalde opportuniteiten onbenut laten. Een actueel DHMV kan dus een wezenlijk verschil maken. DHMV II en de afgeleide producten hebben niet alleen voor overheidsdiensten maar ook voor de rioolbeheerders een grote financiële meerwaarde. Dixit Fluvius “zonder deze informatie zouden de kosten voor terreinwerk, opmetingen en verwerking hiervan hoog oplopen. Meer nog: sommige van onze activiteiten zouden simpelweg niet mogelijk zijn.”

Niet alleen voor de planning, aanleg of inventarisatie van ondergrondse nutsinfrastructuur maar ook voor de visuele weergave van de kabels en leidingen (KLIP) in het terrein. In een planimetrische weergave is het lastig om aan te geven hoe de diepte en de juiste ligging is ten opzichte van het terrein. De ervaring leert dat een 3D (kaart)beeld met absolute hoogte van het maaiveldniveau aan de hand van een DHM Vlaanderen zeer verhelderend kan werken.

Een 3D visualisatie van grondvlak inclusief infrastructuur zoals gebouwen of een 3D model zorgt voor een surplus in het visueel voorstellen van de werkelijkheid in tal van toepassingen. Daartoe werd 3D GRB ontwikkeld. Het 3D GRB is een 3D model van beschikbare GRB-inrichtingselementen zoals gebouwen en civieltechnische constructies dat toelaat om deze GRB elementen in 3D te visualiseren en om efficiënt hoogte-informatie per GRB object te bevragen. De hoogte-informatie is afkomstig uit de brondata van het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen (DHMV). De verschijningsvorm van het 3D GRB is verder afhankelijk van de mate van detail of het LOD-niveau (level of detail). 3D GRB wordt momenteel in blokkenmodel (LOD1) ter beschikking gesteld. Het 3D GRB en de realisatie van een LOD2 biedt de mogelijkheid om gebouwinformatie (volume, hoogte geveleppervlakte, ...) verder in te vullen.

De vraag naar een 3D model is hoog, o.a. als basis voor 3D stadsmodellen binnen het hele Digital Twin gebeuren. Een driedimensionale weergave van bv. een stad gevuld met live data vormt de basis voor een **3D**





### 4.3.3 Ruimtelijke planning

In kader van het **Beleidsplan Ruimte Vlaanderen (BRV)** wordt het ruimtelijk beleid van Vlaanderen onder de loep genomen. Het ruimtelijke ordeningsbeleid moet in staat zijn om tijdig innovatieve oplossingen aan te reiken die constructief aankijken tegen de maatschappelijke dynamiek en tegelijk een duurzame ontwikkeling garanderen. Het bestaande hoogtemodel Vlaanderen (DHMV II) is hier direct of indirect van nut. Denken we hierbij aan het kwantificeren van verschillende processen binnen het ruimtelijk beleid, o.a. overstromingen; bebouwing/bestrating, inventarisatie van (stedelijk) groen- en landschapselementen; stadsdynamiek op lange termijn, het ruimtebeslag in kader van de bouwshift) en het analyseren van de ruimtelijke omgeving (bv. hitte-eilandeffect, landschapsanalyses of de integratie van bebouwing in de omgeving).



**Figuur: classificatie van het groen voor een (sub)urbane omgeving (grassen en kruiden, lage struiken, hoge struiken en kleine bomen, grote bomen en stammen) (© Digitaal Vlaanderen)**

**Meer info:**

- *Beleidsplan Ruimte Vlaanderen* <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/beleidsplan-ruimte-vlaanderen>
- *Conceptnota bouwshift* <https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2022-03/Conceptnota%20bouwshift%202022.pdf>

**Bron:** Departement Omgeving, Digitaal Vlaanderen

### 4.3.4 (Grootschalige) Vlaamse infrastructuurwerken



(Grootschalige) Vlaamse infrastructuurwerken waar de Vlaamse overheid betrokken partij is zoals bvb. het Oosterweeldossier, SIGMA-plan, diverse haven- of wegenwerken zijn gebaat met nauwkeurige inventarisatie uit een hoge resolutie DHMV, en dit zowel voor als na de werken. De hoogtemetingen worden gebruikt bij de bepaling van geluidshinder bij de bouw van (snel)wegen, de berekening van grondverzet of de voorstudie van tracés en stedelijke inrichting (met 3D-visualisaties). Uiteraard zorgen de uitgevoerde werken sinds de opname van DHMV II voor de nodige wijzigingen op het terrein en is er na 10 jaar een grote nood voor een actualisatie.

Een periodieke update is cruciaal om een goede monitoring en inventarisatie te kunnen uitvoeren. Ook op lokaal of projectniveau wordt aangegeven dat dankzij het DHMV er een handig hulpmiddel beschikbaar is om snel inzicht te verwerven in het terrein zoals bv. de hellingsgraad bij aanleg of onderhoud van wegen. Hoogtemodellen zijn immers belangrijk voor het ontwerpen van infrastructuur. Het telkens laten opmeten is arbeids- en tijdsintensief, omwille van de meestal grote oppervlaktes en de (on)bereikbaarheid. Op de klassieke manier via topografische opmetingen kan een hoge puntendichtheid zoals het DHMV II ook niet kosten-efficiënt worden opgemeten.



**Figuur: Oosterweelverbinding werkzaamheden (© Liantis)**

**Meer info:**

- *Vademecum wegenwerken:*  
[https://wegenverkeer.be/sites/default/files/uploads/documenten/Vademecum%20UPM\\_new.pdf](https://wegenverkeer.be/sites/default/files/uploads/documenten/Vademecum%20UPM_new.pdf)
- *Oosterweelverbinding:* [https://www.oosterweelverbinding.be/bypass-tijdelijke-snelweg-r1-noord?qclid=EA1aIqobChMIq\\_zTlvzRqAMVzTOGAB0xHwKsEAAYASAAEQlxS\\_D\\_BwE](https://www.oosterweelverbinding.be/bypass-tijdelijke-snelweg-r1-noord?qclid=EA1aIqobChMIq_zTlvzRqAMVzTOGAB0xHwKsEAAYASAAEQlxS_D_BwE)

**Bron:** Agentschap Wegen en Verkeer; Departement Mobiliteit

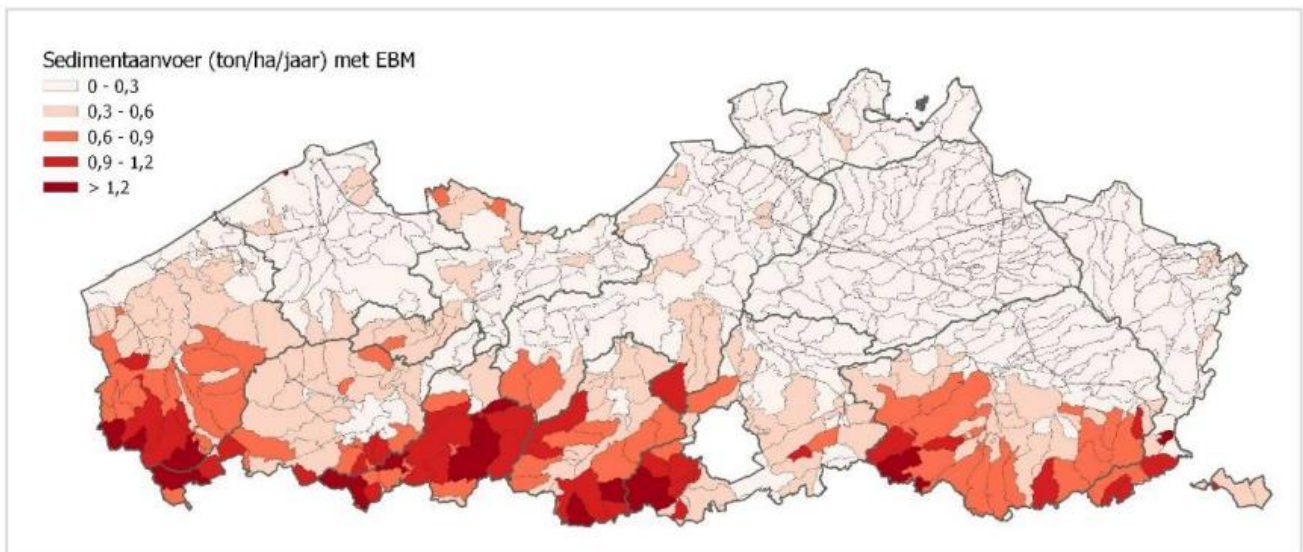
### 4.3.5 Bodembescherming, erosie, ondergrond





In het kader van het decreet over bodemsanering en bodembescherming of bv het uitvoeringsbesluit over erosiebestrijding is er nood aan juiste en actuele hoogte informatie. Een update van het DHMV II kan de bestaande gemodelleerde kaarten m.b.t. erosiegevoeligheid zowel op gemeentelijk als op landbouwperceelsniveau sterk verbeteren. Zo werd in 2018 na de ingebruikname van het nieuwe digitale hoogtemodel DHMV II de erosiegevoeligheidsklasse van diverse percelen in kaart gebracht. Een update kan enerzijds zowel de bepaling van de actuele erosiegevoeligheidsklasse als anderzijds de actuele inschatting van het overlandse sedimentverlies ten goede komen. Het sedimentafvoer naar de waterlopen, het effect van erosiebestrijdingsmaatregelen en het transport van sediment in de onbevaarbare waterlopen dient immers geoptimaliseerd en geactualiseerd worden. De aan- of afwezigheid van afwateringsgrachten, bermen/dammen en grasbufferstroken zou verder geïdentificeerd kunnen worden.

Een update van het hoogtemodel via DHMV III geeft via de bepaling van de erosiegevoeligheidsklassen invulling aan de visienota erosiebeleid (in ontwerp) voor de Vlaamse Regering en het daarmee gepaard gaande beleid rond klimaatadaptatie, stroomgebiedbeheerplannen, het mestactieplan (MAP7) en de conditionaliteit in het Vlaamse GLB-Strategisch Plan (GLMC 5 voor erosie). Conditionaliteit' is de nieuwe term voor de randvoorwaarden uit de vorige GLB-perioden. Net zoals voorheen kunnen landbouwers enkel de volledige areaal- en diergebonden steun ontvangen als ze voldoen aan deze normen op het gebied van milieu, klimaatverandering, volksgezondheid, plantengezondheid en dierenwelzijn. De conditionaliteit vormt immers samen met ecoregelingen, agromilieuklimaatmaatregelen en de beheerovereenkomsten de basispijlers van de nieuwe groene architectuur, die invulling geeft aan de hogere milieu- en klimaatambities van het nieuw gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB 2023-2027, zie ook 3.3.14). Er is dringend nood aan een update van DHMV II (2013-2015). Een 5-jaarlijkse update wordt hier geprefereerd.



**Figuur: Gemodelleerde specifieke sedimentaanvoer (ton/ha/jaar) naar het watersysteem (waterlopen, grachten en riolering) per AHO-gebied (intermediair afstroomgebied) (toestand 2019)**  
(© Departement Omgeving)

De topografie van de bovengrond is niet alleen waardevol binnen Bodemdecreet (b.v. bodemattest) maar ook een belangrijk gegeven voor de visualisatie van de Vlaamse ondergrond en/of de opmaak van de Virtuele



Boring. De virtuele Boring is een product van Datebank Ondergrond Vlaanderen (DOV) en geeft de opbouw van de Vlaamse bodem en ondergrond weer. De combinatie van typologie van de bodem en geologische ondergrond, in casu plastische kleilagen en de wisselende waterstanden zorgden de laatste jaren ook voor mogelijke grondverzakkingen en schade aan gebouwen, in de hand gewerkt door droogte en klimaatverandering. Terreinonderzoek en een gedetailleerde topografie zijn noodzakelijk om de problematiek in kaart te brengen. De periodieke opmaak van een gedetailleerd hoogtemodel en dus periodieke monitoring van de topografie, biedt dan ook een waardevol instrument om een referentiekader te bieden voor de problematiek van deformaties in Vlaanderen op centimeter niveau. Deformaties treden niet alleen in de gebieden met plastische klei op, maar ook in zones waar door een veranderende watertafel (bv. veroorzaakt door grondwaterwinning of lekkende leiding of in de veen- en mijnverzakkingengebieden) de bodem daalt. Deze deformaties hebben een ecologisch en/of civieltechnisch effect (bv. leidingbreuken, scheuren bebouwing of infrastructuur, schade aan bruggen en dijken). Dit blijkt ook uit de heel nauwkeurige waarnemingen van FLEPOS referentiastations in Vlaanderen, waar over een tijdsbestek van 20 jaar een aantal van deze stations een stijgende, dan wel een dalende trend vertonen in hoogte.

### Meer info:

- GLB : <https://lv.vlaanderen.be/nieuws/conditionaliteit-het-glb-2023-2027>
- Eindrapport van het Vlaamse erosiebeleid, <https://omgeving.vlaanderen.be/evaluatie-van-het-vlaams-erosiebeleid>
- Bodembeschermingsbeheer om erosie tegen te gaan (GLMC 5), <https://lv.vlaanderen.be/sites/lv/files/2023-02/Bodembewerkingsbeheer%20om%20erosie%20tegen%20te%20gaan%20%28GLMC%205%29.pdf>
- DOV – virtuele boring: <https://www.dov.vlaanderen.be/page/virtuele-boring>, <https://www.dov.vlaanderen.be/page/plastische-gronden>
- Bodemattest: <https://www.vlaanderen.be/bodemattest>

**Bron:** Departement Omgeving, Departement Landbouw en Visserij, VLM, VMM, OVAM

### 4.3.6 Geluidsbelastingkaarten binnen Europese richtlijn omgevingslawaai

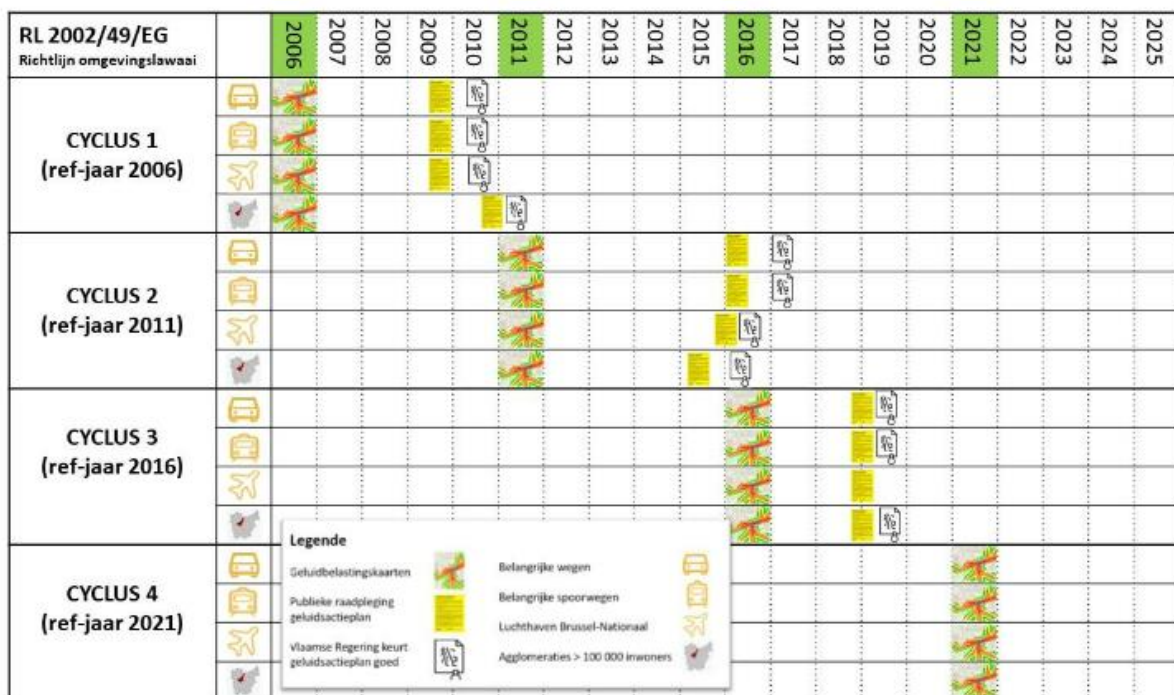
De **Europese richtlijn Omgevingslawaai** (2002/49/EG) verplicht lidstaten om geluidskaarten op te stellen. Op deze kaarten wordt de geluidsbelasting in de buurt van belangrijke infrastructuren (wegen, spoorwegen, luchthavens) getoond. De kaarten dienen als input voor het geluidsbeleid (nagaan waar de belangrijkste knelpunten zich bevinden, wat de impact is van bepaalde maatregelen, enz.).

De kaarten worden opgemaakt op basis van een geluidsmodel, waarbij op basis van de ligging van de infrastructuur, het aantal en type van de passerende voertuigen/treinen, hun snelheid, het type wegdek etc. een voorspelling wordt gemaakt van de in de omgeving optredende geluidsniveaus. Omdat het reliëf sterk beïnvloedt hoe geluid zich voortplant, zijn hiervoor ook goede hoogtegegevens van de omgeving of een omgevingsmodel nodig. De kaarten worden dan ook opgebouwd aan de hand van een 3D oppervlakte model (DHMV II - DSM) van Vlaanderen op basis van DHMV II. Deze geluidskaarten worden vervolgens ter beschikking gesteld op bv. Geopunt en gerapporteerd aan Europa. De brondata van DHMV II vormt tevens de

////////////////////////////////////

basis voor het maken van 3D-modellen van kleinere zones voor kleinere akoestische modelleringen voor bv. het bepalen van lengte en hoogte geluidsschermen.

Het digitaal oppervlakte model (DHMV II - DSM) heeft dus een belangrijke impact op de resultaten en dient zo actueel mogelijk te zijn. Zowel het hoogtemodel als hoogte van gebouwen 3DGRB (LOD1) worden gebruikt in de 3D modellen voor het berekenen van de strategische geluidsbelastingkaarten die **5 jaarlijks** moeten worden opgemaakt. Het is dus duidelijk dat het huidige DHMV II (2013-2015) niet meer volstaat voor de aanmaak van deze kaarten, zeker omwille van de diverse uitgevoerde en geplande grote werkzaamheden op het terrein (bv. Oosterweelverbinding) en nieuwe gebouwen en infrastructuur die de laatste 10 jaar zijn bijgekomen.



**Figuur: cyclus aanmaak geluidsbelastingkaarten (© Departement Omgeving)**

Een periodiek geactualiseerd DHMV (liefst om de 5 jaar) zorgt ervoor dat de nauwkeurigheid van het terreinmodel verhoogt en dus ook de geluidsmodellen die nodig zijn voor de strategische geluidsmodellering. Sommige locaties waarvan de geluidsimpact vanwege weg- en spoorverkeerslawaai werd berekend in de strategische geluidskartering (referentiejaar 2021) vertonen grote verschillen tussen de door het model berekende data en de gemeten data op het terrein. De oorzaak hiervan ligt grotendeels bij de hoogte informatie van het terreinmodel dat verouderd is (referentiejaar 2021 gebruikt nog steeds DHMV II). Een actualisatie van het DHMV is dus zeker wenselijk. Ook in kader van de geluidsmodelleringen binnen diverse Milieueffectrapporten (MER) is dringend nood aan een actueel hoogtemodel.







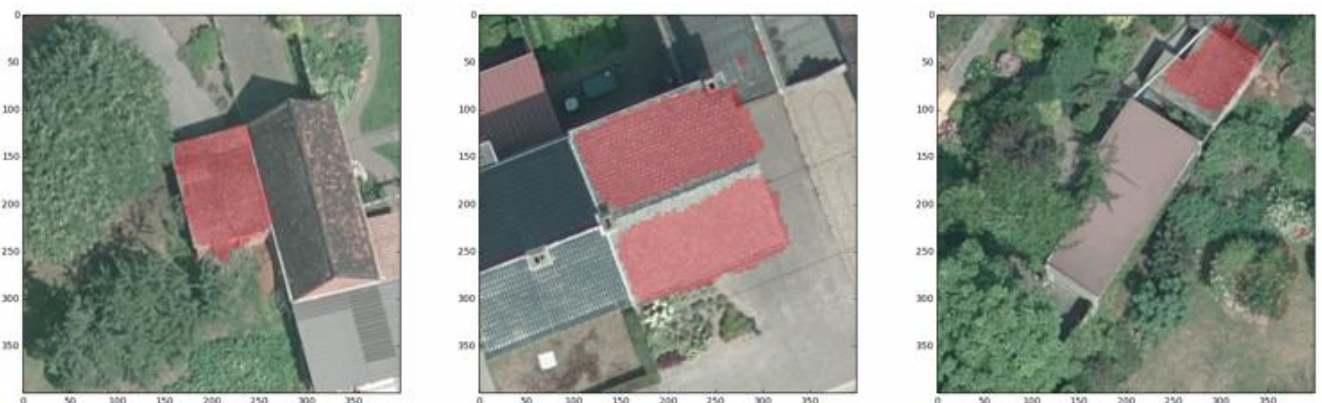
**Meer info:**

- Skyview en hillshades: <https://www.onroerendergoed.be/blog/vlaanderen-onder-de-scanner-twee-hoge-resolutie-verwerkingen-van-het-dhm-vlaanderen-ii-online>
- Erfgoed: <https://oar.onroerendergoed.be/publicaties/HAOE/17/HAOE017-001.pdf>

**Bron:** Agentschap Onroerend Erfgoed, Provincies, Digitaal Vlaanderen

**4.3.8 Duurzaam beheer materiaalkringlopen en afvalstoffen**

Het hoogtemodel Vlaanderen en gelijktijdige opname van hoge resolutie luchtopnamen levert ook direct en indirect een belangrijke bijdrage in kader van een duurzaam afvalbeheer en detectie van gevaarlijke stoffen. De hoge resolutie beelden van DHMV II werden i.o.v. de Openbare Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) door Digitaal Vlaanderen geanalyseerd met deep learning (AI) om het potentieel asbestmateriaal op daken in Vlaanderen te inventariseren. Voor de invulling van VLAREMA (Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen) wordt het hoogtemodel naast andere bouwstenen (bv. TOTEM) ook als een waardevolle dataset aanzien om inzicht te krijgen in het bepalen van volumes m.b.t. hergebruik van materialen (in casu sloopmateriaal of sloopopvolgingsplan gebouwen).



**Figuur: Detectie (transparant rood) van oude leien door het AI-algoritme (© Digitaal Vlaanderen)**

**Meer info:**

- Asbesthoudende daken: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/earth-observation-data-science-eodas/remote-sensing-projecten-bij-digitaal-vlaanderen/asbestdaken-monitoren-vanuit-de-lucht-aan-de-hand-van-ai>
- Advies Minaraad: <https://www.minaraad.be/themas/materialen/vlarema-8/21-005%20advies%20VLAREMA%208.pdf/download>
- Sloopopvolgingsplan: <https://www.vlaanderen.be/sloopopvolgingsplan>

**Bron:** OVAM, Minaraad, Digitaal Vlaanderen, VITO







**Figuur: Terreinwijzigingen in overstroomingsgebied (© Departement Omgeving)**

Er is de tendens om remote sensing data, technieken en platformen (drones, satellietbeelden, luchtopnamen, ...) geïntegreerd in te zetten in kader van toezicht, opsporing en handhaving (bv. als onderdeel in kader van de uitbouw van een Early Warning System (EWS)). Het gebruik van innovatieve technieken voor handhavingdoeleinden maakt ook deel uit van de Beleidsnota Omgeving 2019-2024 of in het omgevingshandhavingprogramma 2024. Het kunnen beschikken over een periodisch (minimaal 5 jaren) referentiekader voor hoogte is een minimale noodzaak.

**Meer info:**

- Omgevingshandhaving: <https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2023-01/Omgevingshandhavingprogramma.pdf>
- ANB, natuurinspectie: <https://natuurenbos.vlaanderen.be/voor-lokale-besturen/bomen-en-houtkanten-kappen/bomen-dreven-en-houtkanten-kappen>
- VMM, waterlopen: <https://www.vlaanderen.be/publicaties/wonen-langs-onbevaarbare-waterlopen>
- Departement omgeving, inspectie en handhaving: <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/handhavingsbeleid>, <https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2022-01/juridisch%20onderzoek%20gebruik%20remote%20sensing%20-%20finaal.pdf>
- Beleidsnota Omgeving: <https://www.vlaanderen.be/publicaties/beleidsnota-2019-2024-omgeving>

**Bron:** Agentschap Onroerend Erfgoed, VMM, Departement Omgeving, ANB

**4.3.10 Duurzame energie**



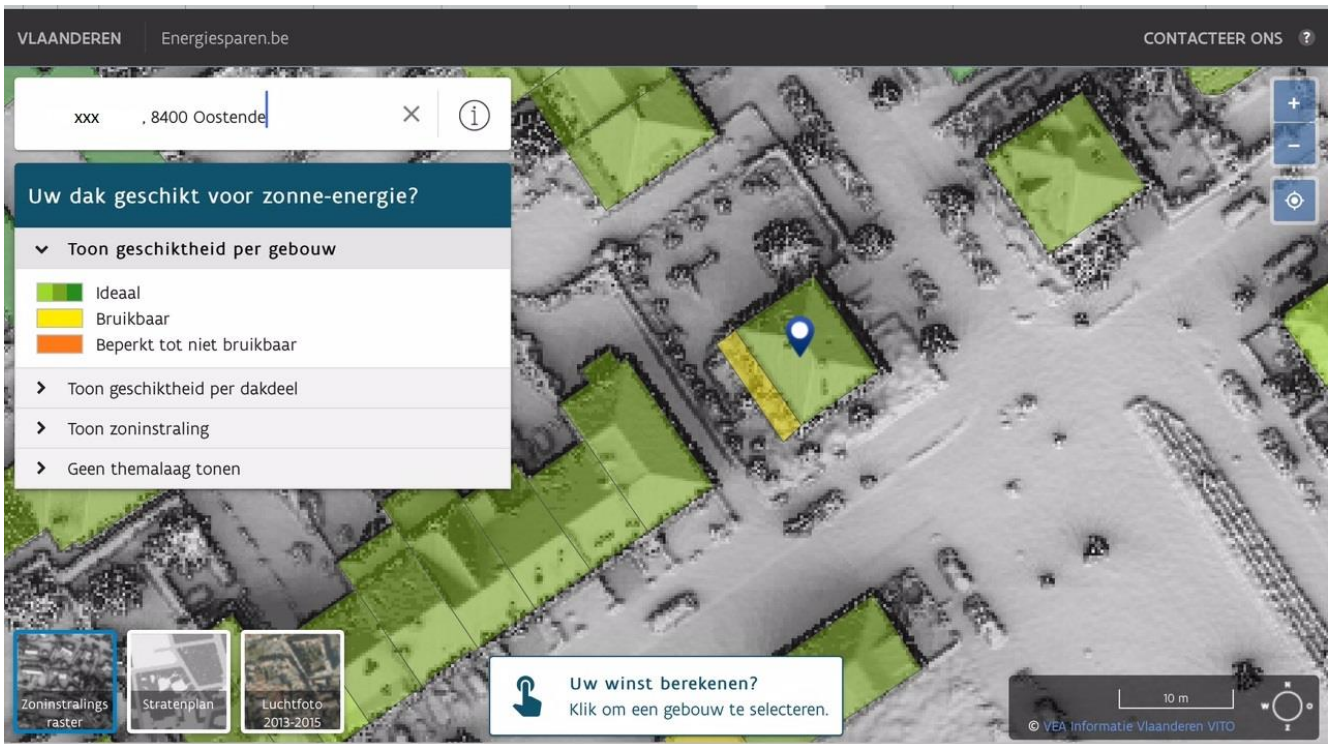




megawatt (MW). Op jaarbasis leverden die zonnepanelen voldoende stroom voor meer dan een miljoen gezinnen. Op 31 mei 2023 ongeveer 800.000 installaties met een vermogen van circa 5200 megawatt (MW).

Via de zonnekaart werd een totaal berekend potentieel van 57 GW bepaald in de 'ideale' geschiktheidsklasse met een zonne-instraling van meer dan 1000 kWh/m<sup>2</sup>/jaar. Het potentieel van de 'bruikbare' geschiktheidsklasse met een zonne-instraling tussen 800 en 1000 kWh/m<sup>2</sup>/jaar bedraagt hier bovenop nog 15 GW.

De zonnekaart heeft ook zijn meerwaarde getoond via de combinatie met de asbestinventarisatie. Uit de asbestanalyse bleek dat veel landbouwbedrijven asbesthoudende daken hebben voor hun stallen, hangars en magazijnen. Het is echter verboden om zonnepanelen te plaatsen op een gebouw met asbesthoudende dakbekleding of een asbesthoudend onderdak. Terwijl deze landbouwconstructies juist door hun een omvang een grote zonnepotentieel hebben. Eigenaars van die niet-residentiële gebouwen stellen de plaatsing van zonnepanelen dan ook uit. Om dit potentieel te promoten, werd door de Vlaamse regering in 2022 voor eigenaars van deze gebouwen een tijdelijke premie gegeven om een asbestdak te saneren en om te vormen naar een zonnedak.

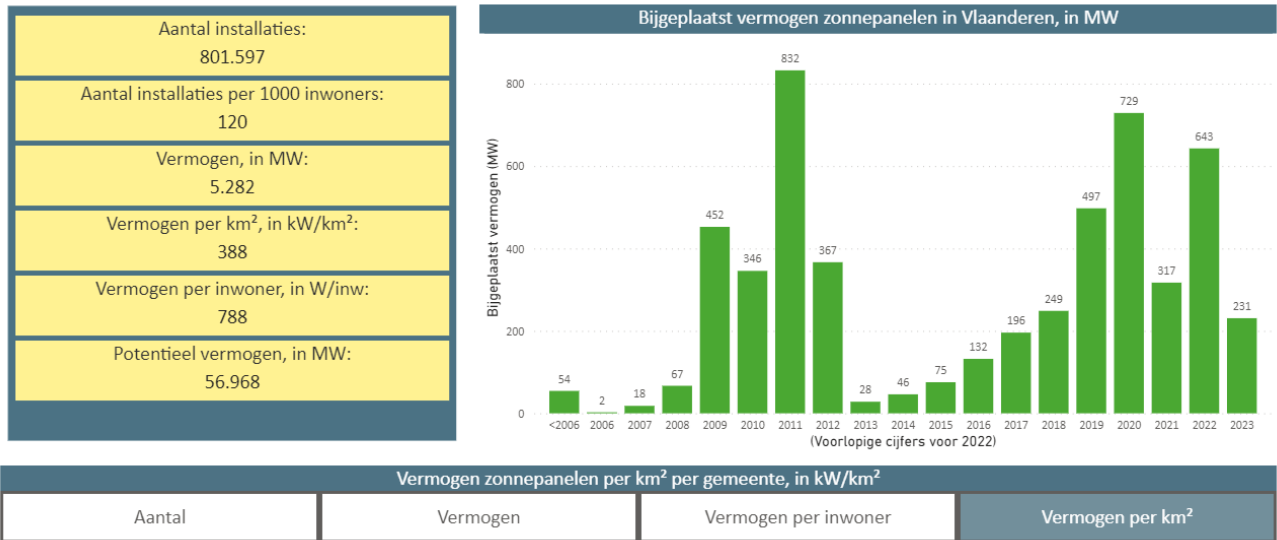


**Figuur: Zonnekaart Vlaanderen (© VEKA)**

De zonnekaart gegevens als instrument voor het afstemmen van vraag en aanbod, en dus het delen van zonne-energie, zullen nog een grotere rol krijgen. Zo wil het Agentschap Binnenlands Bestuur (team Stedenbeleid) in samenwerking met Kenniscentrum Vlaamse Steden (KCVS) in kader van het Smart Flanders programma een Vlaamse zon-zoneringskaart realiseren. De zon-zoneringskaart moet de mogelijkheid geven







**Figuur: Info zonnepanelen Vlaanderen (cijfer 31.05.2023) (© VEKA)**

**Meer info:**

- Zonnekaart: <https://apps.energiesparen.be/zonnekaart>, <https://www.youtube.com/watch?v=NWHEAxvBeQU>
- Visienota Zonneplan 2025: <https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/5FC0BD6720B667000800041A>
- Zonnegids: <https://www.vlaanderen.be/zonnepanelen/zonnegids>
- Zon-zoneringskaart: <https://www.vlaanderen.be/stedenbeleid/slimme-steden/data-onderzoek-naar-een-vlaamse-zon-zoneringskaart>
- Fluvius energietransitie vraagt 4 miljard investeringen: <https://pers.fluvius.be/fluvius-wil-4-miljard-extra-investeren-in-de-elektriciteitsnetten>
- RRES – Regionale Ruimtelijke Energiestrategie <https://www.vlaanderen.be/publicaties/rres-regionale-ruimtelijke-energiestrategie>
- Lokaal Energie- en Klimaatpact (LEKP): <https://www.vlaanderen.be/lokaal-bestuur/beleid-in-ontwikkeling-2019-2024/relanceprojecten/lokaal-energie-en-klimaatpact>

**Bron:** Digitaal Vlaanderen, VITO, VEKA

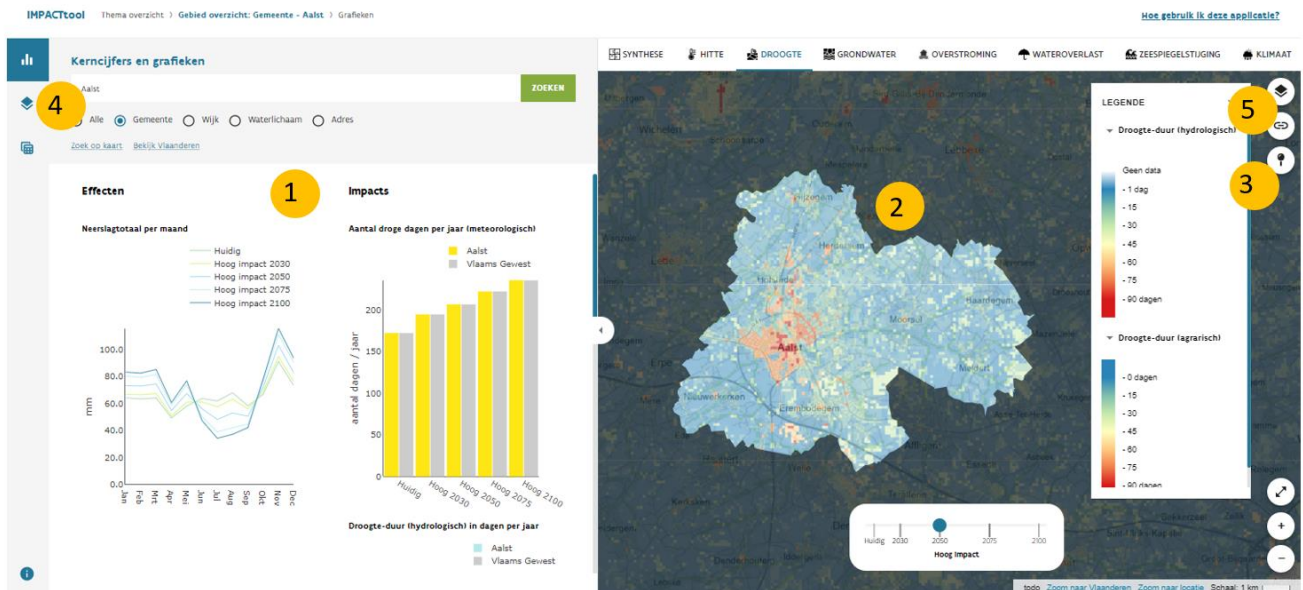
**4.3.11 Sport en cultuur**

Sportvereniging of de individuele sporter gebruiken het hoogtemodel Vlaanderen om inzicht te verwerven in de terreinsituatie (hoogteprofielen van de weg, hoogtelijnen, vegetatie, ...) voor het tekenen van









Figuur: effect van droogte binnen Aalst, Klimaatportaal IMPACTtool (© VMM)

**Meer info:**

- Vlaams klimaatadaptatieplan: <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/klimaat-en-milieu/klimaat/vlaams-klimaatadaptatieplan>
- Klimaatportaal: <https://klimaat.vmm.be/>
- Vlaams Energie- en Klimaatplan (VEKP) 2021-2030: <https://www.vlaanderen.be/veka/energie-en-klimaatbeleid/vlaams-energie-en-klimaatplan-vekp-2021-2030>
- Beleidsnota Omgeving: <https://www.vlaanderen.be/publicaties/beleidsnota-2019-2024-omgeving>
- Lokaal Energie & Klimaatbeleid: <https://www.vlaanderen.be/lokaal-energie-en-klimaatbeleid>
- VVSG: <https://www.vvsg.be/netwerkklimaat>

**Bron:** Digitaal Vlaanderen, VMM, Departement Omgeving, VEKA, VVSG

**4.3.13 Mutatiesignalering**

Het zoeken van verschillen in kaartmateriaal een belangrijk gegeven voor diverse beleidsanalyse, monitoring of handhaving (zie hoger). Het kunnen signaleren van veranderingen op het terrein is cruciaal in kader van het bijhouden van wijzigingen. Denken we aan de objectgerichte mutatiesignalering in de Basiskaart Vlaanderen (GRB) aan de hand van nieuwe beeldherkenning en verwerkingstechnieken en Artificiële Intelligentie (denk aan machine en deep learning). Via AI worden processen zoals mutatiesignalering, karteren en objectherkenning op beeldmateriaal beter toepasbaar.

De hoogte-informatie uit de brondata van het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen is voor het detecteren van nieuwe gebouwen maar ook voor vegetatie een waardevol hulpmiddel. Een periodieke update van hoogtemodellen (bijvoorbeeld 4-5jaarlijks) geeft inzicht in de problematiek van aantal wijzigingen en helpt bij



het automatisch identificeren van locaties waar actualisaties en nieuwe karteringen noodzakelijk zijn. Ook niet-vergunde wijzigingen kunnen zo in kaart worden gebracht (zie hoger).

**Meer info:**

- *GRB*: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/basiskaart-vlaanderen-grb>
- *GRB mutatiesignalering*: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/nieuwsberichten/artificiele-intelligentie-ondersteunt-mutatiesignalering-in-de-basiskaart-vlaanderen-grb>
- *Kruinafname Vlaanderen, lopende studie waarbij via de combinatie van DHMV, de periodieke Groenkaart Vlaanderen en Sentinelbeelden inzicht wordt verworven in het verdwijnen van hoog opgaand groen in Vlaanderen.*

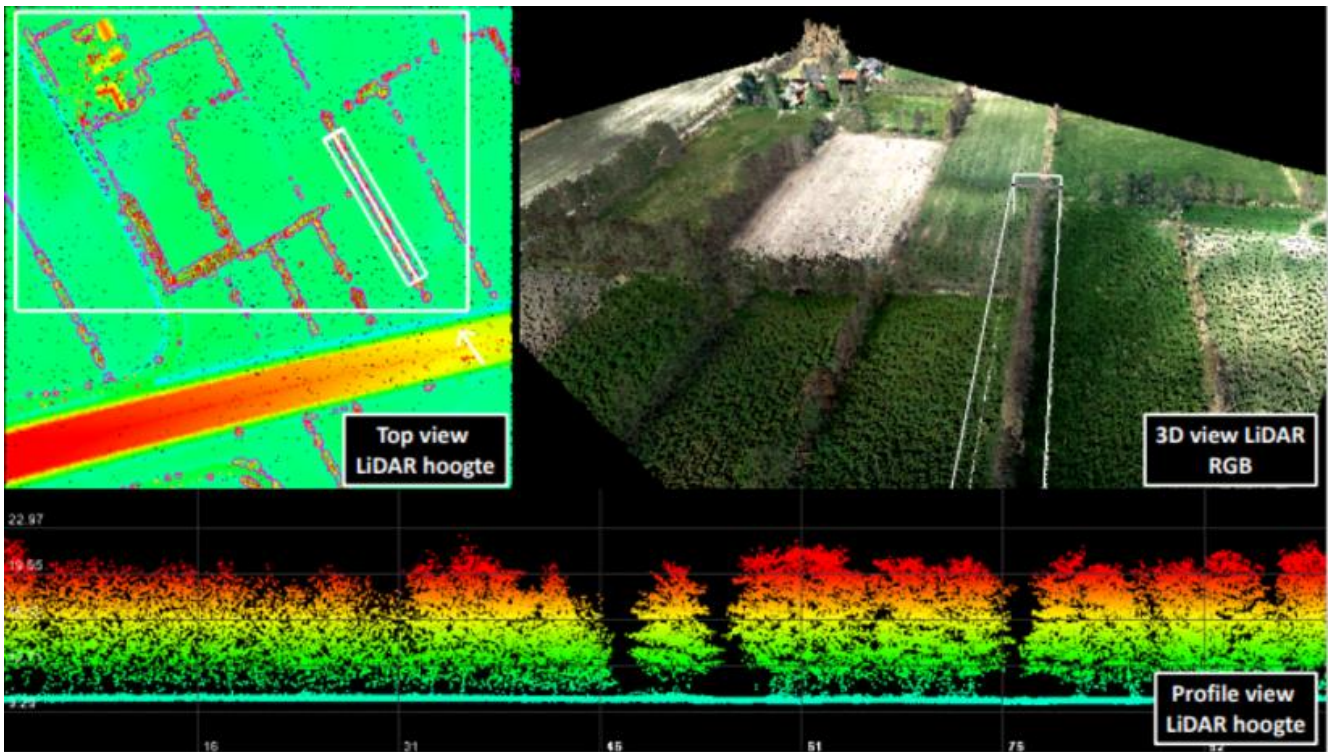
**Bron:** Digitaal Vlaanderen, INBO, VITO

### 4.3.14 Landbouw en natuur

Zowel de hoogte van vegetatie als de mate waarin vegetatie het oppervlak bedekt, is heel belangrijk in kader van beleidsvorming, beleidsuitvoering en opvolging. Het hoogtemodel biedt mogelijkheden om de vegetatiestructuur, in casus bedekking en hoogte zeer gedetailleerd vast te leggen. De ruwe puntenwolken van DHMV II laten met de nodige kennis van zaken immers toe om te classificeren naar bv. maaiveld, gebouwen of vegetatie.

Het karteren van de (houtige) kleine landschapselementen (KLE's) aan de hand van het hoogtemodel en dus de mogelijkheid voor de aanmaak en beheer van bv. een referentiebestand KLE's biedt tevens de opportuniteit om via het uitvoeren van een realiteitscheck betere en gerichtere controles te kunnen uitvoeren en opvolgen over de instandhouding van de KLE's. Kennis over de ligging, dichtheid, netwerkstructuur... gerelateerd aan bv. soortenrijkdom vormen een bijdrage in de uitbouw van tal van beleidsmaatregelen en intenties. Denken we maar aan de uitbouw van groen-blauwe netwerken, actualisatie van de BWK, uitbouw van ecologische netwerken, de beheersovereenkomsten, ... een Meetnet Biodiversiteit Agrarisch Gebied (zie Beleidsnota Omgeving, 2019-2024).





**Figuur: puntenwolk van vegetatie (© Digitaal Vlaanderen)**

Maar daarenboven kan het ook helpen om inzicht te verwerven in de diverse beschermingsbepalingen voor bv. Natura2000 (habitatrichtlijngebieden) of opvolging en uitvoering van de conditionaliteit in het nieuwe het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB 2023-2027). De integratie met andere GIS en Remote Sensing data (bv. satellietbeelden, luchtopnamen) laat toe aan de hand van de periodieke opnamen de kruinafname in Vlaanderen te monitoren. Een actualisatie van het hoogtemodel Vlaanderen helpt niet alleen het behoud en beheer van KLE's in natuur- en landschapsbeheer maar ook een bijdrage voor de verbetering van de biodiversiteit en omgevingskwaliteit voor agrarisch, natuur en suburbane gebieden. Via het hoogtemodel wordt mee invulling gegeven in de realisatie van het houtkantenplan Vlaanderen. Het gebruik en periodieke update van het hoogtemodel Vlaanderen in combinatie met ander beeldmateriaal en bestaande GIS data en inventarisaties laat toe voor heel Vlaanderen een uniforme gebiedsdekkende inventaris en monitoringsnetwerk op te stellen.

Het kunnen detecteren van vegetatiehoogte en vegetatiebedekking biedt ook een meerwaarde naar inventarisatie en monitoring voor andere vegetatie zoals hoogstamboomgaarden, stedelijk groen (laanbomen, hitte-eiland effect, zicht op groen, ...), duinstruweel, markante bomen en bossen.

Voor de landbouw zorgt het DHMV zowel direct (erosiebeheer, zie hoger) als indirect (waardevolle dataset binnen bv. verzamelaanvraag), een belangrijke dataset voor de uitvoering van duurzame landbouwpraktijken.



## Meer info:

- GRB: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/basiskaart-vlaanderen-grb>
- *Kruinafname Vlaanderen, lopende studie waarbij via de combinatie van DHMV, de periodieke Groenkaart Vlaanderen en Sentinelbeelden inzicht wordt verworven in het verdwijnen van hoog opgaand groen in Vlaanderen.*
- *KLE's landbouw:* <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/nieuwsberichten/eodas-ontwikkelde-unieke-dataset-landschapselementen-nabij-landbouwpercelen>
- *Vergunningsplicht KLE's:* <https://www.vlaanderen.be/omgevingsvergunning-voor-het-wijzigen-van-kleine-landschapselementen-of-vegetaties>
- *Houtkantenplan:* <https://www.vlaanderen.be/publicaties/houtkantenplan-het-netwerk-van-houtkanten-versterken-voor-een-klimaatbestendig-en-biodivers-platteland>
- *Stedelijk groen:* <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/earth-observation-data-science-eodas/remote-sensing-projecten-bij-digitaal-vlaanderen/gedetailleerd-groen-ahv-DHMV>  
[lij](#)

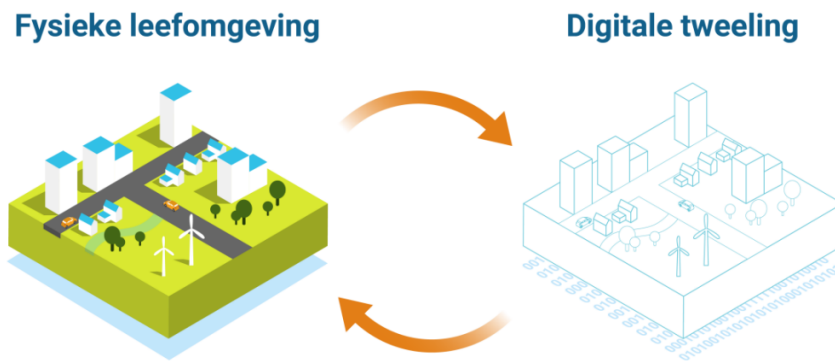
**Bron:** Digitaal Vlaanderen, INBO, VITO, Departement Omgeving

### 4.3.15 3D Digital Twin (3D GRB)

Vlaanderen investeert in de uitbouw tot een slimme regio, een regio waar we door middel van nieuwe en innovatieve technologie maatschappelijke uitdagingen beter kunnen aanpakken. Een slimme regio met een performante fysieke en digitale infrastructuur. In het kader van digitale transitie van Vlaanderen wordt innovatie in technologie en slimme steden en gemeenten als één van de belangrijke doelstellingen vooropgesteld. Smart Flanders, Smart Cities, City of Things, ... hebben nood aan slimme en actuele hoogte en 3D data (zie ook 3.3.2).

Een actueel hoogtemodel Vlaanderen en een afgeleid **3D Digital Twin** (3D GRB gebaseerd, zie 4.3.2) biedt immers de mogelijkheid om aan de hand van nieuwe ontwikkelingen zoals Artificiële Intelligentie (AI) of Internet of Things (IoT) slimme data-analyse uit te voeren, te simuleren en te visualiseren. Een Digital Twin (digitale tweeling) als digitale representatie van de fysieke leefomgeving laat toe om technisch, inhoudelijk en visueel tot een slimmere oplossing te komen. Een 3D Digital Twin maakt complexe omgevingen zoals steden, wijken en infrastructuur inzichtelijk. In Nederland spreekt men van een “digitale tweeling van de fysieke leefomgeving (DTFL)” waarin scenario’s gecreëerd kunnen worden op basis van statische en dynamische data, modellen en visualisaties. Ook in de andere landen wordt voor een Digital Twin vertrokken van een 3D weergave van de fysieke leefomgeving en dit gebaseerd op een zo actueel mogelijk. Een 3D weergave gebaseerd op een hoogtemodel dat wordt gerealiseerd aan de hand van een laserscanning (zie punt 4).



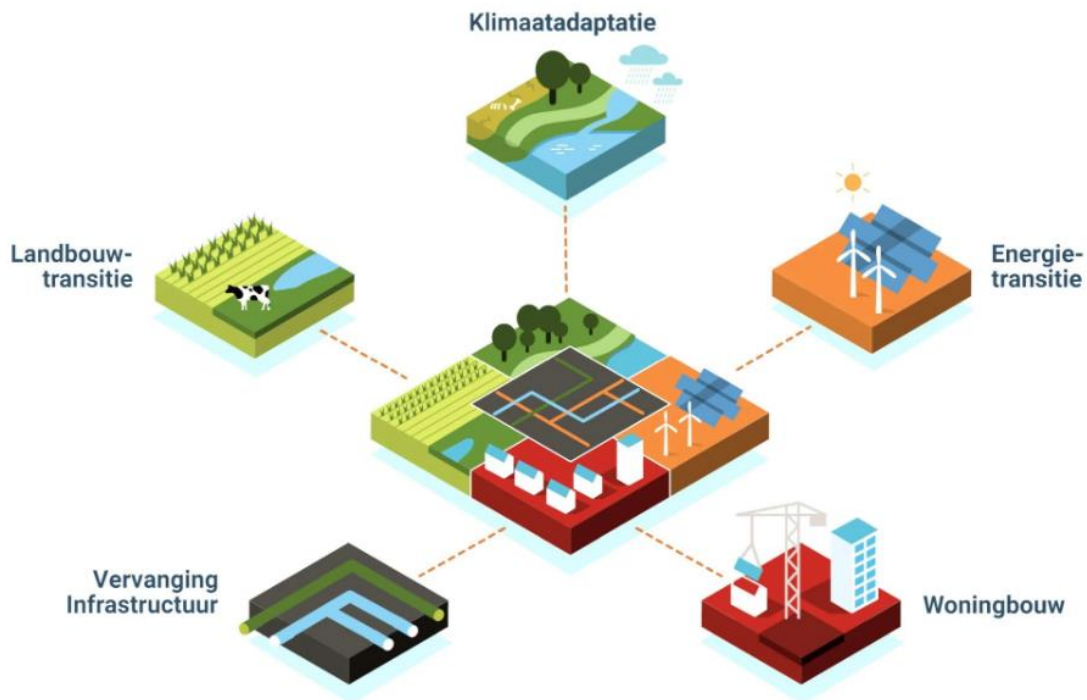


**Figuur: Digitale tweeling van de Fysieke leefomgeving (© Geonovum)**

Het betrokken digitaal 3D model gebaseerd op 3D GRB kan ook voor Vlaanderen als een interactief 3D Vlaanderen tevens gebruikt worden ten behoeve van burgerparticipatie, omgevingsanalyse van bestaande en toekomstige projecten, communicatie, planning en beleidsvoering. Voor tal van innovatieve en slimme toepassingen en vraagstukken (zie hoger mobiliteit, klimaatthema's) dient de informatieverwerking niet alleen 2D maar ook 3D en liefst real-time te gebeuren. Een nieuw hoogtemodel Vlaanderen kan o.a.. door de aanmaak van een 3D afgeleid GRB zowel naar inhoud (data) als naar technologische invulling een 3D Digital Twin platform mee vormgeven. Door te werken met een actueel GRB en DHMV wordt immers een betrouwbaar referentiekader aangeboden dat in combinatie met nieuwe en aanvullende data grensverleggende toepassingen mogelijk maakt. Het maakt het mogelijk om de huidige en toekomstige maatschappelijke opgaven in de fysieke leefomgeving met actuele data beter te sturen en aan te pakken. Een actualisatie van DHMV II vormt dan ook via het 3D GRB verhaal een belangrijke component in de uitbouw van de ontwikkeling van een lokale en Vlaams Vlaams Digital Twin Programma (momenteel in studiefase).







Figuur: Maatschappelijke opgaven (© Geonovum)

**Meer info:**

- Smart cities: <https://www.kenniscentrumvlaamsesteden.be/2017-2021/smartcities/Paginas/default.aspx>
- Nationale Digital Twin Infrastructuur Nederland: <https://www.geonovum.nl/over-geonovum/actueel/consultatie-digital-twin-fysieke-leefomgeving>

**Bron:** Digitaal Vlaanderen, ABB, VITO, Geonovum

**4.3.16 Zorg en gezondheid**

Koeltorens zijn systemen die toelaten warmte van een proces naar de omgeving af te voeren, en waarbij water rechtstreeks in contact wordt gebracht met de lucht waardoor aerosol kan ontstaan. Deze ‘natte’ koeltorens zijn terug te vinden bij onder meer grote kantoorgebouwen, ziekenhuizen, elektriciteitscentrales en chemische fabrieken. In kader van Legionellabeheersing is voor Departement Zorg nuttig om inzicht te krijgen in de ligging van deze koeltorens. De hoge resolutiebeelden (resolutie 10 cm) ingewonnen in kader van DHMV II bood het departement Zorg de mogelijkheid om de inventaris van de koeltorens te actualiseren.







**Figuur: voorbeeld van natte koeltoren**

**Meer info:**

- Legionellabeheersing koeltorens: <https://www.kenniscentrumvlaamsesteden.be/2017-2021/smartcities/Paginas/default.aspx>

**Bron:** Departement Zorg

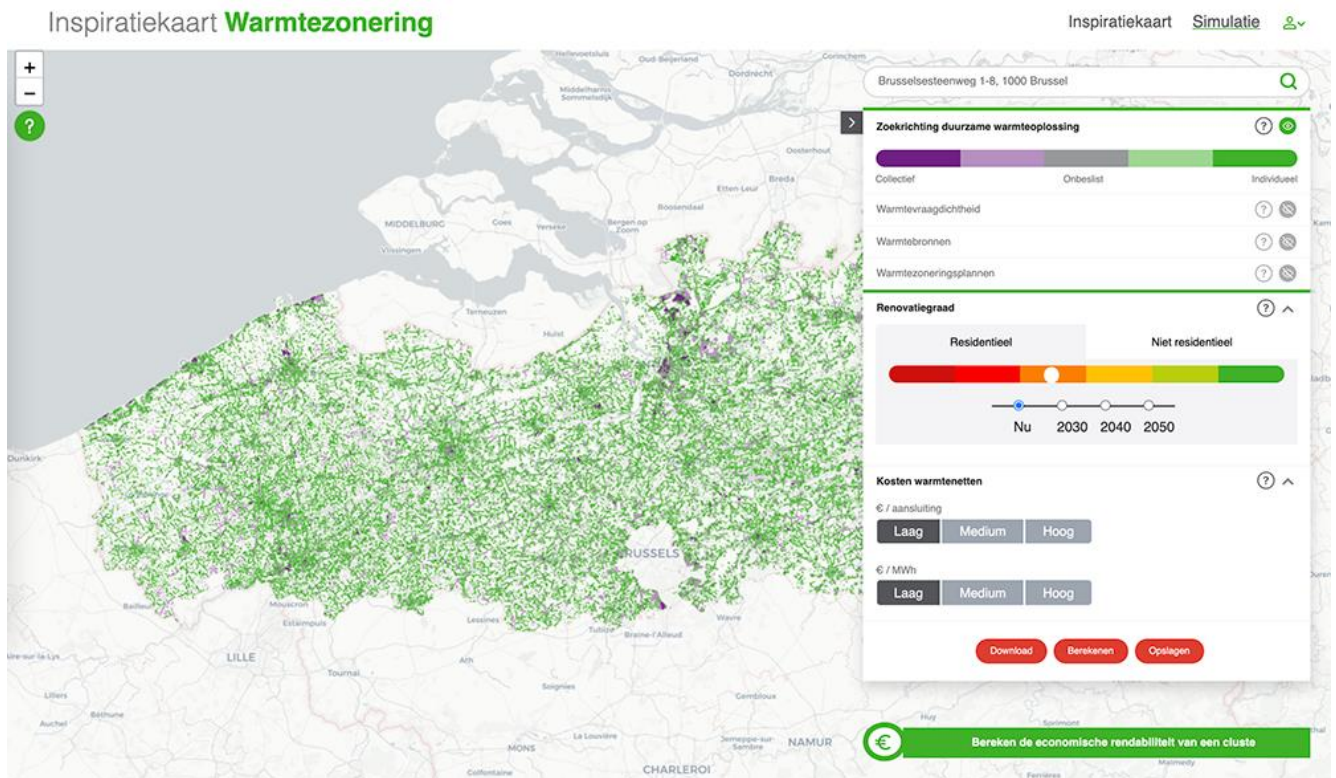
#### 4.3.17 Relatie met andere Vlaamse overkoepelende projecten

In Vlaanderen zijn er naast hogervermelde projecten en diensten mogelijk ook nog een aantal regionale projecten die enerzijds via integratie van de thematische data (bv. een actuele zon-zoneringskaart of zonnekaart Vlaanderen) of anderzijds de bron of afgeleide data van een DHMV III mogelijk een meerwaarde krijgen.

##### 4.3.17.1 Inspiratiekaart warmtezonerings

Met het DHMV en afgeleide gebouwinformatie zoals het 3D GRB model (met informatie over hoogte, volume en bouwlagen van het gebouw) aangevuld met informatie over de categorisering van de woning (bv. open of gesloten bebouwing, bouwjaar, isolatiegraad, ...) kunnen de nodige analyses worden uitgevoerd voor de aanmaak van warmtezoneringskaarten of warmtekaarten. Zo kunnen lokaal, gemeentelijk, regionaal, ... verbeterde analyses rond bv. energieverbruik en energieaanbod worden berekend in kader van diverse beleidsrapporten (zie hoger).





Figuur: inspiratiekaart Warmtezonering (© VVSG)

**Meer info:**

- Warmtekaart: <https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/groene-energie/warmtekaart>
- Warmtezoneringkaart: <https://www.vvsg.be/kennisitem/vvsg/inspiratiekaart-warmtezonering>
- Klimaatwijk: [https://vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20153\\_TK\\_20230117\\_KlimaatwijkLeuven\\_web.pdf](https://vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20153_TK_20230117_KlimaatwijkLeuven_web.pdf)

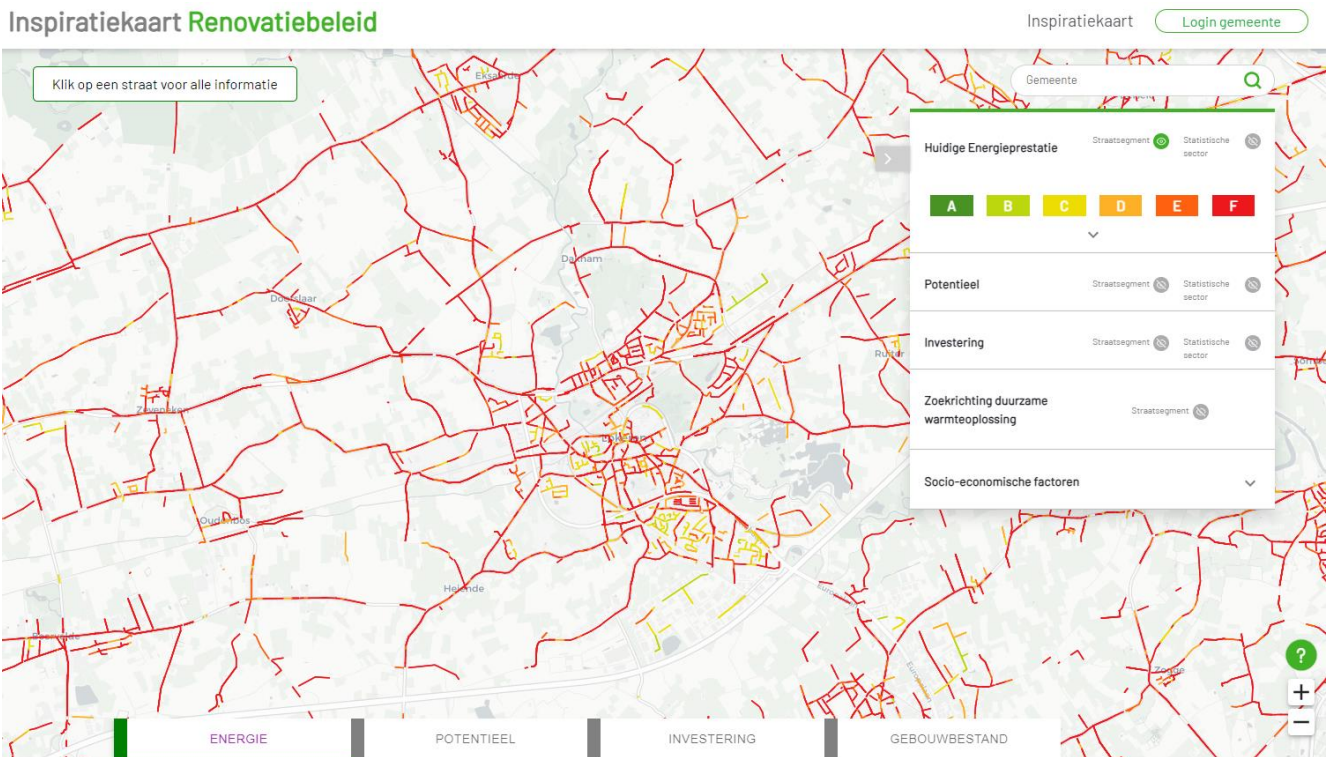
**Bron:** VVSG

**4.3.17.2 Inspiratiekaart renovatiestrategie (Netwerk Klimaat) en Wijkrenovatietool**

Tegen 2050 moet het Vlaamse gebouwenbestand een EPC label A hebben en koolstofneutraal zijn. In kader van o.a. sensibilisering en inzichtelijk maken van de renovatiegraad werd door VVSG de inspiratiekaart renovatiestrategie ontwikkeld. Daarnaast wordt door de Vlaamse regering ook ingezet op de ontwikkeling van een digitale wijkrenovatietool. Met deze tool zullen o.a. burger, lokale besturen en energiehuizen aan de slag om het woningpatrimonium digitaal te scannen en versnelde renovatietrajecten voor te stellen.



Zoals hoger al vermeld, biedt een actueel hoogtemodel via de 3D modellering voor gebouwen (geometrie van het gebouw, dakstructuur, volume, ...) (zie 4.3.2) in combinatie met andere data (bv. bouwjaar, bouwtypologie, functie, ...) een waardevolle dataset in kader van zowel de uitbouw van de circulaire economie als het inzichtelijk maken van de renovatie of energiezuinig maken van woningen op gebouw of wijkniveau. Het kunnen beschikken over een actueel hoogwaardig, uiterst gedetailleerd en technisch flexibel inzetbaar 3D GRB als onderdeel van een BIM is dan ook cruciaal.



**Figuur: inspiratiekaart Renovatiebeleid (© VVSG)**

**Meer info:**

- *Wijkrenovatietool:* <https://vito.be/nl/nieuws/vlaanderen-komt-met-digitale-wijkrenovatietool>
- *Inspiratiekaart Renovatiebeleid:* <https://www.inspiratiekaartrenovatiebeleid.be/map-analysis>

**Bron:** VVSG, VITO

**4.3.17.3 Vlaams Loket Woningkwaliteit (VLOK)**

Het agentschap Wonen in Vlaanderen deelt kosteloos het dossieropvolgingsysteem VLOK met de lokale besturen, zodat woningkwaliteitsdossiers gezamenlijk en volledig digitaal kunnen worden opgevolgd. VLOK is een online applicatie op maat die alle actoren (lokale besturen, Wonen in Vlaanderen met inbegrip van de





sterk uitgebreid. Verschillende datasets werden met het DHMV II immers ook gecombineerd zodat nieuwe producten en toepassingen ontstonden.

Maatschappelijke uitdagingen zoals energietransitie en klimaatadaptatie vragen ook een verdere samenwerking tussen overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen. Investeren in een DHMV III zal dan ook als een investering in onderzoek en ontwikkeling, worden beschouwd. Dit zal niet alleen voor overheid- en kennisinstellingen, maar ook vooral voor bedrijfsleven belangrijke stimuli geven. Deze kunnen creatief met deze dataset nieuwe toepassingen (Smart City, Digital Twins) en algoritmen (denken we aan Artificiële Intelligentie) uitwerken die de Vlaamse overheid, lokale besturen, bedrijven en burger ten dienste kunnen zijn.

De beschikbaarheid van een DHMV III biedt de mogelijkheid voor bedrijven en kennisinstellingen om deel te nemen aan Vlaamse, Belgische en Europese ondersteunings en onderzoeksprogramma's (bv. Horizon). Het zal het potentieel en technologische ontwikkelingen rond LiDAR puntenwolken in Vlaanderen nog verbeteren. De beschikbaarheid van een innovatief hoogstaand en actuele dataset DHMV III past ook perfect om de doelstellingen van het gloednieuwe innovatieplatform "Flanders Technology & Innovation" mee vorm te geven en de Vlaamse kennisindustrie competitief en hoogstaand te houden.

Dagdagelijks gebruik binnen het bedrijfsleven en investeren in onderzoek en ontwikkeling vraagt echter een zekerheid over continuïteit van de data. Niet alleen het kwaliteitsniveau en volledigheid van de data maar vooral de "actualisatiegraad" van het DHMV is cruciaal. En dit wordt met de ouderdom van DHMV II een probleem.

**Meer info:**

- *Flanders technology and innovation:* <https://fti.vlaanderen/>

## 5 VOORBEELDEN ANDERE REGIO'S EN BUITENLAND

Om inzicht te krijgen in wat de landen en regio's buiten Vlaanderen aan inwinningsmethodiek voor gedetailleerde hoogte-inwinning hanteren, worden een aantal regio's en landen besproken. Er bestaat een EU-rapport (2021) dat een overzicht geeft van niet-commerciële LiDAR opnames in Europa. Daar dit rapport niet steeds actueel meer is worden een aantal voorbeelden verder uitgewerkt.

**Meer info:**

- *Non-commercial Light Detection and Ranging (LiDAR) data in Europe:* <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0a79fa74-2c29-11ec-bd8e-01aa75ed71a1/language-en>





## 5.1.1 Nederland

In Nederland is men sinds 2007, via een gezamenlijk initiatief rond een Actueel Hoogtemodel Nederland (AHN-1) van o.a. Rijkswaterstaat en waterschappen, gestart om periodiek een nieuw, landsdekkend, digitaal hoogtebestand te realiseren. Belangrijke verwezenlijking is dat het AHN een basisregistratie is geworden en dat men het niet meer heeft over een project, maar wel een proces of programma dat om de 5 jaren wordt geactualiseerd. Het veelvuldig gebruik van AHN-1 heeft aangetoond dat een groot maatschappelijk belang wordt gediend door een periodieke update. Dit prioritair in kader van openbare veiligheid ten aanzien van hoogwater situaties (in Nederland inderdaad meer precair dan in Vlaanderen, maar ook in Vlaanderen is de schade gelet op bebouwing niet te onderschatten) maar ook voor een grotere efficiëntie en kwaliteit van infrastructurele activiteiten en diverse maatschappelijke toepassingen. Gezien de kosten voor het opzetten van een vergelijkbaar bestand, was het immers niet waarschijnlijk dat private organisaties dit zouden realiseren. Hiermee werd de realisatie van een AHN gedefinieerd als een overheidstaak in het licht van het beschreven publieke belang.

AHN is nu een volwaardig meerjarenprogramma en een samenwerking tussen de waterschappen, Provincies en Rijkswaterstaat. Het Waterschapshuis, die de 21 waterschappen in Nederland samen brengt, coördineert met de betrokken partners het AHN-programma naar aanbesteding, inwinning, controle, verwerking en ontsluiting. Ook de standaardisatie en kwaliteitsborging van de data wordt door hen geregeld.

Het AHN-1 is gemeten tussen 1996 en 2002, AHN-2 tussen 2007 en 2012, AHN-3 tussen 2014 en 2019. Deze laatste twee in een cyclus van 6 jaar. Afhankelijk van het gebied ligt het werkelijk tijdsverschil tussen het AHN-2 en AHN-3 tussen de 4 en de 10 jaar. Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN4) is ingewonnen over de jaren 2020, 2021 en 2022. Momenteel, in 2023 is men gestart met de meting van het AHN-5. Men beoogt een 3-jaarlijkse cyclus. Naar hoogtenauwkeurigheid (5 cm) en puntendichtheid is dit AHN vergelijkbaar met het DHMV II. De puntendichtheid van het AHN varieert tussen de 10-14 punten per m<sup>2</sup> en 20-24 punten per m<sup>2</sup> voor regio Schiphol. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen landsdekkende en hoogdynamische gebieden (o.a. de kuststrook, Westerschelde, Oosterschelde, Waddenzee,...). Deze worden gekenmerkt door hoogtevariëaties ten gevolge van eb en vloed.

Voor de hoog dynamische gebieden met getijdenwerking is omwille van efficiëntie een uitzondering naar lagere puntendichtheid toegestaan en zijn er andere inwinningscycli. Voor AHN-5 (2023, 2024, 2025) kan gesteld worden dat het de technische specificaties van AHN-4 volgt.

Buiten een aantal varianten rond classificatie en dichtheid kunnen we stellen dat de landsdekkende inwinning van AHN-5 in lijn ligt met DHMV II. Wel zijn er gelet op de beschikbaarheid van continue data en investeringen via hun AHN-programma, in Nederland meer opportuniteiten en nieuwe ontwikkelingen mogelijk. Zo werd aan de hand van AHN-3 en AHN-4 zo een 3D model (3D BAG) voor Nederland gegenereerd waarbij alle 10 miljoen gebouwen in 3D wordt ontsloten. De 3D BAG is gebaseerd op de Basisregistratie Adressen en Gebouwen van Nederland. Het AHN in combinatie met andere basis- en kernbestanden zoals de BAG, Basisbestand Grootchalige Topografie (BGT) en Basisregistratie Topografie (BRT) vormt zo direct of indirect een basis voor meerdere Digital Twin ontwikkelingen in Nederland.







## Digitaal Vlaanderen ///

Het Waterschapshuis zorgt ook mee voor een jaarlijkse inwinning van hoge (8 cm, winter luchtopnamen, in kader van basiskaart Nederland of de BGT, Basisregistratie Grootschalige Topografie) en lagere (25 cm, zomer) resolutie beeldmateriaal. Net als voor AHN-5 is aankoop dus nationaal geregeld.

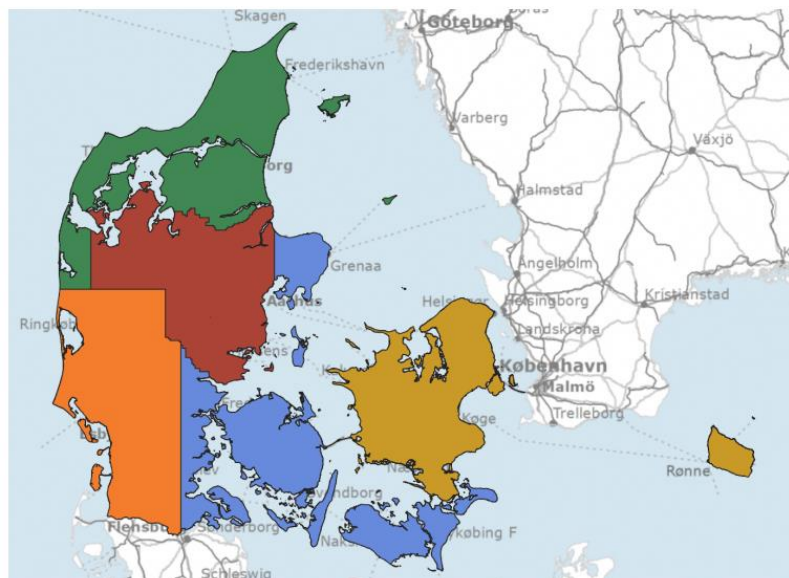
Dit is ongeveer in lijn met de wintervluchten en zomervluchten van Digitaal Vlaanderen. Hoewel in Vlaanderen een veel minder hoge resolutie gevlogen en de zomerluchtopnamen slechts 3-jaarlijks zijn. In kader van GRB worden jaarlijkse wintervluchten voorzien aan 15 cm en de 3-jaarlijkse zomervlucht heeft een resolutie van 40 cm.

### Meer info:

- AHN: <https://www.ahn.nl/>
- Luchtopnamen Digitaal Vlaanderen: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/luchtopnamen>
- Geonovum : <https://www.geonovum.nl/>

### 5.1.2 Denemarken

Vanaf de eerste grootschalige LiDAR gegevensverzameling van 2018, worden de DHM-gegevensproducten in opdracht van het Agentschap voor Datavoorziening en Infrastructuur eens in de vijf jaar bijgewerkt. De actualisatie van hun hoogtemodel kadert in hun "Danish Basic Data Program". D.w.z. elke plaats in Denemarken wordt om de 5 jaar gevlogen. De indeling volgt een 5-tal blokken die ongeveer met 1/5 van het landoppervlak van Denemarken overeenkomt. Nieuwe versies van de DHM-dataproducten worden eenmaal per jaar vrijgegeven nadat de kwaliteitscontrole is voltooid. De nauwkeurigheidsvereiste (RMSE) is 6 cm verticaal en 15 cm horizontaal.



**Figuur: 5 jaarlijkse opnameblokken (© SDFI)**

Het Agentschap voor Datavoorziening en Infrastructuur zorgt tevens voor een jaarlijkse luchtopnamen met een resolutie van 15 cm.

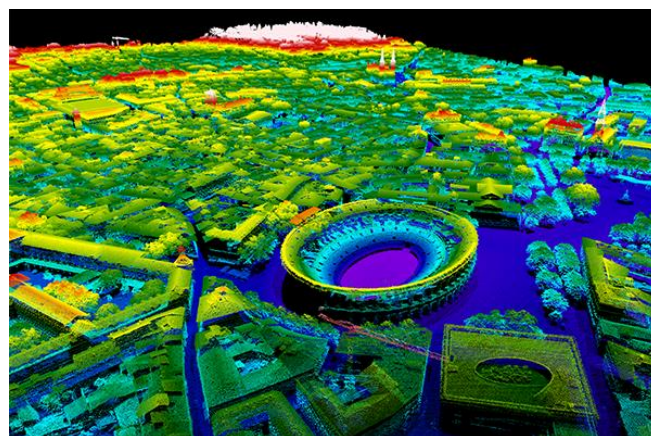
**Meer info:**

- *The Danish Agency for Data Supply and Infrastructure (SDFI): <https://eng.sdfi.dk/>*
- *DK-DEM: <https://eng.sdfi.dk/data/the-danish-elevation-model-dk-dem>*
- *Danish Basic Data Program: <https://eng.sdfi.dk/data/basic-public-data>*
- *The Data Distribution Platform: <https://eng.sdfi.dk/data/datadistribution/the-data-distribution-platform>*
- *Photos and GeoDanmark-data: <https://eng.sdfi.dk/data/photos-and-geodanmark-data>*

**5.1.3 Frankrijk**

In Frankrijk loopt momenteel het nationale LiDAR HD programma (2020-2025). De eerste inwinning werd uitgevoerd in 2021. Het initiatief kadert binnen het Frans/Europese relanceplan. Als onderdeel van dit programma produceert en distribueert IGN 3D-kaarten van de gehele bodem en ondergrond van Frankrijk in LIDAR-gegevens. De verworven 3D-puntenwolken worden eerst ingedeeld in verschillende klassen (bodem, water, vegetatie, gebouwen, bruggen, permanent oppervlak) en geven vervolgens aanleiding tot de productie van DTM's, DSM's, 3D-modellen, ...

De inwinning (uitgevoerd door een 4-tal hoofdaannemers met onderaannemers) en productie worden gespreid over 5 jaar, afhankelijk van de prioritaire behoeften die zijn uitgedrukt door de nationale en lokale sponsors van het project en hun gebruik. De puntenwolken hebben een dichtheid van circa 10 punten per m<sup>2</sup>. Wat ook zeer gelijklopend is met ons DHMV II. De kostprijs van het project is begroot op circa 60 miljoen euro.



**Figuur : LiDAR (© IGN)**



De LiDAR data moet naast de twee prioritaire gebruikstoepassingen, met name overstromingsbeheer en bosbouw de basis vormen voor de **Digital Twin (Jumeau Numérique)** van Frankrijk. Het vormt de referentie voor een digitale en dynamische replica van het gebied, gebouwd op basis van 3D-gegevens berekend op basis van LiDAR. De Digital Twin, een collaboratief beslissingsondersteunend instrument, maakt het mogelijk om simulaties uit te voeren en toekomstscenario's te testen op het domein van ecologische transitie: ruimtelijke ordening, energietransitie, duurzaam beheer van land- en bosbouwhulpbronnen, preventie van schade en risico's ten gevolge van klimaatverandering (hitte en droogte, neerslag, wind, ...), ....

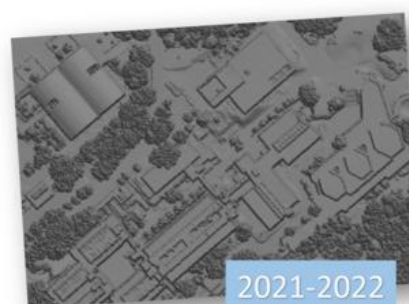
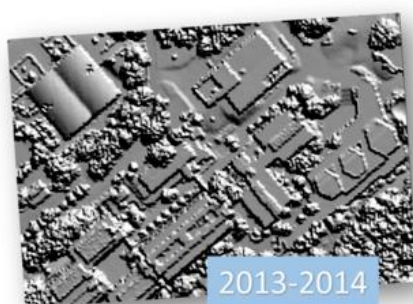
**Meer info:**

- LiDAR HD, IGN: <https://ign.fr/institut/lidar-hd-vers-une-nouvelle-cartographie-3d-du-territoire>

### 5.1.4 Waals Gewest

Na de LiDAR opname van 2013-2014 heeft Service Public de Wallonie een nieuwe LiDAR-acquisitie van het hele Waalse grondgebied in 2020-2022 uitgevoerd en verspreid. De opnamen werden uitgevoerd in de winter van **2020-2021 en 2021-2022**. De puntendichtheid voor de update was 7 punten per m<sup>2</sup> met een nauwkeurigheid van circa 12 cm.

	LiDAR 2013-2014	LiDAR 2021-2022
Nombre de pulses/m <sup>2</sup>	1,5	7
Précision en Z	12 cm	12 cm
Système de projection en XY	Lambert 72	Lambert 2008
système de projection en Z	DNG	DNG
Recouvrement entre deux bandes de vol	30 %	60 %
Résolution des rasters	1 mètre	1 mètre et 0,5 mètre



Figuur: technische info en vergelijking LiDAR opnamen, hillshade (© Service Public de Wallonie)

**Meer info:**

- LiDAR 2021-2022: <https://geoportail.wallonie.be/lidar>

Er is naast het diverse gebruik de intentie om net zoals Vlaanderen en Brussel op korte termijn werk te maken van een zonnekaart Wallonië. Een publieke webtoepassing en geoportaal is nu ook beschikbaar

**5.1.5 Duitsland**

In Duitsland is het Federaal Agentschap voor Cartografie en Geodesie (BKG) gestart met een LiDAR-update voor Duitsland. Het is de bedoeling om tegen december 2026 een hoge resolutie 3D model van Duitsland te maken. Dit alles in kader van het “**Digital Twin van Duitsland**” en mede gebaseerd op een pilootproject voor Hamburg (uitgevoerd in 2021, puntendichtheid van 42 punten per m<sup>2</sup>).

De Digital Twin zal meer zijn dan alleen een 3D-beeld van een gebied of een land. Met de Digital Twin bundelt de BKG, als centrale geospatiale dienstverlener van de federale overheid, toekomstgerichte technologieën zoals AI-methoden, cloud computing-kracht en big data-technologieën. Naast de technische innovatie en technieken wil het de beleidsmakers de mogelijkheid bieden om specifieke omstandigheden te monitoren en toekomstscenario’s van bv. veranderingen te testen. Denken we o.a. hierbij aan de landbouw, waterbeheer, klimaatveranderingen, luchtkwaliteit,... Deze Digital Twin zou door de hoge puntendichtheid een ongekend nauwkeurigheidsniveau hebben en alle fundamentele geo-objecten moeten bevatten, van hoge gebouwen tot bomen. Het 3D model vormt het intermediaire tussen lokale en Europese initiatieven rond Digital Twins.

Het project heeft een voorziene looptijd van **2022 tot december 2026**. De intentie is dat het Digital Twindatamodel om de 3 jaar inhoudelijk zou geactualiseerd worden zodat trends en monitoring van data en dus informatie mogelijk is.



Figuur: schematische voorstelling Digital Twin Duitsland (© BKG) (Fachwissen = Expertise)





**Meer info:**

- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: <https://www.bkg.bund.de/DE/Das-BKG/das-bkg.html>
- Digital twin for Germany: <https://www.qim-international.com/content/article/building-a-digital-twin-for-germany>

## 5.1.6 Engeland

De organisatie Environment Agency (EA) heeft in kader van overstromingsbeheer een LiDAR actualisatieprogramma voor Engeland uitgevoerd. Het programma startte in november 2016 en opgeleverd tegen 2021. De opnamen werden uitgevoerd tussen oktober en april. De verticale nauwkeurigheid bedraagt absoluut maximaal 15 cm (RMSE). Horizontale nauwkeurigheid maximaal circa 40 cm. Momenteel loopt het "Phase 2" programma waar in kader van overstromingsmodellering specifieke zones worden ingevlogen.



**Figuur: hoogtemodel Engeland (© EA)**

**Meer info:**

- Environment Agency: <https://www.gov.uk/government/organisations/environment-agency>





- *National LiDAR programma:* <https://www.data.gov.uk/dataset/f0db0249-f17b-4036-9e65-309148c97ce4/national-lidar-programme>

### 5.1.7 Conclusie

Uit voorgaande voorbeelden kunnen we concluderen dat verschillende Europese landen een periodieke update (3 tot 5 jaarlijks) van hoogte-informatie via LiDAR met een puntendichtheid van 10 punten per m<sup>2</sup> organiseren. Bij een aantal landen wordt ook een jaarlijkse cyclus van zeer hoge resolutie (10 a 5 cm) winter luchtopnamen georganiseerd.

Belangrijke beweegredenen van de LiDAR inwinning zijn enerzijds de noodzaak in kader van hydrologische modelleringen of overstromingsbeheer en anderzijds een 3D bijdrage te leveren voor het hele Digital Twin gebeuren. Een Digital Twin als een near real-time virtuele representatie van fysieke objecten of processen in de werkelijkheid.

Door de EU is de meerwaarde van een Digital Twin (h)erkend als een belangrijk instrument om te helpen in het realiseren van diverse doelstellingen en maatschappelijk opgaven zoals Green Deal en Digital Strategy. Er wordt dan ook door diverse regio's ingezet in het vertalen van 2D data naar een 3D voorstelling. Stedelijke lokale en regionale 3D modellen, gebaseerd op gedetailleerde hoogtemodellen (via LiDAR), kunnen hier een belangrijke bijdrage toe leveren. Het verder ontwikkelen van diensten op basis van technologieën zoals virtual of augmented reality, Smart Data en de Internet of Things zal de waarde van een 3D Digital Twin verder doen toenemen.

#### Meer info:

- *EU Green Deal:* [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
- *EU Digital Strategy:* [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age_en)
- *Destination Earth:* <https://destination-earth.eu/>

## 6 INWINNING VAN GEBIEDSDEKKENDE HOOGTEMODELLEN

### 6.1 LIDAR SCANNING

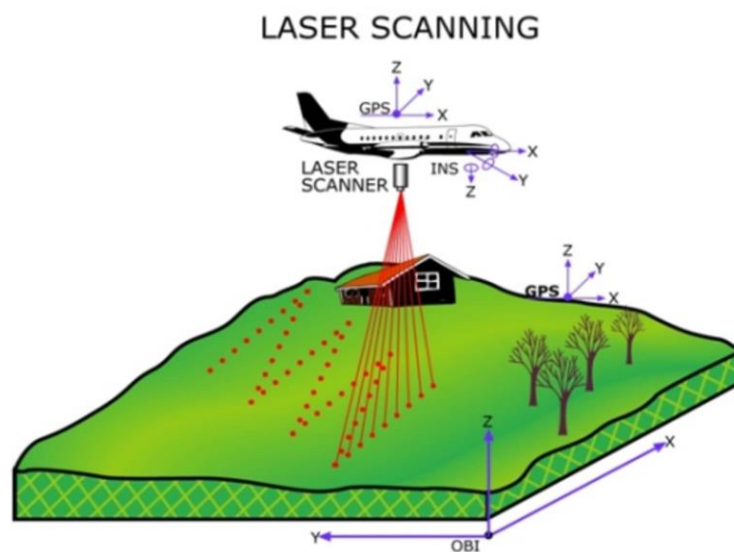
Voor de inwinning en genereren van gebiedsdekkende (bv. Vlaanderen) wordt globaal genomen gebruik gemaakt van LIDAR-scans vanuit een Vliegtuig. Via LIDAR (Light Detection And Ranging of Laser Imaging Detection And Ranging) is immers een technologie die de afstand tot een object of oppervlak bepaalt door middel van laserpulsen. Deze techniek is vergelijkbaar met radar, dat echter radiogolven gebruikt in plaats van licht. De afstand tot het object of oppervlak wordt bepaald door de tijd te meten die verstrijkt tussen het uitzenden van een puls en het opvangen van een reflectie of echo van die puls. LiDAR heeft een breed gamma



aan toepassingen op verschillende gebieden, waaronder cartografie, landmeetkunde inmeten van technische infrastructuur tot zelfrijdende auto's. Hier focussen we op de opname vanuit de lucht daar met LiDAR een gedetailleerde 3D-kaart van de omgeving gerealiseerd worden.

Het is hierbij van groot belang dat de stand en positie van de sensor op het opnameplatform gekend is op het tijdstip dat de puls uitgestuurd en ontvangen wordt. Deze plaatsbepaling gebeurt door middel van geïntegreerde GPS/INS-systemen. Voor die nauwkeurige plaatsbepaling wordt veelal gebruik gemaakt van de FLEPOS dienstverlening van Digitaal Vlaanderen, die het mogelijk maakt deze opnames tot op centimeterniveau (XY 2cm, H 3cm) te refereren.

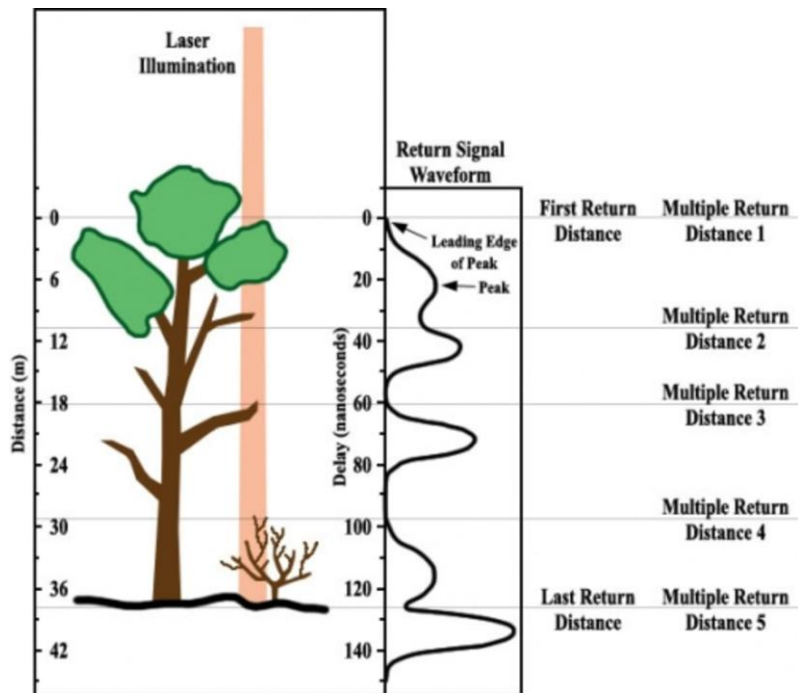
Voor de aanmaak van een Digitaal Hoogtemodel wordt gebruik gemaakt van zeer gesofisticeerde airborne LiDAR-systemen die op een vliegtuig worden gemonteerd.



Figuur: Laserscanning (© DV)

De ingezette systemen sturen tot 400.000 laserpulsen per seconde uit en kunnen meerdere reflecties (of echo's) per puls ontvangen. Op die manier kan als het ware door de takken van een boom gekeken worden. Het eerste tijdstip komt in dat geval overeen met de top van de boom, het laatste geregistreerde tijdstip is dan zeer waarschijnlijk, maar niet noodzakelijk, het grondoppervlak onder de boom.





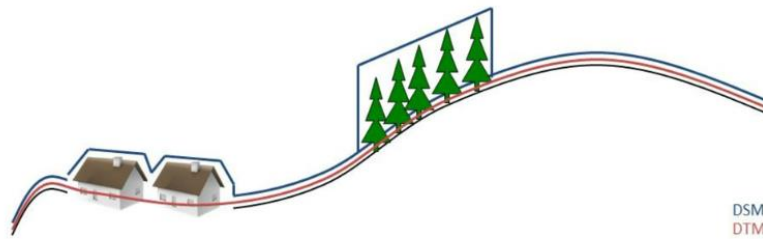
**Figuur: Laserscanning, verschillende pulsen (© DV)**

De belangrijkste voordelen van LiDAR in vergelijking met stereografische hoogtemodellen (zie 5.2) zijn:

- een zeer nauwkeurige hoogtebepaling, bij zeer hoge puntendichtheid (< 5 cm);
- mogelijkheid om ook onder een bladerdek terreinhoogtes te bepalen (LiDAR heeft multiple returns);
- geen omvalling van objecten (geen parallax effect), wel schaduw indien met te weinig overlap gevlogen wordt (zones rond objecten waar geen hoogtebepaling mogelijk is);
- in mindere weersomstandigheden en zonder daglicht ook opnames mogelijk.

Dit is dan ook de techniek die de meeste buurlanden (zie hoger) gebruiken om op periodische basis (3- 5 jaar) voor hun gebieden nauwkeurige hoogtemodellen te genereren en om gedetailleerde 3D informatie over de gebouwen te verzamelen.





Figuur: DSM en DTM (© DV)

De verschillende stappen van inwinning, controle, aanmaak producten voor DHMV II was in lijn met hoe het nu bij het Hoogtemodel Nederland wordt uitgevoerd. Zie onderstaande links voor meer info.

### Meer info:

- LiDAR: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/earth-observation-data-science-eodas/het-digitaal-hoogtemodel/veelgestelde-vragen>
- <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/earth-observation-data-science-eodas/remote-sensing-technieken/laseraltimetrie-lidar>
- AHN: <https://www.ahn.nl/ahn-the-making-of>

## 6.2 FOTOGRAMMETRIE

Een andere techniek voor het aanmaken van hoogtemodellen is **fotogrammetrie**. Hierbij wordt de hoogte bepaald op basis van metingen in elkaar overlappende foto's die vanuit verschillende cameraposities werden genomen.

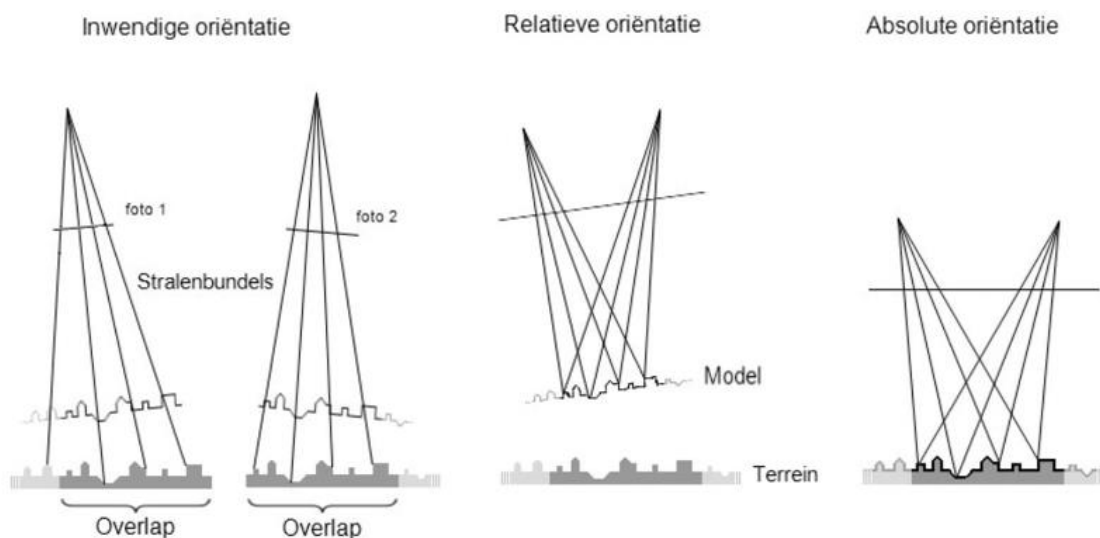
Om via fotogrammetrie met eenzelfde dezelfde puntendichtheid en nauwkeurigheid een hoogtemodel te realiseren, dienen hoge resolutieopnamen (<10 cm) met minstens een voorwaartse overlap van 60% tot 80 % en een zijwaartse overlap van 30% tot 60% beschikbaar te zijn of te worden ingewonnen.

De opnamen, gelet op de vegetatie, worden best tijdens de winter opgenomen. De hoogte informatie van het maaiveld zal echter voor grote delen ontbreken waar vegetatie staat en de interpolatietechnieken zijn niet voldoende om nauwkeurige DTM's te genereren. Enkel met LiDAR technologie kan het maaiveld onder bladerdek in beeld gebracht worden. De techniek van fotogrammetrie op luchtopnamen wordt dan ook vooral gebruik voor de aanmaak van een DSM (Digital Surface Model) waarbij de hoogte van gebouwen, objecten en vegetatie wordt weergegeven. Het kan heel goede resultaten geven voor 3D modelleringen van gebouwen als er geen overhangende of dichtbij zijnde vegetatie is. Het is tevens de bron voor de aanmaak van True-Orthofoto beelden waarbij beelden worden gecorrigeerd voor parallax (zie verder). Meestal gebruikt men ook



een gedetailleerd DTM afgeleid van een LiDAR campagne als referentiebasis om het hoogtemodel van het DSM te kunnen verbeteren. LiDAR-techniek is op zich sterker in hoogte-info.

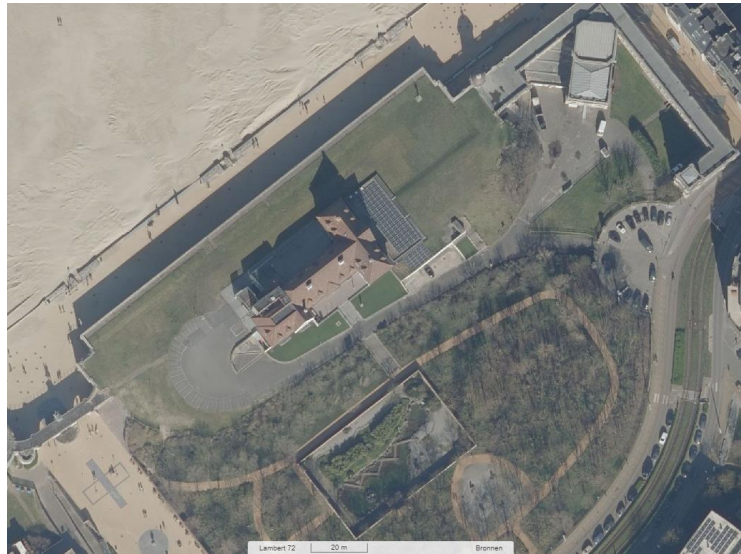
True orthofoto's hebben het kenmerk dat er geen omvalling is, dat alles (bv. gebouwen) recht van boven kunnen worden bekeken, met behoud van geometrische integriteit. Bij traditionele orthofoto is er altijd wat perspectief door de omvalling. Bij True-ortho's worden de nadirbeelden (stereofoto's) voor elke pixel dus gecorrigeerd zodat de schaal op terreinniveau uniform is en bv. in een GIS omgeving het true-ortho luchtbeeld perfect samenvalt met de GRB contouren van het gebouw. Dit vraagt naast een zo hoog mogelijke vlieg overlap bij inwinning, ook grote nauwkeurigheden bij de verwerking van de data.



**Figuur: stereomodelvorming (© DV)**

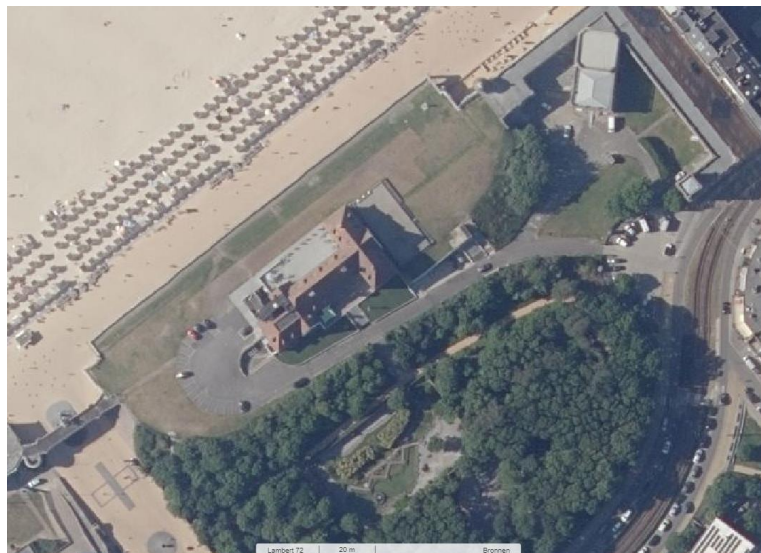
Een jaarlijks en gebiedsdekkend digitale luchtopname voor Vlaanderen met hoge overlap en zeer hoge resolutie (< 10 cm) is bij Digitaal Vlaanderen niet beschikbaar. De jaarlijkse winterbeelden in Vlaanderen (15 november tot 15 april) worden ingewonnen met een grondresolutie van 15 cm en de orthofotomozaïeken hebben een middenschalige resolutie van 25 cm. Om gedetailleerde hoogte uit stereografische luchtfoto's van Vlaanderen te halen, zijn de huidige specificaties naar resolutie en beeldoverlap momenteel onvoldoende. In Nederland bestaan dergelijke jaarlijkse hoge luchtopnamen wel (zie 4.1.1). Maar ook daar wordt gelet op de hoge nauwkeurigheid, de nood aan referentiewaarden en de meerwaarden (zie hoger) eigen aan een hoogtemeting van LiDAR de periodieke hoogtemetingen van een AHN verdergezet.





**Figuur: Winteropname Koninklijke Villa, Oostende, 2022 (© DV)**

De 3-jaarlijkse zomerbeelden (15 mei tot 15 september) worden ingewonnen met een grondresolutie van 40 cm.



**Figuur: Zomeropname, Koninklijke Villa, Oostende, 2022 (© DV)**

**Meer info:**





- Luchtopnamen: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/luchtopnamen>
- Inwinning luchtopnamen: <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen/onze-oplossingen/luchtopnamen/inwinning-luchtopnamen>

## 7 BELEIDSAANBEVELING

Gelet op de sector overschrijdende impact en meerwaarde van een Hoogtemodel Vlaanderen is er nood aan een centrale en duurzame financiering voor een nieuw Hoogtemodel Vlaanderen: “een DHMV III als update van een meer dan 10 jaar oude dataset DHMV II (2013-2015)”. Het DHMV III zorgt niet alleen voor een betere beleidsvoorbereiding en beleidsuitvoering binnen regionale, nationale en Europese context, maar versterkt ook het onderzoeks- en innovatiepotentieel in kader van de diverse maatschappelijke uitdagingen en vraagstukken inzake klimaatverandering, energietransitie, ...

## 8 CONCLUSIE

Zie Hoofdstuk 1 : Managementsamenvatting



