

# Op naar AHN4

Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) is de digitale hoogtekartaar voor heel Nederland. Hij bevat gedetailleerde hoogtegegevens waar steeds meer bedrijven en organisaties gebruik van maken. Maar liefst 30.000 bezoekers per maand heeft het AHN tegenwoordig en de volgende versie komt eraan. Niet alleen de waterschappen maar ook allerlei andere gebruikers waaronder gemeenten kijken uit naar AHN4.

## Door Dorien ter Veld

Het idee voor het AHN ontstond begin jaren '90 bij een van de Nederlandse waterschappen. In die tijd kwam er namelijk voor het eerst een lasersysteem op de markt waarmee vanuit de lucht hoogtemetingen konden worden gedaan. In 1996 namen waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat gezamenlijk het initiatief om te komen tot een landsdekkende hoogtekartaar. De coördinatie van het AHN kwam te liggen bij Het Waterschapshuis. Dit is de regie- en uitvoeringsorganisatie voor de 21 waterschappen op het gebied van informatie- en communicatietechnologie.

Erik Nobbe werkt bij Het Waterschapshuis als programmamanager van het AHN. "Dat de behoefte aan gedetailleerde hoogtekarten aanvankelijk vooral van waterbeheerders kwam is niet vreemd", legt hij uit. "Hoogteverschillen in het landschap zijn van grote invloed op de waterveiligheid en het watersysteem. Waterschappen willen onder andere weten hoe water afstroomt na een hevige hoosbui, hoe snel de bodem zakt in hun gebied en wat er zou gebeuren bij een dijkdoorbraak. Zo kunnen zij bijvoorbeeld maatregelen nemen tegen wateroverlast en zelfs calamiteitenplannen opstellen. Met agrariërs in het veenweidegebied kunnen zij eventueel afstemmen dat er een hoger waterpeil wordt gehanteerd waardoor de bodem minder zakt. Hoogtemetingen helpen ook te bepalen of dijken sterk

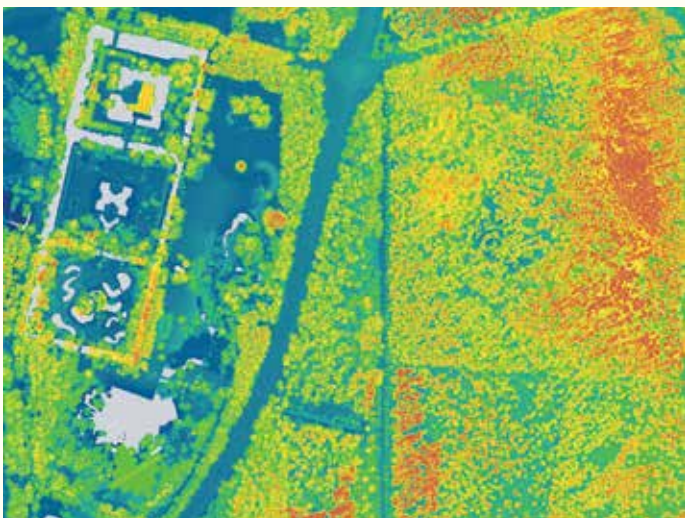
genoeg zijn, wat het gewenste waterpeil is, en of water goed genoeg kan worden afgevoerd via sloten, kanalen en andere watergangen."

## Metten met AHN1

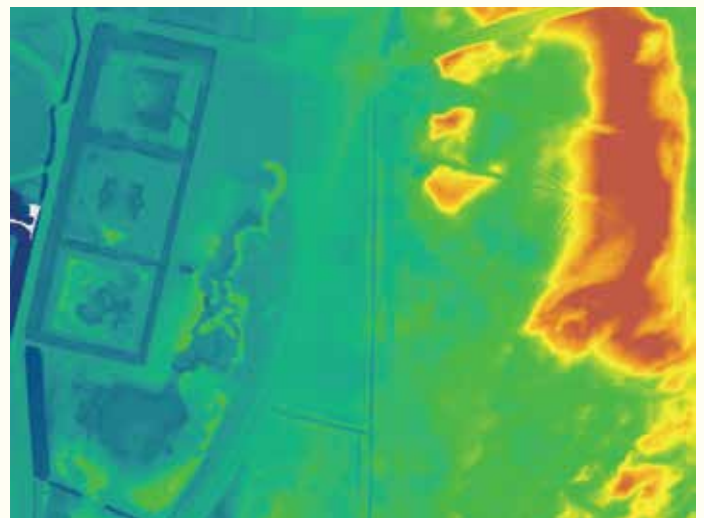
De productie van AHN1 duurde van 1997 tot 2004. De gemeten punt dichtheid was aanvankelijk een punt per zestien vierkante meter, maar dat verbeterde in deze periode naar een punt per vierkante meter. Om deze punten te verzamelen vlogen meetvliegtuigen in parallelle banen over heel Nederland. Dat het zeven jaar duurde om AHN1 compleet te krijgen komt onder andere doordat er alleen in het bladloze seizoen en bij geschikt weer gevlogen kan worden. Bovendien was de meetapparatuur nog niet zo geavanceerd als nu en moesten de hoogtepunten grotendeels handmatig geïdentificeerd worden: ligt het meetpunt op het maaiveld of niet?

## Goed ontvangen

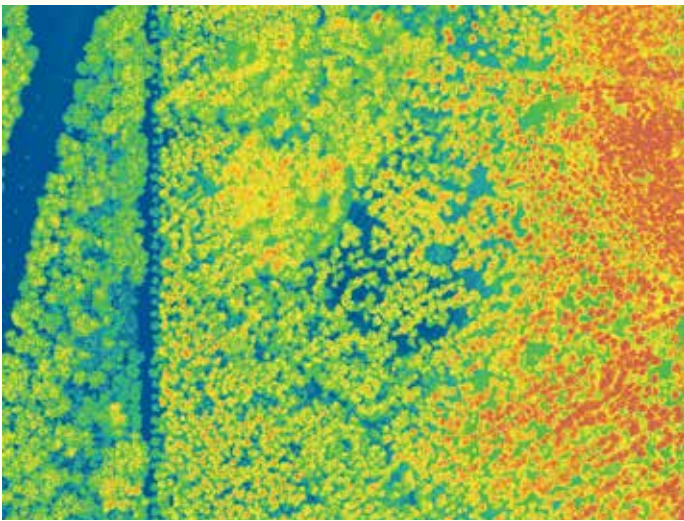
"AHN1 werd bijzonder enthousiast ontvangen", vertelt Nobbe. "Waterschappen, Rijkswaterstaat en provincies maakten er gebruik van, maar ook andere overheden die te maken hadden met bodemvraagstukken en ingenieursbureaus die werken aan ruimtelijke inrichtingsprojecten. Wel was het zo dat AHN1 in de eerstgevlagen gebieden alweer verouderd was tegen de tijd dat de kaart voor heel Nederland compleet was. Ook was de punt dichtheid niet optimaal voor de toepassingen in het waterbeheer."



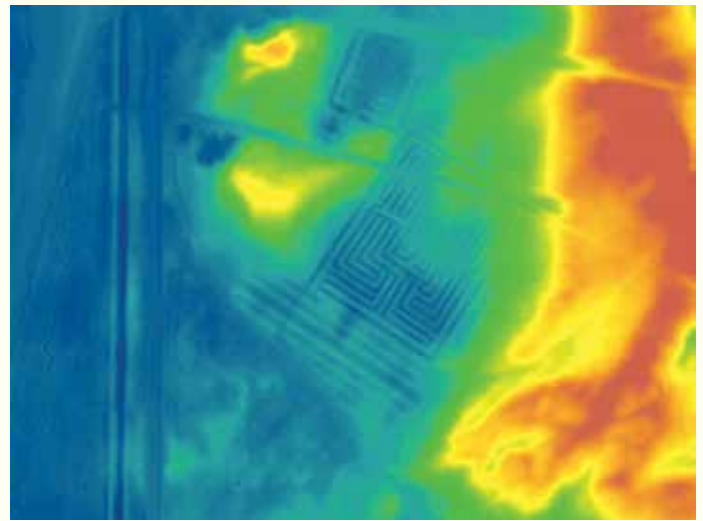
Digitaal hoogtemodel van het maaiveld en alle aanwezige objecten rondom Kasteel Arcen.



Digitaal hoogtemodel van het maaiveld rondom Kasteel Arcen. In het bosgebied verschijnt een oud doolhof.



Detail digitaal hoogtemodel van het maaiveld en alle aanwezige objecten rondom Kasteel Arcen.



Detail digitaal hoogtemodel van het maaiveld rondom Kasteel Arcen. In het gebied verschijnt een oud doolhof.

### AHN2: een stuk nauwkeuriger

Om een up-to-date beeld te hebben van veranderingen in het landschap, bijvoorbeeld vervorming van dijken en de veranderde loop van watergangen, was er behoefte aan een volgende versie van het AHN. Tussen 2007 en 2012 werden de metingen voor AHN2 uitgevoerd. De techniek had niet stilgestaan, waardoor de gemiddelde punt dichtheid per vierkante meter nu lag op zes tot acht punten per vierkante meter. Bovendien waren

nieursbureaus en archeologen maken er gebruik van. Tot 2014 moesten zij de AHN-kaartbladen aankopen, maar sinds 2014 hoeft dit niet meer. Om het gebruik ervan te bevorderen besloot de overheid alle data kosteloos beschikbaar te stellen voor iedereen. "Een hele welkome zet", aldus Nobbe. "We hebben tegenwoordig 30.000 unieke bezoekers per maand op onze website. Eigenlijk zijn dit 30.000 IP-adressen. Per IP-adres kunnen er veel meer gebruikers zijn."

Overigens zijn het niet alleen 'professionals' die gebruik maken van het AHN. Nobbe: "Door het hele land zijn er mensen die hun eigen omgeving door en door kennen en die van alles willen weten. Soms mailen ze ons met vragen en die beantwoord ik met alle liefde. Ik kan me hun enthousiasme helemaal voorstellen. Het AHN biedt namelijk echt een unieke blik op ons land en op onze geschiedenis. Zelfs archeologen werken dus met het AHN. Ook ik weet inmiddels hoe grafheuvels, celtic fields en karrensporen herkend worden in het landschap. Geweldig toch?"

### AHN4: in 2022 gereed

Hoewel AHN3 vorig jaar is opgeleverd, is Het Waterschapshuis eind 2019 al begonnen met de metingen voor AHN4. "Op [ahn.nl/voortgang-ahn4-2020](http://ahn.nl/voortgang-ahn4-2020) is te zien waar al gevlogen is", vertelt Nobbe enthousiast. "In het derde kwartaal van dit jaar zal het eerste deel gereed zijn en in 2022 is AHN4 landsdekkend. Dat we het AHN nu in slechts drie jaar kunnen actualiseren komt onder andere doordat het vliegen efficiënter gaat. Voor AHN1 vlogen we nog op 400 meter, maar tegenwoordig vliegen we op 1300 meter. Doordat we minder banen hoeven te vliegen,

hoeven we minder vliegstroken aan elkaar hoeven te 'plakken'. Daardoor hoeven we minder te rekenen. Verder kan het nieuwe systeem tien keer zoveel metingen verrichten als het vorige.

### Hoogtepunten meten, hoe werkt dat?

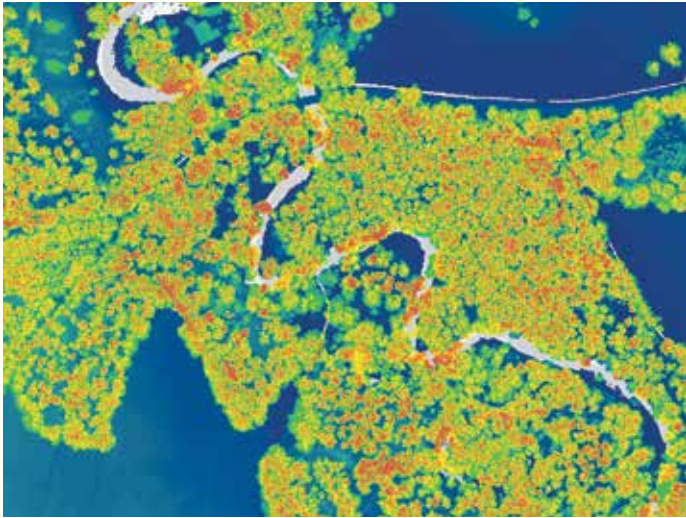
Het AHN wordt samengesteld op basis van hoogtemetingen vanuit de lucht. De meetvliegtuigen zijn uitgerust met apparatuur voor laseraltimetrie. Dit is een remote-sensing techniek waarbij korte laserpulsjes worden uitgezonden. Op basis van het tijdsverloop tussen het uitzenden van de puls en het ontvangen van de gereflecteerde puls wordt de afstand tot het gescande oppervlak bepaald. Elk deelgebied van Nederland wordt in keurig parallelle lijnen gevlogen. Nadat de stroken aan elkaar zijn gelegd, begint het meest arbeidsintensieve deel van het werk: de classificatie. Hierbij wordt deels handmatig aangegeven wat er gemeten is. Gaat het om metingen op het bodemoppervlak, ofwel het maaiveld, of is er misschien bebouwing of vegetatie gemeten? Water is in het AHN niet altijd te zien, want het wateroppervlak wordt alleen recht onder het vliegtuig gemeten. Bij een invalshoek groter dan 15 graden kaatst het lasersignaal weg, waardoor het niet gereflecteerd wordt naar het vliegtuig. De schijnbare afwezigheid van meetgegevens kan dus duiden op de aanwezigheid van water.

## Sinds 2014 is AHN kosteloos te gebruiken

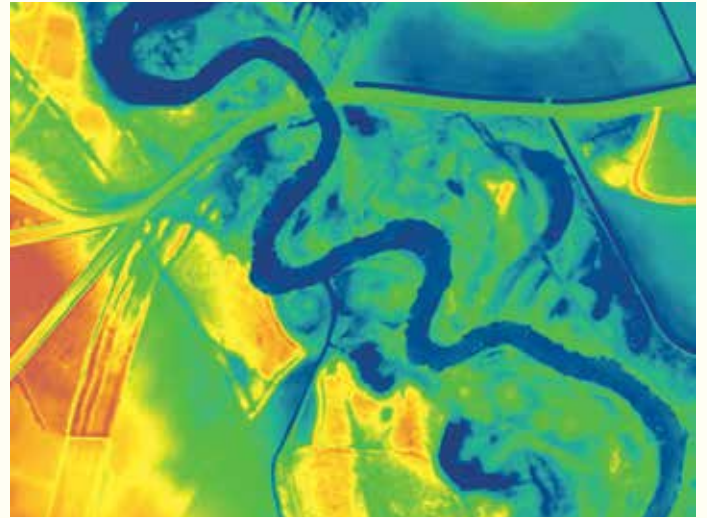
de metingen nauwkeuriger. Waar de metingen in AHN1 nog een nauwkeurigheid hadden van 15 centimeter, had AHN2 nauwkeurigheid van vijf centimeter. Al met al flinke verbeteringen die door gebruikers goed ontvangen werden.

### AHN3 voor iedereen

Ook AHN3, gevlogen tussen 2014 en 2019, bracht weer vooruitgang. Dit heeft deels te maken met de verbeterde classificatie. De vijf klassen die AHN3 onderscheidt zijn: maaiveld, gebouwen, water, kunstwerken zoals bruggen, maar ook de restklasse met bijvoorbeeld vegetatie. Het grootste verschil met het AHN2 zit hem echter niet in de techniek, maar in de bereikbaarheid voor andere gebruikers. Niet alleen de waterschappen, provincies en Rijkswaterstaat werken met het AHN. Ook organisaties als gemeenten, inge-



Digitaal hoogtemodel van het maaiveld en alle aanwezig objecten rondom de Dinkel.



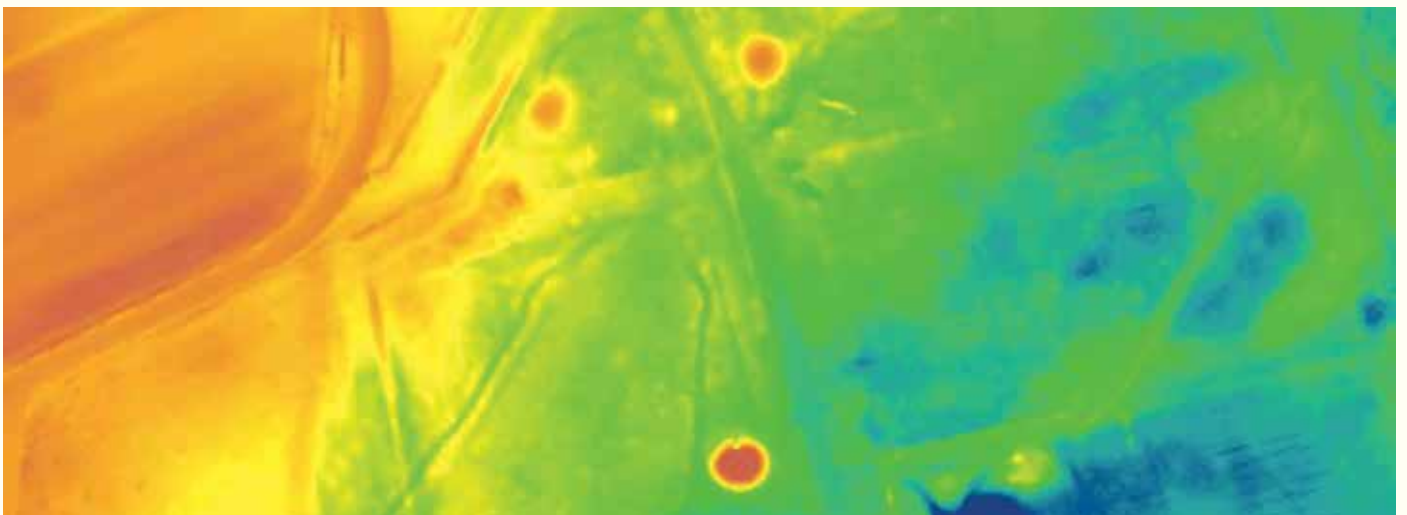
Digitaal hoogtemodel van het maaiveld rondom de Dinkel. De veranderende loop van de rivier is goed te zien.



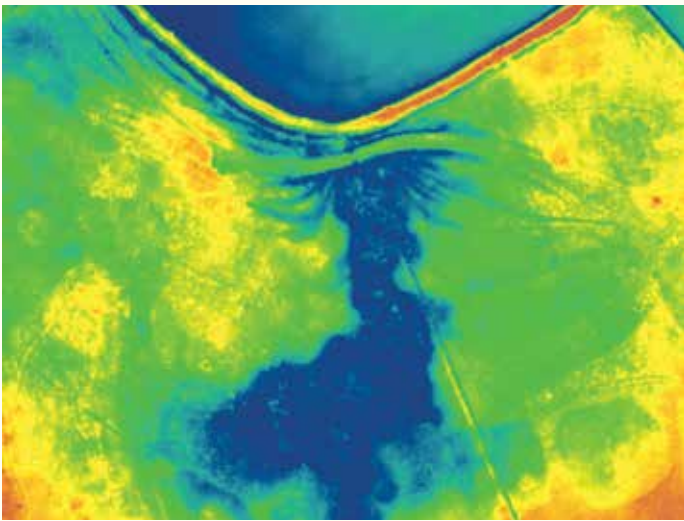
Geclassificeerde data rondom de sluis in de Hoogeveensche vaart bij Rogat. Gekeurde locaties zijn gemeten door het vliegtuig. Oranje: maaiveld, blauw: water, geel: kunstwerken, rood: bebouwing, groen: vegetatie en overig, wit: no-data.



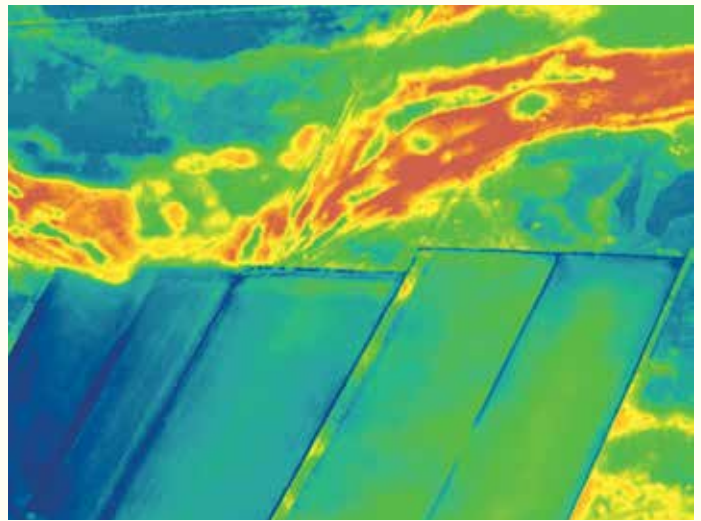
Detail rondom de sluis in de Hoogeveensche vaart bij Rogat. Gekeurde locaties zijn gemeten door het vliegtuig. Oranje: maaiveld, blauw: water, geel: kunstwerken, rood: bebouwing, groen: vegetatie en overig, wit: no-data.



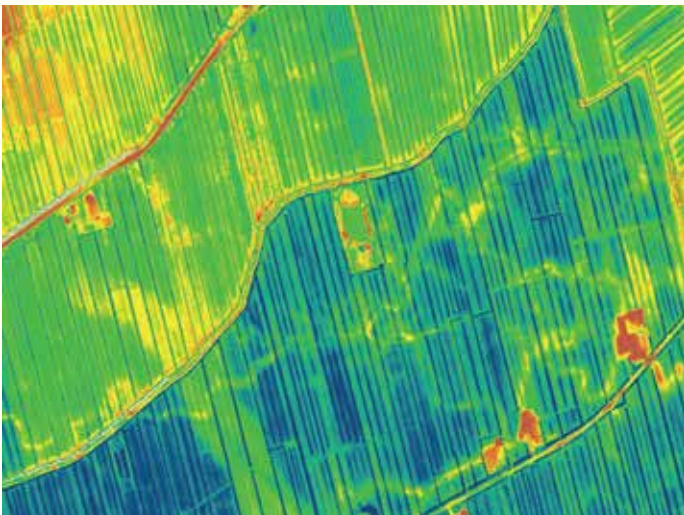
Archeologie: Digitaal hoogtemodel van het maaiveld rondom Lage Vuursche. In het bosgebied komen grafheuvels tevoorschijn.



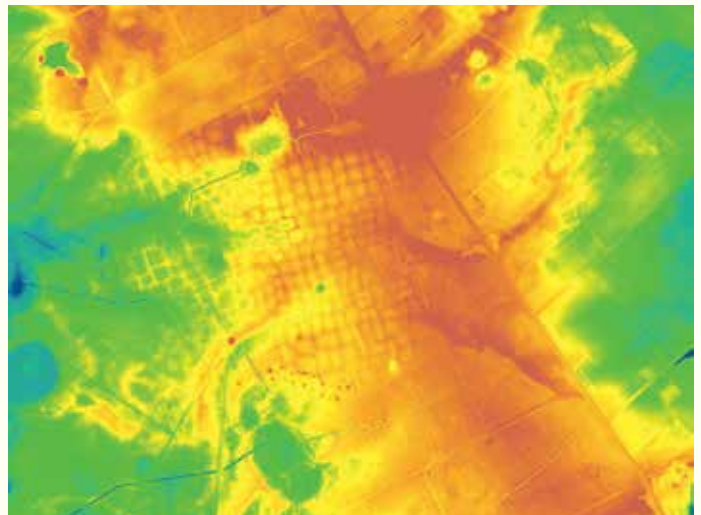
Oude karrensporen ten oosten van Nijkerk, Appelse heide.



Oude karrensporen ten noorden van Voorthuizen, Appelse heide.



Oude rivierlopen.



Archeologie: Raatakkers/ Celtic Fields ten zuiden van Schoonoord.

Er wordt een hogere punt dichtheid gemeten en de automatische classificaties worden steeds beter. Dit alles resulteert in een snellere levering van de data aan de eindklant. Waar we eerst

## AHN van waarde bij inrichting leefomgeving

negen tot twaalf maanden na de laatste vlucht opleverden, streven we nu naar een oplevering binnen zes maanden na de laatste vlucht.”

### Up-to-date steeds belangrijker

De waterschappen zijn enthousiast over de snelheid waarmee het AHN een update krijgt. Nobbe begrijpt dit volkomen, want de klimaatverandering

stelt de waterbeheerders voor uitdagingen. “Extreem weer komt steeds vaker voor”, legt hij uit. “We krijgen bijvoorbeeld vaker te maken met piekbuien, maar ook met droogte. Waterschappen willen weten hoe ze een teveel aan water tijdig kunnen afvoeren, zonder dat er wateroverlast ontstaat. Tegelijkertijd zoeken ze manieren om water langer vast te houden voor droge perioden. De hoogtemetingen van het AHN kunnen wellicht helpen bij het vinden van oplossingen. Overigens staan we als maatschappij niet alleen voor de klimaatverandering, maar ook voor opgaven zoals de energietransitie, de landbouwtransitie en de opkomst van de circulaire economie. Ik denk zeker dat het AHN van waarde kan zijn bij het maken van keuzes voor de toekomstbestendige inrichting van de leefomgeving. AHN-gegevens kwamen gemeenten ook goed van pas bij de klimaatstresstest die zij volgens het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie voor 2020 verplicht moesten uitvoeren.”

### Uniek in NL

Een gedetailleerd hoogtebestand zoals het AHN is uniek in de wereld. “Dit heeft er waarschijnlijk mee te maken dat ons land zo plat is”, verklaart Nobbe. “In landen met meer heuvels en bergen weten ze doorgaans wel welke kant het water oploopt. Hier hebben we vooral minimale hoogteverschillen die met elkaar toch heel bepalend kunnen zijn. Zeker in een delta zoals die van ons wil je weten waar je aan toe bent.”

### De toekomst van het AHN

De toekomst van het AHN zit hem volgens Nobbe met name in de steeds bredere toepassing ervan. “Eigenlijk zien we dit nu al gebeuren”, zegt hij. “Gemeente Amsterdam vroeg ons bijvoorbeeld of het ook mogelijk was om het

gebied te meten met een hogere punt dichtheid, zodat zij ten opzichte van oudere AHN-versies ook mutaties zoals gekapte bomen en

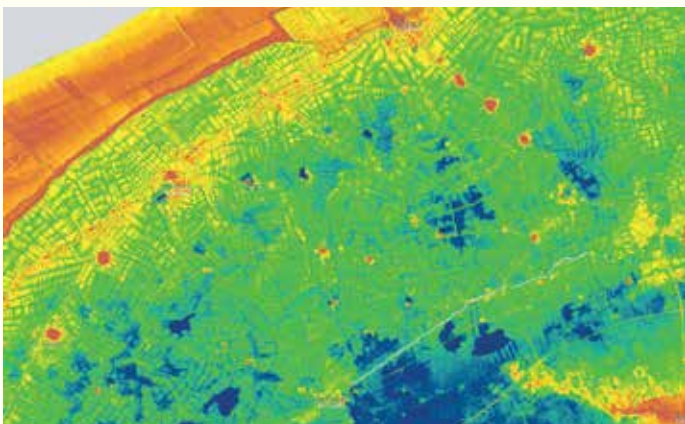
## Gekapte bomen kunnen zien

bijgebouwde dakkapellen beter kunnen zien. Daarnaast wil de gemeente, net als ingenieursbureaus, 3D-ontwerpen kunnen maken op basis

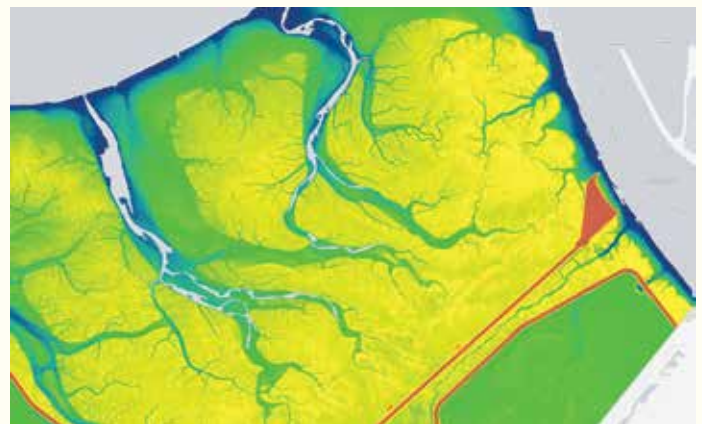
van het AHN. Met de huidige meetapparatuur is dit absoluut mogelijk. Onze enige reden om dit niet te doen zou liggen in de extra verwerkingskosten en de extra verwerkingstijd die je hebt met meer hoogtepunten. Alle punten moeten immers goed geclassificeerd worden. Gelukkig gaat dit dankzij machine learning steeds sneller en de gemeente wilde graag mee-investeren in de hogere punt dichtheid voor AHN4 in het westen van Nederland. We verwachten dat ook andere gemeenten behoefte hebben aan nog nauwkeurigere kaarten die regelmatig geüpdatet worden. Het zou mooi en passend zijn als zij ook gaan meefinancieren.”

### Wat kost dat?

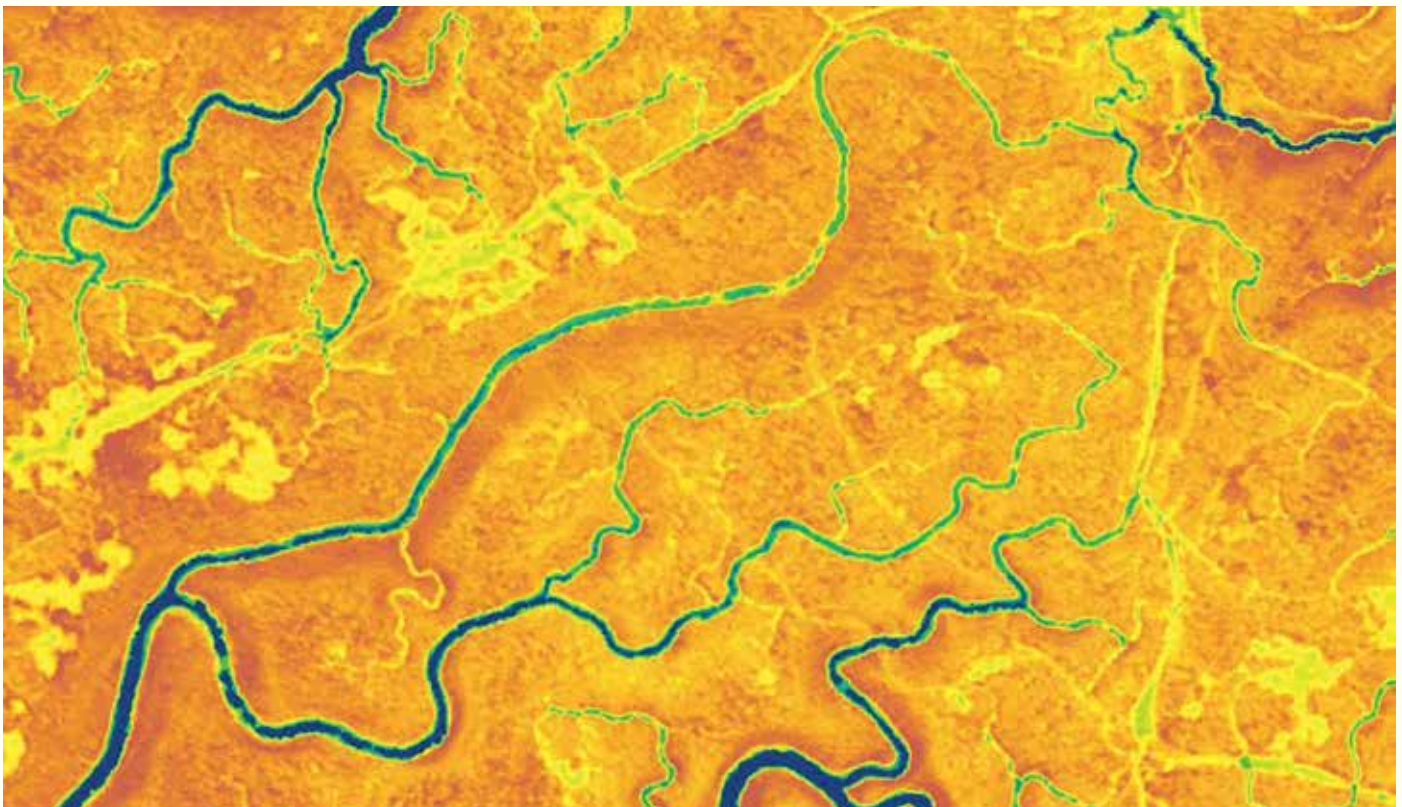
De ontwikkeling van een AHN kost natuurlijk geld. Hoe kan het AHN dan toch gratis beschikbaar zijn voor iedereen? Draait de belastingbetaler op voor de kosten? Nee, zegt Wageningen Universiteit & Research (WUR). [1] Het AHN levert vooral geld op. Dat zit zo: door het vrij beschikbaar stellen van het AHN ontstaat er een bedrijvigheid die uiteindelijk via belastingopbrengsten meer oplevert dan het geld dat de AHN-organisatie erin steekt. Open data werkt dus!



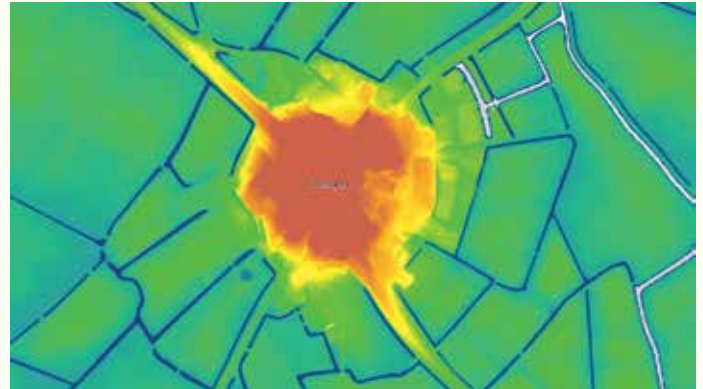
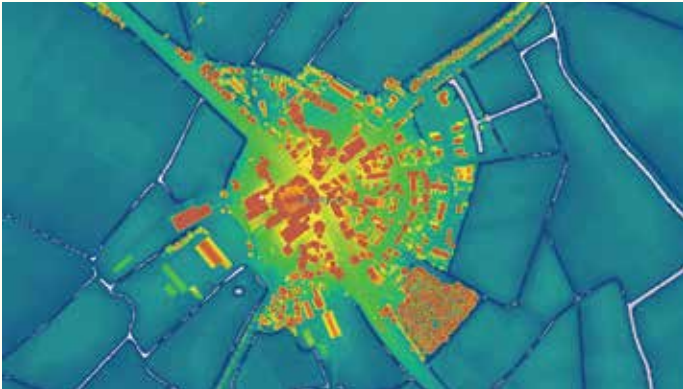
Terpdorpen in Friesland zijn duidelijk te onderscheiden in het AHN.



Digitaal hoogtemodel van het maaiveld van het verdrinken land van Saeftinghe.



Detail van het digitaal hoogtemodel van het maaiveld van het verdrinken land van Saeftinghe.



Digitaal hoogtemodel van het maaiveld en alle aanwezige objecten rondom Terpdorp Brantgum. | Digitaal hoogtemodel van het maaiveld rondom Terpdorp Brantgum.

### Levend 3D-bestand

Met de komst van AHN4 wil Het Waterschapshuis ook de stap zetten naar een nieuwe werkelijkheid. Nobbe: "Zoals uit voorgaande blijkt wordt de actualiteit van hoogtedata steeds relevanter. Daarom verhogen we de updatefrequentie van zes naar drie jaar. Ons doel daarbij is om vanaf 2022 een levend hoogtemodel te realiseren. Hierin zouden metingen uit verschillende bronnen samengevoegd kunnen worden in één 3D-basisbestand van Nederland. Om hier een begin mee te maken hebben we, parallel aan de inwinning van AHN4, een aantal andere sporen uitgezet. Deze hebben betrekking op het vergroten van het (financiële) draagvlak, het minimaliseren

van de handmatige werkzaamheden en het beperken van de doorlooptijd. Verdere automatisering en het verbeteren van de data-ontsluiting moeten ervoor zorgen dat gebruikers een beter inzicht krijgen in de mogelijkheden van de data."

### Neem zelf een kijkje!

Wie zelf een kijkje wil nemen in het AHN - en dat is zeker aan te raden - kan dit doen op [ahn.nl](http://ahn.nl). Onder 'Tools' vind je de AHN Viewer. Door op de kaart te klikken zie je van elke plek in Nederland de hoogte. In de rechterbovenhoek staat een 'i'. Als je hierop klikt vind je meer uitleg over de viewer. Nobbe weet één ding zeker: "Er gaat een wereld voor je open!"

### Literatuur

- Initiatief tot Actueel Hoogtebestand Nederland, bericht in NGT Geodesia 1996-11, p. 492.
- Waterschappen en Rijkswaterstaat gaan gedetailleerd, landsdekkend hoogtebestand opbouwen, bericht in: Geodesia 1997-9, p. 404.

### Referenties

- [1] Wat zijn de effecten van een open Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)? Uit 2016, geschreven door A.K. Bregt, L. Grus, T. van Beuningen, H. van Meijeren



Dorien ter Veld is werkzaam als tekstschrijver en is bereikbaar via [dorien@dubbelewoordwaarde.nl](mailto:dorien@dubbelewoordwaarde.nl). Ze schreef deze bijdrage in opdracht van Het Waterschapshuis.

## SS Rotterdam en 'zeemeetkunde'

In de navigatie- en communicatiekamer van het SS Rotterdam (1959), nu permanent in de Maasstad, zagen drie kleinzons van alles.

Van een kaartpasser en een gradenboog. De oudsten begrepen deze instrumenten net zo goed als het scheepskompas of een nóg onbegreper astrolabium en een dito sextant. Een astrolabium en een sextant zijn hoekmeetinstrumenten. Voor de zeevaart gaat het dan om het meten van de hoogte (elevatie) van een hemellichaam (zon, ster) boven de horizon.

Aanbevolen voor (groot)ouders, die ook een vrije onderwijsdag moeten invullen.

Adri den Boer

Foto: Mieke den Boer-Snoei



Voorbeeld 1

# Archeologische doorbraak dankzij het AHN en citizen science

“Op de Veluwe liggen veel meer grafheuvels dan gedacht.” Dat zegt Quentin Bourgeois, universitair docent Europese Prehistorie bij de universiteit Leiden én grafheuvelspecialist van Nederland. Enthousiast vertelt hij over Erfgoed Gezocht. In dit citizen science project hebben tweeduizend vrijwilligers de (digitale) Veluwe afgezocht naar grafmonumenten en celtic fields. De resultaten zijn spectaculair.

De Veluwe beslaat ruim duizend vierkante kilometer. “Tot nu toe kenden we hier zo’n 750 grafheuvels, daterend van 3000 tot 1000 voor Christus”, vertelt Bourgeois. “Ze zijn zo’n tien à twintig meter in diameter en één à twee meter hoog. Gecremeerde lichaamsresten liggen maar slechts tien centimeter onder het oppervlak. Ooit lagen dergelijke grafmonumenten door heel Nederland, maar door intensief grondgebruik zijn de meesten niet meer vindbaar. Op de Veluwe is dit anders, omdat het oorspronkelijke bos behouden is. Wat we alleen nooit gedacht hadden, is dat er waarschijnlijk wel twee tot drie keer zoveel grafheuvels liggen.”

## Witte stipjes zoeken

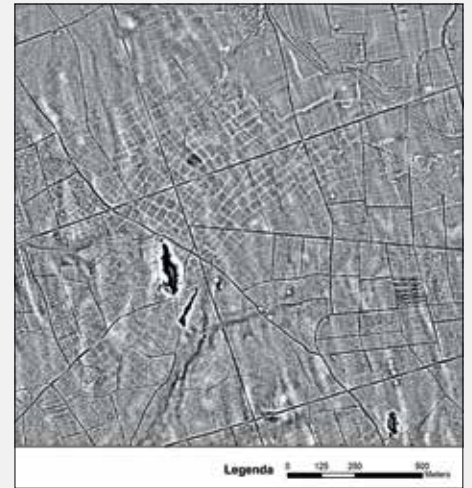
Het project Erfgoed Gezocht begon in 2019 omdat Bourgeois en zijn Leidse collega’s Dr. Karsten Lambers en Wouter Verschoof - van der Vaart *machine learning* wilden inzetten bij de zoektocht naar onontdekte grafheuvels. “Voordat een computer zelf grafheuvels gaat herkennen, moet je het algoritme wel een hoop goede voorbeelden geven”, legt Bourgeois uit. “Op het AHN zien we grafheuvels als witte stipjes in het landschap, maar niet alle stipjes zijn grafheuvels. Door met vrijwilligers beelden uit het AHN te interpreteren, hebben we een basisset gemaakt voor *machine learning*. Zo voorkom je dat het algoritme zelfs rotondes aanwijst als grafheuvels.”



Prehistorische grafheuvel in de bossen van de Veluwe (Foto: Arjan Louwen).

## Citizen science

Het project werd uitgevoerd in samenwerking met de provincie Gelderland en Stichting Erfgoed Gelderland. Vrijwilligers werden gevonden via social media en via natuur- en archeologieverenigingen. Bourgeois: “Er deden maar liefst tweeduizend vrijwilligers mee, veel meer dan verwacht. Hierdoor konden we, in plaats van 6,5 bij 5 kilometer, ineens de hele Veluwe inventariseren. We heb-



Prehistorische sporen van een celtic field (witte raatvormige structuren) en grafheuvels (witte stippen) nabij Ermelo.

## AHN schatkist voor archeologen

ben 23.000 kaartdelen van 300 bij 300 meter bekeken, elk beeld is gecontroleerd door vijftien vrijwilligers. Hoe meer mensen een punt aanwijzen als grafheuvel, hoe groter de kans dat het er ook echt eentje is.”

## Doorbraak

Bourgeois: “Gezamenlijk wezen de vrijwilligers zo’n 86.000 stipjes aan, waarvan er zo’n dui-

zend à tweeduizend daadwerkelijk grafheuvels zijn. Absoluut een doorbraak! Omdat er geen geschreven bronnen zijn uit de periode van 3000 tot 1000 voor Christus is er over deze periode weinig bekend. Onze vondst betekent dat de Veluwe, maar ook de rest van Europa, rond 2500 voor Christus veel drukker bevolkt was dan we dachten. We vonden ook zo’n 10 vierkante kilometer celtic fields. Deze zijn te herkennen als wafelvormige patronen. De lijnen zijn wallen van zo’n dertig centimeter hoog. Ze ontstonden rond 500 voor Christus doordat tijdens landbouwwerkzaamheden grond naar de zijkant werd verplaatst.”

Bourgeois noemt het AHN een schatkist voor archeologen. “Alleen zou ik er maanden over doen om de hele Veluwe te analyseren. Lopend zelfs jaren. Dankzij het AHN kunnen we eenvoudig van bovenaf door de vegetatie heen kijken. Subtiële hoogteverschillen die je in het veld niet ziet, zien we nu wel.”

## Voorbeeld 2

# Amsterdam: meer 3D met AHN4

De gemeente Amsterdam wil meer gaan doen met 3D-modellen: complete bouwplannen simuleren in 3D, kunstwerken zoals bruggen inmeten, maar ook inwoners laten meedenken over de inrichting van hun leefomgeving. Het AHN is hierbij onmisbaar. Sterker nog: hoe meer hoogtepunten, hoe meer mogelijkheden. De stad grijpt de komst van AHN4 dan ook aan om te participeren in hoogtedata met niet 10 maar wel 24 punten per vierkante meter.

“Beleving is hier het toverwoord”, zegt Wietse Balster, adviseur geo-informatie en product owner van het platform 3D Amsterdam. “Natuurlijk, 2D-beelden helpen ons als we bijvoorbeeld samen met bewoners een plein opnieuw willen ontwerpen, maar een digitale 3D-omgeving is veel duidelijker. Zeker als je een bestaande situatie wilt verrijken met nieuwe ontwerpen. We willen ook zichtbaar kunnen maken welke impact veranderingen op de omgeving hebben. Als er bijvoorbeeld een nieuw gebouw komt, hoe verandert bij een bepaalde woning dan de zoninval in de woonkamer of op het balkon? Mensen zijn hier vaak bezorgd over, 3D-simulaties kunnen ook geruststellen.”

### Mee-investeren

Gemeente Amsterdam wil de interactieve 3D-modellen geautomatiseerd uit hoogtepuntenwolken halen. “Natuurlijk zouden we hiervoor zelf gedetailleerde hoogte-informatie kunnen inwinnen vanuit de lucht”, zegt Balster. “Alleen heeft dat nogal wat voeten in aarde. Zeker rondom Schiphol. Bovendien: Het Waterschapshuis vliegt sowieso over heel Nederland. Zij hebben de expertise in huis en meer punten meten is technisch mogelijk. Hier gaat het ons om, want

hoe hoger de punt dichtheid, hoe preciezer onze modellen. Met gemiddeld 24 punten per vierkante meter ontstaat er een heel gedetailleerd beeld. Je ziet bijvoorbeeld niet alleen wáár huizen staan, je ziet zelfs de exacte vormen van gevels en dakkapellen. Gelukkig reageerde Het Waterschapshuis positief op ons participatievoorstel. De verwer-

## Hogere punt dichtheid, preciezer modellen

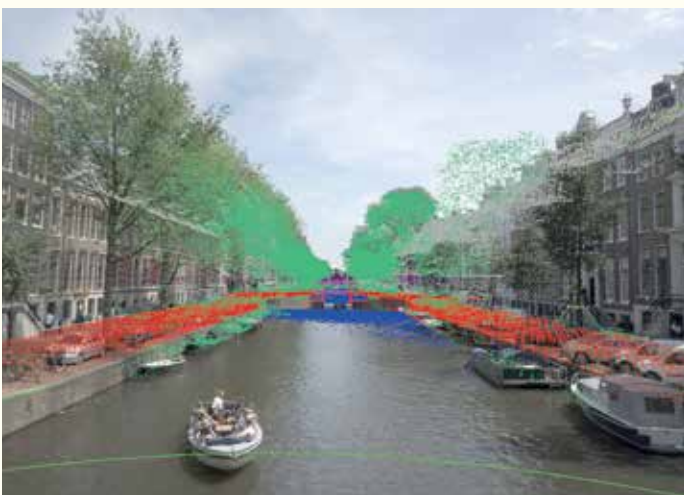
kingskosten die wij financieren zijn marginaal ten opzichte van de totale inwinningskosten.”

### Hoogbouw versus Unesco

Een recent project waarbij een hogere punt dichtheid van het AHN al zeer welkom was geweest, werd uitgevoerd door Louis van Amerongen, 3D-specialist bij de gemeente. “Onze binnenstad staat op de Unesco Werel-

derfgoedlijst”, vertelt hij. “Het beschermde stadsgezicht mag niet verstoord worden, dus toen er nieuwe hoogbouwplannen waren net buiten het centrum, wilden wij weten wat de impact zou zijn. Hoe zou de geplande bebouwing zich zou verhouden tot de bestaande bebouwing? Om hierachter te komen hebben we - gezien vanaf diverse locaties in de stad - de hoogbouwplannen visueel weergegeven in een coördinatensysteem waar ook de AHN-punten instaan. Met de 10 punten die AHN3 gemiddeld toont per vierkante meter zijn gebouwen en bomen globaal wel zichtbaar, maar we hebben foto's gebruikt om de beelden helemaal uitgelijnd en compleet te maken. Al met al een behoorlijke klus, dus ik ben blij dat we straks eenvoudig vanaf elke willekeurige locatie in 3D om ons heen kunnen kijken. Overigens liep het goed af met onze positie op de Werelderfgoedlijst. De hoogbouw bleek hier en daar zichtbaar, maar het ontwerp werd uiteindelijk om andere redenen gewijzigd. Ons beschermde stadsgezicht blijft bestaan.”

Dankzij de gemeente Amsterdam wordt ongeveer een kwart van het totale AHN opgeleverd met gemiddeld 24 punten per vierkante meter.



Afbeelding 1 - Unesco-gebied, gecombineerd beeld AHN en foto (Foto: Louis van Amerongen).



Afbeelding 2 - Unesco-gebied, projectie van hoogbouw op ware grootte en positie. (Foto: Louis van Amerongen).



Voorbeeld 3

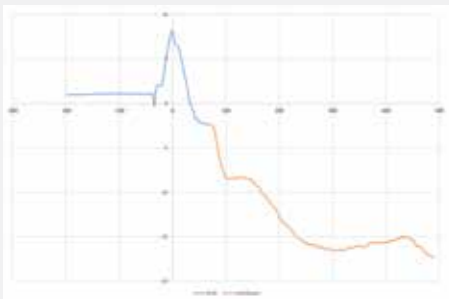
# Scheldestromen: het AHN en waterveiligheid

In Zeeland zijn ze de watersnoodramp van 1953 nog lang niet vergeten. Nu de zeespiegel stijgt en sommigen zelfs speculeren over het teruggeven van land aan zee, heeft waterveiligheid absoluut prioriteit. Waterschap Scheldestromen gebruikt het AHN bij het controleren van dijken maar ook bij het kiezen en ontwerpen van de juiste dijkversterkingsmaatregelen.

“In ons beheergebied hebben we bijna 500 kilometer aan duinen en duinen”, vertelt Raymond Derksen, beleidsmedewerker bij de afdeling waterkeringen. “Al deze keringen moeten voldoen aan de landelijke veiligheidsnormen die sinds 2017 gelden. De normeringen verschillen per type waterkering. Ze zijn ook afgestemd op gevolgen van de klimaatverandering, waaronder de stijgende zeespiegel en meer golfslag. Redenen om een dijk af te keuren zijn bijvoorbeeld dat hij niet hoog genoeg is, te smal of instabiel. Instabiliteit kan onder meer ontstaan door piping: minuscule waterstroompjes onder de dijk die zand met zich meenemen. Hierdoor verzwakt de dijk.”

## Profiel trekken

Binnen de huidige normering moeten de Nederlandse waterschappen eens per twaalf jaar al hun waterkeringen controleren. Dit is een continu proces waarbij waterschap Scheldestromen standaard gebruik maakt van het AHN. “We werken bijvoorbeeld met dijkprofielen”, zegt Derksen. Op een AHN-kaart volgt hij met zijn vinger een dijk langs de kust. “Om de honderd meter zie je een dijkpaal”, wijst hij. “Bij elke paal trekken we een profiel, ofwel een dwarsdoorsnede. Doordat het AHN op deze dwarsdoor-



Dwarsprofiel opgebouwd uit het AHN en de multibeam ter plaatse van dijkpaal 316 (zwarte lijn in ArcGis-plaatje)

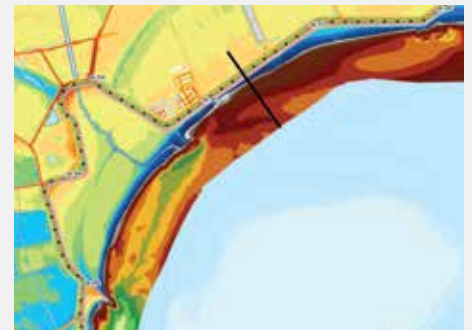
sne de hoogtepunten geeft, zien we precies welke vorm de kering heeft. Voldoet de dijk volgens het profiel niet aan de normen, dan is de waterveiligheid mogelijk onvoldoende geborgd. Om zeker te weten waar we aan toe zijn, leggen we het AHN ook altijd naast de 3D-informatie

## Waterschappen moeten eens per twaalf jaar al hun waterkeringen controleren

uit ons waterkeringenbestand. Het kan immers zo zijn dat het dijkprofiel door de tijd heen is veranderd, bijvoorbeeld door stuivend zand.”

## Compleet plaatje

“Dijkverbeteringen kunnen in de hoogte en in de breedte worden uitgevoerd”, legt Derksen



ArcGis-plaatje met daarin het AHN en de multibeam ingetekend.

uit. “Verbreden is onder meer mogelijk door de dijk landinwaarts met klei te versterken. Als hier vanwege bebouwing geen ruimte voor is, moeten we richting het water versterken. Dit is echter weer niet mogelijk als vlak voor de kust een diepe geul onder water ligt. Het AHN meet niet onder water, daarom meten we het onderwaterprofiel zelf met een peilboot in. Door de metingen van het vliegtuig en de boot aan elkaar te ‘plakken’, maken we het plaatje compleet en kunnen we keuzes maken. Na een dijkverbetering kan de dijk er zeker weer vijftig jaar tegen.”

## Vliegen tijdens eb

Het belangrijkste voor Scheldestromen is de nauwkeurigheid van het AHN. “AHN<sub>3</sub> was al een stuk gedetailleerder dan AHN<sub>2</sub>”, weet Derksen nog. “Voor AHN<sub>4</sub> hoop ik dat er weer zoveel mogelijk buitendijkse gronden meegenomen worden. Langs de Zeeuwse kust liggen namelijk veel schorren en slikken. Een slik is een onbegroeide laaggelegen zandplaat. Een schor is een door sedimentatie opgehoogd slik met permanente plantengroei. Om ook voor deze gebieden goede hoogtemetingen te verkrijgen, moeten onze kustgebieden tijdens laag water gevlogen worden.”

Voorbeeld 4

# Noorderzijvest en het AHN - oneindig veel toepassingen

Bij waterschap Noorderzijvest werken twee enthousiaste grootgebruikers van het AHN. Edwin Rittersma, adviseur watersysteem en hydroloog Vincent de Looij. Zij maken dagelijks gebruik van de hoogtekaarten. En ze vinden nog steeds nieuwe toepassingen.

Wat het AHN sinds 2001 voor de waterschappen heeft betekend weet Rittersma als geen ander. "In de jaren '90 werkte ik al voor een waterschap", vertelt hij. "Destijds nog als landmeter. We hadden met drie man een paar uur nodig om, per kavel van 300 bij 800 meter, dertig hoogtepunten te verzamelen. Nu vind je met enkele muisklikken duizenden hoogtepunten."

## Peilbeheer

"Een van de belangrijkste AHN-toepassingen zit hem in het nemen van peilbesluiten en het uitvoeren van het peilbeheer", vertelt De Looij. "Je moet je voorstellen dat ons gebied bestaat uit allemaal kleinere gebiedjes met elk een eigen waterpeil. In elk gebiedje stemmen we het waterpeil af op gebiedsfuncties. In landbouwgebied is een grotere afstand van het wateroppervlak tot het maaiveld gewenst dan bijvoorbeeld in een natuurgebied. Het AHN geeft ons overal de hoogte van het maaiveld. Wat ergens het waterpeil is, stellen we vast met eigen metingen. Verder kunnen we met informatie over hoogteverschillen ook berekenen wat de pompcapaciteit van gemalen moet zijn, of waar we het water langs kunnen leiden als ergens een watergang moet worden gedempt."

## Klimaatstresstest

Het AHN wordt ook steeds belangrijker voor het doen van voorspellingen. "We willen weten hoe water zich beweegt", zegt De Looij. "Zeker nu het klimaat verandert. Waar stroomt regenwater naartoe bij hevige regen? Hoogteverschillen zijn

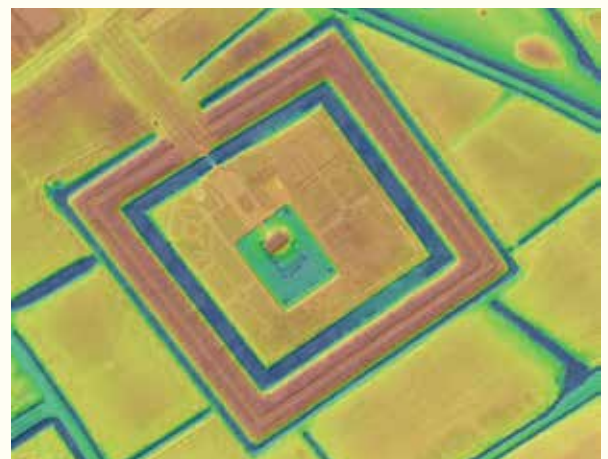
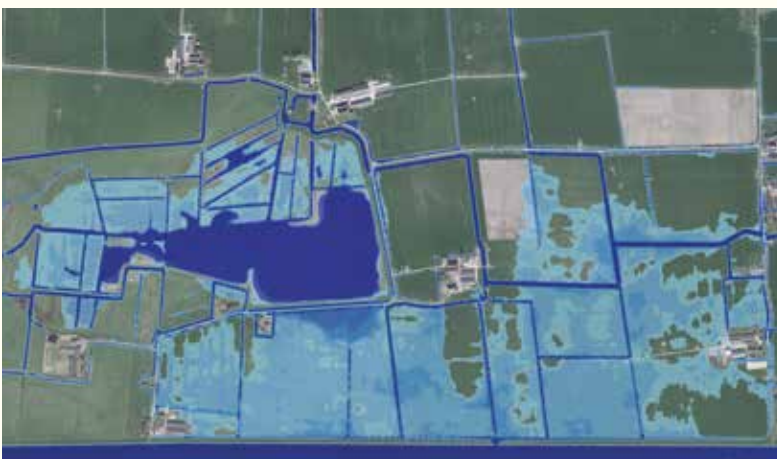
Het AHN wordt belangrijker voor het doen van voorspellingen

hiervoor bepalend. Op een simulatie die enigszins aan de buienradar doet denken laat hij zien hoe een polder - het ene deel sneller dan het andere - volloopt als de dijk naast het Eemskanaal doorbreekt. "Modellen met het AHN erin verwerkt, helpen ons bij het kiezen van maatregelen", vervolgt De Looij. "Moeten we waterkeringen aanpakken?

Moeten we meer ruimte creëren om hemelwater op te vangen? Dergelijke modellen hebben we ook gebruikt om gemeenten te ondersteunen bij het uitvoeren van klimaatstresstesten."

## Wateraanvoer

Dat het AHN voor creatieve denkers oneindig veel mogelijkheden biedt, bewijst Rittersma. "Begin dit jaar hebben we, op basis van AHN-gegevens voor ons hele gebied aangegeven via welke watergangen we tijdens droogte eventueel water kunnen aanvoeren. Bijvoorbeeld door het in te laten of door te pompen. Je ziet ook waar wateraanvoer niet mogelijk is vanwege de hoogteligging. De aanvoerkaart is handig bij situaties zoals bij de Menkemaborg in Uithuizen. Door de hete zomers van de afgelopen twee jaar kwamen de binnenste twee slotgrachten steeds droger te staan. Dit zie je ook als je AHN 2 en 3 naast elkaar legt. Helaas bleek wateraanvoer naar de Menkemaborg niet zomaar mogelijk. Met het AHN hebben we bepaald waar een sloot moet worden gegraven en vanaf waar we water naar de gracht kunnen pompen. Zoek je nog meer voorbeelden van AHN-toepassingen? Ik kan hier de hele dag over doorpraten!"



Met behulp van een model - waar het AHN in verwerkt is - is gesimuleerd waar het water naartoe stroomt bij een dijkdoorbraak naast het Eemskanaal. (bron luchtfoto: PDOK)

Hoogtekaart AHN3 van de Menkemaborg in Uithuizen. (bron: AHN Viewer)