



Kwaliteitsdocument AHN2

Auteur: Niels van der Zon

Datum: 14-5-2013

Versie: 1.3

Status: Definitief

Kwaliteitsdocument AHN2

Verspreiding

<http://ahn.nl>

Versiehistorie

Versie	Datum	Auteur	Opmerking
1.3	14-05-2013	Niels van der Zon	De AHN2012-projecten verwerkt
1.2	05-06-2012	Niels van der Zon	De AHN2011-projecten verwerkt
1.1	24-05-2011	Niels van der Zon	De AHN2010-projecten verwerkt
1.0		Niels van der Zon	Initieel document

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	AHN: samenwerking tussen Rijkswaterstaat en de Waterschappen	4
2	Geschiedenis van het AHN	6
2.1	AHN-1: 1996-2003	6
2.2	Ontstaan van AHN-2	6
2.3	Verschil tussen AHN-1 en AHN-2	6
3	Eindtermen en specificaties AHN-2.....	10
3.1	Eindtermen	10
3.2	Algemene specificaties	11
4	Proces	14
4.1	Inwinning	14
4.2	Verwerking	14
4.3	Filteren	14
4.4	Controles.....	14
4.5	Eindproducten.....	15
4.6	Mergen	15
5	Distributie	17
5.1	Bestandsbenaming	17
5.2	Beschikbaarheid	18
5.3	AHN-1, 25 meter grid in PDOK	18
6	AHN in de praktijk	19
6.1	Lagere punt dichtheid op bepaalde typen ondergrond	19
6.2	Ontbrekende data naast hoge gebouwen	19
6.3	Ribbels op (met name) landbouwgrond	21
6.4	Plassen op weilanden	21
6.5	Data onder bomen.....	22
6.6	Nauwkeurigheid	23
6.7	Detail.....	23
7	Informatie per projectgebied	25
7.1	Project "Pilot AHN-2".....	25
7.2	Project "2008-Noord"	25
7.3	Project "2008-West"	25
7.4	Project "2009-Noord"	26
7.5	Project "2009-ZuidWest"	26
7.6	Project "2009-Midden"	27



Datum
14-5-2013
Titel
Kwaliteitsdocument AHN2
Versie
1.3
Blad
3 van 31

7.7	Project "2010-West"	27
7.8	Project "2010-Oost"	28
7.9	Project "2011-Noord"	28
7.10	Project "2011-Zuid"	29
7.11	Project "2012-Noord"	29
7.12	Project "2012-Zuid"	29
Bijlage 1 Maaivelddefinitie		30
Bijlage 2 Contactgegevens		31
	Website	31
	Secretariaat AHN	31
	Distributie	31

1 Inleiding

Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) is een bestand met voor heel Nederland gedetailleerde en precieze hoogtegegevens. Deze hoogtes zijn bepaald met behulp van een laseraltimetrie vanuit een vliegtuig of helikopter. De eerste versie van het AHN (ook wel AHN1 genoemd) is gemaakt in de periode 1996 tot 2003. De behoefte aan AHN1 kwam vooral voort uit het watersysteembeheer. Van de gemeten hoogtes worden een aantal producten gemaakt, welke grofweg zijn te verdelen in twee categorieën; 3D-puntenwolken en grids. De puntenwolken van AHN1 hebben een punt dichtheid die varieert tussen de 1 punt per vierkante meter en 1 punt per 16 vierkante meter. De grids werden afgeleid uit deze puntenwolken en hebben een gridformaat van 5x5 meter, 25x25 meter of 100x100 meter.

1.1 AHN: samenwerking tussen Rijkswaterstaat en de Waterschappen

Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) is een meerjarenprogramma dat in samenwerking tussen Rijkswaterstaat en de Waterschappen wordt uitgevoerd met als doel het vervaardigen van een hoogtebestand van Nederland. In 2008 is een start gemaakt met de vernieuwing van het AHN welke in 2013 afgerond is. Het vernieuwde AHN2 heeft een breed toepassingsbereik en wordt bij de Waterschappen onder meer gebruikt voor watersysteem- en waterkeringenbeheer.

Rijkswaterstaat (RWS) en de Waterschappen hebben gezamenlijk het initiatief genomen tot het vervaardigen van het AHN omdat:

- Rijkswaterstaat en de Waterschappen gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor een veilig Nederland op het gebied van watersysteem- en waterkeringenbeheer;
- voor goed watersysteem- en waterkeringenbeheer actuele hoogtegegevens onmisbaar zijn;
- internationale en nationale wet- en regelgeving verplicht tot het beschikbaar stellen van met publieke middelen verkregen gegevens en informatie;
- door samenwerking inkoop, beheer en distributie van hoogtegegevens efficiënter en effectiever plaatsvindt.

Het AHN staat voor een product (hoogtegegevens) en voor een samenwerkingsverband tussen RWS en de Waterschappen en kent een eigen AHN-organisatie. Het Waterschapshuis en de Data-ICT-Dienst van Rijkswaterstaat (RWS-DID) zijn namens respectievelijk de Waterschappen en Rijkswaterstaat de uitvoerende partijen.

Het beoogde doel is het gezamenlijk zo effectief en efficiënt mogelijk vervaardigen van een landsdekkend Actueel Hoogtebestand Nederland om daarmee de continuïteit van inwinning te bevorderen, kosten van inwinning te besparen en de kwaliteit van ingewonnen gegevens te verhogen. Tevens gaat het om het bevorderen van het gebruik van het AHN-bestand door derden, door het verlagen van de juridische, organisatorische, technische en financiële drempels.

In 2006 is besloten dat een vernieuwingsslag nodig was, zodat het AHN ook toepasbaar is bij het waterkeringbeheer. Hiervoor werd in 2007 bij Waterschap Zeeuwse Eilanden een pilot

uitgevoerd. Ook is er voor gekozen om de specificaties te formuleren in eindtermen. Dit betekent dat er een beschrijving en een aantal voorwaarden gegeven zijn waaraan het uiteindelijke bestand moet voldoen. Een voordeel hiervan is dat elke inwinner een aanbieding kan doen die het beste aansluit bij zijn eigen processen, technieken en materialen. Een voorbeeld hiervan is de eindterm ten aanzien van de karteerbaarheid in het uiteindelijke bestand. De karteerbaarheid wordt bijvoorbeeld bepaald door een aantal andere parameters, zoals de punt dichtheid, puntverdeling en de planimetrische puntprecisie. Door de keuzemogelijkheden die een inwinner heeft, kan bijvoorbeeld een lagere punt dichtheid gecompenseerd worden door een hogere planimetrische puntprecisie.

2 Geschiedenis van het AHN

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op het ontstaan van AHN-2. Ook wordt hier de voorloper van AHN-2, het AHN-1 dat in de periode 1996 tot 2003 is gemaakt, besproken. Tenslotte komen de verschillen tussen AHN1 en AHN2 aan bod.

2.1 AHN1: 1996-2003

De eerste versie van het AHN is gemaakt in de periode 1996-2003. De techniek laseraltimetrie was nog relatief nieuw en kende vele beperkingen. Voor AHN1 is in eerste instantie gekozen voor een punt dichtheid van 1 punt per 16m². In de loop van het AHN1 nam de punt dichtheid toe; er zijn ook gebieden beschikbaar waar ongeveer 1 punt per vierkante meter is ingewonnen. Het maaiveldbestand AHN1 is alleen gedefinieerd buiten stedelijk gebied; in stedelijk gebied is geen filtering uitgevoerd!

2.2 Ontstaan van AHN2

Na afronding van het AHN-1 groeide de behoefte aan een nieuwe cyclus; de oudste data was tenslotte al van 1996. Bij verschillende waterschappen ontstonden eigen initiatieven om de keringen in te meten met behulp van laseraltimetrie. Omdat ook de technieken niet stilgestaan hadden, kon dit op zeer hoge resolutie.

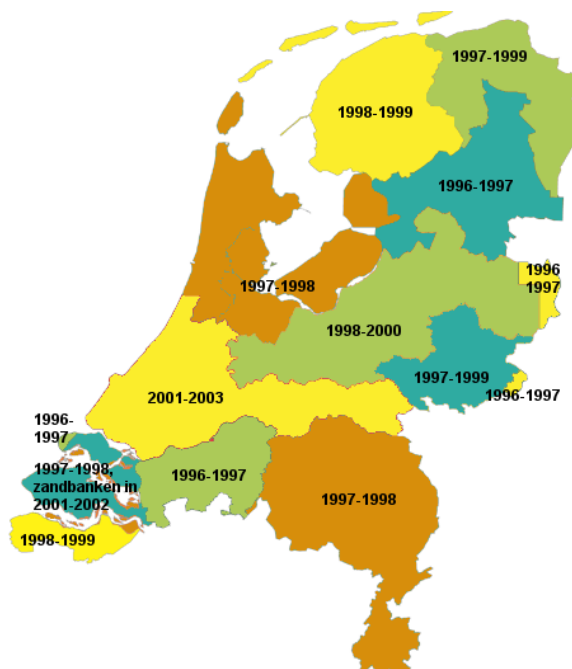
Met de mogelijkheden van de techniek in het achterhoofd én met de behoefte aan een actualisatie van het landsdekkende bestand is in 2006 besloten om een pilot uit te voeren bij Waterschap Zeeuwse Eilanden. Kenmerkend voor deze pilot, en uiteindelijk voor AHN2, is dat het eindproduct gedefinieerd wordt door eindtermen. De eindtermen zijn afgeleid van de gebruikersbehoefte op het gebied van het beheer van waterkeringen en watersystemen. Deze twee werkvelden behoren tot de primaire processen van zowel de waterschappen als van Rijkswaterstaat, de eigenaren van het AHN.

2.3 Verschil tussen AHN1 en AHN2

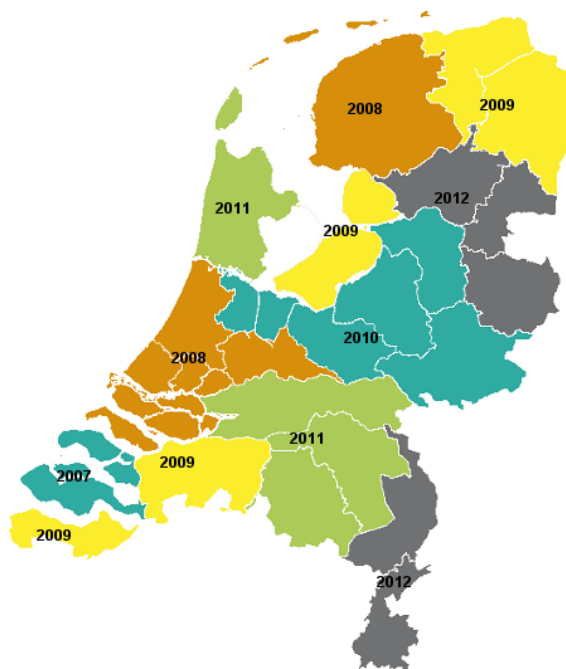
Met de nieuwe inwincycclus is gekeken welke aanpassingen nog meer doorgevoerd konden worden in het hoogtebestand. Onderstaand is een aantal aspecten beschreven die verschillen voor AHN1 en AHN2, waar rekening mee gehouden dient te worden als de beide datasets vergeleken worden.

2.3.1 Tijdverschil/ inwinperiode

Een belangrijk aspect is het tijdsverschil, de eerste data van AHN1 is gemeten in 1996, de laatste data van AHN2 zal opgenomen worden in het eerste kwartaal van 2012. Dit zijn de extremen, voor veel gebieden zal het werkelijke verschil ergens tussen de vijf en de acht jaar liggen.



Figuur 1: Inwinningsjaren AHN-1
 (Copyright 2010, AHN)



Figuur 2: Inwinningsjaren AHN-2
 (Copyright 2010, AHN)

2.3.2 Hoogtenauwkeurigheid

Met de verbeteringen van de techniek is het ook mogelijk om nauwkeuriger te meten. Voor AHN1 werd gesteld dat de nauwkeurigheid voldeed aan een systematische fout van 5 centimeter en een stochastische fout van 15 centimeter (1 sigma-criterium). Voor AHN2 is gesteld dat de nauwkeurigheid dient te voldoen aan een systematische fout van maximaal 5 centimeter en een stochastische fout van maximaal 5 centimeter. In onderstaande tabel is te zien wat hiervan de gevolgen zijn voor de nauwkeurigheid van het totale bestand.

	AHN1	AHN2
Systematische fout	5 cm	5 cm
Stochastische fout	15 cm	5 cm
Minimaal 68,2% van de punten heeft een nauwkeurigheid van:	$5 + 1 * 15 = 20 \text{ cm}$	$5 + 1 * 5 = 10 \text{ cm}$
Minimaal 95,4% van de punten heeft een nauwkeurigheid van:	$5 + 2 * 15 = 35 \text{ cm}$	$5 + 2 * 5 = 15 \text{ cm}$
Minimaal 99,7% van de punten heeft een nauwkeurigheid van:	$5 + 3 * 15 = 50 \text{ cm}$	$5 + 3 * 5 = 20 \text{ cm}$

2.3.3 Filtering

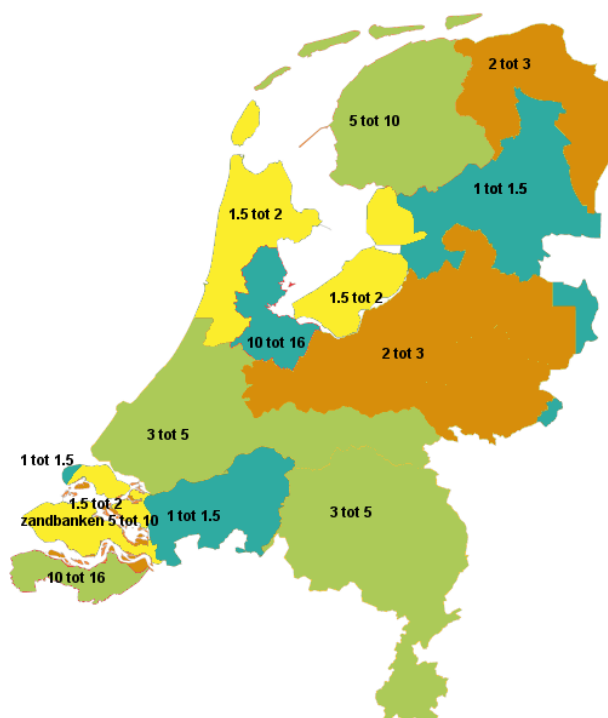
Het AHN is bedoeld als maaiveldbestand. Het productieproces is er dan ook op ingericht dat de metingen op het maaiveld gescheiden worden van de overige metingen. In het AHN1 gold dit alleen voor landelijk gebied, stedelijk gebied hoefde niet gefilterd te worden. Vaak was het, door de lagere punt dichtheid, ook niet mogelijk om in stedelijk gebied een goede filtering toe te passen. Voor de nieuwe cyclus is een maaivelddefinitie (zie bijlage 1) opgesteld welke moet waarborgen dat de gebieden die door verschillende bedrijven zijn ingemeten, toch op een zelfde

manier gefilterd worden. Daarnaast geldt voor AHN2 dat ook stedelijk gebied gefilterd moet worden. De hoge punt dichtheid maakt het ook mogelijk om AHN te gebruiken voor watersysteembeheer in stedelijk gebied.

	AHN1	AHN2
Stedelijk gebied	Niet gefilterd	Gefilterd
Bosrijk gebied	Gefilterd, weinig punten op maaiveld resteren	Gefilterd, door meerdere reflecties ook nog voldoende maaiveldpunten
Landelijk gebied	Gefilterd	Gefilterd

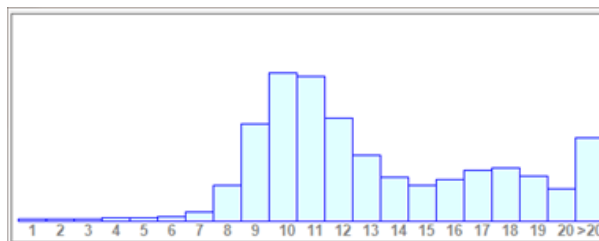
2.3.4 Punt dichtheid

Het AHN1 heeft een punt dichtheid die varieert tussen de 1 punt per 16m² en de 1 punt per m², afhankelijk van het jaar dat het gebied is ingewonnen.



Figuur 3: Punt dichtheden AHN1, het aantal punten is weergegeven per 16 m²
(Copyright 2010, AHN)

Omdat AHN2 gebaseerd is op eindtermen, is de punt dichtheid een parameter die door het inwinbedrijf zelf mag worden bepaald, zolang het bestand maar voldoet aan de eindtermen. In het algemeen kan gesteld worden dat de punt dichtheid gemiddeld tussen de 6 en de 10 punten per vierkante meter ligt. In gebieden die in een strookoverlap liggen kan dit zelfs nog verder oplopen. In onderstaand histogram is te zien dat er twee piekwaarden voor de punt dichtheid zijn. De eerste piek is de punt dichtheid waar geen strookoverlap is, de tweede piek geeft ongeveer de punt dichtheid in de gebieden waar twee stroken elkaar overlappen.



Figuur 4: Histogram van de punt dichtheden. Duidelijk is de piek rondom 10 te zien en het (kleinere) piekje rondom 18.
(Bron: Kwaliteitsrapport Fugro, AHN2010, perceel West, deellevering 1)

2.3.5 Regelmatig hoogtegrid

Van zowel het AHN1 als het AHN2 wordt een grid gemaakt. Voor het AHN1 was dit grid beschikbaar met een celgrootte van 5 meter, 25 meter en 100 meter. Hierbij werd voor het 5 meter grid gebruik gemaakt van een interpolatiefunctie (Inverse Distance Weighting), waarbij ook de hoogtemetingen die een stukje buiten de gridcel liggen, meegenomen werden voor het bepalen van de hoogtewaarde. Door deze methodiek was sprake van enige afvlakking; hoogtesprongen in het terrein kwamen in het AHN vaak als glooiingen voor.

Van AHN2 wordt het grid in twee formaten geleverd, als 0.5 meter en als 5 meter, waarbij de hoogtewaarde van het 0.5 meter grid bepaald wordt door de hoogtemetingen die alleen binnen de gridcel liggen. Het voordeel hiervan is dat kleine nuances in het terrein, zoals stoepranden en verkeersdrempels, zichtbaar blijven in de data. Het 5 meter grid wordt bepaald als middeling van het 0.5 meter grid.

3 Eindtermen en specificaties AHN2

In dit hoofdstuk worden de eindtermen en specificaties van AHN2 behandeld.

3.1 Eindtermen

De eindtermen AHN2 geven een beschrijving en een aantal randvoorwaarden waar het product AHN2 aan moet voldoen en zijn afgeleid van de gebruikersbehoefte op het gebied van het beheer van waterkeringen en watersystemen. Deze eindtermen zijn toegespitst op het belangrijkste toepassingsgebied van het AHN; het watersysteembeheer en het waterkeringbeheer. In de volgende paragrafen is in het grijze kader de eindterm behorend bij dat onderwerp weergegeven.

3.1.1 Hoogtenauwkeurigheid

Het bestand bezit een hoogtenauwkeurigheid van niet meer dan vijf centimeter standaardafwijking en niet meer dan vijf centimeter systematische afwijking.

Deze eindterm beschrijft de nauwkeurigheid van de individueel gemeten punten in de puntenwolk. Verder moet benadrukt worden dat bovenstaande eindterm maximale waarden voor de systematische en stochastische fouten geeft. Tussen de verschillende AHN2-projecten van verschillende jaren of van verschillende inwinners kunnen kleine verschillen optreden, echter geldt voor alle projecten dat ze voldoen aan de gestelde maximale waarden.

3.1.2 Karteerbaarheid

Het bestand bezit een zodanige dichtheid, een zodanige verdeling en een zodanige planimetrische nauwkeurigheid dat topografische objecten met een grootte van twee meter x twee meter eenduidig en met een positieafwijking van maximaal 50 centimeter kunnen worden geïdentificeerd.

De karteerbaarheid in een dataset kan uitgedrukt worden in een formule waarin de punt dichtheid, de puntverdeling en de planimetrische puntprecisie gecombineerd worden tot een enkele waarde. Wat hier al duidelijk wordt, is dat een 'slechtere' waarde voor de ene parameter, gecompenseerd kan worden door 'betere' waardes voor de overige parameters. Deze waarde wordt niet per object bepaald, maar geldt als een gemiddelde over (een deel van) een projectgebied. In deze eindterm komt goed naar voren dat de inwinners een verschillende aanpak kunnen hebben en uiteindelijk wel een bestand maken dat geschikt is voor waterbeheer en waterkeringbeheer.

3.1.3 Filtering

Het bestand is volledig gefilterd zodat het bestand alleen een beschrijving van de hoogte op maaiveldniveau geeft.

Omdat bij het primaire gebruik van het AHN vooral de maaiveldhoogte belangrijk is, worden er strenge eisen aan de filtering gesteld, uiteraard gelden deze eisen alleen voor de

maaiveldproducten; de gefilterde puntenwolk en het gefilterde grid. In de specificaties wordt een nadere uitwerking van de filtering beschreven, inclusief een definitie. Ook zijn daar de waarden opgenomen voor de toleranties. De tolerantie is eigenlijk een maat voor het maximaal aantal toegestane fouten in de filtering.

3.1.4 Vergridding

Het ingewonnen en gefilterde bestand is herbemonsterd naar een equidistant grid met een grid-interval van 50 centimeter.

Vanwege de omvang van de puntenwolken, wordt door veel gebruikers de voorkeur gegeven aan de representatie als grid.

3.2 Algemene specificaties

Ten behoeve van de aanbestedingen zijn de eindtermen op een aantal punten vertaald naar specificaties.

3.2.1 Hoogtenauwkeurigheid

De systematische hoogtefout in de gemeten hoogtedata mag maximaal vijf centimeter bedragen en de stochastische fout (1 sigma) mag ook maximaal vijf centimeter bedragen. Op de stochastische fout is de onderstaande kansverdeling van toepassing:

- Minimaal 68,2% van alle laserpunten heeft een hoogteafwijking van maximaal 10cm
- Minimaal 95,4% van alle laserpunten heeft een hoogteafwijking van maximaal 15cm
- Minimaal 99,7% van alle laserpunten heeft een hoogteafwijking van maximaal 20cm

Deze afwijkingen tussen data en terrein worden bijvoorbeeld veroorzaakt door onnauwkeurigheden in de lasermeting en in de GPS-plaatsbepaling van het vliegtuig.

3.2.2 Planimetrische nauwkeurigheid, punt dichtheid en puntverdeling

De combinatie van deze drie parameters is zo gekozen dat altijd wordt voldaan aan de eindterm voor de karteerbaarheid. Er zijn dus meerdere variaties van deze parameters mogelijk!

3.2.3 Filtering

Voor de filtering is een definitie opgesteld van de maaiveldrepresentatie. Deze definitie is te vinden in bijlage 1. Voor de filtering is een aantal toleranties opgesteld:

- Voor objecten op maaiveldniveau: Maximaal één object dat onjuist gefilterd of onjuist ongefilterd is per 1000 hectaren;
- Voor vegetatie hoger dan 0,5 meter: Maximaal één hectare aan onjuist gefilterde of onjuist ongefilterde data per 10.000 hectaren;
- Voor vegetatie lager dan 0,5 meter: Maximaal één hectare aan onjuist gefilterde of onjuist ongefilterde data per 5.000 hectaren.

Hoewel de maaivelddefinitie met alle zorgvuldigheid is opgesteld, is het onmogelijk om hiermee alles voor 100% af te vangen. Daar waar de definitie niet toereikend was is gekozen voor de oplossing die het meest praktisch is bij het gebruik van het hoogtebestand.

3.2.4 Herbemonstering

De herbemonstering van de laserdata naar een regelmatig grid dient te gebeuren met een interpolatiefunctie waarbij een punt dichtbij het middelpunt van de cel een hoger gewicht krijgt dan een punt aan de rand. Op deze manier zal het grid nog zo goed mogelijk het terrein en de oorspronkelijke metingen beschrijven.

3.2.5 Opvulling

In principe wordt een grid geleverd dat alleen een hoogtewaarde bevat als er ook daadwerkelijk een hoogtemeting binnen de cel ligt. Dit resulteert dus in een bestand met mogelijk een aantal no-data waarden waar wel een hoogtewaarde mag worden verwacht. Omdat het voor visualisaties en modeleringen lastig kan zijn als er zulke gaten in het hoogtebestand zitten, wordt er ook een opgevuld bestand geleverd. In dat bestand zijn de gaten die ontstaan door een incidenteel ongunstige combinatie van punt dichtheid en puntverdeling opgevuld op basis van de hoogtewaarden van de omliggende cellen. Deze opvulling wordt zorgvuldig toegepast, om te voorkomen dat bijvoorbeeld gaten die samenvallen met een sloot niet worden dichtgerekend.

3.2.6 Luchtfoto's

Voor de eigenaren van het AHN (Rijkswaterstaat en de waterschappen) zijn ook de luchtfoto's beschikbaar die in dezelfde periode zijn opgenomen, deze foto's worden niet uitgeleverd aan derden. De foto's worden onder andere gebruikt bij de controle van de geleverde hoogtedata, daarnaast zijn ze vooral ter ondersteuning van en als aanvulling op de laserdata, bijvoorbeeld als een gebruiker moeite heeft een object te identificeren in de laserdata.

De foto's dienen in elk geval aan de volgende voorwaarden te voldoen:

- Verticaal, neerwaarts gericht;
- In kleur;
- Voorzien van georeferentie;
- Geschikt voor identificatie en interpretatie van topografische objecten.

In de praktijk komt het er op neer dat de foto's ongeveer een grondresolutie hebben die tussen de 7 centimeter en de 50 centimeter ligt, afhankelijk van het jaar van inwinnen en de aannemer die de inwinning heeft gedaan.

3.2.7 Vluchtomstandigheden

De inwinning van AHN is gebonden aan een aantal voorwaarden, bijvoorbeeld ten aanzien van het vliegseizoen. Het vliegseizoen betreft de periode waarin de invloed van eventueel aanwezige vegetatie zo beperkt mogelijk is. In het algemeen loopt deze periode van 1 december tot en

met 31 maart, waarbij begin en einddatum afhankelijk van de vegetatiegesteldheid eventueel naar voren danwel naar achteren geschoven kunnen worden

Naast eisen aan de periode waarin de inwinning plaatsvindt, worden ook eisen gesteld aan de terreingesteldheid gedurende de inwinning. Hieronder valt in elk geval dat:

- het projectgebied niet geheel of gedeeltelijk bedekt mag zijn met sneeuw of hagel;
- het projectgebied niet geheel of gedeeltelijk getroffen is door een overstroming, hieronder wordt ook verstaan het veelvuldig en/ of omvangrijk aanwezig zijn van natte plekken als gevolg van regenval.

Voor de gebieden die onderhevig zijn aan getijd geldt daarnaast dat opname dient plaats te vinden binnen één uur vóór en één uur ná laagwater, hiermee wordt bereikt dat een zo groot mogelijk (droogvallend) gebied zal worden ingewonnen.

Daarnaast dienen alle inwinners zich te houden aan de regels, restricties en voorwaarden die gesteld worden door zowel de Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW) als de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL).

3.2.8 MIVD-restrictiegebieden

Vanwege de hoge nauwkeurigheid en resolutie van de data van het AHN heeft de MIVD¹ bepaald dat hiervoor dezelfde restricties gelden als voor luchtfoto's. Kort samengevat komt het er op neer dat het AHN geen data mag bevatten van militaire objecten of objecten die verbonden zijn aan het Koninklijk Huis. In overleg met de MIVD is het volgende afgesproken:

- Van de restrictiegebieden worden geen luchtfoto's geleverd met een resolutie die beter is dan 1 meter;
- Van de restrictiegebieden wordt geen hoogtedata van niet-maaiveldobjecten opgenomen in het bestand.

Concreet heeft dit de volgende consequenties:

- Luchtfoto's, binnen de restrictiegebieden, worden teruggebracht naar een resolutie van 1 meter;
- Hoogtedata van niet-maaiveld objecten wordt verwijderd uit zowel de puntenwolken als uit de (ruwe) grids;
- Maaiveldinformatie binnen de restrictiegebieden mag gewoon opgenomen worden.

De bestanden met alleen maaivelddata (de gefilterde puntenwolk en het gefilterde grid) worden dus niet beïnvloed door deze beperkingen. De invloed op de uitgefilterde puntenwolk en het ruwe grid is minimaal, aangezien de restrictiegebieden over het algemeen zeer beperkt in omvang zijn.

Voor meer informatie over ligging en begrenzing van de restrictiegebieden wordt verwezen naar de MIVD.

¹ MIVD: Militaire Inlichtingen- en VeiligheidsDienst, onderdeel van het Ministerie van Defensie

4 Proces

Dit hoofdstuk bevat een korte beschrijving van het totale productieproces AHN, vanaf het moment dat de contracten met de verschillende inwinners getekend zijn.

4.1 Inwinning

Na ondertekening van het contract wordt door een inwinner een vliegplan ingediend bij het projectteam. Dit vliegplan bevat onder andere de voorgestelde configuratie van vliegstroken en de locaties van GPS-basisstations en referentievelden.

Nadat het vliegplan goedgekeurd is, wordt door de inwinner een team gemobiliseerd dat de vluchten zal uitvoeren met een vliegtuig of helikopter. Voor de uitvoering van de vluchten is meestal enkele weken nodig, dit is onder andere afhankelijk van de weersomstandigheden en het verkrijgen van toestemming om boven bepaalde gebieden te mogen vliegen.

Na de landing wordt de data meestal gelijk overgezet naar een computer op de grond en wordt een back-up gemaakt. Deze back-up moet voorkomen dat er kostbare vliegreizen verloren gaan als een computer of harde schijf kapot gaat. In de dagen na de vlucht(en) wordt door het projectteam van de inwinner gecontroleerd of de data het projectgebied volledig bedekt en of de kwaliteit voldoende is om aan de eindtermen te kunnen voldoen.

4.2 Verwerking

Als een (deel)gebied gevlogen is wordt de data verder verwerkt. Onder andere kunnen nu nauwkeurigere GPS-correcties worden toegepast, welke meestal een paar dagen na de metingen beschikbaar zijn. Ook worden de verschillende stroken aan elkaar gerekend, zodat gekeken kan worden of de metingen in verschillende stroken wel gelijk aan elkaar zijn.

4.3 Filteren

De filtering is vaak het meest intensieve werk. Hoewel een deel van de filtering geautomatiseerd kan plaatsvinden op basis van bijvoorbeeld hoogtesprongen in de data, moet hier nog veel handmatig aan gedaan worden. De meeste inwinners hebben hier een heel team van operators voor beschikbaar, die gebruik maken van de maaivelddefinitie (Bijlage 1), eventueel aangevuld met een goede dosis gezond verstand voor de gevallen die niet onder de definitie vallen.

4.4 Controles

De inwinner voert zelf een hoop controles uit, deels omdat het onderdeel is van hun eigen productieproces, deels omdat ze zelf al aan moeten tonen dat de data voldoet aan de eindtermen. Voorkomende controles betreffen onder andere de puntdichtheid, de puntverdeling en de filtering. Daarnaast wordt ook de 3D-ligging van de data op verschillende manieren gecontroleerd:

- De ligging van de stroken ten opzichte van elkaar (relatieve ligging);
- De ligging van de data ten opzichte van referentievelden of referentieobjecten (absolute hoogte en planimetrie);

- Hoogteverschillen tussen stroken door middel van verschilgrids.

De inwinner controleert tevens de volledigheid van de leveringen voordat deze geleverd worden aan de controlerende instantie.

De resultaten van de inwinner worden daarnaast ook nog gecontroleerd door een controleur. Dit kan zowel een 100% controle zijn als een steekproefsgewijze controle, waarbij de volgende uitgangspunten gehanteerd worden:

- Is een controle (goed) uitgevoerd door de inwinner en worden de resultaten gecontroleerd;
- Zijn de controleresultaten van de inwinner valide en reproduceerbaar;
- Voldoet de geleverde data aan de randvoorwaarden en eindtermen;
- Is de data volledig en gebiedsdekkend geleverd.

Indien aan alle bovenstaande voorwaarden is voldaan, wordt de data geaccepteerd. Na acceptatie van alle deelleveringen kan de inwinner de eindlevering en de daarbij behorende producten klaarmaken.

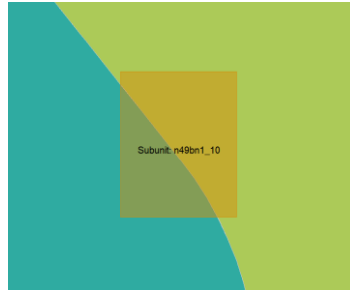
4.5 Eindproducten

Na acceptatie van de verschillende deelleveringen wordt de eindlevering gemaakt door de inwinner. Deze eindlevering bevat alle bestanden die door eindgebruikers besteld kunnen worden, dit betekent dus dat data niet in stroken geleverd wordt maar in AHN-(sub-)units en dat de bestandsbenamingen conform de afspraken zijn. In hoofdstuk 5 is een overzicht opgenomen van de eindproducten van het AHN.

4.6 Mergen

Na levering van de eindproducten van het betreffende projectgebied moet de data nog toegevoegd worden aan de al beschikbare AHN2 data, zodat er een landelijk bestand ontstaat. Dit samenvoegen wordt ook wel mergen genoemd. Er zijn een aantal redenen waarom de data nog samengevoegd moet worden.

De eerste is dat de verschillende projecten worden ingewonnen met een zogenaamde buffer van ongeveer 100 meter. Deze buffer is ingebouwd zodat enige onnauwkeurigheden in de projectgrenzen niet meteen tot gaten tussen de verschillende projectgebieden zullen leiden. Daarnaast vallen de grenzen van de projectgebieden meestal niet mooi samenvallen met de randen van de AHN-subunits, zie de figuur hiernaast. Daarin is te zien dat voor subunit "N49BN1_10" de data zowel uit het project "2007 –Pilot" (blauw) als uit het project "2009-ZuidWest" (groen) moet komen. Als de merge namelijk niet uitgevoerd zou worden, zou de subunit "N49BN1_10" meerdere keren opgeslagen moeten worden. Dit zou erg lastig zijn voor de gebruikers wiens interessegebied bestaat uit data van meerdere projectgebieden.



Figuur 5: Voorbeeld van een gebied waarin gemerged moet worden
(Copyright 2010, AHN)

Voor het mergen zijn een aantal regels opgesteld, hierdoor kan dit proces vrijwel volledig geautomatiseerd verlopen:

1. Binnen een projectgebied wordt alleen de data van het betreffende inwinproject gebruikt;
2. Gebieden buiten de projectgrenzen en gaten tussen de inwingebieden worden zo veel mogelijk opgevuld met data die gemeten is in de buffers. Hierbij heeft recentere data een hogere prioriteit dan oudere data;
3. Gaten ("nodata") in een inwinproject blijven nodata, ook al is er data beschikbaar in het naastgelegen inwinproject;
4. Een gridcel valt in een projectgebied als het middelpunt van de cel binnen of op de inwingrens valt;
5. Laserpunten vallen binnen een projectgebied als het punt binnen of op de inwingrens valt;
6. Gridcellen waarvoor geen data beschikbaar is krijgen de waarde "nodata".

Alle data die via de normale bestelprocedure wordt afgenomen, is al gemerged.

5 Distributie

De distributie van het AHN loopt via de ServiceDesk Data van de Data-ICT-Dienst van Rijkswaterstaat, het aanvragen van AHN data kan via de bestelprocedures zoals beschreven op de website <http://www.ahn.nl>. De producten en bestanden die beschikbaar zijn, staan opgesomd in het onderstaande overzicht.

	AHN-bestanden	Bestandstype
1	Gefilterde laserpunten (=maaiveld)	ASCII-XYZ
2	Uitgefilterde laserpunten (= objecten)	ASCII-XYZ
3	0.5 meter grid geïnterpoleerd (=maaiveld, opgevuld)	ADF-grid met INFO-directory
4	0.5 meter grid niet geïnterpoleerd (=maaiveld, niet opgevuld)	ADF-grid met INFO-directory
5	0.5 meter grid ruw (=maaiveld, topgrafie en overige objecten)	ADF-grid met INFO-directory
6	5 meter grid (=maaiveld)	ADF-grid met INFO-directory
7	Kwaliteitsdocumenten (alleen voor participanten)	PDF
8	Luchtfoto's (alleen voor participanten)	TIFF of ECW
9	Metadata	XML

5.1 Bestandsbenaming

De benaming van de bestanden met grids en met laserpunten is gebaseerd op de TOP10-kaartbladindeling. Vanwege de bestandsomvang zijn het 0.5 meter grid en de bestanden met laserpunten nog verder opgedeeld in subunits van 1000 meter bij 1250 meter. De benaming van deze gebieden gebeurt volgens het schema dat hieronder is opgenomen.

n19hn1_01	n19hn1_02	n19hn1_03	n19hn1_04	n19hn1_05
n19hn1_06	n19hn1_07	n19hn1_08	n19hn1_09	n19hn1_10
n19hn1_11	n19hn1_12	n19hn1_13	n19hn1_14	n19hn1_15
n19hn1_16	n19hn1_17	n19hn1_18	n19hn1_19	n19hn1_20
n19hn1_21	n19hn1_22	n19hn1_23	n19hn1_24	n19hn1_25

Figuur 6: Nummering en benaming AHN-subunits
(Bron: www.ahn.nl)

De AHN1 bestanden en het 5-meter grid van het AHN2 worden geleverd in zogenaamde units van 6,25 km bij 5 km. Een unit bestaat weer uit 25 subunits. De shape-bestanden met de subunit- en unitindeling zijn beschikbaar via de website www.ahn.nl.

5.2 Beschikbaarheid

In onderstaand kaartje is aangegeven welke gebieden al beschikbaar zijn en wanneer de resterende gebieden beschikbaar komen als AHN2. Het kaartje is slechts indicatief en een weergave van de stand van zaken per mei 2012. De verwachting is dat de laatste twee gebieden in april 2013 beschikbaar zijn. Naar aanleiding van de actuele situatie of vernieuwde inzichten kan deze planning gewijzigd worden.



Figuur 7: Beschikbaarheid AHN2
(Copyright 2013, AHN)

5.3 AHN1, 25 meter grid in PDOK

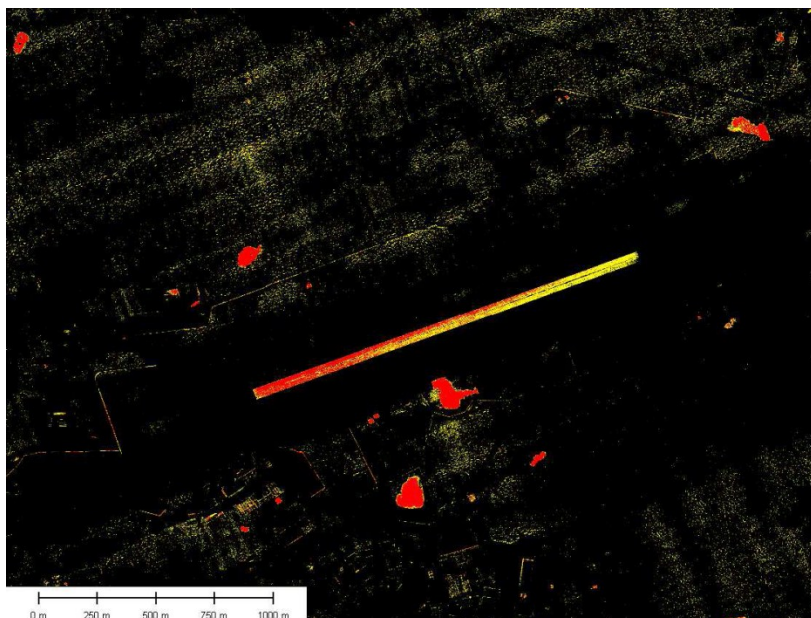
Het op het AHN1 gebaseerde 25-meter grid is als WMS (Web Mapping Service) en als WCS (Web Coverage Service) vrij beschikbaar via PDOK en het Nationaal Georegister.

6 AHN in de praktijk

Het AHN is een landelijk bestand met een uniforme kwaliteit. In de praktijk is het mogelijk dat er (zeer) lokaal afwijkingen ten opzichte van de eindtermen en specificaties zijn. Meestal zijn deze inherent aan de gebruikte techniek, het is dan ook niet vastgelegd waar ze voorkomen. Wel is bij de controles vastgesteld dat ze niet veelvuldiger voorkomen in de data. Onderstaand worden enkele kenmerkende voorbeelden van de eigenschappen van het bestand gegeven.

6.1 Lagere punt dichtheid op bepaalde typen ondergrond

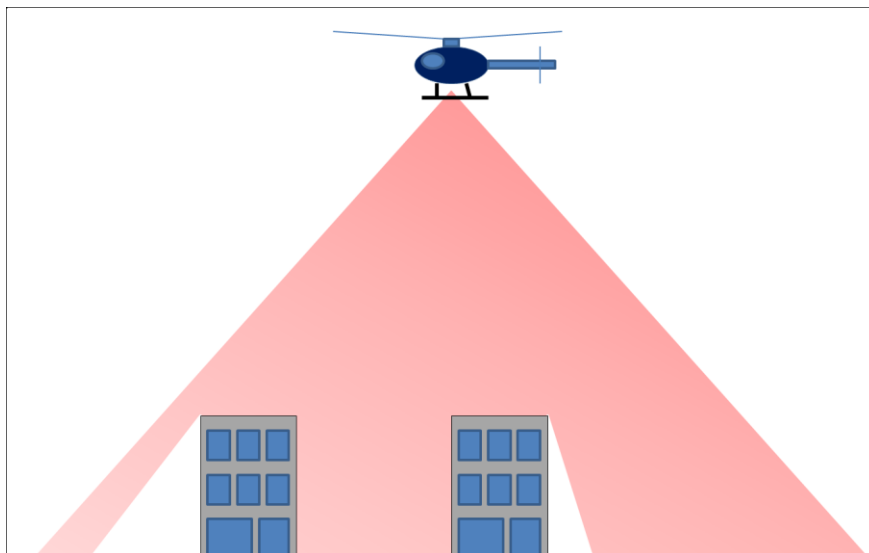
Een aantal typen oppervlak of ondergrond kunnen de laserstraal slecht of helemaal niet reflecteren. Bekende voorbeelden daarvan zijn asfalt en (zwarte) dakpannen. Op deze ondergrond is dan ook vaak sprake van een lagere punt dichtheid. De mate waarin het effect optreedt is afhankelijk van de positie van de scanner ten opzichte van het object.



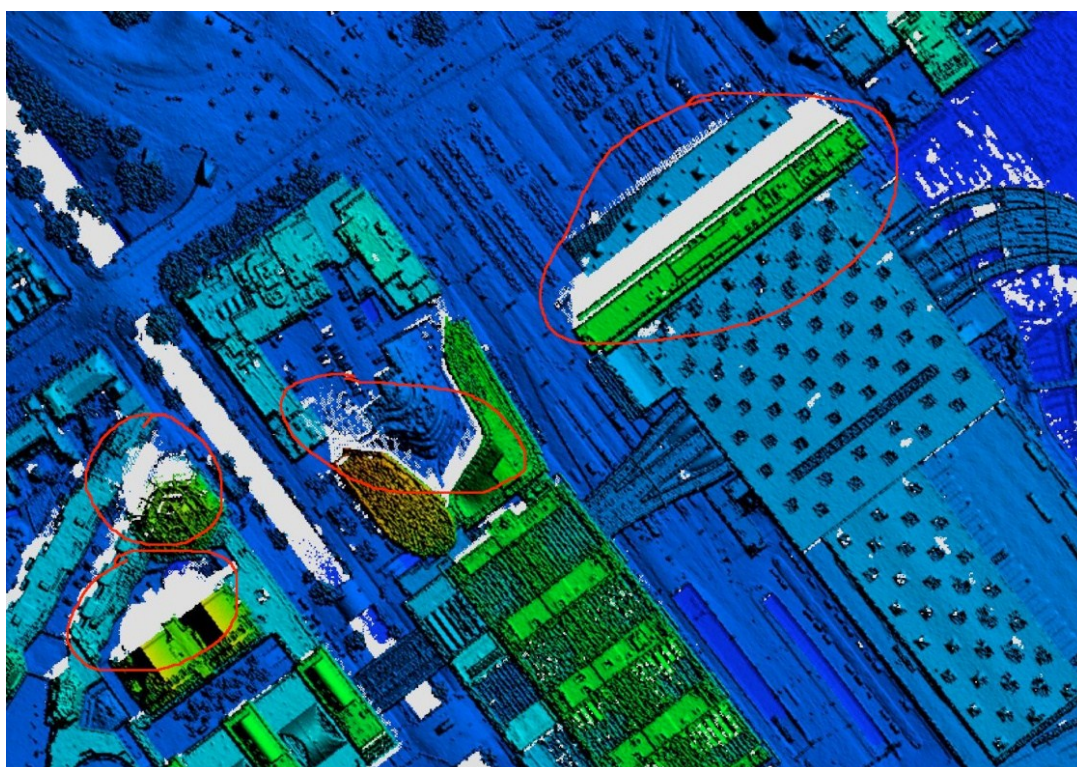
Figuur 8: Verminderde punt dichtheid op een landingsbaan (zwart: 9 punten of meer; geel: 1 tot 8 punten; rood: 0 punten)
(Bron: KwaliteitsrapportFugro voor AHN2009 ZuidWest, deellevering 2)

6.2 Ontbrekende data naast hoge gebouwen

In de dataset is het mogelijk dat naast een gebouw een smalle strook zonder data te zien is. Dit ontstaat doordat vanuit het vliegtuig of de helicopter een strook van enkele honderden meters breed wordt ingemeten. Zoals in het voorbeeld hieronder aangegeven blokkeert een gebouw de laserstraal en ontstaat er op die manier een gat in de dataset, dit wordt ook wel 'occlusie' of 'schaduwwerking' genoemd. De combinatie van vlieghoogte, strookbreedte en overlap van de stroken wordt zo gekozen dat dit effect minimaal is, echter kan het bij hogere gebouwen of als gebouwen dicht op elkaar staan nog steeds voorkomen. In onderstaande figuur is dit schematisch weergegeven, in de daaropvolgende figuur wordt een praktijkvoorbeeld getoond van het Centraal Station in Den Haag.



Figuur 9: Schematische weergave van schaduwwerking naast hoge gebouwen. Hoe verder een gebouw naar de zijkant van de strook staat, hoe groter het effect. Aan de zijkant van een strook is vaak wel data beschikbaar uit de naastliggende strook beschikbaar, waardoor het effect in de eindproducten minimaal zal zijn. (Copyright 2010, AHN)



Figuur 10: Praktijkvoorbeeld van schaduwwerking achter hoge gebouwen, hier het Centraal Station in Den Haag. (Bron: Geodelta BV)

6.3 Ribbels op (met name) landbouwgrond

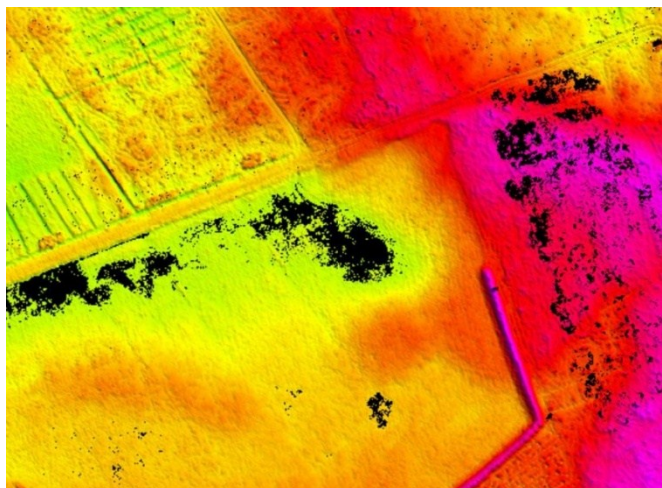
De inwinning AHN2 wordt per gebied uitgevoerd in een tijdsbestek grofweg loopt van 1 december tot 1 april. Als stroken die naast elkaar liggen ook opvolgend aan elkaar worden ingewonnen, is de kans klein dat tussendoor grote veranderingen zijn opgetreden. Anders is het als het werk bijvoorbeeld door slecht weer een tijdje stil heeft gelegen. Zeker als landbouwgrond tussendoor is omgeploegd, kan het zijn dat de hoogte van het maaiveld veranderd is. In de overlap van de stroken is dit te zien als een reeks puntjes die afwisselend hoog en laag liggen en daardoor een soort ribbelpatroon vormen. Een kenmerk van deze patronen is dat ze zeer lokaal optreden en vaak begrensd zijn door de perceelsafscheiding, zoals in de afbeelding hieronder ook te zien is.



Figuur 11: Ribbels in de hoogtedata als gevolg van landbewerking tussen twee opnamevluchten
(Bron: Controlerapport NEO voor AHN2009 Midden, deellevering 2)

6.4 Plassen op weilanden

Bij slecht weer (regen, sneeuw, harde wind) worden geen inwinningsvluchten uitgevoerd, omdat de omstandigheden dan te gevaarlijk zijn om te vliegen of omdat ze een te grote invloed op de datakwaliteit hebben. Toch kan het voorkomen dat in de data nog enige plassen zichtbaar zijn, meestal op velden waar het langer dan normaal duurt om al het water af te voeren. In de plassen is vaak sprake van een lagere puntdichtheid of zelfs helemaal geen data.



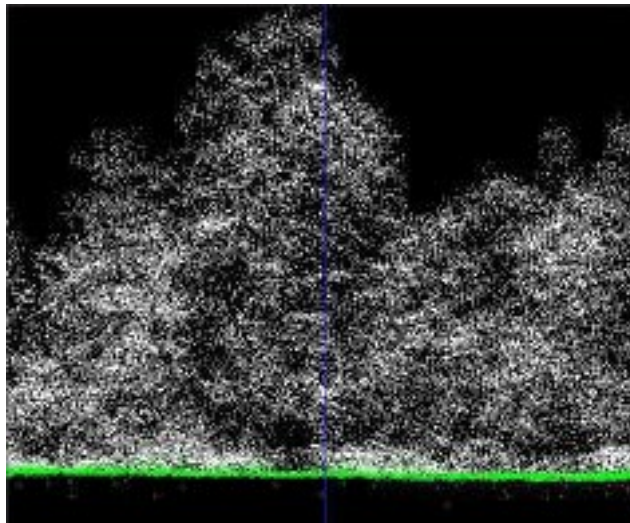
Figuur 12: Incidentele plassen op het land
(Bron: Kwaliteitsrapport Fugro voor AHN2009 ZuidWest, deellevering 2)

6.5 Data onder bomen

Door de hoge punt dichtheid en de mogelijkheid om vaak meerdere returns van laserstraal van een laserstraal te registreren worden ook in vegetatierijk gebied nog voldoende maaiveldpunten gemeten. In onderstaande figuur is de puntenwolk van een wijk in Delft te zien. In het rood zijn de uitgefilterde objecten (auto's, vegetatie, gebouwen, etc) weergegeven en in het groen het maaiveld. Vooral rondom bomen is goed te zien dat er voldoende maaivelddata overblijft.



Figuur 13: Puntenwolk Delft, groen is maaiveld, rood is niet-maaiveld (vegetatie, gebouwen, auto's, etc)
(Copyright 2010, AHN)



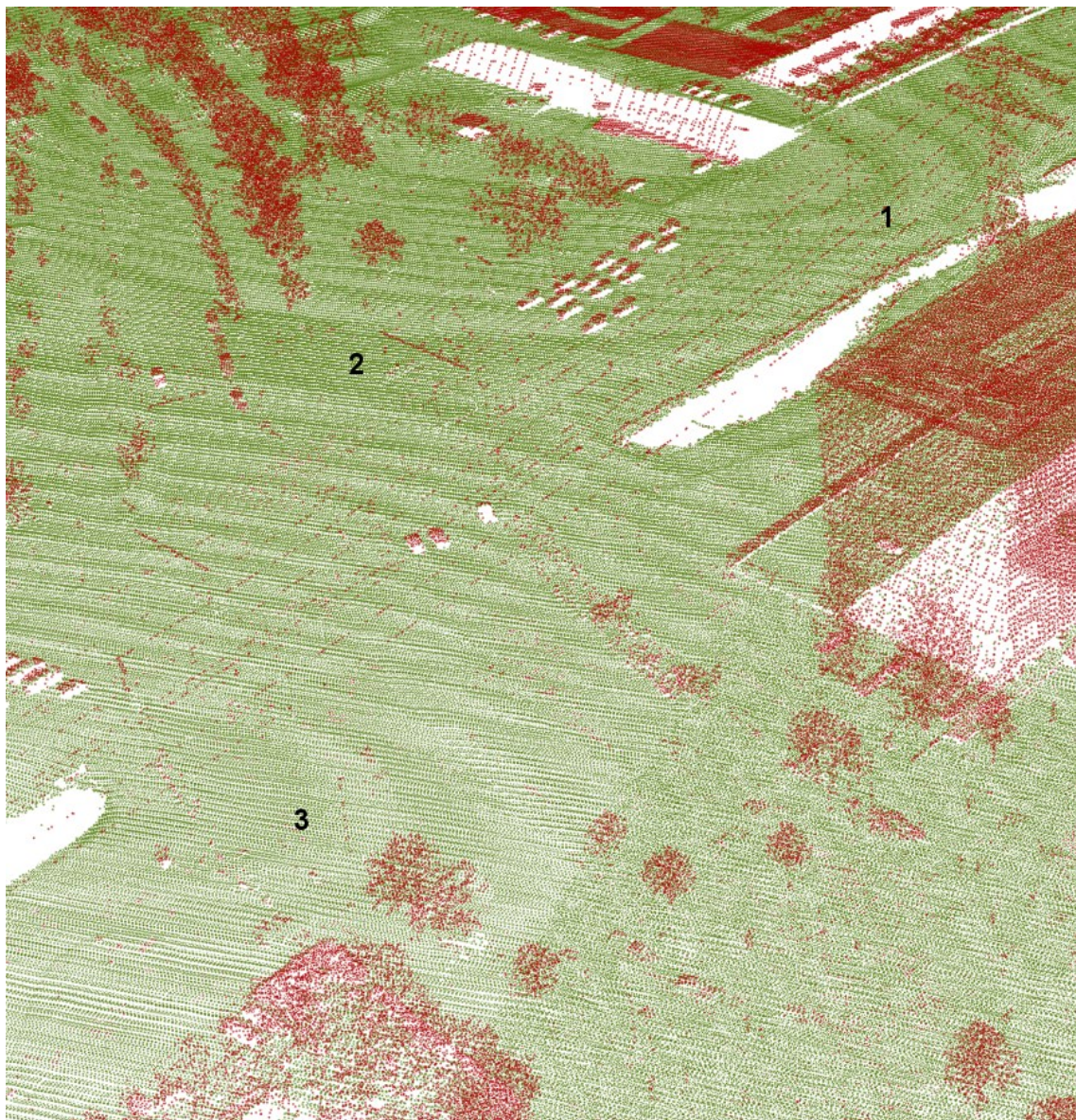
Figuur 14: Dwarsdoorsnede van een puntenwolk bij hoge vegetatie. In het wit zijn de uitgefilterde punten weergegeven, de groene punten representeren het maaiveld.
(Bron: Fugro Aerial Mapping B.V.)

6.6 Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid waaraan AHN2 volgens de eindtermen moet voldoen is een fout van maximaal 5 centimeter systematisch en een standaardafwijking van maximaal 5 centimeter. De praktijk wijst uit dat voor alle projectgebieden geldt dat de data hier ruim aan voldoet en in de regel zelfs beter is. Datasets met een systematische fout van ongeveer 3 centimeter en een standaardafwijking van ongeveer 4 centimeter komen regelmatig voor. Deze waarden zijn getoetst aan de hand van referentiemetingen, hoogtedata van rioolputdeksels en objecten uit beheerkaarten zoals het DTB (Digitaal Topografisch Bestand) van Rijkswaterstaat.

6.7 Detail

Het AHN2 kent een hoge mate van detail. In onderstaande figuur zijn bijvoorbeeld de hoogspanningskabels naast het gebouw van de Data-ICT-Dienst van Rijkswaterstaat duidelijk te zien. Op het kruispunt is ook duidelijk de bovenkant van het portaal met verkeerslichten te zien.



Figuur 15: Puntenwolk Delft met een aantal details:
Bij (1) zijn de hoogspanningskabels te zien.
Bij (2) is het verkeerslichtenportaal te zien.
Bij (3) is een mast van de bovenleiding van de tram te zien
(Copyright 2010, AHN)

7 Informatie per projectgebied

7.1 Project "Pilot AHN-2"



Omvang	115.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Zeeuwse Eilanden (noordelijke deel van waterschap Scheldestromen)
Aanvullingen	-

7.2 Project "2008-Noord"



Omvang	365.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Fryslan - Blija Buitendijks
Aanvullingen	- Afsluitdijk

7.3 Project "2008-West"



Omvang	389.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Rijnland - Delfland - Schieland & de Krimpenerwaard - Hollandse Delta - Stichtse Rijnlanden
Aanvullingen	-

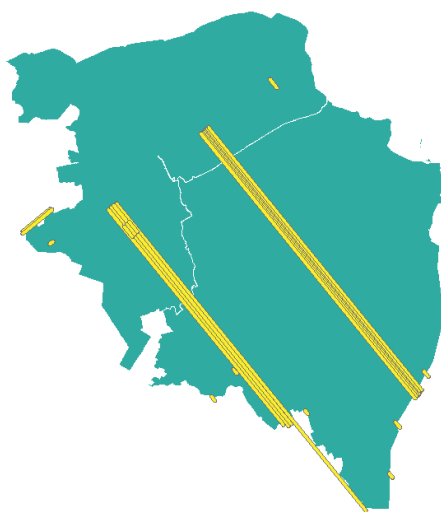
Het gebied dat samenvalt met de invloedssfeer van Schiphol (grootweg het gebied tussen Nieuw-Vennep, Langerak, Amstelveen en de westelijke rand van Zaanstad) is in 2008 niet volledig ingewonnen. De inwinning van dit gebied is gerealiseerd tegelijk met de inwinning van AHN2010, perceel West.

7.4 Project "2009-Noord"



Omvang	357.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Noorderzijlvest - Hunze & Aa's
Aanvullingen	- Lauwersmeer

In dit project is een hervlucht buiten het oorspronkelijke vliegseizoen (januari 2009 tot 1 april 2009) nodig geweest om een volledige gebiedsdekking te realiseren. Deze hervlucht is uitgevoerd in het voorjaar van 2010 De data van de hervlucht is ingepast in de oorspronkelijke data, er zijn geen kwalitatieve issues gevonden bij de controles. In onderstaande afbeelding is weergegeven waar de hervlucht is uitgevoerd.



Figuur 16: Project "2009-NoordOost" Overzicht van de locaties die ingewonnen zijn tijdens de hervlucht.
 (Copyright 2010, AHN)

7.5 Project "2009-ZuidWest"



Omvang	243.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Zeeuws-Vlaanderen (zuidelijke deel van waterschap Scheldestromen) - Brabantse Delta
Aanvullingen projectgebied	-

7.6 Project "2009-Midden"



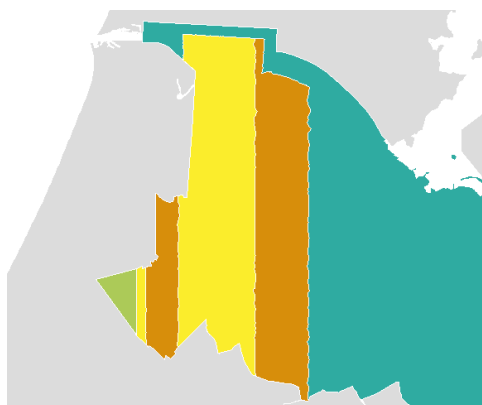
Omvang	146.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Zuiderzeeland
Aanvullingen projectgebied	- Houtribdijk (Enkhuizen-Lelystad) - Slibdepot IJsseloog - Roggebotsluis - Kering bij Nijkerk

7.7 Project "2010-West"



Omvang	327.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Amstel, Gooi & Vecht - Vallei & Eem - Veluwe
Aanvullingen projectgebied	- Noordkant CTR Schiphol (deel van HHNK) - Deel Rijnland dat in 2008 niet ingewonnen is

Een deel van dit projectgebied valt samen met de CTR van Schiphol. Omdat hier maar sporadisch toestemming wordt gegeven voor inwinvluchten, is voor delen van dit gebied een andere aanpak gebruikt dan voor het reguliere gebied. Onderstaand is kort beschreven hoe het gebied is ingewonnen. Dit is in onderstaande figuur ook nogmaals weergegeven.



Figuur 17: Onderscheid in vluchtuitvoering Schipholgebied.
 (Copyright 2011, AHN)

De oostelijke en de noordelijke kant van het Schipholgebied zijn op dezelfde manier als en tegelijk ingewonnen met de rest van het projectgebied (blauwgroen). De laserdata voldoet hier

aan de normale specificaties en ook luchtfoto's zijn beschikbaar. Een deel van het middengebied is 's nachts gevlogen (bruin). Consequentie hiervan is uiteraard dat er geen luchtfoto's beschikbaar zijn. Ook is met een andere snelheid gevlogen, waardoor de punt dichtheid mogelijk licht afwijkt. Op 19 april 2010, gedurende de aswolk, is het grootste deel van het nog resterende gebied ingewonnen met de reguliere specificaties (geel). Het laatste stukje, een driehoekvormig gebied van ongeveer 10 vierkante kilometer helemaal aan de westkant, is in juli 2010 ingewonnen op de normale specificaties (lichtgroen).

Voor het gehele Schipholgebied (CTR²) geldt dat gekozen is om zo optimaal mogelijk gebruik te maken van de beschikbaar gestelde tijd en daardoor de kans op een volledige gebiedsdekkende inwinning te vergroten. Consequentie hiervan is dat soms de overlappen tussen stroken minder breed is, zodat minder vliegbewegingen nodig waren. Lokaal kunnen hierdoor mogelijk kleine gaten in de data zijn ontstaan.

7.8 Project "2010-Oost"



Omvang	317.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Groot Salland - Rijn & IJssel
Aanvullingen projectgebied	-

7.9 Project "2011-Noord"



Omvang	396.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Hollands Noorderkwartier - Rivierenland
Aanvullingen projectgebied	- 'Razende Bol' in het Marsdiep

Onderdeel van dit project was de Noord-Hollandse kust. Deze is in aparte vliegstroken ingewonnen in de periode van een uur voor laagwater tot een uur na laagwater.

² CTR: Control Region

7.10 Project "2011-Zuid"



Omvang	314.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Dommel - Aa & Maas
Aanvullingen projectgebied	-

7.11 Project "2012-Noord"



Omvang	368.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Regge & Dinkel - Reest & Wieden - Velt & Vecht
Aanvullingen projectgebied	-

7.12 Project "2012-Zuid"



Omvang	225.000 hectare
Waterschapsgebieden	- Roer & Overmaas - Peel & Maasvallei
Aanvullingen projectgebied	-

Vanwege de grote hoogteverschillen op relatief korte afstand, is er voor een deel van het project een afwijkend vliegplan gehanteerd. Daar waar in een vliegstrook grote hoogteverschillen aanwezig zijn, is de strook op twee verschillende hoogtes ingewonnen om overal aan de specificaties te kunnen voldoen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het Geuldal. In de gridbestanden is dit niet merkbaar, de puntenwolkbestanden kunnen hierdoor lokaal behoorlijk omvangrijker zijn dan gemiddeld.

Bijlage 1 Maaivelddefinitie

Maaiveld wordt gedefinieerd als het grensvlak tussen grond en lucht of tussen grond en water. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Maaiveld heeft een (semi-) permanent karakter
- Maaiveld heeft een natuurlijk/landschappelijk karakter
- Maaiveld vormt een onderdeel van het stroomgebied van water

Consequentie hiervan is dat de volgende elementen tot het maaiveld worden gerekend:

- Terp
- Parkeerterreinen op maaiveldniveau
- Toegang tot ondergrondse constructies (bv tunnels en garages)
- Permanent gronddepot (bv slibdepots)
- Taluds en staanders
- Vuilnisbelt (mits permanent en afgewerkt tot landschapselement)
- Kribben en golfbrekers
- Landhoofden
- Betonconstructies (sluizen en stuwen)
- Crossbanen
- Grond in kassen, indien overduidelijk zelfde niveau/ karakter maaiveld in de omgeving
- Overgroeide bunkers die integraal onderdeel zijn van het landschappelijke karakter en niet binnen een MIVD-restrictiegebied liggen
- Bodem zwembad
- Dammen
- Dijken

En dat de volgende elementen niet tot het maaiveld behoren (tijdelijke elementen of elementen die aan snelle veranderingen onderhevig kunnen zijn):

- Kuilvoer
- Hooibergen/mesthopen
- Tijdelijk gronddepot (bv voor een bouwproject)
- Vegetatie
- Bebouwing
- Steigers
- Losstaande bunkers

Daarnaast kunnen de volgende elementen onderscheiden worden die niet tot het maaiveld behoren:

- Alle gebouwen en kunstwerken (bruggen, viaducten), exclusief de door opdrachtgever specifiek aan te geven bruggen en viaducten.
- Overgroeide bunkers die integraal onderdeel zijn van het landschappelijke karakter en binnen de begrenzing van een MIVD-restrictiegebied liggen.

Bijlage 2 Contactgegevens

Website

<http://www.ahn.nl>

Secretariaat AHN

secretariaatahn@hetwaterschapshuis.nl

Postadres

Postbus 2180
3800 CD, Amersfoort

Bezoekadres

Stationsplein 89
3818 LE, Amersfoort

Distributie

Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst, Servicedesk Data

servicedesk-data@rws.nl

015-275 7700

Postadres

Postbus 5023
2600 GA, Delft

Bezoekadres

Derde Werelddreef 1
2622 HA, Delft