

Project Noordvoort

Monitoringsplan Geomorfologie

Bas Arens & Tessa Neijmeijer



water **net**

A R E N S
BUREAU VOOR STRAND- EN DUINONDERZOEK



Project Noordvoort
Monitoringsplan Geomorfologie
Bas Arens & Tessa Neijmeijer

ARENS BSDO
RAPPORTNUMMER RAP2013.06
In opdracht van Waternet
December 2013

COLOFON

Project

Monitoring van ingrepen in de zeereep bij Noordvoort

Opdrachtgever

Waternet

Uitvoering

Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek en Waternet

Samenstelling rapport

Bas Arens

Projectbegeleiding

Maaike Veer, Waternet

Projectleiding landmeten

Leo Harren, Waternet

Landmeters

Arjan Plaisier, Farid Bounid en Jasper van Blerkum

Verwerking laseraltimetrie

Stefan Fritz, Waternet

Versie

Definitief, 19 december 2013

Rapportnummer

Arens BSDO RAP13.06

Foto omslag

Uitvoering in de sneeuw, 15 januari 2013

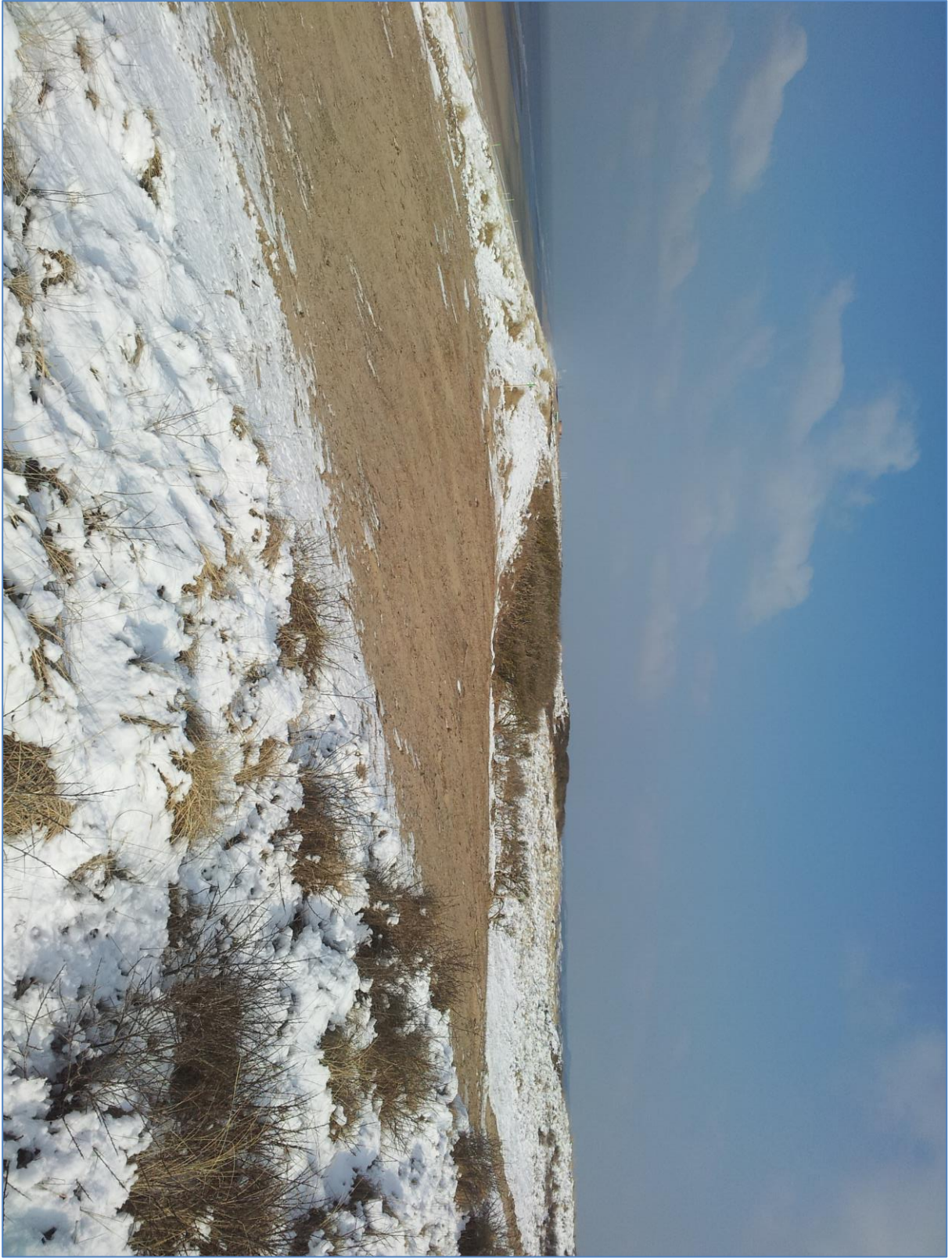
INHOUD

COLOFON	II
INHOUD	III
1 INLEIDING	1
2 MONITORINGSPLAN GEOMORFOLOGIE	3
2.1 Monitoringsvragen	3
2.2 Uitwerking monitoring	4
2.2.1 Vastleggen uitgangssituatie	4
2.2.2 Jaarlijkse opnamen voor het volgen van de ontwikkeling	5
2.3 Toepasbare methoden	6
2.4 Evaluatievragen	6
3 METHODEN	9
3.1 Luchtfoto's	9
3.2 Kartering dynamiek	9
3.3 Laseraltimetrie	10
3.4 Hoogtemetingen veld	10
3.5 Kartering bedekking	11
4 RESULTATEN NULSITUATIE	13
4.1 Luchtfoto's	13
4.2 Kartering dynamiek	13
4.3 Hoogtemetingen laseraltimetrie	14
4.4 Kartering bedekking	15
4.5 Hoogtemetingen veld	16
5 BEHANDELING MONITORINGS- EN EVALUATIEVRAGEN	17
6 NABEHEER	19
7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	21
8 REFERENTIES	23
BIJLAGEN	BIJLAGE 1

1 INLEIDING

Het project Noordvoort streeft naar een verbetering en herstel van natuur- en belevingswaarden in het plangebied tussen Rijksstrandpalen 70 en 73. De zeereep in dit gebied is weinig dynamisch en morfologisch sterk beïnvloed door voormalig zeezeereeponderhoud. Onderdeel van de planvorming is het natuurlijker maken van de zeereep en herstellen van dynamische processen middels enkele ingrepen.

Het doel van het experiment wordt hier gedefinieerd als: door middel van gerichte ingrepen te komen tot een verbetering van de landschappelijke diversiteit, de geomorfologische vormen en processen in de zeereep en de ecologische waarden van zeereep en direct achterliggende duinen. Door Alkyon (2009) zijn veiligheidsberekeningen uitgevoerd, waaruit is gebleken dat kleinschalige ingrepen geen effect op de veiligheid hebben. Inmiddels zijn de ingrepen uitgevoerd en in maart 2013 opgeleverd. De ingrepen betreffen het verwijderen van vegetatie, het afplaggen van de bodem, + aanzet stuifkuil(en) en lokaal het klepelen van vegetatie om de verspreiding van stuifzand te bevorderen. De effecten van de ingrepen worden gemonitord. In deze rapportage komt de geomorfologische monitoring aan bod. Voor de ecologische monitoring is dit jaar wel een kartering gemaakt, maar geen rapportage.



12 februari 2013

2 MONITORINGSPLAN GEOMORFOLOGIE

De ingrepen worden gezien als pilot. Afhankelijk van de ervaringen zal in een latere fase een nieuw ontwerp worden gemaakt voor verdere ingrepen. Aan de hand van monitoring zal uiteindelijk vastgesteld kunnen worden of de beoogde doelstellingen gehaald worden. Bovendien zal monitoring uit moeten wijzen welke ingrepen het meest succesvol zijn. Om de effecten van de ingrepen te kunnen evalueren is het essentieel dat van te voren de uitgangssituatie wordt vastgelegd. Daarnaast is het van belang om een referentiegebied vast te stellen waar niet wordt ingegrepen. Voorgesteld wordt om het gehele plangebied integraal te monitoren. De delen van het gebied waar niet wordt ingegrepen, en waar de ingrepen ver genoeg vandaan liggen, kunnen dan als referentie dienen.

Het doel van de ingrepen wordt omschreven als: door middel van gerichte ingrepen te komen tot een verbetering van de landschappelijke diversiteit, de geomorfologische vormen en processen in de zeereep en de ecologische waarden van zeereep en direct achterliggende duinen. Het is van belang hierbij van te voren aan te geven wanneer een uitkomst succesvol wordt geacht, en wanneer niet.

In dit hoofdstuk komt uitsluitend de geomorfologische monitoring aan bod. Naast de geomorfologische monitoring zal ook een ecologische monitoring worden gestart. Deze wordt niet in dit monitoringsplan behandeld.

2.1 Monitoringsvragen

Het doel van de geomorfologische monitoring kan dan omschreven worden als:

M1: is er als gevolg van de ingreep sprake van een verandering van de landschappelijke diversiteit, de geomorfologische vormen en processen in de zeereep en direct achterliggende duinen? Dit leidt tot de volgende deelvragen:

- M1.1: Hoe ontwikkelt de variatie in reliëf?
- M1.2: Hoe ontwikkelt de kwantiteit erosie en sedimentatie?
- M1.3: Hoe ontwikkelt het oppervlak en aantal winderosievormen?
- M1.4: Hoe ontwikkelt het oppervlak en aantal overstuivingsvormen en oppervlak overstuivingszones?
 - Geheel begraven vegetatie
 - Gedeeltelijk begraven vegetatie
 - Licht overstoven vegetatie
- M1.5: Hoe ontwikkelt de afstand overstuiving ten opzichte van de zeereep, mate van doorstuiving?
- M1.6: hoe ontwikkelt de verhouding kaal zand en begroeiing?

Daarnaast is er een leerdoel M2 met de volgende vragen:

- M2.1: wat is per ingreep het effect op de verstuiving (erosie, depositie)?
- M2.2: zijn er verschillen tussen ingrepen en zijn deze te verklaren?
- M2.3: waar is nabehoor nodig en waar niet en is dit te verklaren?
- M2.4: welke ingreep is het meest succesvol?

Uit deze monitoringsvragen volgen de te onderzoeken parameters. Deze vormen de basis voor de monitoring en bepalen de benodigde methoden.

- verandering hoogte
- verandering reliëf
- kwantificering processen

- mate van erosie
- mate van sedimentatie
- ruimtelijke kwantificering van processen
 - oppervlak erosie
 - oppervlak sedimentatie
 - overstuivingszones
 - mate van doorstuiving
 - verhouding kaal zand en begroeiing
 - ontwikkeling actief t.o.v. stabiel oppervlak
- belemmerende factoren
 - wortels
 - schelpenlagen
 - eigenschappen zand tgv vroeger onderhoud?

2.2 Uitwerking monitoring

Zo snel mogelijk na de ingreep moet de uitgangssituatie worden vastgelegd. Dit is de situatie na kaal maken van de oppervlakken, en vóór veranderingen die gaan optreden als gevolg van (het reactiveren van) processen. Alle opnamen in de jaren daarna worden vergeleken ten opzichte van de uitgangssituatie en ten opzichte van de opname in het voorgaande jaar.

2.2.1 Vastleggen uitgangssituatie

Voor wat betreft de uitgangssituatie zijn twee momenten van belang, de eerste net vóór de ingreep, de tweede onmiddellijk erna.

Vastleggen situatie vóór de ingreep

De uitgangssituatie voor geomorfologie is voldoende vastgelegd in de nu al beschikbare gegevens. Inmiddels is ook de vegetatie gekarteerd (Kruijsen en ten Haaf, 2013). Van de laseraltimetrie is een puntenbestand beschikbaar met de opname van 2012, met een punt dichtheid van circa 2 punten per m². Hiervan is door Waternet een grid gemaakt van 1x1m². Dit betreft alleen de zeereep. Voor 2013 is een grid beschikbaar met een gridgrootte van 2x2m². Dit is de opname van 2013 van Rijkswaterstaat, die dateert van januari, dus van vóór de ingrepen. Voor de rest van het terrein is het AHN2 beschikbaar. De opname dateert uit 2008 en is beschikbaar in een 0.5x0.5m² grid.

Vastleggen situatie direct na de ingreep

Zo snel mogelijk na de ingreep wordt de hoogte opnieuw ingemeten en wordt een nieuwe luchtfoto-opname gemaakt. De op te nemen parameters zijn opgenomen in Tabel 2.1. Dit is de uiteindelijke uitgangssituatie van de geomorfologie, omdat vanaf dit moment de natuurlijke processen worden geactiveerd. Met behulp van laseraltimetrie is het mogelijk een vlakdekkende opname van de hoogte te maken. Tegenwoordig is deze methode nauwkeurig genoeg om de globale ontwikkeling van verstuingen te volgen. Laseraltimetrie kan makkelijk worden gecombineerd met luchtfotografie, waarmee ook de nieuwe toestand van het oppervlak is vastgelegd. De opname van Rijkswaterstaat heeft dit jaar in januari plaatsgevonden, vóór uitvoering van de ingrepen. Deze kunnen dus niet dienen als nulmeting van het oppervlak, wel als uitgangssituatie vóór de ingreep (zie hierboven). Extra controle zal ingebouwd worden door jaarlijks een aantal profielen op te meten. Nadeel is dat dit slechts een beperkt inzicht in de ontwikkeling geeft, voordeel dat laseraltimetriegegevens gevalideerd kunnen worden. Alleen voor de fijne overstuiving leveren hoogtemetingen onvoldoende detail. Indien gewenst kunnen voor dit aspect zandvangers worden geplaatst. Op dit moment is dit niet aan de orde. Alternatief wordt er aan het einde van het stormseizoen, eind april/begin mei, een veldcheck van de overstuiving gedaan.

Tabel 2.1. Parameters uitgangssituatie (jaar 0)

parameter	doel	methode	opname
1. hoogteligging	reliëfontwikkeling kwantificeren processen randvoorwaarden voor de ecologische ontwikkeling	laseraltimetrie luchtfoto profielen	2012 en 2013 2013

2.2.2 Jaarlijkse opnamen voor het volgen van de ontwikkeling

Na de ingreep moeten de relevante (afgeleide) parameters jaarlijks, soms halfjaarlijks, worden opgenomen. De parameters, het doel van de parameter, de relevante monitoringsvraag, methode en frequentie zijn weergegeven in Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Parameters jaarlijkse monitoring (jaar 2013 t/m 2018)

parameter	afgeleide parameter	doel	monitoringsvraag*	methode	opname
1. hoogteligging	hoogteverandering	reliëfontwikkeling	M1.1	laseraltimetrie profielen	jaarlijks
	reliëf	tussentijdse toetsing veiligheid			
	kwantiteit erosie en depositie	vaststellen verticale mate van overstuiving en erosie randvoorwaarden ecologische ontwikkeling	M1.2, M1.5		
	oppervlakte erosie en depositie	vaststellen van horizontale mate van overstuiving en erosie randvoorwaarden ecologische ontwikkeling	M1.3, M1.4, M1.5, M1.6		
2. overstuivings- zone	oppervlakte met erosie	effectiviteit ingreep	M2.1	kartering van luchtfoto	jaarlijks
	oppervlakte met depositie	vaststellen uitbreiding overstuiving randvoorwaarden voor de ecologische ontwikkeling	M2.1		
3. doorstuiving		overpoedering achterliggende duinen	M2.1	deels profielen zandvangmethode veldcheck	continu halfjaarlijks
4. beworteling		effectiviteit ingreep	M2.3	veldcontrole m.b.v. kartering	halfjaarlijks

* Monitoringsvragen M2.2 en 2.4 worden beantwoord door een combinatie van alle parameters.

2.3 Toepasbare methoden

In deze paragraaf wordt aangegeven hoe de monitoring zal worden uitgevoerd, welke gegevens voorhanden zijn en welke zullen moeten worden aangevuld met behulp van eigen metingen. De methoden worden in meer detail in Hoofdstuk 5 beschreven.

1. Hoogteligging

Voor wat betreft de vlakdekkende hoogteligging wordt de monitoring geheel gebaseerd op de jaarlijkse kustmetingen van Rijkswaterstaat, die over het algemeen in het voorjaar worden uitgevoerd. Als het goed is worden deze data in punten ter beschikking gesteld, waaruit een grid is af te leiden van 1x1m².

Aanvullend op deze vlakdekkende metingen worden een veertigtal profielen ingemeten met GPS. Hiervoor worden transecten uitgezet. Via een lijnmodule is het mogelijk ieder jaar exact dezelfde transecten op te meten. Deze metingen kunnen ook gebruikt worden om de kwaliteit van de laseraltimetrie te beoordelen, met name op locaties met ruwe vegetatie. De ervaring leert dat bijvoorbeeld op locaties met struweel de kwaliteit van de laseraltimetrie wisselend is.

2. Overstuiving

Overstuiving volgt deels uit de hoogteveranderingen die onder 1 worden bepaald. Aanvullend worden overstuivingszones gekarteerd uit luchtfoto's.

3. Doorstuiving

De mate van doorstuiving kan deels uit de luchtfoto's worden bepaald, maar de landwaartse gradiënt zal niet of niet geheel zichtbaar zijn op de luchtfoto's. Optioneel kunnen hier zandvangsters voor worden gebruikt (afhankelijk van beschikbare vrijwilligers, of beschikbaar personeel bij Waternet). Een andere mogelijkheid is ieder jaar aan het eind van het stormseizoen rond april/mei met een GPS in het veld de overstuivingszones af te lopen en vast te leggen.

4. Beworteling

Beworteling zou op zeer gedetailleerde luchtfoto's kunnen worden gevolgd. Efficiënter en zekerder is het echter om dit in het veld te volgen. Bij alle afgegraven en afgeplagde plekken zullen wortels aan het oppervlak komen. Door middel van simpele karteringen kan gesignaleerd worden of dit een probleem voor verstuiving gaat opleveren en of nabehoor noodzakelijk is. Een frequentie van 1 tot 2 keer per jaar volstaat waarschijnlijk, maar dit is afhankelijk van de ontwikkelingen.

Tabel 2.3. Samenvatting toe te passen monitoringsmethoden.

parameter	methode	verantwoordelijkheid	frequentie	periode
1, 2	laseraltimetrie	RWS	jaarlijks	voorjaar
1, 2	profielen GPS	Waternet	jaarlijks	mei/juli
2, 3, 4	luchtfoto's	landelijk?	jaarlijks	voorjaar/zomer
3	zandvangsters	Waternet	continu	continu
2, 3	veldcheck overstuiving	Waternet	jaarlijks	april/mei
4	veldcheck beworteling	Waternet	halfjaarlijks	april en okt

2.4 Evaluatievragen

Uit de geomorfologische monitoringsvragen volgt wat er gebeurt, wat de veranderingen zijn, hoe groot de veranderingen zijn, hoe dit zich ruimtelijk ontwikkelt enz. Uit de evaluatievragen zal

vervolgens duidelijk moeten worden in welk licht we deze veranderingen moeten zien en of de maatregelen succesvol zijn of niet.

Als hulpmiddel bij de evaluatie kan Tabel 2.4 worden ingevuld. Daarmee worden ook eventuele verschillen binnen de belangrijkste terreineenheden zichtbaar.

Tabel 2.4. Mate van verandering ten opzichte van uitgangssituatie

	voorzijde zeereep	top zeereep	achterkant zeereep
reliëf			
mate van verstuiwing			
winderosie			
overstuiwingszones			
mate van doorstuiwing			
aantal actieve stuifkuilen/kerven			

De volgende vragen hebben allen betrekking op de geomorfologische doelen. Wanneer deze allen met ja beantwoord kunnen worden, zijn de geomorfologische doelen bereikt.

- E1.1: Is de landschappelijke variatie toegenomen?
- E1.2: Is de variatie in reliëf toegenomen?
- E1.3: Is de dynamiek in de zeereep toegenomen?
- E1.4: Zijn processen zodanig geactiveerd dat ook in de komende jaren de diversiteit zal toenemen?
- E1.5: Is het aantal actieve stuifkuilen toegenomen?
- E1.6: Is er sprake van een duurzame ontwikkeling?
- E1.7: Is het oppervlak met matige tot sterke overstuiwing toegenomen?
- E1.8: Is de mate van doorstuiwing vanaf de zeereep landinwaarts toegenomen?
- E1.9: Is de doorvoer van zand vanaf het strand naar de boven- en achterkant van de zeereep toegenomen?

Vervolgens is van belang of het al dan niet halen van de geomorfologische doelen ook de randvoorwaarden voor de ecologische ontwikkeling heeft beïnvloed. De volgende vragen zijn dan van belang:

- E2.1: Zijn de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van Witte duinen verbeterd?
- E2.2: Zijn de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van Grijze duinen verbeterd?

Wanneer deze vragen met ja beantwoord kunnen worden, is het project succesvol en is er aanleiding vergelijkbare ingrepen te gaan toepassen op andere locaties:

- E3.1: Is de ingreep succesvol geweest?
- Is het nodig de mate van succes verder te specificeren (bijvoorbeeld: zeer succesvol, succesvol, matig succesvol, niet succesvol)? Hoe kan dit onderscheid gemaakt worden?
- E3.2: Wat vindt het publiek ervan?
- E3.3: Is er aanleiding de ingrepen uit te breiden?
- E3.4: Is er aanleiding de ingrepen ook op andere locaties toe te gaan passen?

Het verdient aanbeveling de antwoorden op de laatste vragen zo veel mogelijk te nuanceren.



Graven van een stuifkuil, 15 januari 2013

3 METHODEN

Voor de monitoring wordt gebruikt van verschillende gegevens. Deels worden deze betrokken uit standaardmonitoringsprogramma, zoals het Jarkus-programma van Rijkswaterstaat. Deels worden deze in het kader van het project vergaard. Het betreft dan metingen via Remote Sensing en directe veldmetingen.

3.1 Luchtfoto's

Luchtfoto's worden jaarlijks gevlogen, zo mogelijk aan het eind van het stormseizoen, om de maximale impact van dynamiek vast te kunnen stellen. Detail van de luchtfoto's moet zodanig zijn dat tenminste op schaal 1:1500 gekarteerd kan worden. Zowel false colour als full colour beelden zijn geschikt voor de monitoring.

3.2 Kartering dynamiek

Aan de hand van de luchtfoto's wordt de mate van dynamiek en/of stabilisatie in kaart gebracht. Hiermee wordt onderzocht hoe het landschap door de ingrepen verandert, wat het effect is op de overstuiving en winderosie en in hoeverre er sprake is van stabilisatie en, meer algemeen, wat het succes is van de ingrepen. Gekarteerd wordt met een uitgebreide legenda die ook in andere projecten wordt toegepast (o.a. bij de monitoring van de van Limburgstirumduinen). De legenda is weergegeven in Tabel 3.1. Opeenvolgende karteringen worden vergeleken, waarbij veranderingen in oppervlaktes worden gekwantificeerd.

Tabel 3.1. Legenda Dynamiekkartering

label	omschrijving	Generalisatie
A1	actieve overstuiving, vegetatie niet meer herkenbaar	Aa
A1/2	complex van A1 en A2	Aa
A2	actieve overstuiving, vegetatie herkenbaar	Aa
A2/3	complex van A2 en A3	Ab
A3	geringe overstuiving, strooizone	Ac
B	stuifkuil	O
O	onbegroeid, actief, overwegend erosief	O
Op	als O maar gerelateerd aan paden	O
O2	onbegroeid, beperkte activiteit	Sb
O2p	als O2 maar gerelateerd aan paden	Sb
S0	actieve duinvorming in pioniervegetatie	Sa
OX	Menselijk beïnvloed kaal zand	O
S1	beginnende stabilisatie	Sb
S1/A	beginnende stabilisatie en opnieuw (licht) overstoven	Ac
S2	grotendeels gestabiliseerd, nog niet volledig begroeid	Sc
S3	volledig gestabiliseerd en begroeid	Sc
V1	uitgestoven tot op het grondwater, vochtig, geen vegetatie	V
W1	open water, geen vegetatie	V
X	infrastructuur, paden, strandlagen etc	X

De detailkartering wordt gegeneraliseerd tot een aantal algemenere klassen van dynamiek volgens Tabel 3.2. Ook hieraan worden oppervlakteveranderingen bepaald. Oppervlakteveranderingen kunnen in perspectief geplaatst worden door de resultaten te vergelijken met resultaten van andere

gebieden waar is ingegrepen (bijvoorbeeld het van Limburg-Stirumgebied en de PWN projecten in Zuid-Kennemerland.

Tabel 3.2. Generalisatie van dynamiekeenheden tot dynamiekklassen

code	omschrijving
Aa	sterke overstuiving
Ab	matige overstuiving
O	kaal zand (vaak erosief)
Sa	embryonale duinen / nebkhas
Sb	beginnende stabilisatie, nog niet geheel begroeid
Sc	gestabiliseerd, geheel dichtgegroeid
V	vochtig of nat, niet begroeid
X	antropogeen beïnvloed

3.3 Laseraltimetrie

Met behulp van de jaarlijks gevlogen laseraltimetriegegevens van Rijkswaterstaat kan de hoogteontwikkeling binnen het landschap worden gevolgd. De data van Rijkswaterstaat zijn standaard beschikbaar in een 5x5m² grid, wat redelijk grof is om bijvoorbeeld de ontwikkeling van stuifkuilen te volgen. De ruwe gegevens van de laseraltimetrie zijn echter ook beschikbaar in een punt dichtheid die varieert van 0 tot 14 punten per m². De puntgegevens van 2012 zijn door Waternet geïnterpoleerd tot een DTM met een gridgrootte van 1x1m². De opname van 2013 is beschikbaar in een 2x2 m² en een 5x5 m² grid. Behalve deze gegevens is ook het AHN2 beschikbaar, met een gridgrootte van 0.5x0.5m², opgenomen in 2008. Van de verschillende grids zijn twee verschilkaarten gemaakt die inzicht geeft in de hoogteveranderingen in het gebied van 2008 tot 2012 en van 2012-2013.

In kaal zand, zoals op het strand, maar ook in stuifkuilen, levert laseraltimetrie de meest nauwkeurige resultaten en zijn hoogteverschillen vanaf circa 10cm toe te schrijven aan werkelijke veranderingen. Op begroeide delen wordt de methode minder nauwkeurig en zijn hoogteverschillen van tenminste 20cm nodig om betrouwbare uitspraken te doen. Alleen bij duidelijke trends in ontwikkelingen zijn kleinere hoogteverschillen af te leiden. Wanneer bijvoorbeeld een zone door overstuiving ieder jaar enkele cm's ophoogt, dan zijn hierover na verloop van een aantal jaren betrouwbaardere uitspraken over te doen.

Met behulp van de laseraltimetriegegevens van opeenvolgende jaren wordt een hoogteveranderingenkaart afgeleid. Op basis van vergelijking met luchtfoto en kartering worden fouten zoveel mogelijk verwijderd. Uit de hoogteveranderingenkaart wordt dan een geïnterpreteerde hoogteveranderingenkaart afgeleid waarin erosie en accumulatie zijn aangegeven. De mate van erosie en accumulatie worden bepaald en voor de verschillende ingrepen vergeleken. Hiermee worden veranderingen gekwantificeerd en kunnen ze ook vergeleken worden met andere projecten.

3.4 Hoogtemetingen veld

Enerzijds als controlemiddel voor de laseraltimetriegegevens, anderzijds als extra detailmeting om de ontwikkelingen in het terrein te volgen wordt een groot aantal profielen in het veld opgemeten.

Het inmeten gebeurt door landmeters van Waternet (begeleiding Leo Harren). De landmeters kunnen op hun display zien waar zij zich ten opzichte van het te meten profiel bevinden. Hiermee kan jaarlijks dezelfde lijn worden opgemeten, waarna de profielontwikkeling geanalyseerd kan worden.

3.5 Kartering bedekking

Om de mate van succes van de ingrepen te bepalen, maar ook om richtlijnen op te stellen voor nabeheer wordt in het veld een kartering gemaakt van de bedekking binnen de kaal gemaakte locaties. Het gaat dan om bedekking van wortels en vegetatie. Wortels kunnen zowel dood als levend zijn. Dode wortels bedekken in de loop van de tijd door uitsterving een steeds groter deel van het oppervlak en hebben daarmee een negatieve invloed op verstuiving. Levende wortels kunnen uitlopen en een kaal gemaakt oppervlak weer snel stabiliseren. Ook de nieuwe vestiging van vegetatie kan leiden tot stabilisatie.

Tabel 3.3. Legenda kartering bedekking

code	omschrijving
0	Kaal
1	Beginnende bedekking met Dauwbraam
2	Matige bedekking met Dauwbraam
3	Dichte bedekking met Dauwbraam
4	Lichte wortelbedekking
5	Matige wortelbedekking
6	Beginnende bedekking met Helm
7	Matige bedekking met Helm
8	Dichte bedekking met Helm
9	Begroeid met overige vegetatie



Extreme opslag van Dauwbraam, 13 september 2013

4 RESULTATEN NULSITUATIE

In dit hoofdstuk komen de resultaten van de monitoringsactiviteiten aan bod. Een bespreking van monitorings- en evaluatievragen komt in hoofdstuk 5 aan bod.

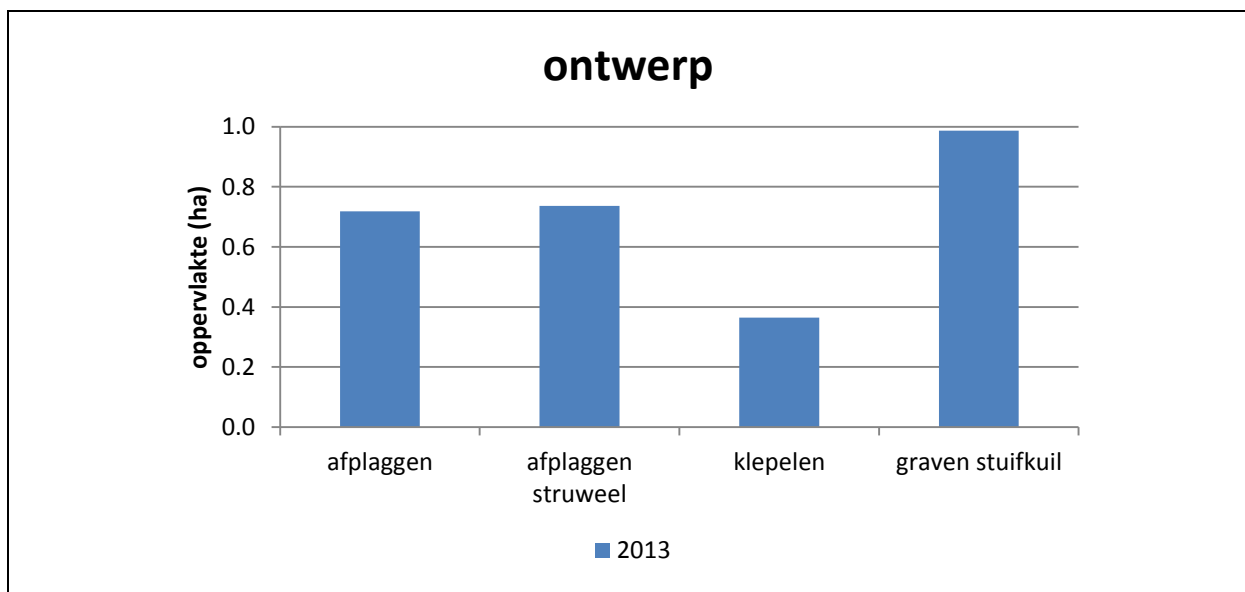
4.1 Luchtfoto's

Luchtfoto's zijn gevlogen op 1-4-2013. De foto's zijn aangeleverd in full colour, met een pixelgrootte van 0.1x0.1m². Daarmee is een zeer gedetailleerde kartering mogelijk. De luchtfoto's geven een goed beeld van de nulsituatie, direct na oplevering van het project. Alle ingrepen zijn goed zichtbaar, de oppervlakken zijn nog volledig onbegroeid. Ook de sporen van het werk zijn nog duidelijk zichtbaar. Daarnaast is in de winter van 2013, tijdens en vlak na de uitvoering, vooral onder invloed van oostenwind veel zand uit de kaal gemaakte oppervlakken gestoven. Ook dit is goed zichtbaar op de luchtfoto's.

4.2 Kartering dynamiek

De kartering is opgenomen in Bijlage p2. Behalve de oppervlakken van de ingrepen zijn ook verschillende autonome stuifplekken gekarteerd ter vergelijking (referentie). Op de kartering zijn de gevolgen van overstuiving zichtbaar, deels ook als gevolg van de periode met oostenwind (overstuiving aan de westkant van de ingrepen).

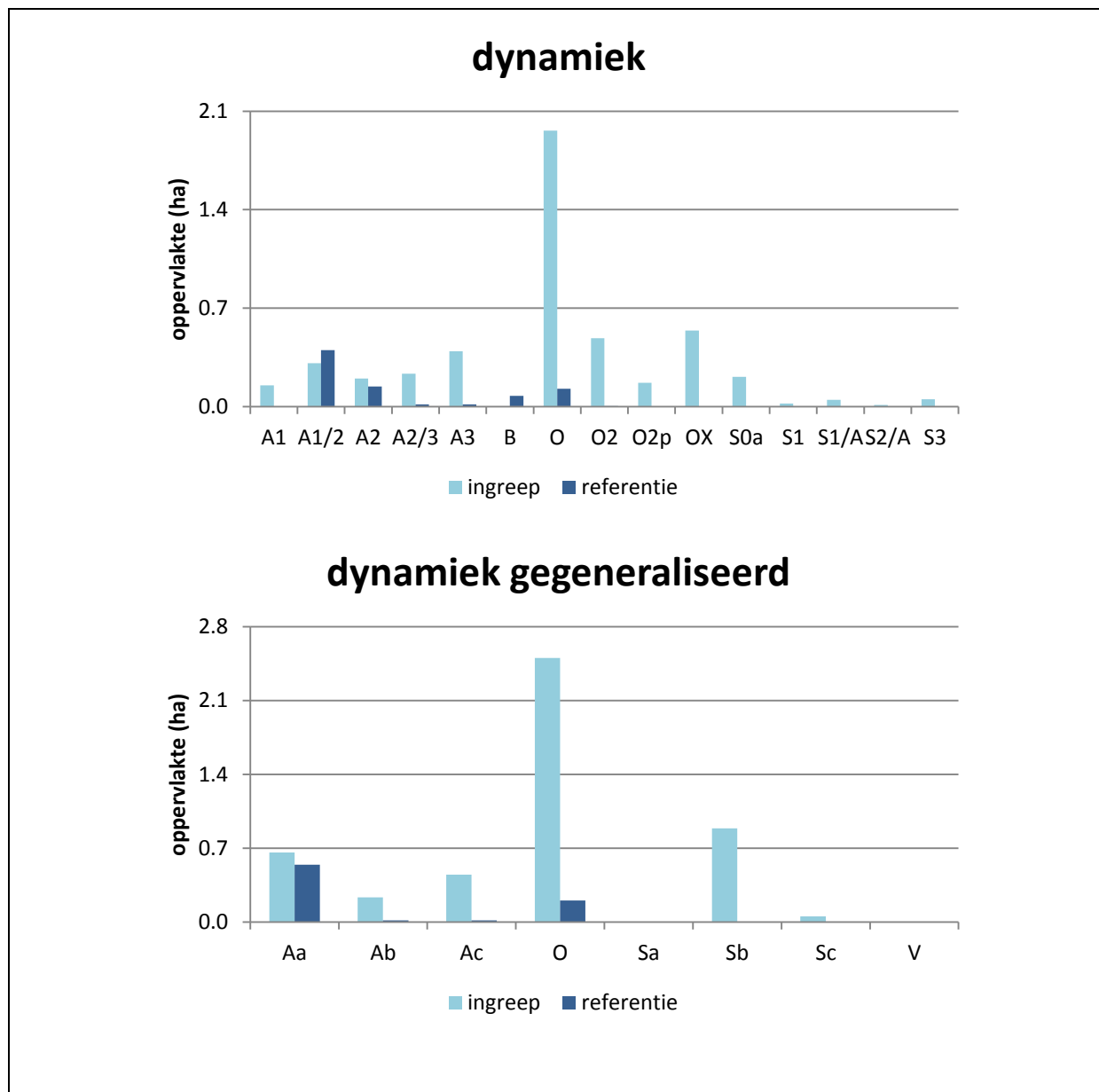
In Figuur 4.1 zijn de oppervlaktes van de verschillende ingrepen uit het ontwerp weergegeven. Het totaal aan kaal gemaakt oppervlak (is het totaal van afplaggen, afplaggen struweel en graven stuifkuil) bedraagt daar 2.44 ha.



Figuur 4.1. Oppervlakte ingrepen in ontwerp.

De verschillende oppervlaktes per kaateenheid zijn weergegeven in Figuur 4.2, waarbij de gegevens zijn gesplitst voor "ingreep" en "referentie". Het totale kale oppervlakte wat het gevolg is van de ingreep (de som van O, O2 en OX) bedraagt in de kartering 2.50ha, dus iets groter dan in het ontwerp, o.a. als gevolg van afvoerroutes en andere sporen. Het kale oppervlak in de referentie is beperkt tot 0.2ha. Het totale overstoven areaal (som van alle A-eenheden) bedraagt 1.29 ha in het ingreep-gebied, 0.57 ha in de referentie. In vergelijking tot het totale kale oppervlak is het overstoven oppervlak in de referentie dus relatief groot.

De eenheid S3 (volledig gestabiliseerd en begroeid) is in werkelijkheid veel groter dan wat gekarteerd is. Deze eenheid wordt alleen gekarteerd als het bijvoorbeeld volledig ingesloten is door dynamische eenheden. De eenheid S0 wordt gevormd door het kunstmatige reliëf inclusief aanplant bij het uitzichtspunt. Deze eenheid zal naar verwachting geleidelijk overgaan in S3.



Figuur 4.2. Dynamiekklassen in 2013.

4.3 Hoogtemetingen laseraltimetrie

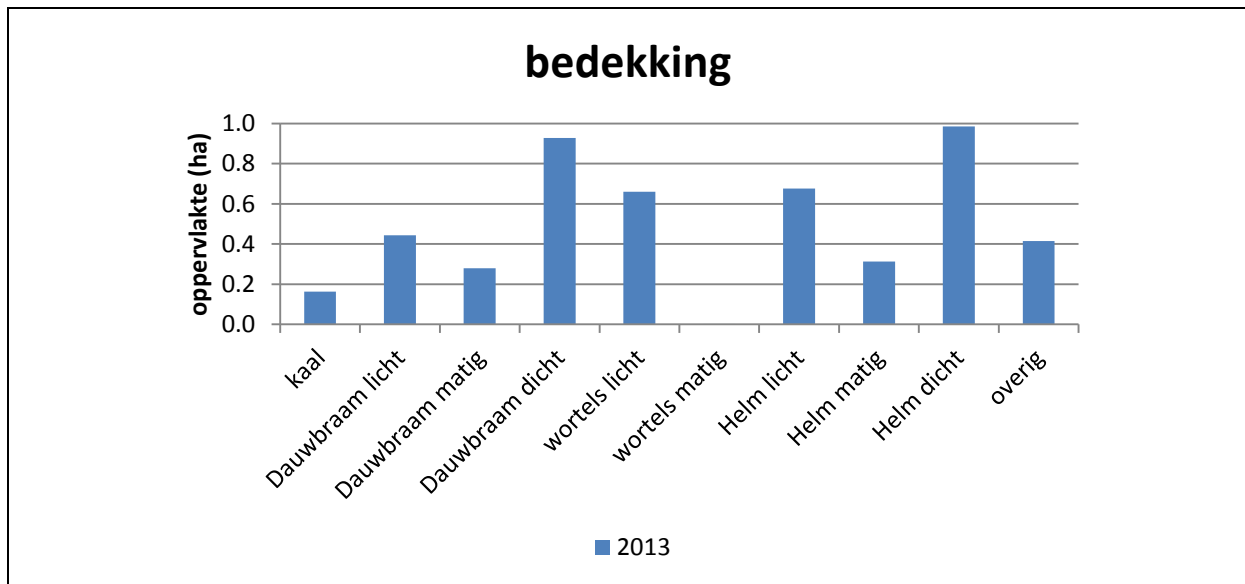
Met de DTM's van 2008 (AHN2) en 2012 (geïnterpoleerd RWS) is een verschilkaart gemaakt. Deze is opgenomen in de Bijlage p3. Behalve veranderingen op het strand en tegen de zeereep zijn ook lokaal veranderingen in de al aanwezige stuifkuilen zichtbaar. In sommige kuilen is over deze periode de hoogte aanzienlijk veranderd. Op de kaart is dit met name zichtbaar in deelgebied 4. In de overige deelgebieden valt vooral op dat er sprake is van een forse ruis. Hier zijn hoogteverschillen te zien (vooral de oranje-gele banen) die niet het gevolg lijken te zijn van

werkelijke veranderingen, maar van afwijkingen in de laseraltimetrie. Dit geeft al aan dat de hoogteverschillen zorgvuldig beoordeeld moeten worden.

Voor de Rijkswaterstaatdata van 2012 en 2013 is ook een verschilkaart gemaakt. Deze is opgenomen in Bijlage p4. De data van 2013 zijn van vóór de ingreep, de verschillen op de zeereep zijn dan ook gering. Het meest opvallende zijn de hoogteverschillen op het strand die de beweging van de strandbanken laten zien. De verschillen hier zijn duidelijker dan over de periode 2008-2012 (NB de schaalverdeling van beide kaarten verschilt). Aan de voorzijde van de zeereep is er een variatie in aanzanding, die van noord naar zuid verloopt van matig (RSP 70.25) naar geen (RSP 71.00) naar sterk (RSP 71.50 tot 72.50 en verder zuidwaarts). Dit is grotendeels overeenkomstig het patroon in de verschilkaart van 2008-2012, met als verschil dat in de laatste kaart bij de zone rond RSP 71 (deelgebieden 2 en 3) de voorkant van de zeereep is geërodeerd.

4.4 Kartering bedekking

Tijdens het veldbezoek in september 2013 bleek dat een groot deel van de kaal gemaakte oppervlakken alweer bedekt was, veelal met Dauwbraam, maar ook hier en daar met Helm en met uitlopende Duindoorn. Tijdens dit veldbezoek is een inventarisatie gemaakt van de toestand per kuil, en is per kuil een kartering gemaakt van de aanwezige bedekking door vegetatie en/of (dode en levende) wortels. Van het veldbezoek is een verslag gemaakt (referenties). De bedekkingskaart is opgenomen in Bijlage p5. Figuur 4.3 geeft de bijbehorende oppervlaktes. Het oppervlak dat volledig kaal is bedraagt nog maar 0.16ha. 0.66ha is licht of matig bedekt met wortels die door uitstuiwing aan het oppervlak komen. 1.65 ha is licht, matig of dicht bedekt met Dauwbraam en 1.97 ha is licht, matig of dicht bedekt met Helm. Dichte bedekking met Helm en dichte bedekking met Dauwbraam domineren.



Figuur 4.3. Bedekking in 2013.

De belangrijkste conclusie van de bedekkingskartering is dat de bedekking veel sneller is toegenomen dan verwacht, en dat de oppervlakken waar alleen geplagd is al veel dichter begroeid zijn dan de oppervlakken waar ook afgegraven is. Dit betekent dat nabeheer nu al urgent is.

4.5 Hoogtemetingen veld

Op 5 en 13 september 2013 zijn hoogtemetingen uitgevoerd in het veld. Aangezien dit nulmetingen zijn, valt er over profielontwikkeling nog niets te zeggen. De ingemeten profielen zijn opgenomen in Bijlage vanaf p6.



Ten noorden van het uitkijkpunt

5 BEHANDELING MONITORINGS- EN EVALUATIEVRAGEN

Ieder jaar zullen onderstaande vragen zo veel mogelijk worden beantwoord. Op dit moment is er nog geen sprake van ontwikkeling, omdat deze rapportage de nulsituatie beschrijft. De meeste vragen kunnen daarom nog niet beantwoord worden.

M1: is er als gevolg van de ingreep sprake van een verbetering van de landschappelijke diversiteit, de geomorfologische vormen en processen in de zeereep en direct achterliggende duinen?

M1.1: Hoe ontwikkelt de variatie in reliëf?

M1.2: Hoe ontwikkelt de kwantiteit erosie en sedimentatie?

M1.3: Hoe ontwikkelt het oppervlak en aantal winderosievormen?

M1.4: Hoe ontwikkelt het oppervlak en aantal overstuivingsvormen en oppervlak overstuivingszones?

Geheel begraven vegetatie

Gedeeltelijk begraven vegetatie

Licht overstoven vegetatie

M1.5: Hoe ontwikkelt de afstand overstuiving ten opzichte van de zeereep, mate van doorstuiving?

M1.6: hoe ontwikkelt de verhouding kaal zand en begroeiing?

M2, leerdoel

M2.1: wat is per ingreep het effect op de verstuing (erosie, depositie)?

M2.2: zijn er verschillen tussen ingrepen en zijn deze te verklaren?

Na één zomerseizoen is in september 2013 gebleken dat de oppervlakken waar alleen is afgeplagd sneller begroeid raken dan de oppervlakken waar ook is afgegraven.

M2.3: waar is nabeheer nodig en waar niet en is dit te verklaren?

Na één zomerseizoen is duidelijk dat nabeheer over noodzakelijk is, aangezien vrijwel overal sprake is van enige bedekking met nieuwe vegetatie, dan wel met uitgestoven levende of dode wortels.

M2.4: welke ingreep is het meest succesvol?

Evaluatievragen geomorfologie:

E1.1: Is de landschappelijke variatie toegenomen?

E1.2: Is de variatie in reliëf toegenomen?

E1.3: Is de dynamiek in de zeereep toegenomen?

E1.4: Zijn processen zodanig geactiveerd dat ook in de komende jaren de diversiteit zal toenemen?

E1.5: Is het aantal actieve stuifkuilen toegenomen?

E1.6: Is er sprake van een duurzame ontwikkeling?

E1.7: Is het oppervlak met matige tot sterke overstuiving toegenomen?

E1.8: Is de mate van doorstuiving vanaf de zeereep landinwaarts toegenomen?

E1.9: Is de doorvoer van zand vanaf het strand naar de boven- en achterkant van de zeereep toegenomen?

Evaluatievragen randvoorwaarden voor ecologie:

E2.1: Zijn de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van Witte duinen verbeterd?

E2.2: Zijn de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van Grijze duinen verbeterd?

Evaluatievragen succes ingreep:

E3.1: Is de ingreep succesvol geweest?

E3.2: Wat vindt het publiek ervan?

E3.3: Is er aanleiding de ingrepen uit te breiden?

E3.4: Is er aanleiding de ingrepen ook op andere locaties toe te gaan passen?

6 NABEHEER

Inmiddels is een programma gestart om handmatig met een groep vrijwilligers de opkomende begroeiing of uitgestoven wortels te verwijderen. De vraag is of deze vorm van nabeheer voldoende intensief kan zijn om tijdig alle oppervlakken weer vrij te maken van opkomende vegetatie en/of uitgestoven wortels. Als dit niet lukt zal machinaal nabeheer moeten plaatsvinden.



Helm trekken, 13 september 2013

7 Conclusies en aanbevelingen

Na de ingreep is op bescheiden schaal verstuiving op gang gekomen. Een groot deel daarvan heeft bij oostenwind plaatsgevonden.

Na de zomer bleek een groot deel van het kaal gemaakte oppervlak bedekt met begroeiing of uitgestoven wortels. De begroeiing bestond vooral uit Dauwbraam en Helm en in mindere mate uit Duindoorn.

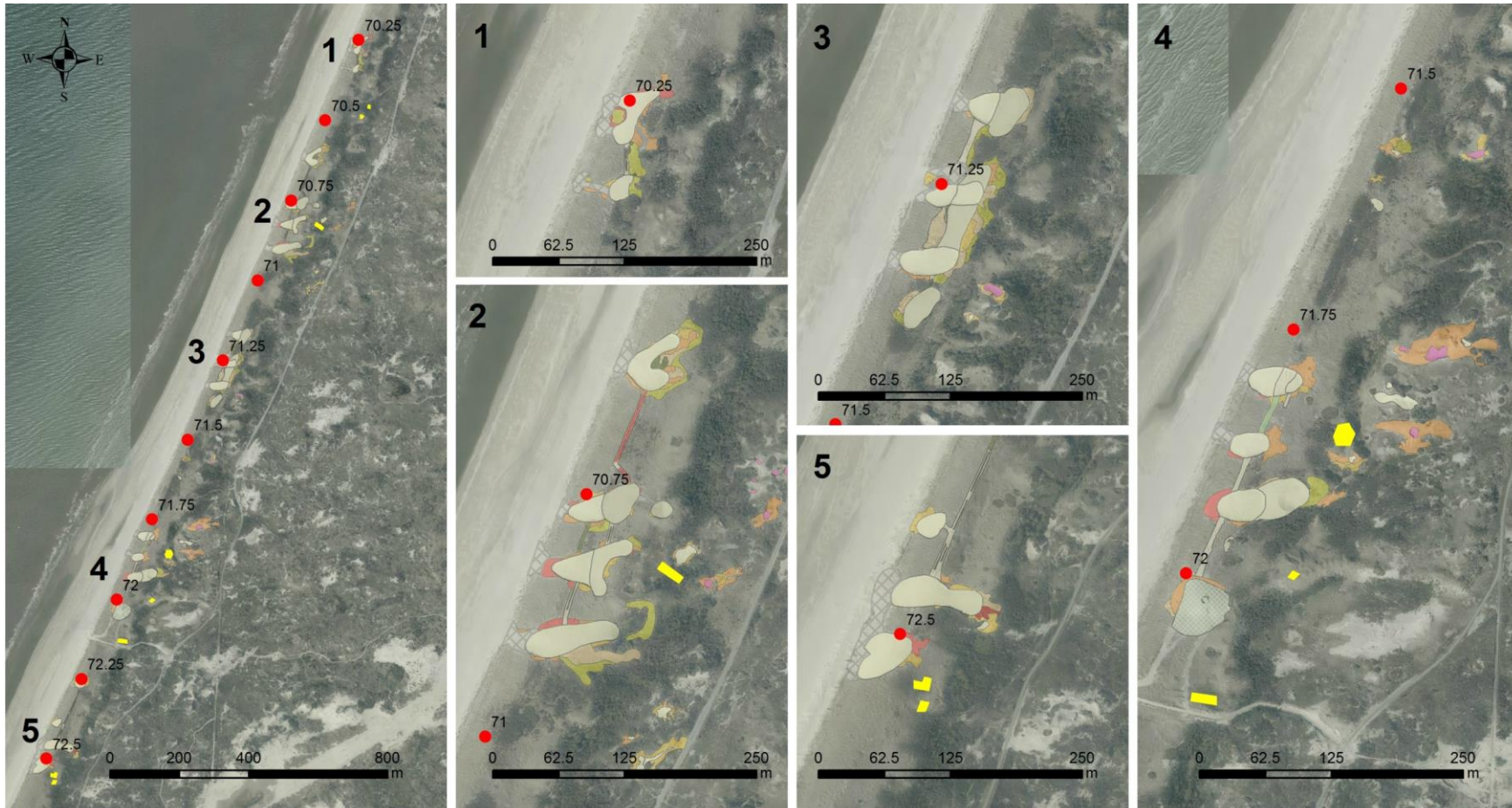
Er moeten criteria worden vastgesteld om de mate van succes te kunnen bepalen.

Het volgen van recreatie kan een nuttige (of misschien noodzakelijke) aanvulling zijn.

8 Referenties

- Arens, S.M., 2010. Project Noordvoort; ontwerp ingrepen ter bevordering van een natuurlijke zeereep. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, RAP2010.06 in opdracht van Waternet.
- Arens, S.M. & T. Neijmeijer, 2013. Inventarisatie toestand verstuvingsingrepen Noordvoort ten behoeve van nabehoor. Verslag veldbezoek Noordvoort 13 september 2013. Notitie Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.
- Kruijzen, B.W.J.M., 2010. Voortoets project Noordvoort. Ontwikkeling van een dynamische zeereep tussen Noordwijk en Zandvoort. Ecologisch Adviesbureau B. Kruijzen in opdracht van Waternet.
- Kruijzen, B.J.W.M., C. ten Haaf en M. van Til, 2012. Ontwikkeling flora en vegetatie 1995-2011 in project Noordvoort. Rapport Witteveen+Bos, Ecologisch adviesbureau B. Kruijzen, Ten Haaf en Bakker ecologisch en hydrologisch adviesbureau en Waternet.

BIJLAGEN



**Project Noordvoort - monitoring ontwikkeling geomorfologie
Kartering dynamiek 2013**

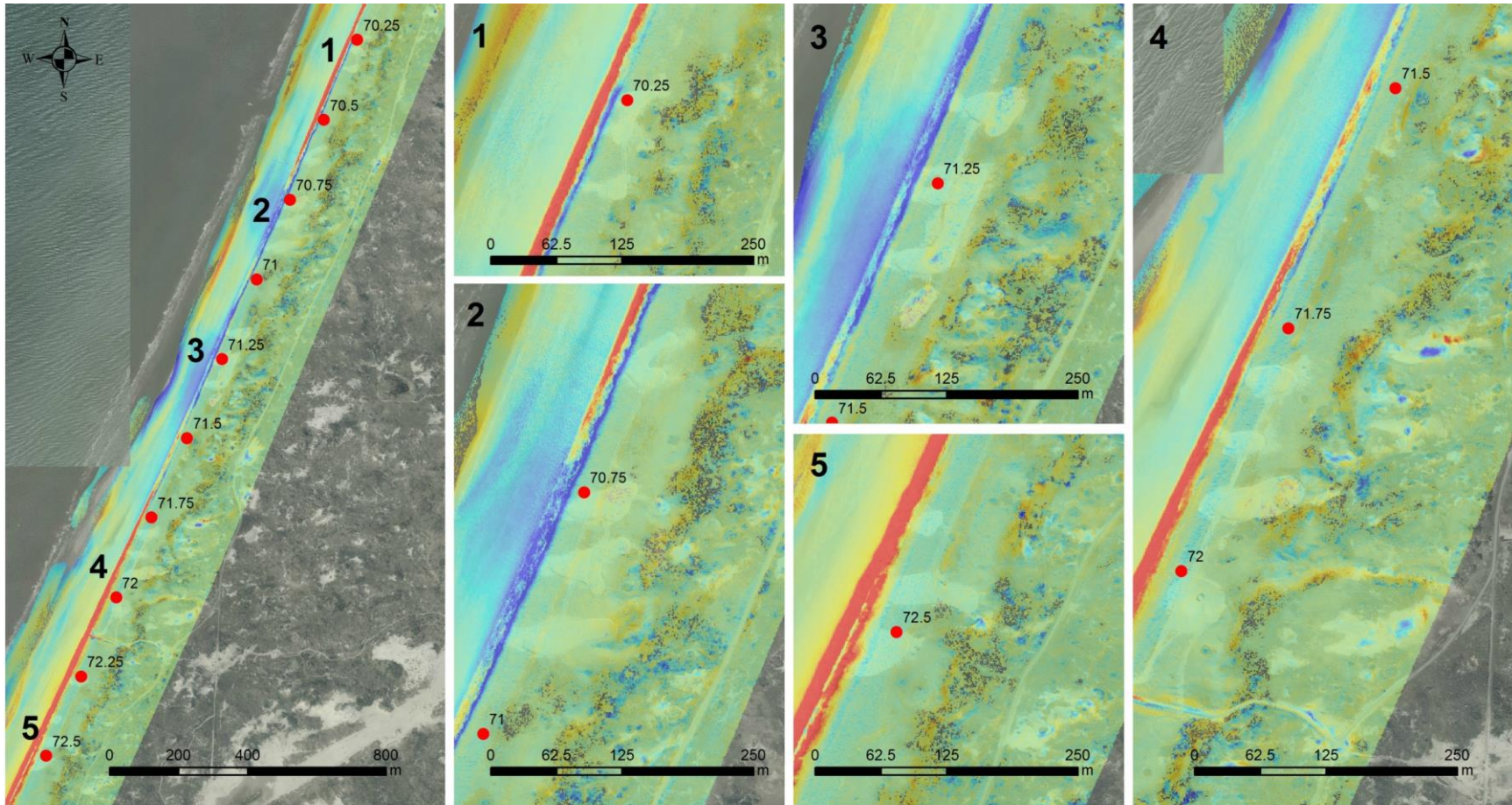
Legenda

- | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|---|---|--|
| ● Rijksstrandpalen | A1 | A2 | A3 | O | O2p | S0a | S1/A | V1 |
| bunkers | A1/2 | A2/3 | B | O2 | OX | S1 | S3 | W1 |

Opdrachtgever: Waternet
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en
 Duinonderzoek
 Status: Definitief
 Datum: 8 november 2013
 Projectleiding: Maaïke Veer
 Kartering: Bas Arens & Tessa Neijmeijer

waternet





**Project Noordvoort - monitoring ontwikkeling geomorfologie
Hoogteveranderingen 2008-2012**

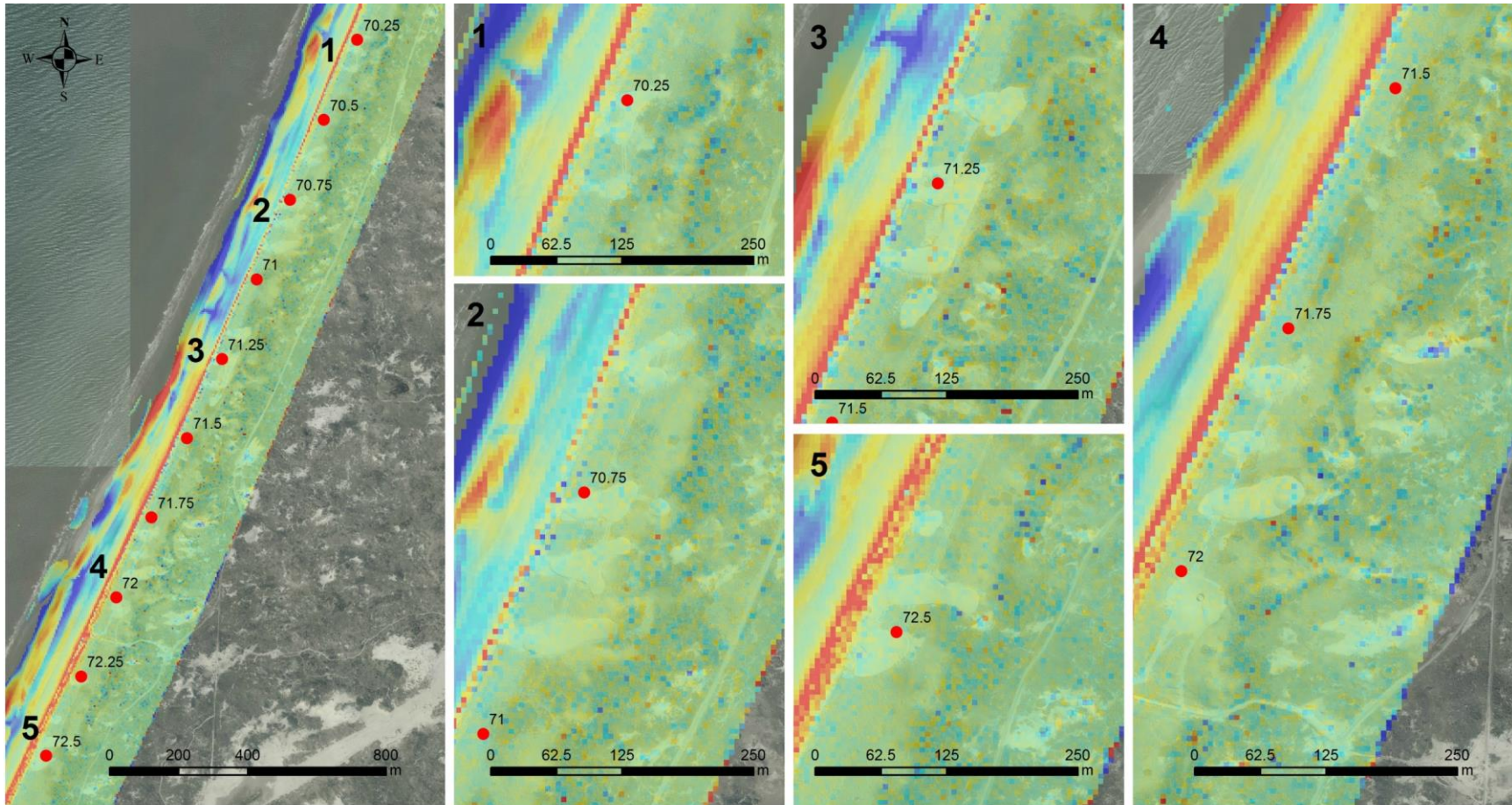
Legenda

- Rijksstrandpalen
- Depositie: 1.0m
- Erosie: -1.0m

Opdrachtgever: Waternet
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en
 Duinonderzoek
 Data laseraltimetrie: RWS
 Status: Definitief
 Datum: 21 november 2013
 Projectleiding: Maaïke Veer
 Bewerking DTM: Stefan Fritz

waternet





**Project Noordvoort - monitoring ontwikkeling geomorfologie
Hoogteveranderingen 2012-2013**

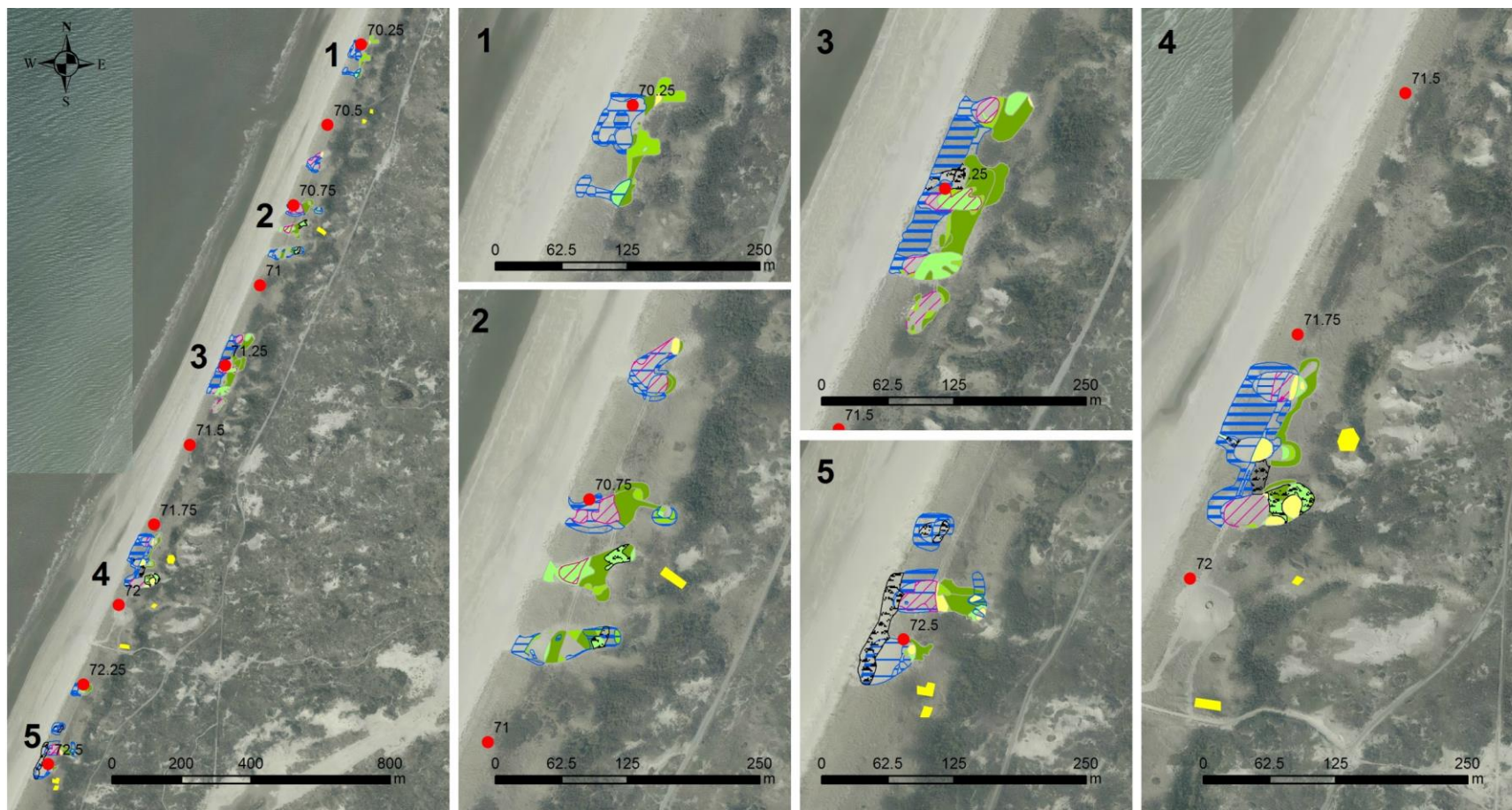
Legenda

- Rijksstrandpalen
- Depositie: 0.5m
- Erosie: -0.5m

Opdrachtgever: Waternet
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en
 Duinonderzoek
 Data laseraltimetrie: RWS
 Status: Definitief
 Datum: 19 december 2013
 Projectleiding: Maaïke Veer

waternet





**Project Noordvoort - monitoring ontwikkeling geomorfologie
Opname bedekking september 2013**

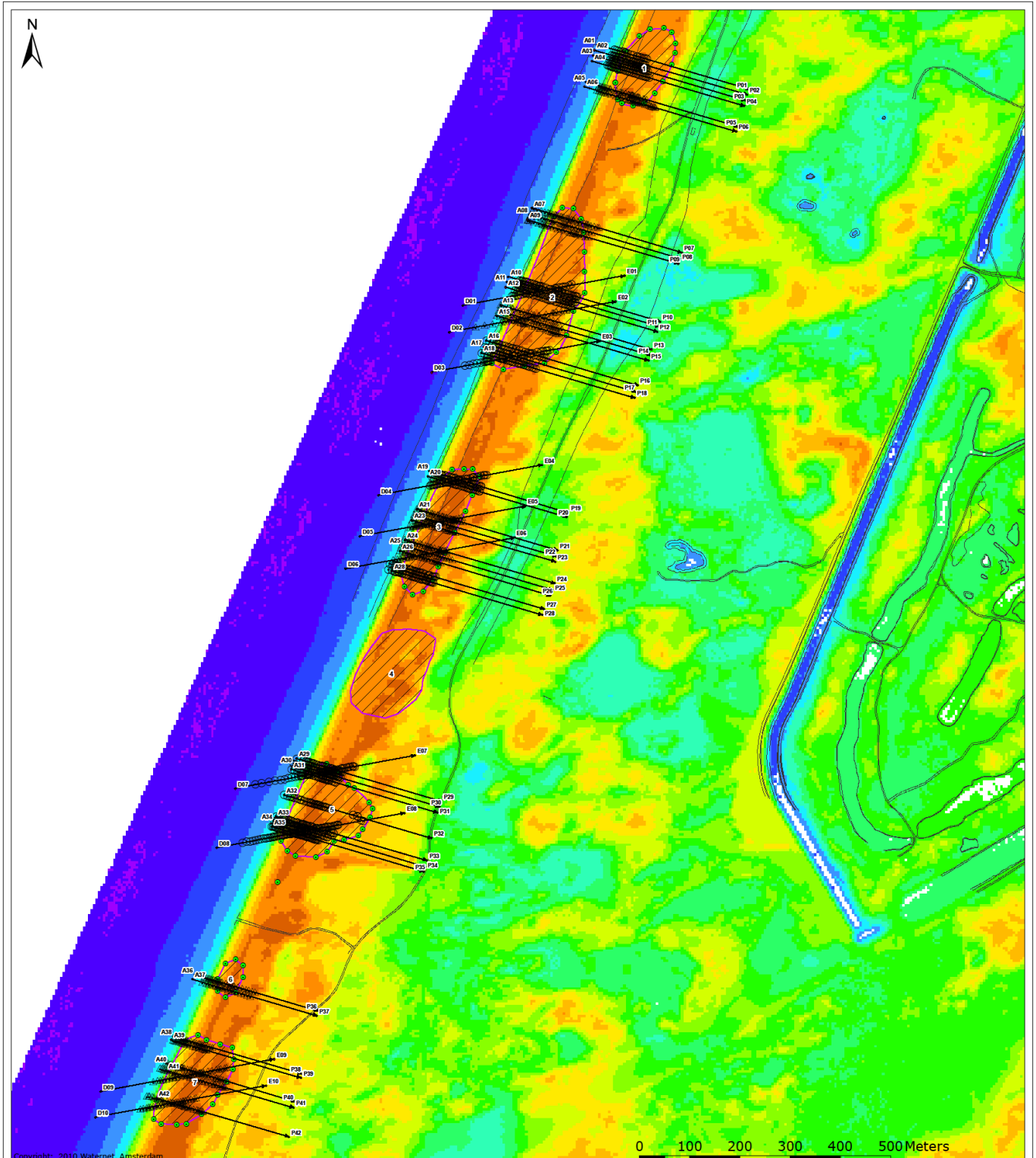
Legenda

- | | | | |
|------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| Rijksstrandpalen | Lichte wortelgroei | Matig Helmgras | Matige Dauwbraam |
| bunkers | Matige wortelgroei | Dicht helmgras | Dichte Dauwbraam |
| Kaal | Beginnend helmgras | Beginnende Dauwbraam | Overige vegetatie |

Opdrachtgever: Waternet
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en
 Duinonderzoek
 Status: Definitief
 Datum: 8 november 2013
 Projectleiding: Maaïke Veer
 Kartering: Tessa Neijmeijer

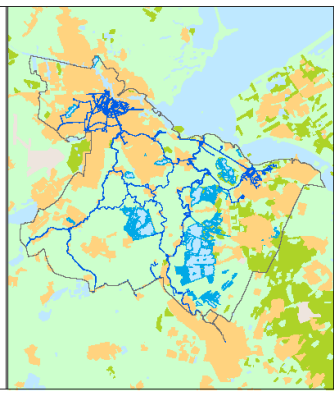
waternet





Verklaring

- noordoort_deptV2
 - △ noordoort_deptV2
 - △ noordoort_daf 1
 - profil_lijen_bas
 - profiepunten_noordoort_bas Everts
 - Oriëntatiepunten Noordoort
 - Ziekgebieden
- | | |
|---------------|---------------|
| 5.01 - 9.0 | 5.01 - 9.0 |
| 9.1 - 15.3 | 15.4 - 29.4 |
| 29.5 - 42.1 | 42.2 - 82.2 |
| 82.3 - 120 | 120.1 - 210 |
| 210.1 - 302 | 302.1 - 1.120 |
| 1.130 - 1.370 | 1.380 - 1.660 |
| 1.670 - 1.990 | 2.000 - 2.410 |
| 2.420 - 3.040 | 3.050 - 4.740 |
- Actueel Hoogtebestand Nederland 2010**
- | | |
|--------------|---------------|
| VALUE | VALUE |
| -1.450 - -60 | 1.380 - 1.660 |
| -60 - -34 | 1.670 - 1.990 |
| -34 - -283 | 2.000 - 2.410 |
| -283 - -158 | 2.420 - 3.040 |
| -157 - -78 | 3.050 - 4.740 |
| -77.9 - 5 | |



Noordvoort

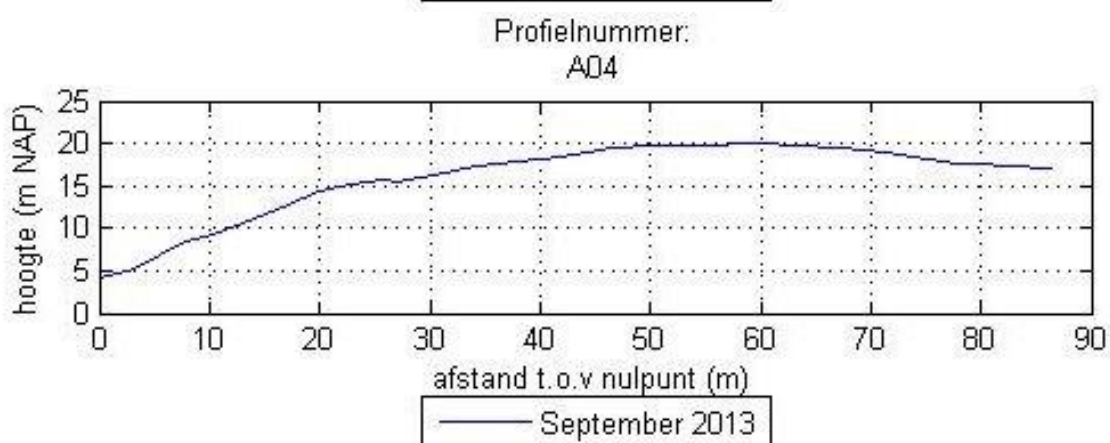
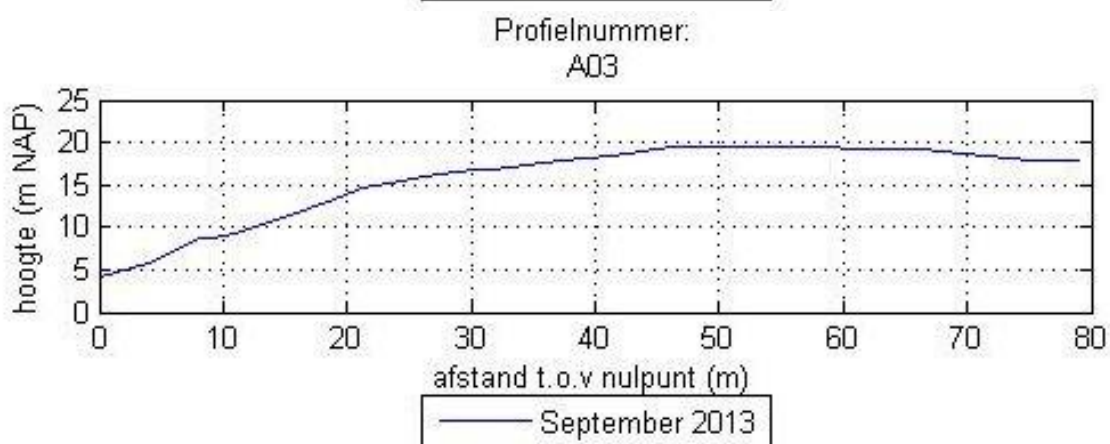
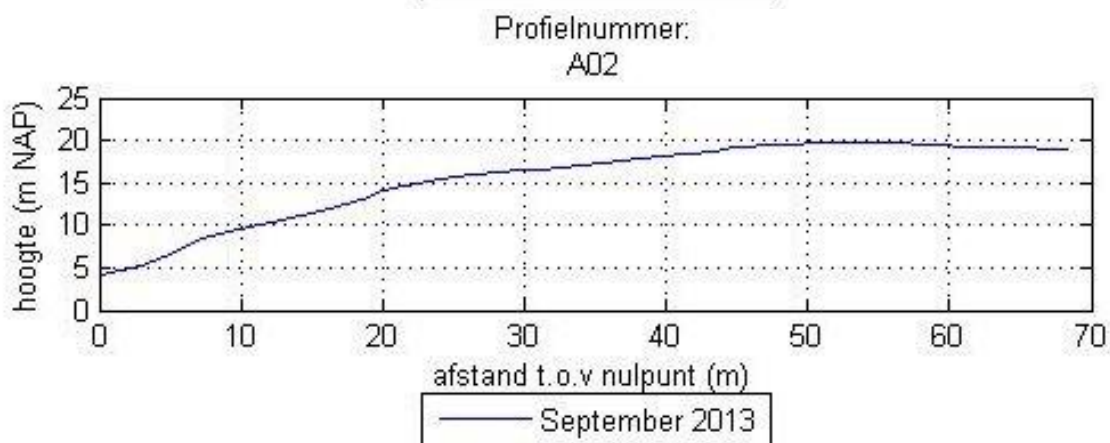
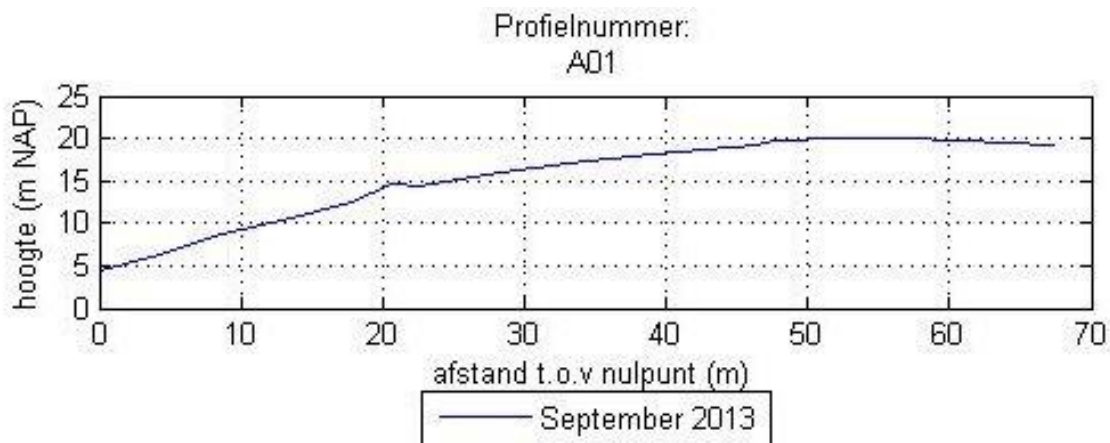
Eerste meting Monitoringsprofielen

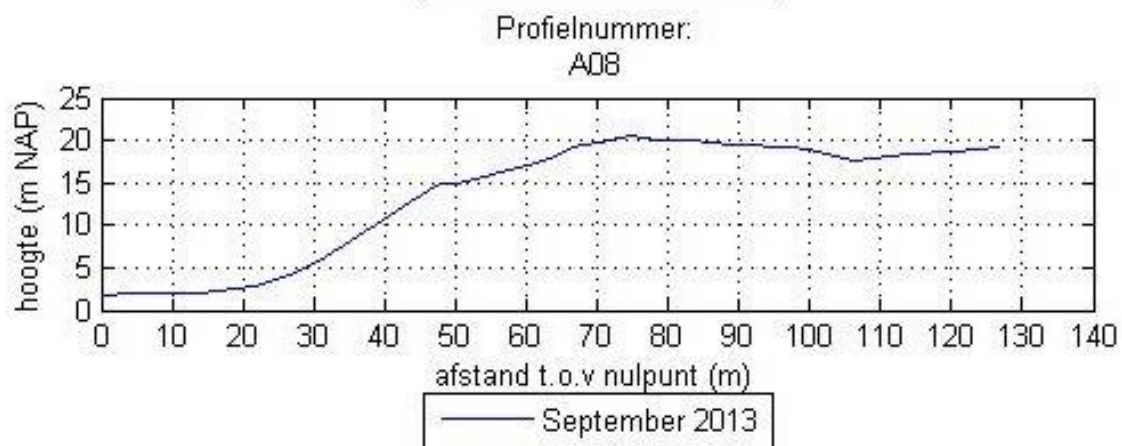
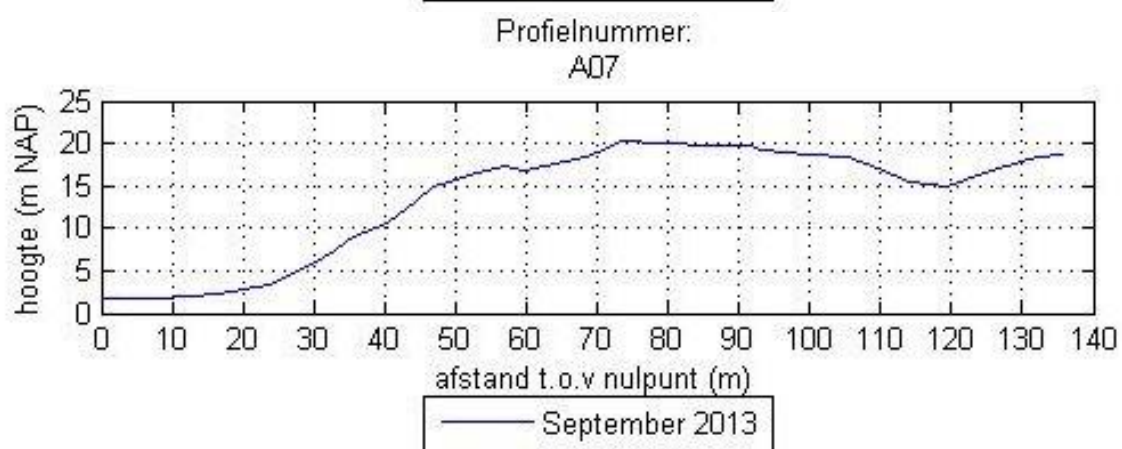
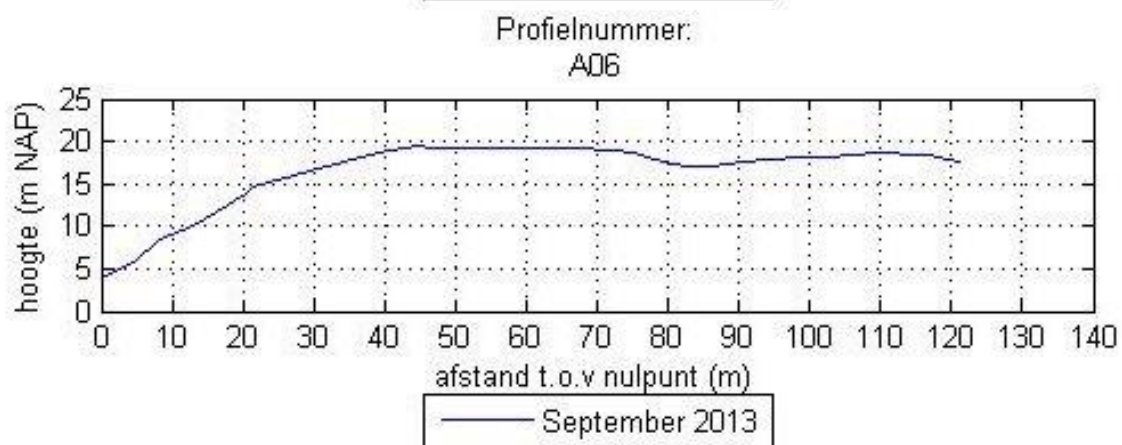
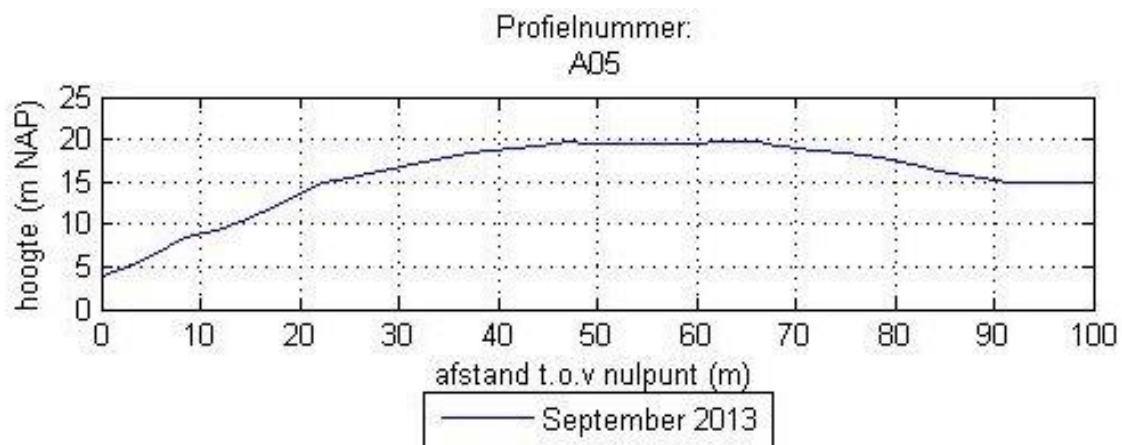
Wekenaar:	Per:	Datum tekening:	Projectleider:	Per:	Controleur:	Per:	Status tekening:
L.Harren		14-08-2013	Maaike Veer		L. Harren		Concept
Opdrachtgever:	Projectnummer:	Formaat:	Schaal:	Datum uitgifte:	Tekeningnummer:	Bladnr:	
DW Leidsin	00.7387-001	A1	1:1.500	14-8-2013	7387-2		

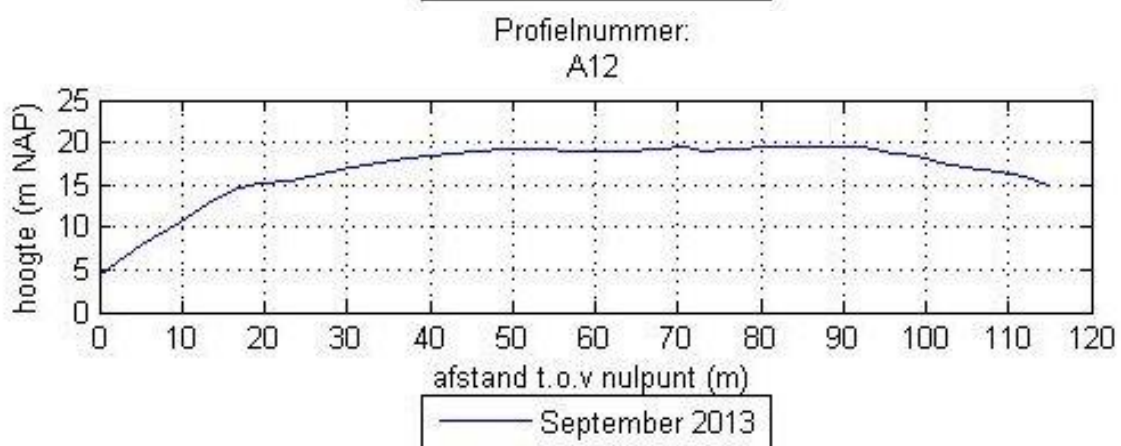
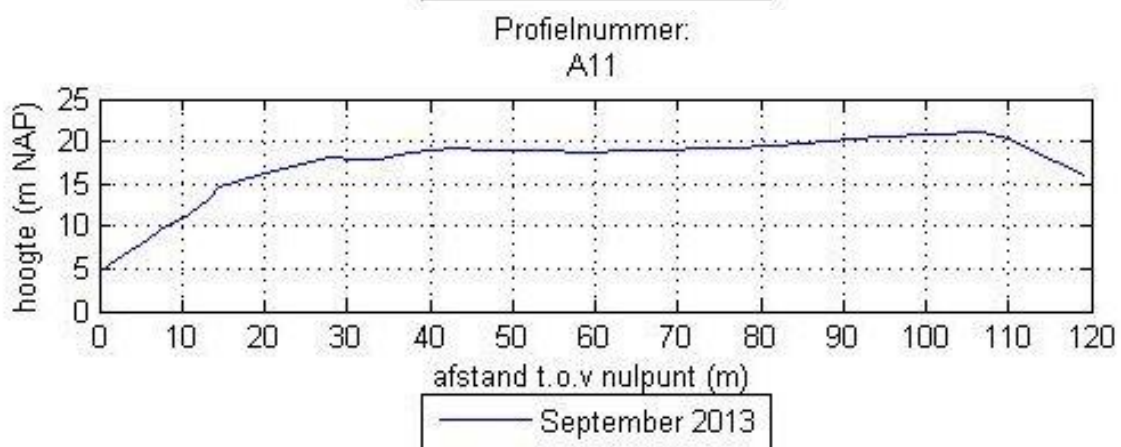
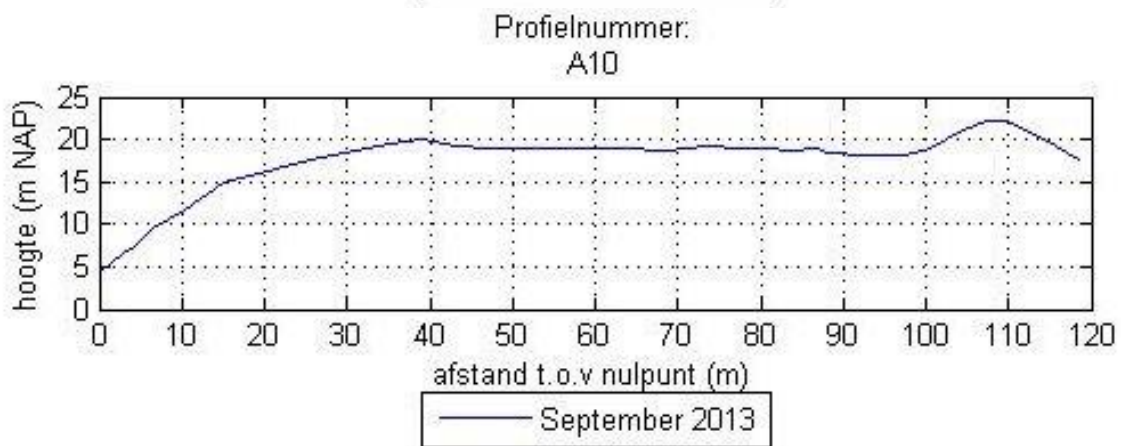
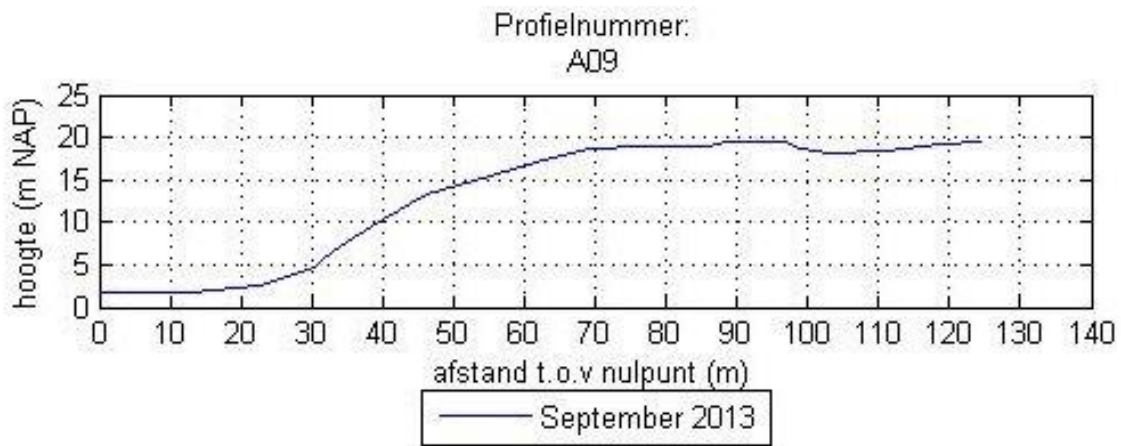
Sector Onderzoek & Projecten
O&A / Bodem en Geotechniek

wateronnet

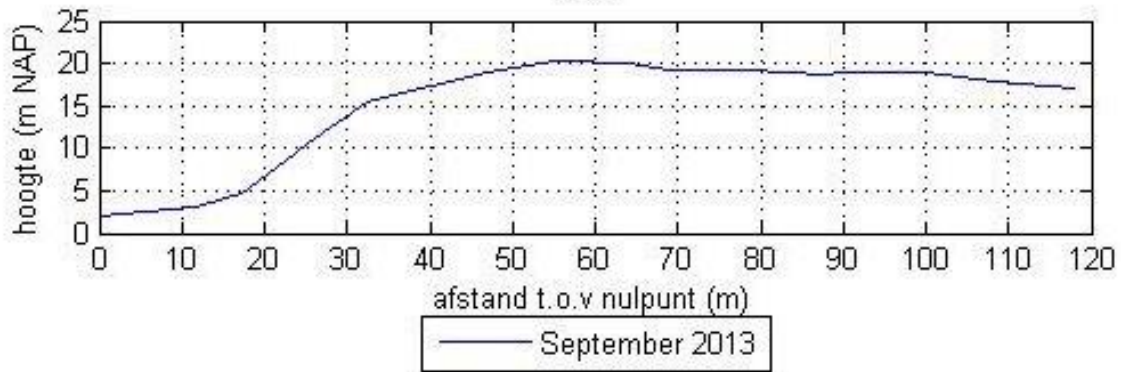
Bezoekadres:
Korte Ouderkerkerdijk 7
1109G BA Amsterdam
Tel. 0900-9394



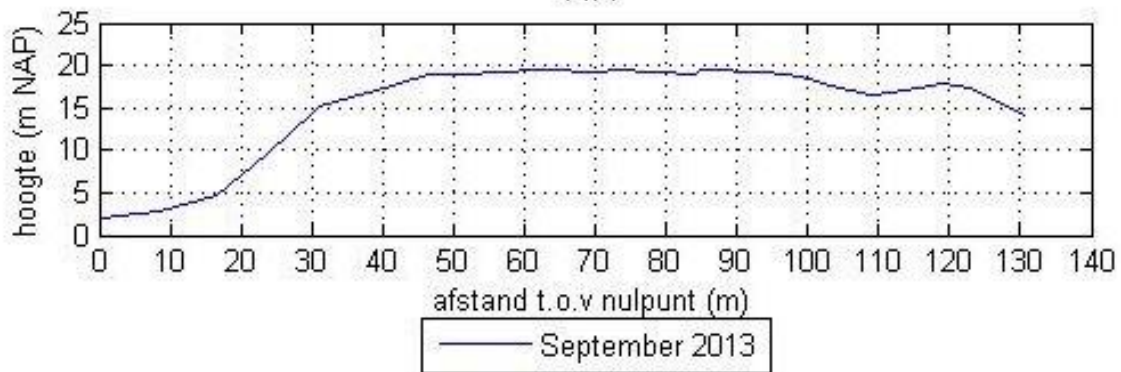




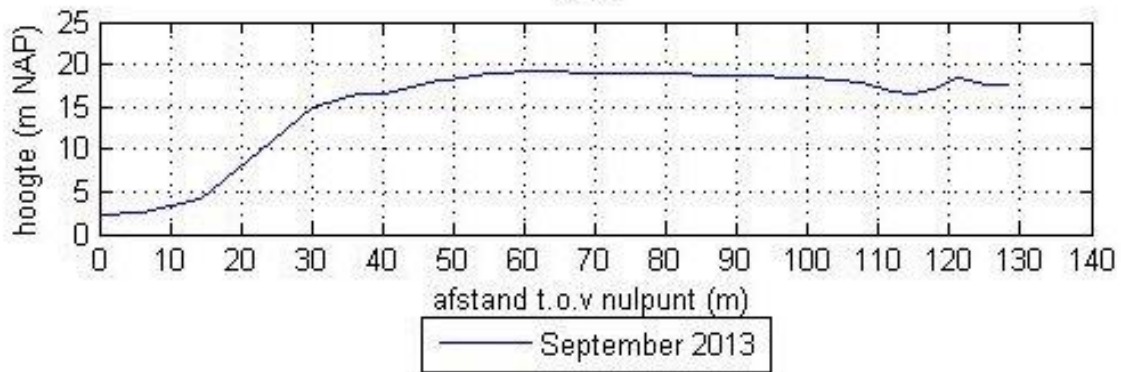
Profielnummer:
A13



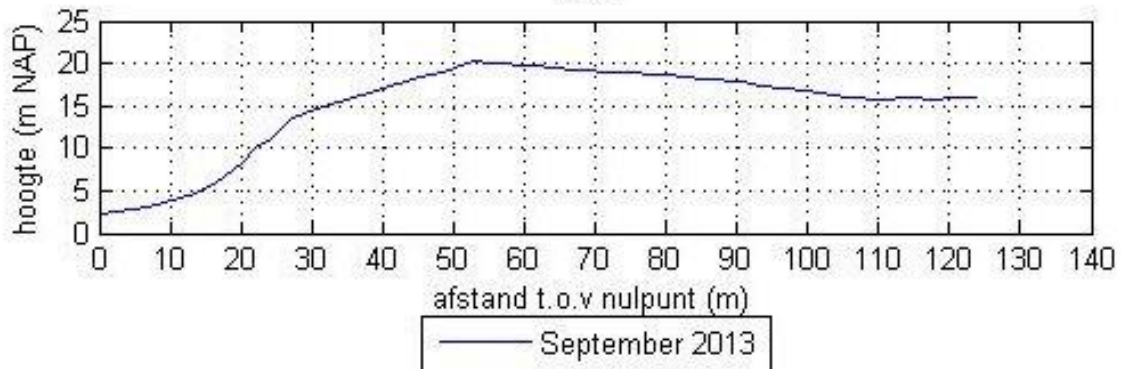
Profielnummer:
A14



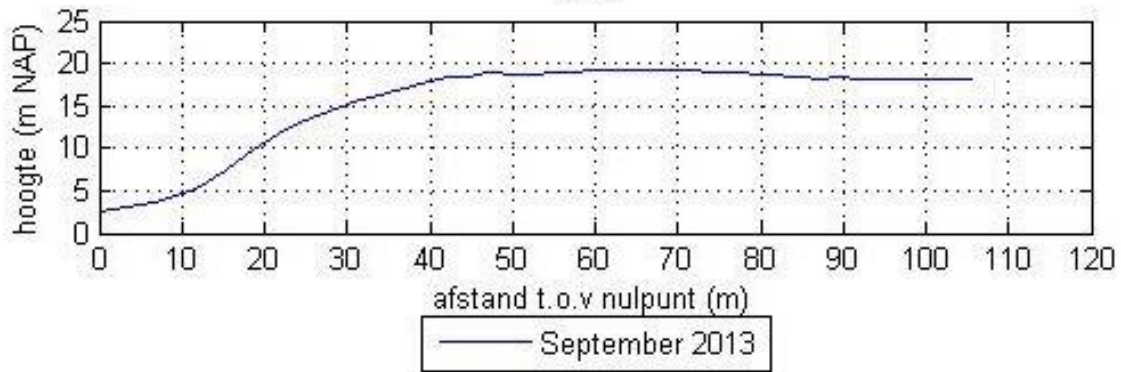
Profielnummer:
A15



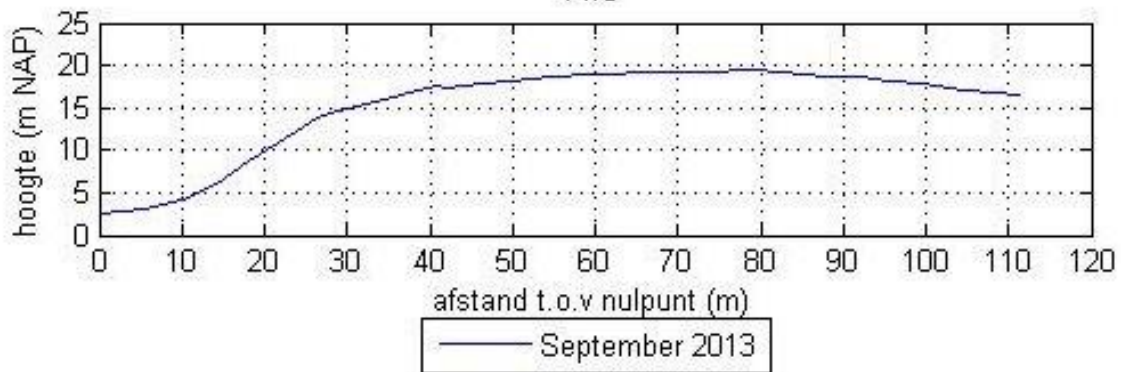
Profielnummer:
A16



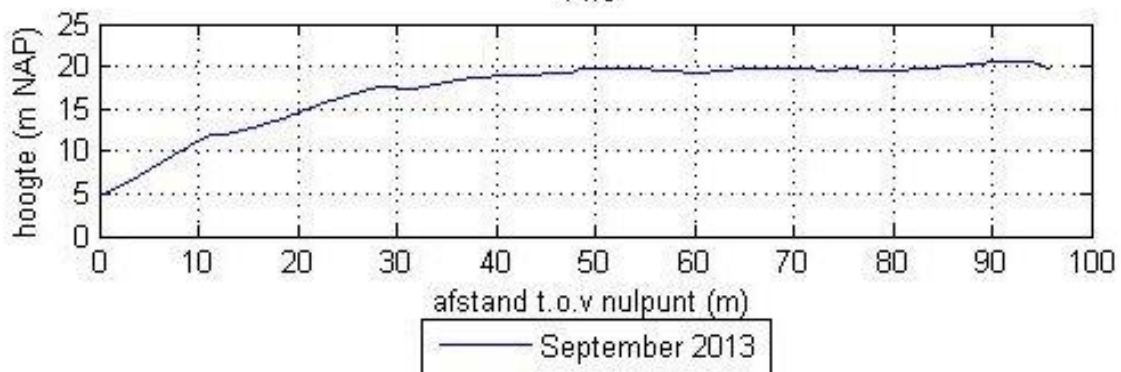
Profielnummer:
A17



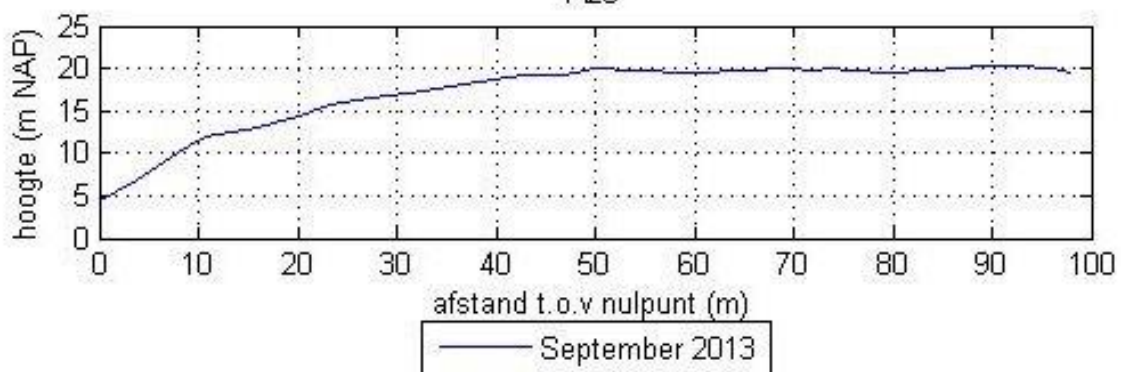
Profielnummer:
A18

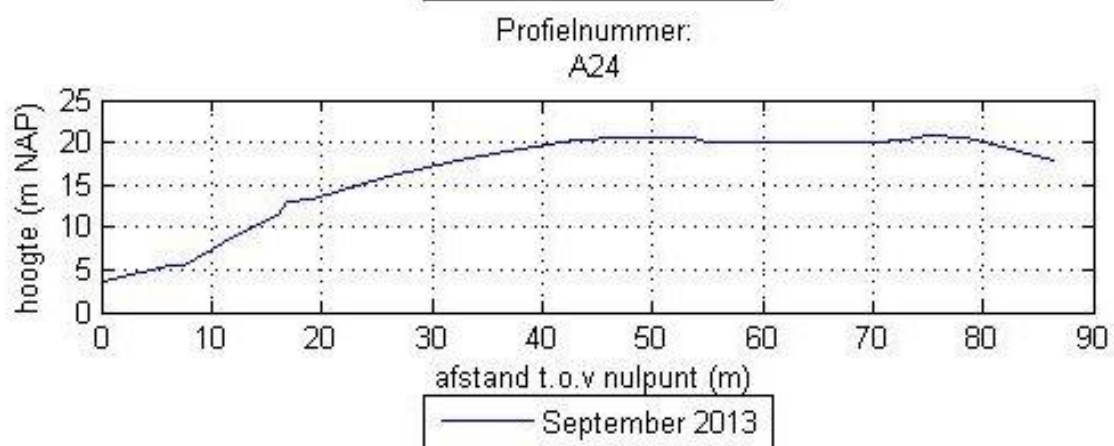
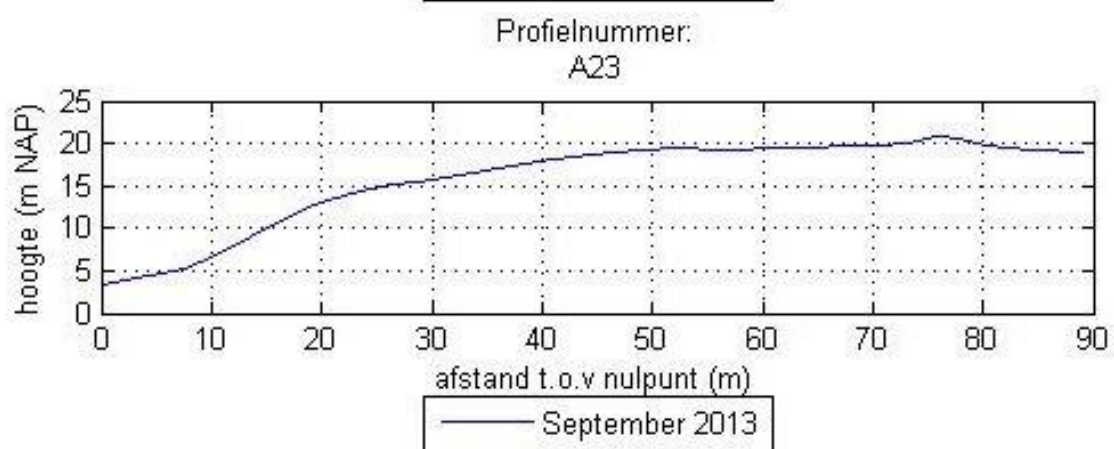
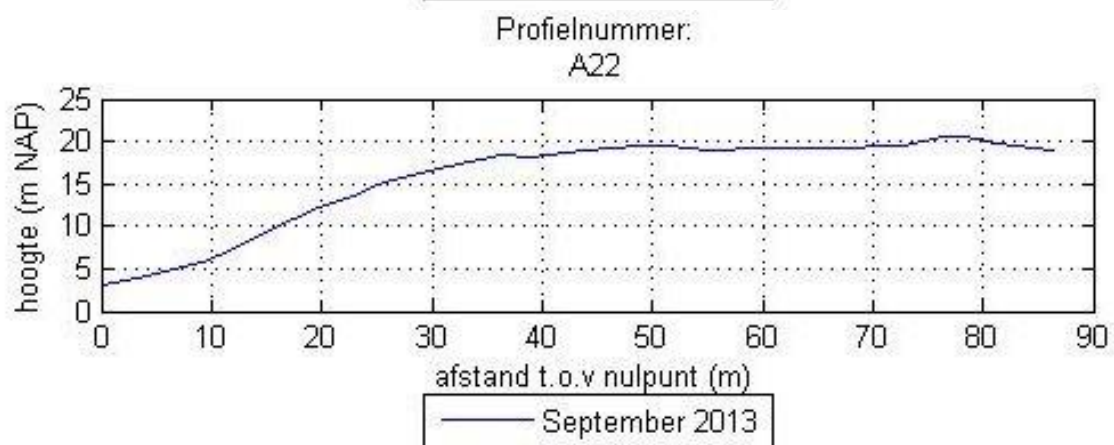
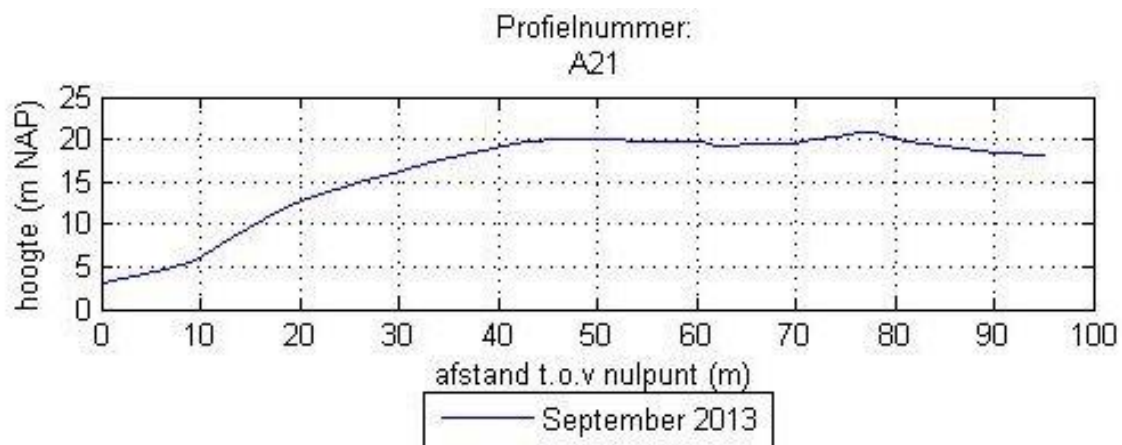


Profielnummer:
A19

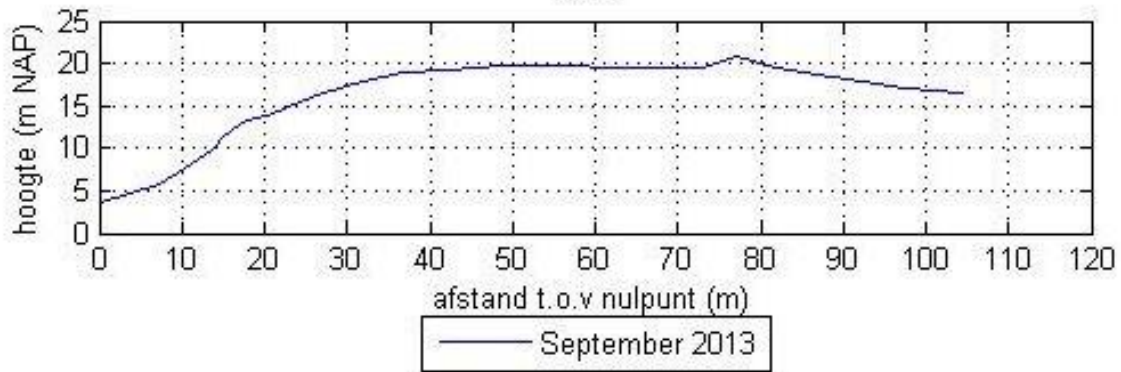


Profielnummer:
A20

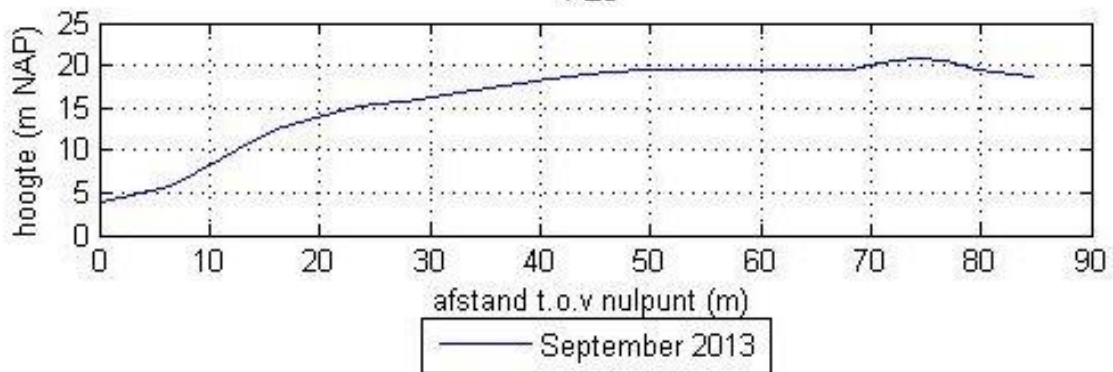




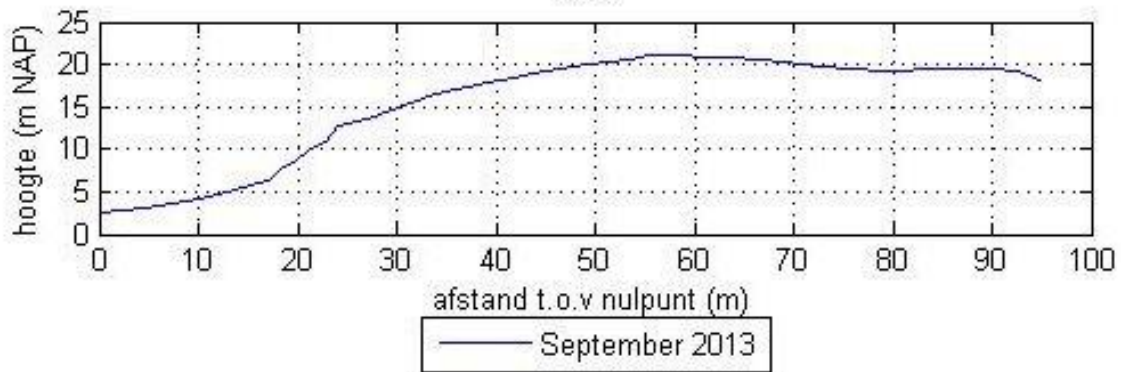
Profielnummer:
A25



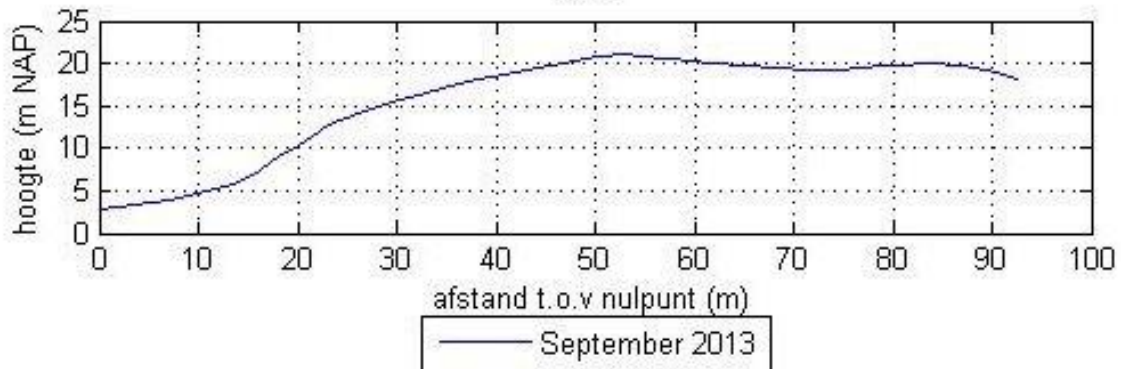
Profielnummer:
A26



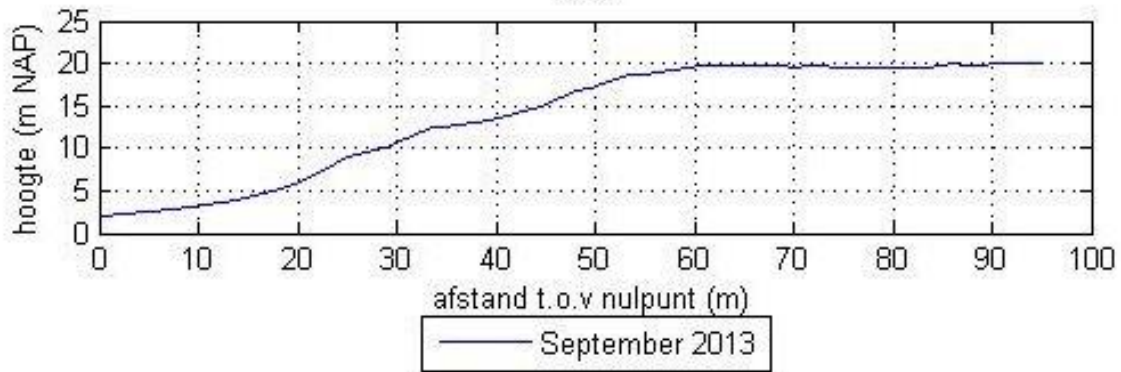
Profielnummer:
A27



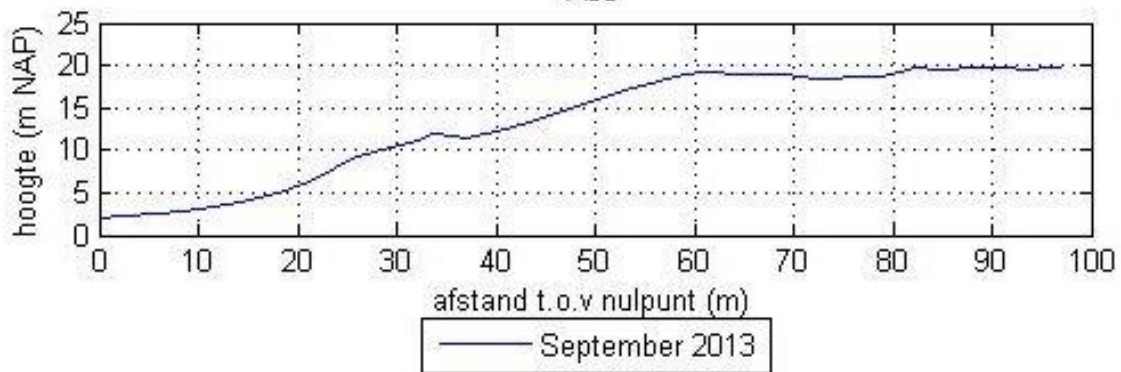
Profielnummer:
A28



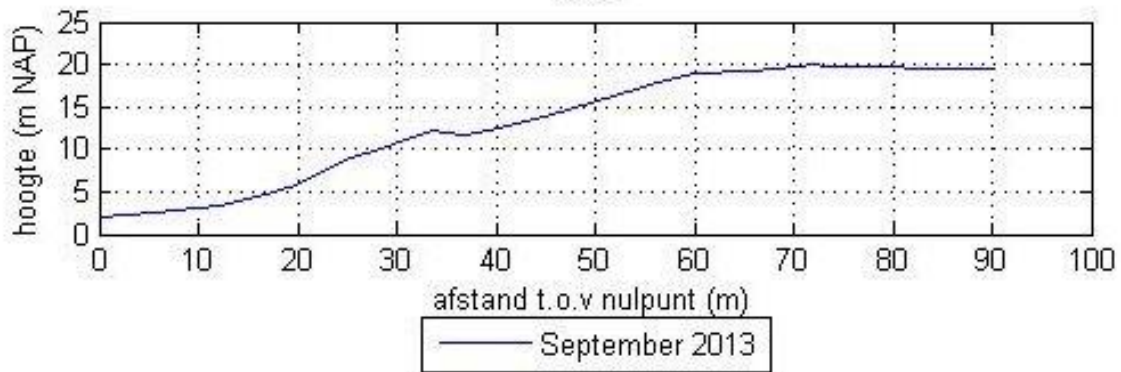
Profielnummer:
A29



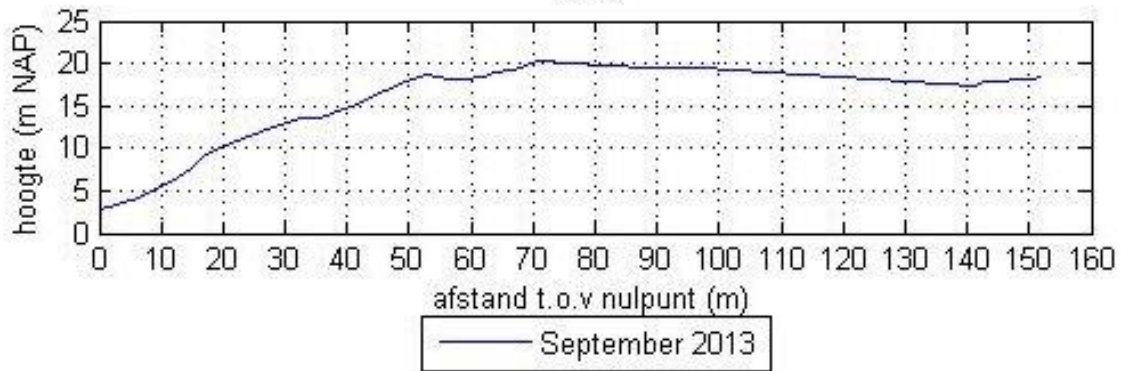
Profielnummer:
A30

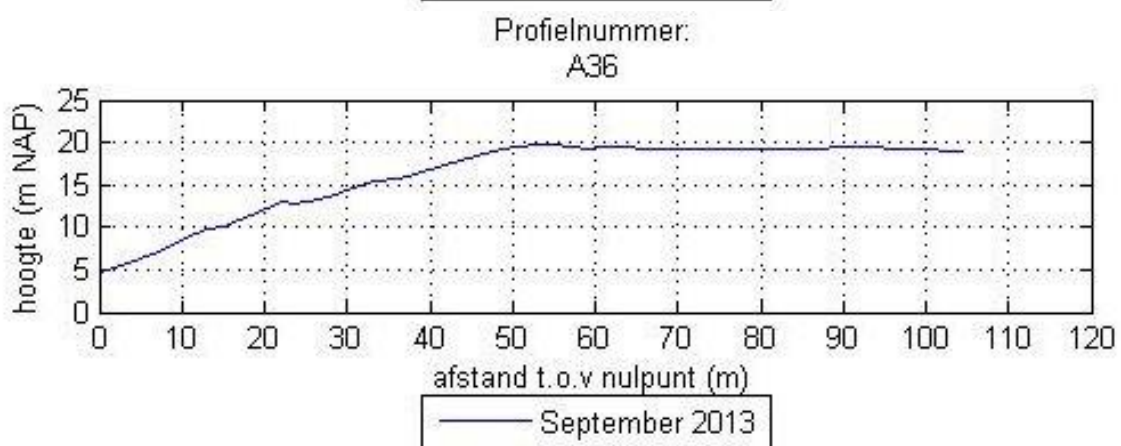
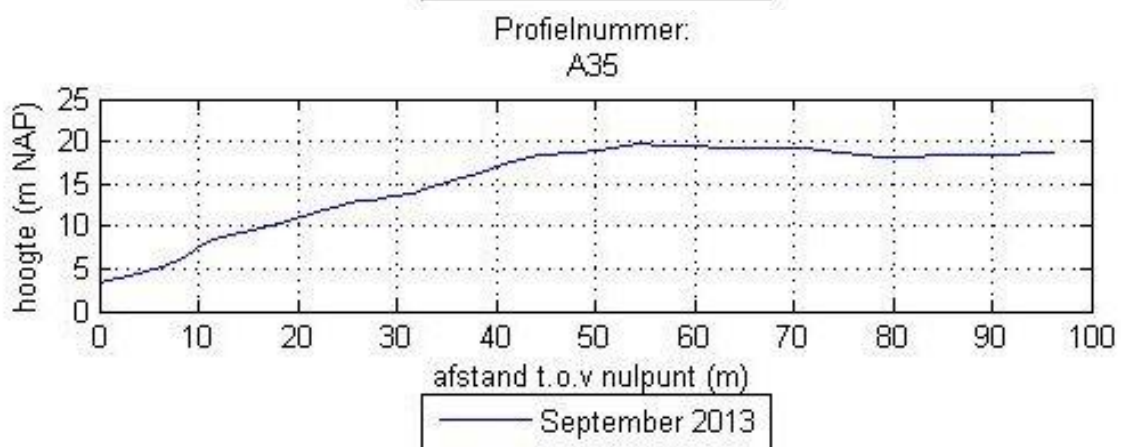
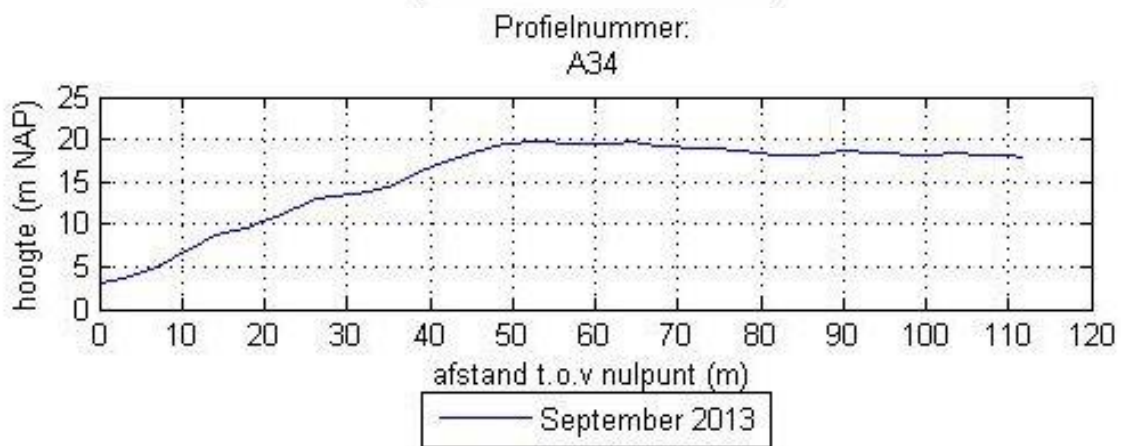
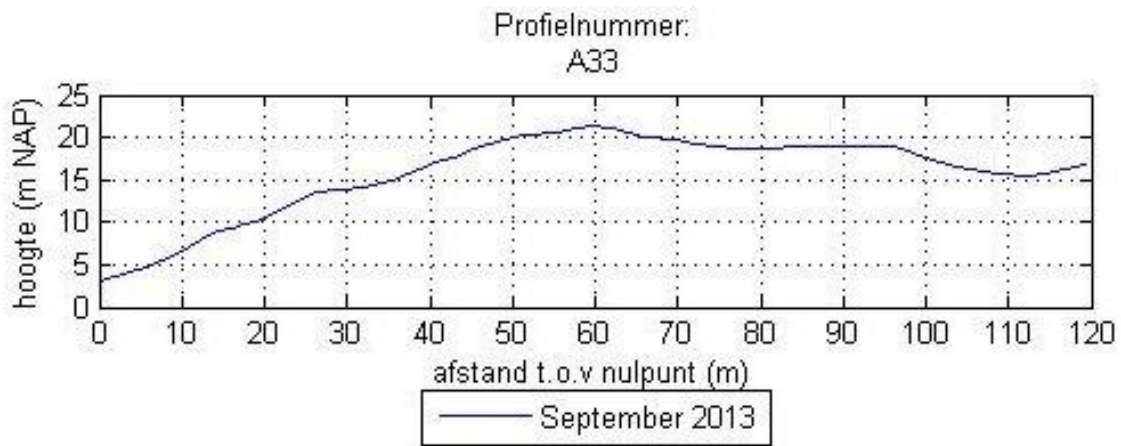


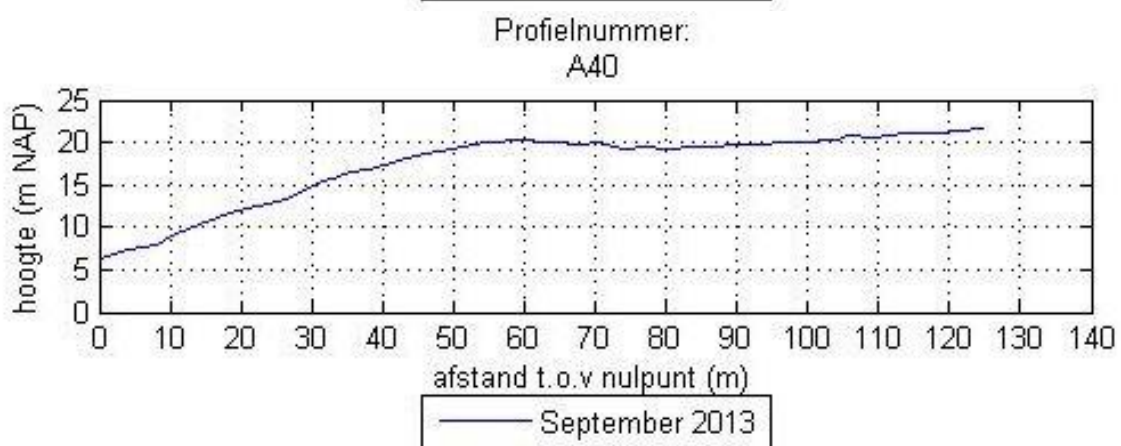
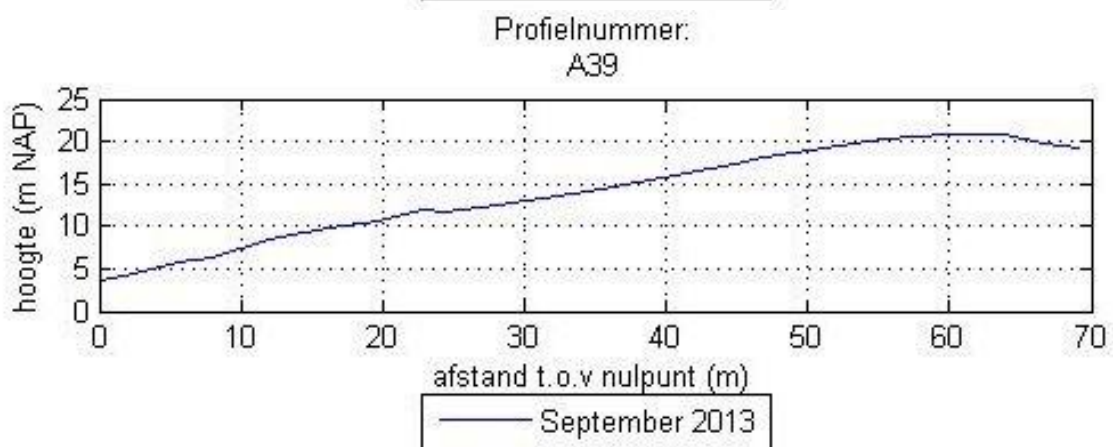
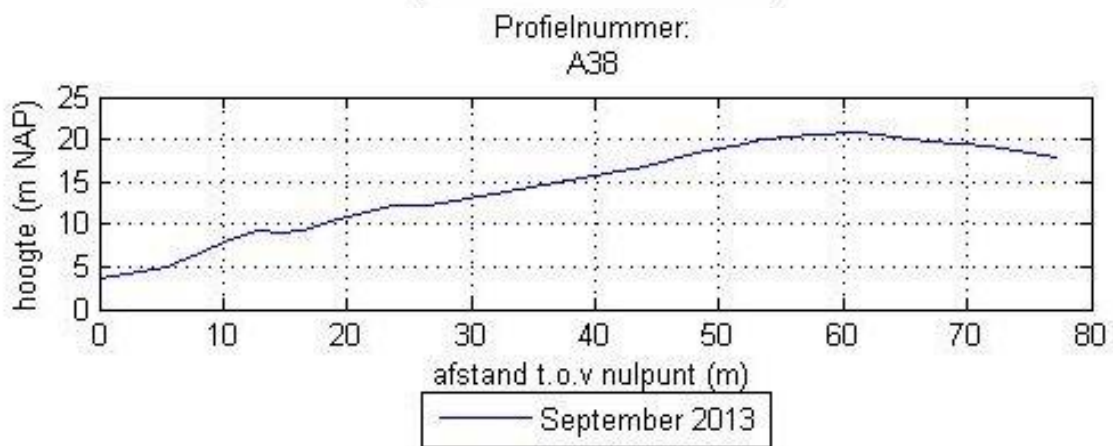
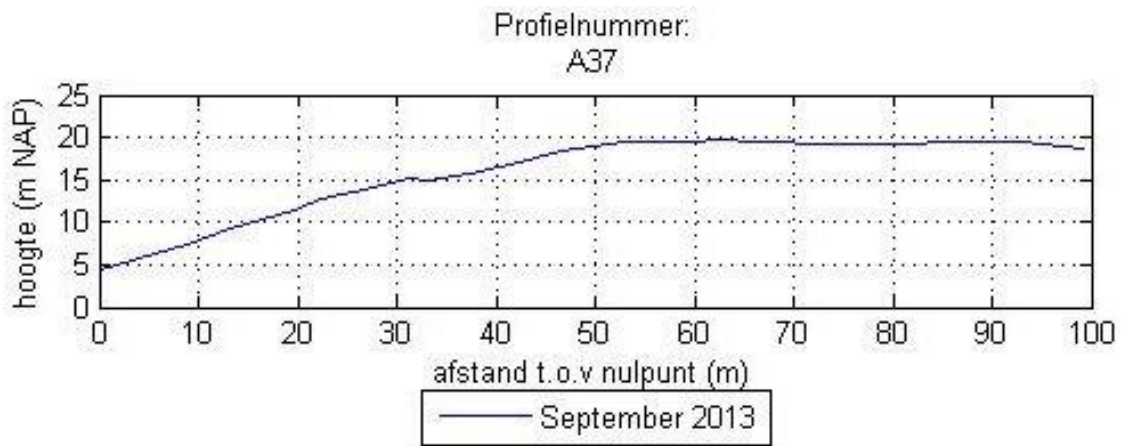
Profielnummer:
A31



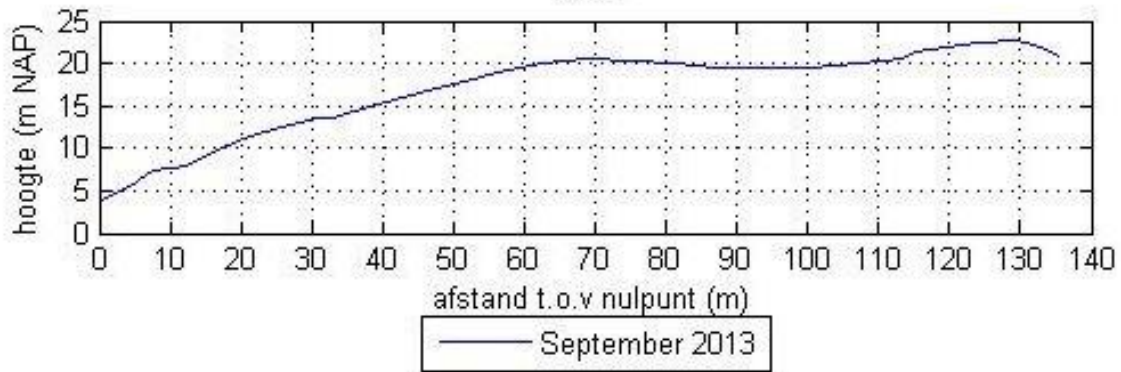
Profielnummer:
A32



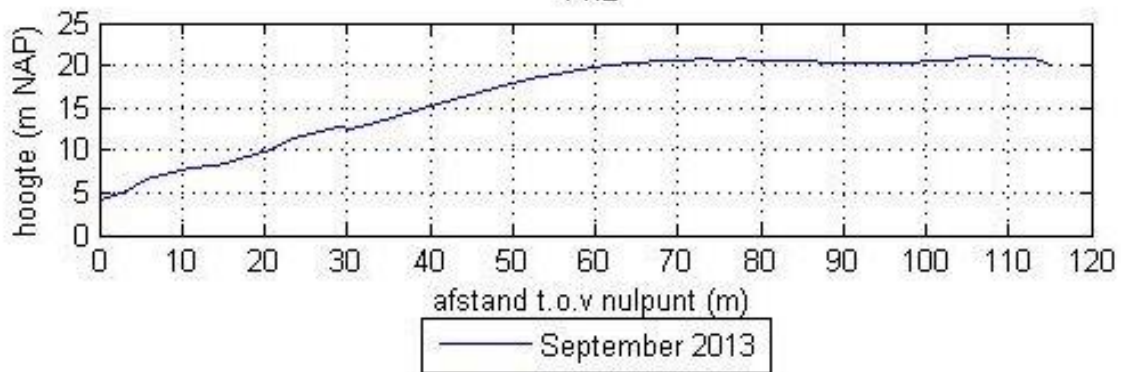




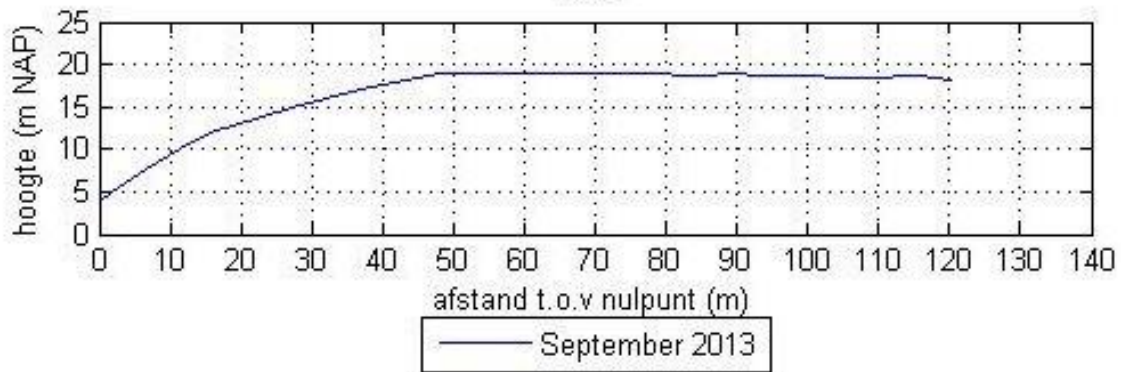
Profielnummer:
A41



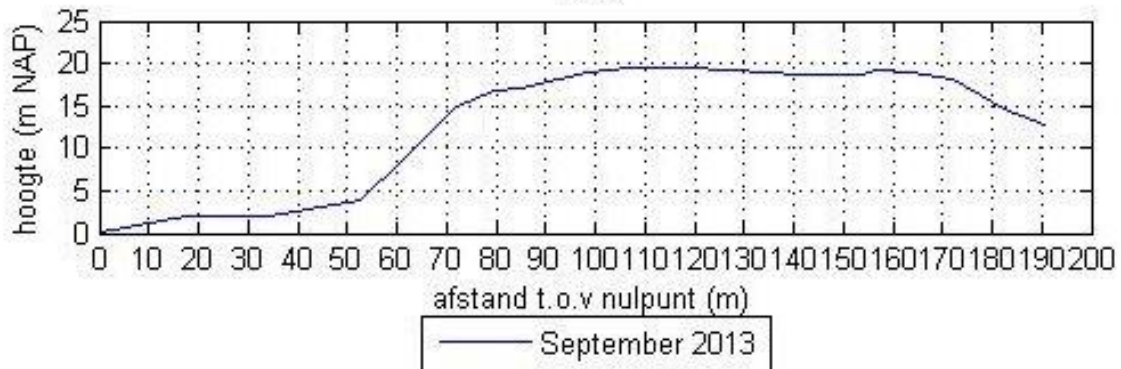
Profielnummer:
A42



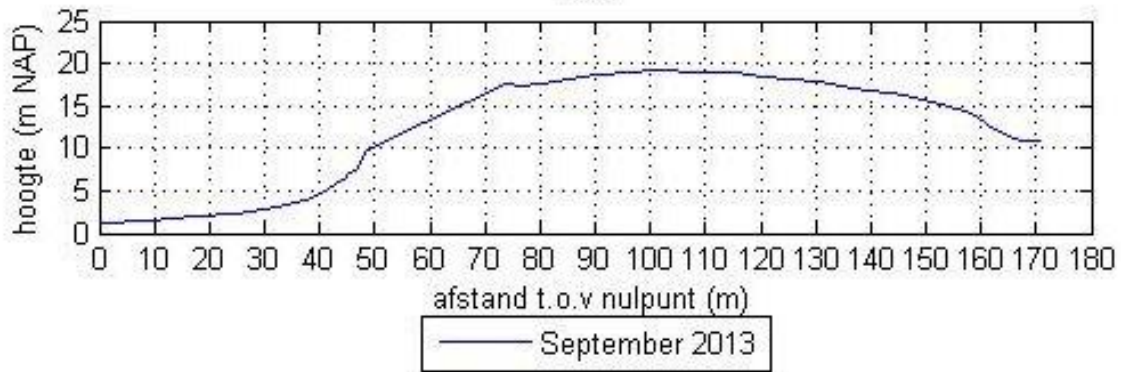
Profielnummer:
D01



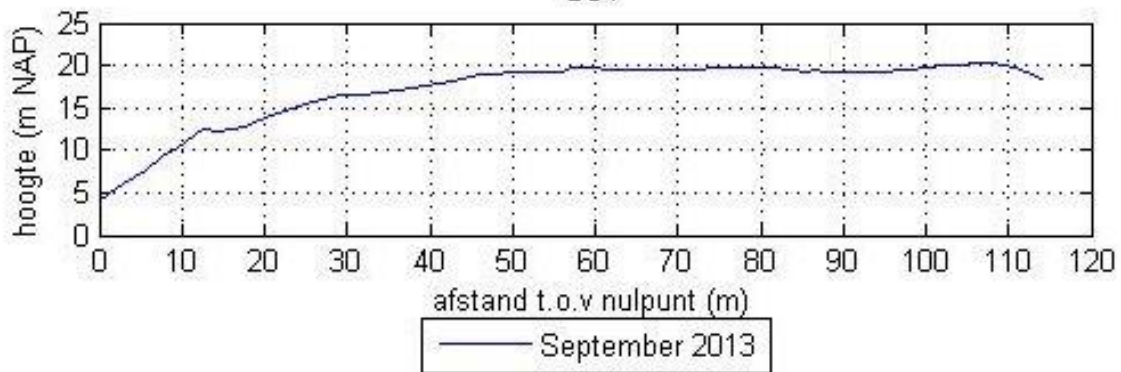
Profielnummer:
D02



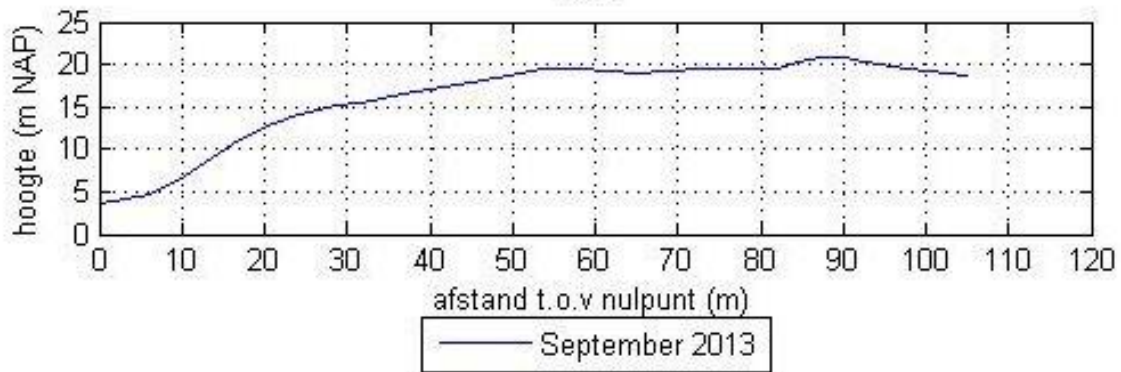
Profielnummer:
D03



Profielnummer:
D04



Profielnummer:
D05



Profielnummer:
D06

