

# Project Noordvoort

## Monitoring Geomorfologie 2014

### Bas Arens & Tessa Neijmeijer



**water** **net**

**A R E N S**  
BUREAU VOOR STRAND- EN DUINONDERZOEK





**Project Noordvoort**  
**Monitoring Geomorfologie 2014**  
**Bas Arens & Tessa Neijmeijer**

ARENS BSDO  
RAPPORTNUMMER RAP2015.03  
In opdracht van Waternet  
Maart 2015

---

## **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 & Tessa Neijmeijer

### **Projectbegeleiding**

Maaïke Veer, Waternet

### **Projectleiding landmeten**

Leo Harren, Waternet

### **Landmeters**

Arjan Plaisier, Waternet

### **Versie**

Definitief, 1 mei 2015

### **Rapportnummer**

Arens BSDO RAP15.03

### **Foto omslag**

Winters Noordvoort vanuit de lucht, 10 februari 2013. Foto Joost Veer.

## INHOUD

COLOFON	II	
INHOUD	III	
1	INLEIDING	1
2	METHODEN	3
	2.1 Luchtfoto's	3
	2.2 Kartering dynamiek	3
	2.3 Laseraltimetrie	4
	2.4 Hoogtemetingen veld	5
	2.5 Kartering bedekking	5
3	RESULTATEN METINGEN 2014	7
	3.1 Luchtfoto's	7
	3.2 Kartering dynamiek	7
	3.3 Veldkartering overstuiving	9
	3.4 Hoogtemetingen veld	9
	3.5 Veranderingen per kuil of cluster van kuilen	10
	3.6 Hoogtemetingen laseraltimetrie	20
	3.7 Kartering bedekking	20
4	BEHANDELING MONITORINGS- EN EVALUATIEVRAGEN	23
5	NABEHEER	25
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	27
7	REFERENTIES	29
	BIJLAGE 1. KAARTEN	31
	BIJLAGE 2. VELDKARTERINGEN OVERSTUIVING	41
	BIJLAGE 3. PROFIELMETINGEN	47



## 1 INLEIDING

Met het project Noordvoort streeft Waternet naar een verbetering en herstel van natuur- en belevingswaarden in het plangebied tussen Rijkstrandpalen 70 en 73. De zeereep in dit gebied is weinig dynamisch en morfologisch sterk beïnvloed door voormalig zeereeponderhoud. 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. De ingrepen zijn in maart 2013 uitgevoerd en opgeleverd. De ingrepen betroffen 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. In de zomer van 2014 is een aantal kuilen opnieuw opengemaakt met verschillende beheertechnieken. In een aantal kuilen is intensief (machinaal) ingegrepen. Bij een aantal andere kuilen was geen nabeheer nodig en gaat de ontwikkeling van de ingreep voorspoedig. In de overige kuilen is met behulp van paarden geploegd en hebben vrijwilligers vegetatie en wortels verwijderd. De effecten van de ingrepen worden gemonitord. In deze rapportage worden de resultaten van de geomorfologische monitoring gepresenteerd.

Figuur 1.1 (z.o.z.) geeft een overzicht van de ligging van de kuilen en de kuilnummering.

## Project Noordvoort - overzicht ligging kuilen



Figuur 1.1. Overzicht ligging kuilen Noordvoort.



## 2 METHODEN

Voor de monitoring wordt gebruik gemaakt 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.

### 2.1 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. In 2013 is een eigen fotovlucht voor het project uitgevoerd, vliegdatum was 1 april 2013. In 2014 is gebruik gemaakt van landelijk beschikbare luchtfoto's. Hiervan was de vliegdatum 29 maart 2014.

### 2.2 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 2.1. Opeenvolgende karteringen worden vergeleken, waarbij veranderingen in oppervlaktes worden gekwantificeerd.

*Tabel 2.1. 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
S0a	duinverzwaring met aanplant van helm	Ab
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, strandslagen etc	X

De detailkartering wordt gegeneraliseerd tot een aantal algemenere klassen van dynamiek volgens Tabel 2.2. 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 2.2. Generalisatie van dynamiekeenheden tot dynamiekklassen**

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

De effectiviteit van de ingrepen wordt in verder detail bestudeerd met een veldkartering. Op 24 april 2014 zijn de overstuivingszones met behulp van een gps in het veld gekarteerd. Op 14 oktober 2014 is per kuil de mate van begroeiing en bedekking met wortels gekarteerd. De eerste kartering dient vooral om de mate van dynamiek te documenteren, de tweede om per kuil de behoefte aan nabeheer te inventariseren.

### 2.3 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 5x5m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup>. De puntgegevens van 2012 zijn door Waternet geïnterpoleerd tot een DTM met een gridgrootte van 1x1m<sup>2</sup>. De opnames van 2013 en 2014 zijn beschikbaar in een 2x2 m<sup>2</sup> grid. Behalve deze gegevens is ook het AHN2 beschikbaar, met een gridgrootte van 0.5x0.5m<sup>2</sup>, opgenomen in 2008. Van de verschillende grids zijn drie verschilkaarten gemaakt die inzicht geven in de hoogteveranderingen in het gebied van 2008 tot 2012, 2012-2013 en 2013-2014.

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.

## 2.4 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.

## 2.5 Kartering bedekking

Om de mate van succes van de ingrepen te bepalen, maar ook om richtlijnen op te stellen voor nabehoor 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 versterving. Levende wortels kunnen uitlopen en een kaal gemaakt oppervlak weer snel stabiliseren. Ook de nieuwe vestiging van vegetatie kan leiden tot stabilisatie. Voor de kartering van de bedekking is gebruik gemaakt van de legenda in Tabel 2.3. Op 14 oktober 2014 is de kartering uitgevoerd.

*Tabel 2.3. 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



### 3 RESULTATEN METINGEN 2014

In dit hoofdstuk komen de resultaten van de monitoringsactiviteiten aan bod. Een bespreking van monitorings- en evaluatievragen volgt in hoofdstuk 4. Aangezien in 2014 opnieuw enkele ingrepen zijn uitgevoerd is voor het grootste deel van de kuilen een nieuwe nul-situatie ontstaan. Een belangrijk deel van de geconstateerde veranderingen zijn het gevolg van deze ingrepen. In de in dit rapport beschreven periode zijn echter ook enkele belangrijke events opgetreden, onder andere twee stormen op respectievelijk 28 oktober 2013 en 5 december 2013. Deze stormen hebben in ieder geval voor afslag gezorgd.

#### 3.1 Luchtfoto's

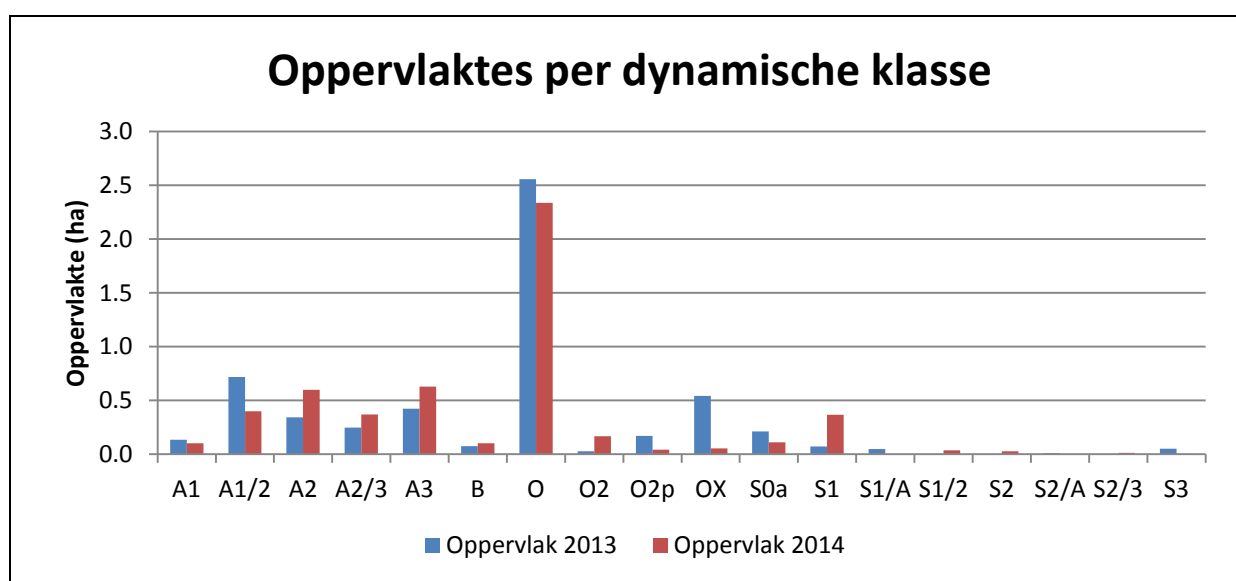
De foto's zijn aangeleverd in full colour, met een pixelgrootte van 0.1x0.1m<sup>2</sup>. Daarmee is een zeer gedetailleerde kartering mogelijk. Een overzicht van de gebruikte luchtfoto's en de opnamedata staan in Tabel 3.1. De luchtfoto's van 2013 geven een goed beeld van de nul-situatie, direct na 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. De luchtfoto's van 2014 geven de situatie een jaar na de ingreep. Na deze opname is in 2014 nabehoor uitgevoerd, waarbij in enkele kuilen opnieuw is ingegrepen.

Tabel 3.1: Overzicht gebruikte luchtfoto's

Type	Bron	datum	Detail
Full colour	Waternet	1-4-2013	10x10 cm <sup>2</sup>
Full colour	RWS	29-3-2014	10x10 cm <sup>2</sup>

#### 3.2 Kartering dynamiek

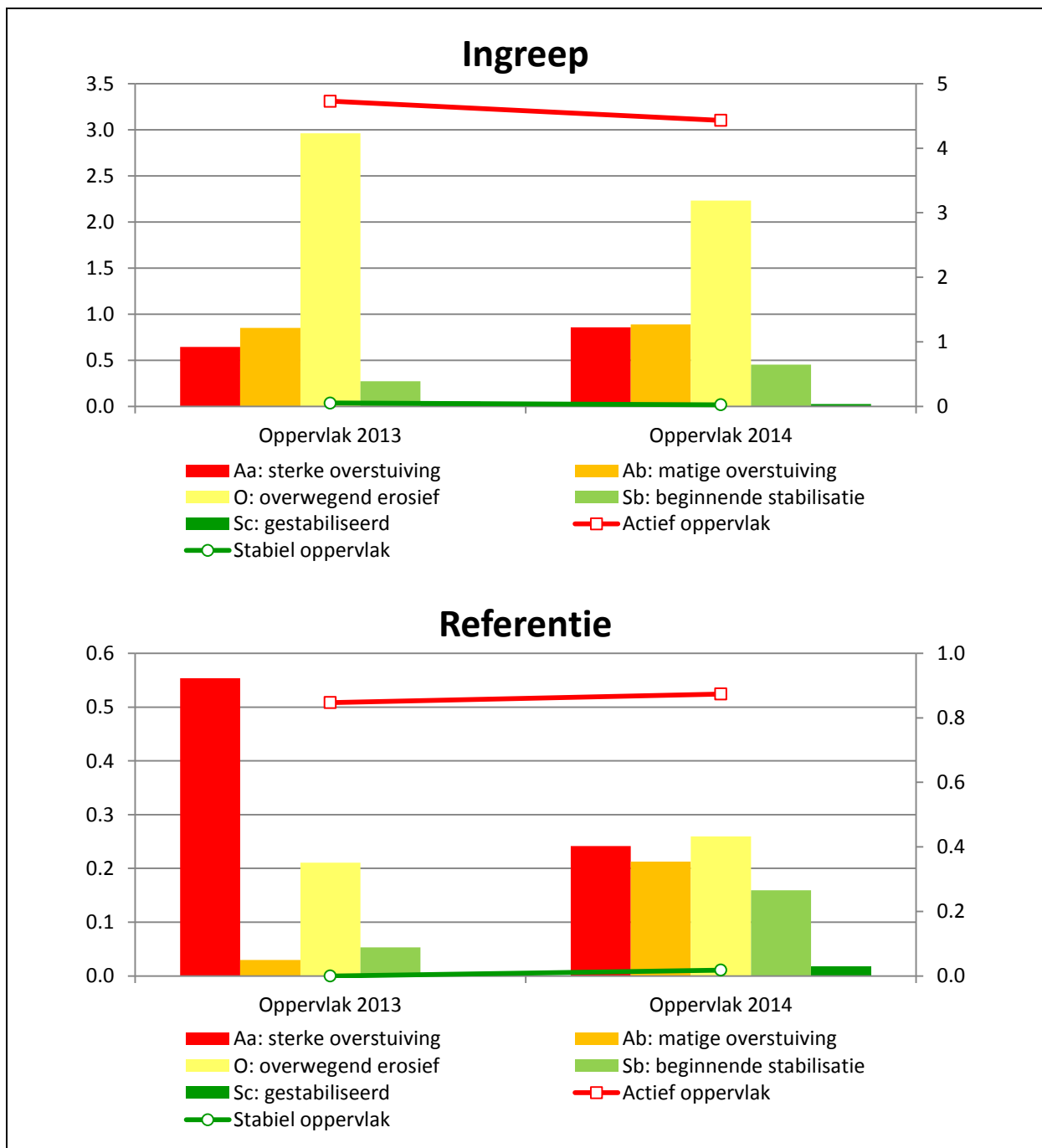
Met behulp van de luchtfoto's zijn dynamiekkarteringen voor 2013 en 2014 gemaakt. Daarbij is gebruik gemaakt van de legenda in Tabel 2.1. De karteringen zijn opgenomen in Bijlage 1. Behalve de oppervlakken van de ingrepen zijn ook verschillende autonome stuifplekken gekarteerd ter vergelijking (referentie).



Figuur 3.1: Staafdiagram met oppervlaktes dynamiekeenheden in 2013 en 2014.

In deze paragraaf worden alleen de algemene resultaten besproken. In paragraaf 3.5 wordt per kuil een overzicht gegeven van de resultaten van dynamiekkartering, veldkartering en profielmetingen. NB deze ontwikkelingen zijn gebaseerd op de luchtfoto van maart 2014. Daarna is nabeheer uitgevoerd. Verschillen die in 2015 worden gesignaleerd zullen daarom grotendeels het gevolg van dit nabeheer zijn en van de events die tussen 2014 en 2015 zijn opgetreden.

In Figuur 3.1 zijn de resultaten van de dynamiekkartering weergegeven in een staafdiagram. De referenties zijn hieruit weggelaten. Over het algemeen is het totale overstoven oppervlak toegenomen ten opzichte van 2013. Wel is de sterke overstuiving iets afgenomen. Op veel plekken is nu wel vegetatie zichtbaar, die in 2013 nog niet te zien was. Dit heeft mogelijk ook te maken met de kwaliteit van de foto. De foto van 2014 lijkt veel scherper dan die van 2013.



Figuur 3.2: Gegeneraliseerde klassen van dynamiek.

In Figuur 3.2 zijn de gegeneraliseerde dynamiekklassen weergegeven voor de behandelde kuilen en de referenties. In de figuur zijn alle klassen waar van enige dynamiek sprake is samengevoegd tot “actief oppervlak”. In feite is dit het totaal van alle eenheden met uitzondering van Sc. Dit is het stabiele oppervlak. Deze zijn ook in de grafiek aangegeven. De vergelijking tussen de behandelde kuilen en de referenties geeft enkele opvallende verschillen. Bij de behandelde kuilen is het totale dynamische oppervlak iets afgenomen, van 5.58 tot 5.31 hectare. Voor de referenties is er sprake van een kleine toename van 0.85 tot 0.87 ha. Opvallend is dat bij de referenties de sterke overstuiving sterk is afgenomen (meer dan gehalveerd), terwijl het kale oppervlak iets is toegenomen. Bij de behandelde kuilen is dit andersom, de overstuiving is iets toegenomen, maar het kale oppervlak is iets afgenomen. De laatste afname is te wijten aan het uitlopen van wortels. Het is nog te vroeg om op grond van deze vergelijking conclusies te trekken.

### 3.3 Veldkartering overstuiving

Om een duidelijk beeld te krijgen van de effectiviteit van de verschillende ingrepen zijn overstuivingszones ook in het veld gekarteerd. In het veld zijn met behulp van een gps de voor het oog zichtbare overstuivingszones afgegrensd. Voor het karteren van het gebied is alleen gebruik gemaakt van de overstuivingseenheden in verschillende mate van overstuiving. De ingrepen zijn aangegeven als O (Kaal oppervlak), alhoewel deze oppervlakken in veel gevallen al gedeeltelijk of geheel begroeid zijn. In Tabel 3.2 staat de legenda van de eenheden die gebruikt zijn tijdens de kartering van de overstuivingszones. Hieronder is de situatie per oppervlak besproken.

Datum kartering: 28 april 2014 (maand na opname luchtfoto's, 29 maart 2014). De karteringen per kuil zijn opgenomen in Bijlage 2.

*Tabel 3.2: Legenda voor de eenheden gebruikt in de overstuivings kartering met oppervlak per eenheid. Tussen haakjes staan de oppervlaktes volgens de dynamiekkartering*

Label	Omschrijving	Aantal	Oppervlak (ha)
A1	Actieve overstuiving, vegetatie niet meer herkenbaar	10	0.11 (0.10)
A1/2	Complex van A1 en A2	18	0.25 (0.40)
A2	Actieve overstuiving, vegetatie herkenbaar	33	0.25 (0.60)
A2/3	Complex van A2 en A3	13	0.35 (0.37)
A3	Geringe overstuiving	5	0.06 (0.63)
O	Kaal oppervlak	18	2.42 (2.34)

Het valt op dat de veldkartering vaak minder intense en minder uitgestrekte overstuivingszones aangeeft dan de dynamiekkartering van de luchtfoto. De betere kijk op de overstuiving en strooizones die verwacht wordt in het veld, blijkt niet overeen te komen met waarnemingen op de luchtfoto's. De verschillen kunnen mogelijk te maken hebben met het tijdstip waarop de verschillende karteringen te maken hebben. De luchtfoto dateert van 1 april, de veldkartering is uitgevoerd op 24 april. Rond 24 april is het groeiseizoen al op gang gekomen en zijn sporen van verstuiving uit de winter al minder goed in het veld terug te vinden.

De resultaten per kuil worden besproken in paragraaf 3.5.

### 3.4 Hoogtemetingen veld

In september 2013 en oktober 2014 zijn hoogtemetingen uitgevoerd in het veld. Door jaarlijks exact dezelfde lijn tussen 2 vastgesteld profielpunten te meten kan de verandering in reliëf als gevolg van de ingrepen worden gemonitord. De ingemeten profielen zijn opgenomen in Bijlage 3. De profielen worden in de volgende paragraaf per kuil besproken.

### 3.5 Veranderingen per kuil of cluster van kuilen

In deze paragraaf worden per kuil of cluster van kuilen de resultaten van luchtfotokartering, veldkartering en profielmetingen besproken. De resultaten van de dynamiekkartering worden zowel in grafiek als in tabelvorm weergegeven. Tabel 3.3 geeft per kuil de oppervlaktes van de gegeneraliseerde dynamiekklassen, voor 2013 en 2014. Met een rode arcering is voor de dynamische klassen aangegeven of het oppervlak in 2014 is toegenomen.

**Tabel 3.3. Verandering in oppervlakte per dynamische klasse en per kuil of cluster van kuilen, inclusief referenties. Oppervlaktes in m<sup>2</sup>. Rood gearceerd geeft een toename van dynamisch oppervlak.**

	1+2	3	4+5+6	R4+5+6	7+8+9+10	R7+8+9+10
Aa 2013	804	545	1255	1545	564	693
Aa 2014	824	789	1046	1140	1158	574
Ab 2013	613	860	1974	49	1825	246
Ab 2014	1045	778	1090	640	1403	357
O 2013	2389	1688	6659	790	7199	506
O 2014	1438	1329	5463	1090	6568	647
Sb 2013	101		222	523	807	11
Sb 2014	95		365	80	480	21
Sc 2013	59	140	135		9	
Sc 2014			45		164	

	11+12+13	R11+12+13	14	15	16+17	R16+17
Aa 2013	1681	3301	288	173	518	237
Aa 2014	3369	704	579		588	194
Ab 2013	504		232		321	
Ab 2014	1571	1132	684	47	394	67
O 2013	4847	810	819	503	5172	57
O 2014	4416	860	843	516	1649	101
Sb 2013	850		46			
Sb 2014	517	1494			3071	
Sc 2013						
Sc 2014		182		40		

In de bespreking per kuil wordt ook gebruik gemaakt van een arcering. De tekst zonder arcering behandelt de resultaten van de dynamiekkartering, de tekst met de groene arcering beschrijft de resultaten van de veldkartering en die met de blauwe arcering die van de profielmetingen. Voor de referentiekuiten zijn alleen resultaten van de dynamiekkartering beschikbaar.

#### **Kuil 1**

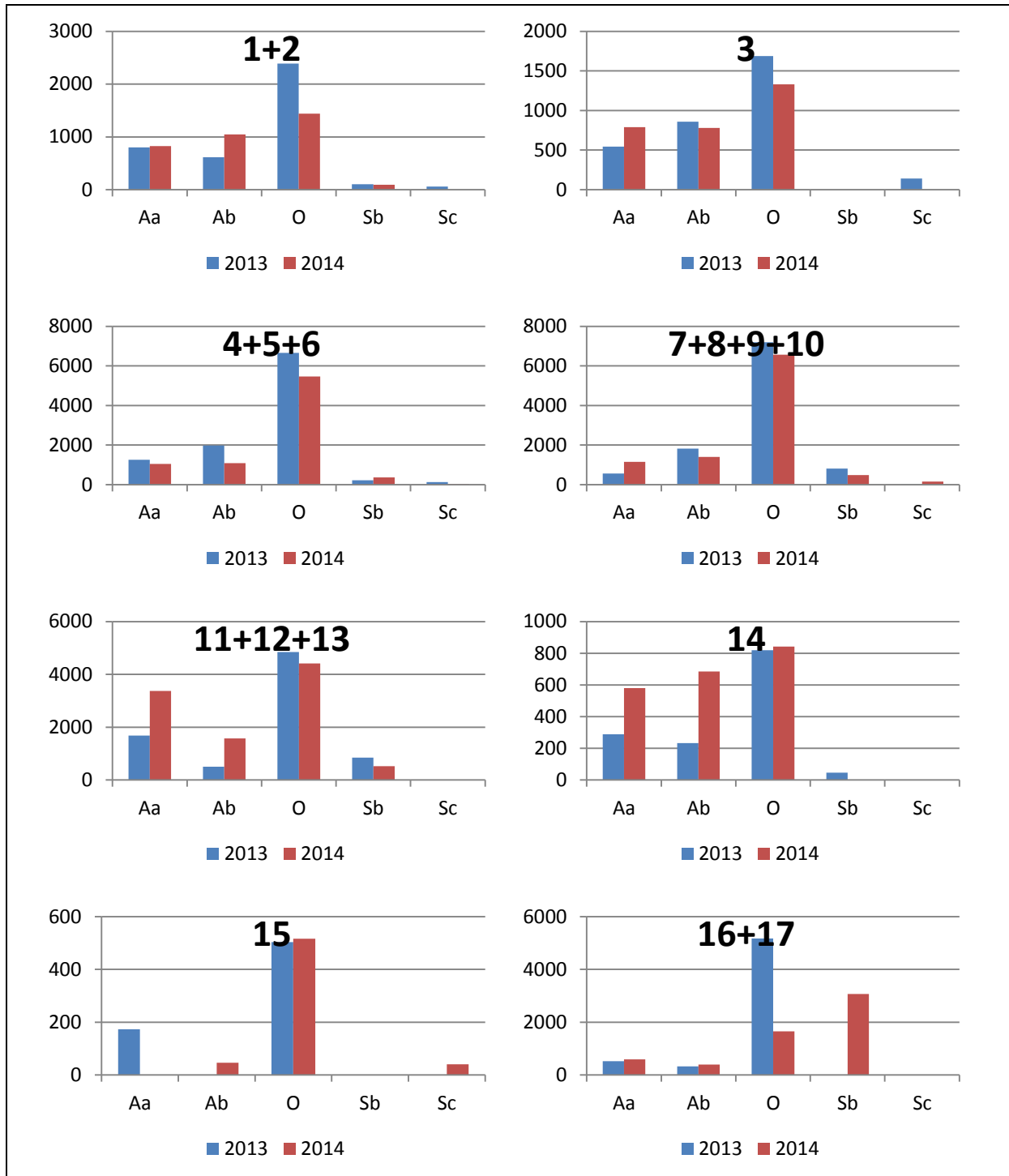
De overstuivingszone aan de noordoostzijde van de kuil heeft zich over een groot oppervlak uitgebreid. In plaats van een kleine zone met sterke overstuiving (A1) in 2013 is dit nu uitgebreid over een afstand van ±25m met sterke overstuiving maar deels zichtbare vegetatie (A1/2). De overstuiving aan de oostzijde van de zuidelijke helft van de kuil is ook verder uitgebreid. Afslag van de zeeleep heeft ervoor gezorgd dat een kaal stuk zand door menselijke invloeden bij de ingreep (OX) aan de zeezijde van de kuil is verdwenen. De overstuiving aan de westelijke zijde van de kuil is afgenomen.

0.11 ha kaal oppervlak door de ingreep. Aan de noordoostzijde bevindt zich een actieve A2 overstuivingszone over een afstand van 12m en een A2/3 overstuivingszone tot ±25m vanaf de stuifkuil. Ook aan de oostzijde ligt een A2/3 overstuivingszone van maximaal 15 m breed. Dit is vergelijkbaar met de dynamiekkartering.

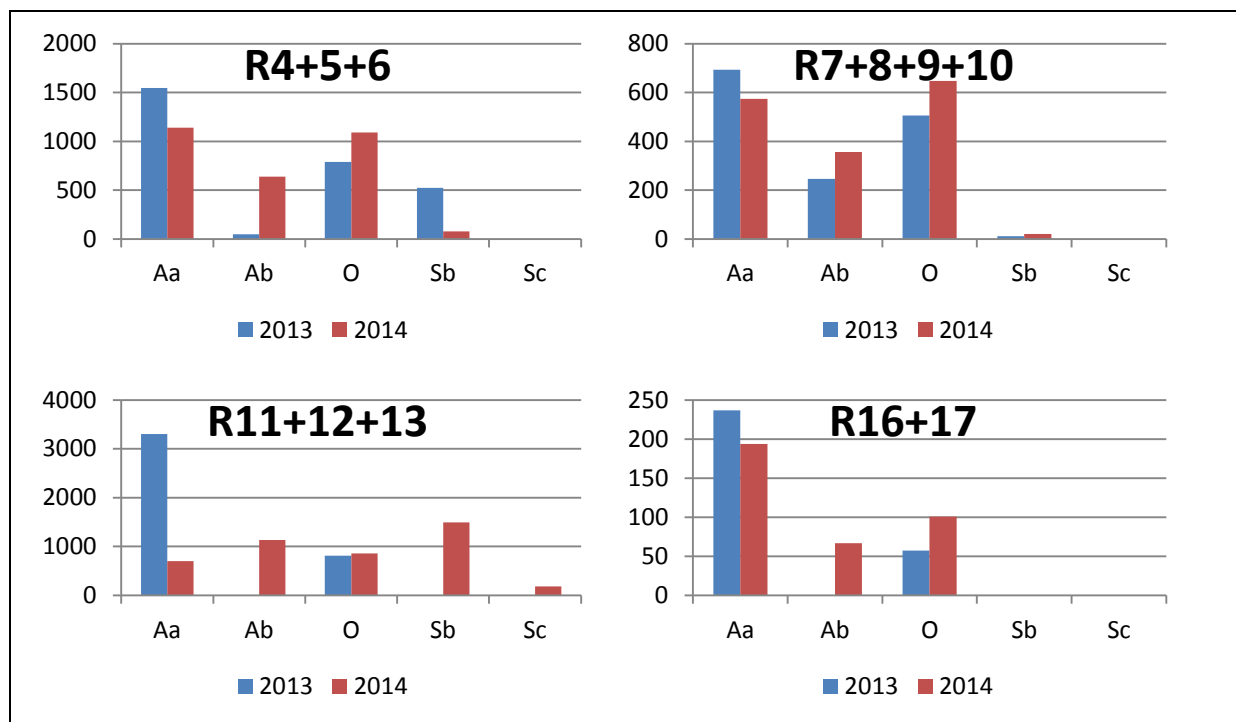


**profielen A01 t/m A04**

Bij alle profielen in kuil 1 is sprake van veel zandverlies aan de voet van de zeereep, waarschijnlijk door afslag. In de kuil wijzen de profielmetingen op lichte erosie van enkele centimeters met daarachter een lichte depositiezone. De hellingknik is wat uitgevlakt.



**Figuur 3.3. Staafdiagram met oppervlaktes van gegeneraliseerde dynamiek voor de ingreep.**



Figuur 3.4. Staafdiagram met oppervlaktes van gegeneraliseerde dynamiek voor de referenties.

### Kuil 2

In het afgelopen jaar is lichte overstuiving op gang gekomen. De kale strook die vorig jaar zichtbaar was als gevolg van de ingreep en het afvoeren van zand is nu vrijwel geheel gestabiliseerd.

0.04 ha kaal oppervlak door de ingreep. In het veld is rond deze kuil beperkte activiteit waargenomen. Langs de noordwestzijde van de kuil bevindt zich een smalle A2 overstuivingszone van 2.5 m terwijl de overstuiving in de dynamiekkartering van de luchtfoto's veel uitgebreider is.

### profielen A05 & A06

Ook hier is veel afslag opgetreden aan de voorkant van de zeereep. Over de rest van het profiel is vrijwel geen verandering zichtbaar.

### Kuil 3

De overstuivingszone heeft zich iets uitgebreid aan de oostzijde en met name in het verlengde van de 2 uitlopers in de kuil, maar het totale oppervlak is niet veel groter geworden. Aan de voorzijde van de zeereep is een stuk OX, kaal zand door de ingreep, verdwenen. De zeereep is hier flink aangetast door afslag wat doorloopt tot aan de voet van de kuil. De overstuiving aan de zuidwestzijde van de kuil is vrijwel geheel verdwenen.

0.14 ha kaal oppervlak door de ingreep. Stuifkuil met twee inhammen, waarvan de noordelijkste met een smalle A2 zone en een A2/3 zone tot ruim 20 m. Het zuidelijk deel heeft een zone met hoge activiteit, A1/2, van ongeveer 3.5 m. Gevolgd door een A2 zone tot 13 m van de stuifkuil en een A2/3 zone tot 20 m landinwaarts. Dit is in overeenstemming met de dynamiekkartering

### Profielen A07 t/m A0

Net als bij de voorgaande profielen is hier sprake van sterke afslag aan de voorzijde van de zeereep. In de kuil vindt erosie plaats met een maximale verdieping van ±30-40 cm. Op de top en aan de achterzijde van de zeereep vindt depositie plaats.

#### **Kuil 4**

De voorzijde van deze kuil is minder actief. Waar vorig jaar nog flinke overstuiving rond het meest westelijke deel van de kuil te zien was, is dit nu vrijwel geheel gestabiliseerd. In de kuil is zelfs beginnende stabilisatie zichtbaar. Aan de landwaartse zijde is de dynamiek toegenomen. De overstuivingszone loopt nu ongeveer 4-7 m door vanaf de kuil. Achter kuil 4 is in een kleine kuil struweel afgeplagd, hier omheen is echter geen activiteit zichtbaar. In 2014 is deze kuil al deels gestabiliseerd. Ook hier is de zeereep aangetast door afslag, en is een kunstmatig stuk OX verdwenen. De kuil loopt door tot in het klif.



*Figuur 3.5. Kuil 4 heeft door afslag een verbinding naar het strand (opname 14-10-2014).*

0.17 ha kaal oppervlak door de ingreep. Sterke activiteit (A1, A1/2) zowel aan de zuidkant als aan de noordoostzijde van deze kuil. Overstuiving echter over een beperkte zone van ongeveer 8 m. Achter deze stuifkuil ligt nog een kleine zone waar struweel is afgeplagd, hier is geen sprake van activiteit.

Vergelijkbaar met dynamiekkartering voor wat betreft zonering, intensiteit iets hoger dan in dynamiekkartering.

#### **profielen A10 t/m A12 & D01**

Wederom veel afslag aan de voorzijde van de zeereep. Aan de noordzijde van de stuifkuil is vrij weinig activiteit. In het midden en zuidelijke deel van de stuifkuil vindt veel erosie plaats aan de voorzijde van de zeereep. Dit leidt op sommige plekken tot een verlaging van bijna 1 meter. Depositie vindt plaats op de top van het duin waar het profiel vlak is.

#### **Kuil 5**

Rondom deze kuil is sprake van matige activiteit. De lichte overstuiving heeft zich wel uitgebreid tussen kuilen 4, 5 en 6. Ook hier is aan de zeezijde van de kuilen een deel van het kale zand verdwenen door afslag. Het overgebleven kale deel is deels gestabiliseerd.

0.18 ha kaal oppervlak door de ingreep. Matige activiteit langs de randen. In de dynamiekkartering strekt de overstuivingszone zich verder uit, en raakt de zones van kuil 4 ten noorden en kuil 6 ten zuiden.

#### **Profielen A13 t/m A 15 & D02**

Aan de voorzijde van de zeereep is sprake van flinke afslag. In de kuil vindt zowel erosie als depositie plaats. Aan de noordzijde vind alleen depositie plaats, zowel aan de zeezijde van de kuil als over de gehele lengte van het profiel door de kuil. Meer naar het zuiden vindt voornamelijk erosie plaats aan de voorkant van de kuil en depositie aan de achterkant. De maximale verdieping is hier  $\pm 0.5$ m.

#### **Kuil 6**

Veel minder actieve overstuiving rond deze kuil. Alleen aan de noordkant, tussen kuil 5 en 6 is sprake van enige uitbreiding. Het kale oppervlak aan de zeezijde als gevolg van de ingreep is deels weggeslagen en deels gestabiliseerd.

0.20 ha kaal oppervlak door de ingreep. Matige overstuiving rond de stuifkuil. Geen activiteit rond de afgeplagde helm. De overstuivingszones zijn vergelijkbaar met dynamiekkartering maar minder intens.

#### **Kuil 6 (A16 t/m A18 & D03)**

Ook bij deze kuil is sprake van flinke afslag aan de voorzijde van de zeereep. Weinig activiteit met uitzondering van de voorzijde van de kuil waar enige erosie plaatsvindt. Er is geen duidelijke depositiezone zichtbaar. Bij het dwarsprofiel D03 is sprake van forse depositie net onder de kuil aan de zeezijde. Is dit depositie door natuurlijke processen? Of is hier met zand geschoven?

#### **Referentie R4+5+6**

In 2014 is hier minder sterke overstuiving dan in 2013, wat vergelijkbaar is met de veranderingen in dynamiek bij de ingreep. De overstuivingszones zijn wel gelijk gebleven qua oppervlak.

#### **Kuil 7**

De activiteit is hier enigszins toegenomen. Aan de noordoostzijde van de kuil is een kleine overstuivingszone verder uitgebreid en deels actiever geworden. De open zone als gevolg van de ingreep is net als bij eerdere kuilen dichtgegroeid, maar ook deels weggeslagen door kustafslag.

0.18 ha kaal oppervlak door de ingreep. Zeer actieve overstuivingszone van 5-11 m aan de noordoost zijde van het kale vlak. Verder aan noord en zuidzijde nog een actieve overstuivingszone (A1/A2). Overstuivingszones vergelijkbaar met dynamiekkartering maar meer intens.

#### **Profielen A19, A20 & D04**

Aan de voet van de zeereep vindt flinke afslag plaats. De voorste helft van de kuil toont enige erosie. Depositie vindt plaats op het vlakkere achterste stuk van de kuil.



*Figuur 3.6. In kuil 7 is het oppervlak bedekt met heel veel wortels, een klein percentage van de kuil is echt kaal (opname 14-10-2014).*

#### ***Kuil 8 & kuil 9***

Bij deze kuilen is de activiteit flink toegenomen. Bij kuil 8 is in noordoostelijke richting een sterke overstuivingszone ontstaan. Daarnaast is de overstuiving toegenomen langs de verbindingzone tussen de twee kuilen. De kale delen aan de zeezijde zijn dichtgegroeid of verdwenen door afslag. Aan de noordzijde van kuil 8 is een OX zone met een door de ingreep beïnvloed kaal oppervlak. Deze is niet veranderd ten opzichte van 2013.



*Figuur 3.7. Kuil 8, loopt bijna door tot aan klif (opname 14-10-2014).*

Gecombineerde stuifkuilen verbonden door afplaggen van struweel, samen ruim 0.35 ha. Actieve overstuiving tot 15 m aan de noordoostzijde en zuidzijde van de stuifkuilen (A1/2). Een matige overstuivingszone van ongeveer 10 m breed lang het verbindingsdeel. Overstuivingszones minder uitgestrekt dan in dynamiekkartering en iets minder intens.

#### **Profielen A21 t/m A23 & D05 (kuil 8)**

Flinke afslag aan de voet van de zeereep. Aan de voorzijde van de stuifkuil vindt erosie plaats. Voornamelijk aan de noordzijde van de kuil vindt enige depositie plaats terwijl de rest van de bovenzijde redelijk stabiel is. Direct achter de stuifkuil aan de landwaartse zijde bevindt zich een actievere depositiezone.

#### **Profielen A24 t/m A26 & D06 (kuil 9)**

Wederom flinke afslag aan de voet van de zeereep. Verder voornamelijk erosie in de stuifkuil. De erosie is het sterkst aan de voorkant van de kuil onder de hellingknik. Direct achter de stuifkuil bevindt zich een kleine depositiezone.

#### **Kuil 10**

Deze kuil toont vrijwel geen activiteit. Alleen in de noordoosthoek is het kale oppervlak een klein stukje uitgebreid.

0.09 ha kaal oppervlak door de ingreep met een kleine actieve overstuivingszone (A1/2) aan de noordoostzijde van het vlak. Dit is vergelijkbaar met de waarnemingen in de dynamiekkartering van de luchtfoto's.

#### **Profielen A27 & A28**

Aan de voet van de zeereep is sprake van flinke afslag. In de stuifkuil is weinig activiteit. Het profiel toont afwisselende erosie en depositie van enkele centimeters. Verder bevindt zich een kleine depositiezone direct boven de steile helling aan de voorkant van de zeereep.

#### **Referentie R7+8+9+10**

De stuifkuilen lijken iets gegroeid. De kale oppervlakken lijken ook iets in onvang toegenomen. De totale beïnvloedingszone door de overstuiving is gelijk gebleven.

#### **Kuil 11 & 12**

Rond deze kuil is de activiteit sterk toegenomen. De overstuivingszone strekt zich nu 10-25 m verder uit in noordoostelijke richting dan in 2013. Aan de zeezijde van de kuilen zijn de kale oppervlakken van de ingreep gestabiliseerd en de overstuivingszone van 2013 niet meer herkenbaar.

#### **Kuil 11**

0.12 ha kaal oppervlak met een brede actieve overstuivingszone (A2) van ongeveer 25 m. Delen hiervan zijn sterk overstoven (A1/A1/2). De overstuivingszone in de dynamiekkartering is uitgestrekter en raakt ook kuil 12. Ook is de overstuiving in de veldkartering minder intens.

#### **Kuil 12**

Ruim 0.07 ha kaal oppervlak met sterke overstuiving. Een zone van 25 m sterke overstuiving (A1) aan de oostzijde van de kuil. Daaromheen nog een zone met sterke overstuiving (A1/2) tot 35 m bij de stuifkuil vandaan. De overstuivingszone is iets uitgestrekter en intenser dan in de dynamiekkartering. Hier raakt de overstuiving ook kuil 13.



***Figuur 3.8. Forse overstuiving langs de randen van kuil 11 (opname 14-10-2014).***



***Figuur 3.9 Forse erosie in kuil 12 (opname 14-10-2014).***

#### **Profielen A29 t/m A31 & D07 (kuil 11)**

Ook hier veel afslag aan de voet van de zeereep. Deze kuil is in tegenstelling tot kuil 10 flink actief. Aan de bovenzijde rond de hellingknik vindt flinke erosie plaats en wordt de knik uitgevlakt. Op sommige plekken is de kuil met ruim een meter verdiept. Achter de kuil flinke depositie.

#### **Profiel A32 (kuil 12)**

Flinke afslag aan de voorzijde van de zeereep. In vrijwel de hele kuil vindt erosie plaats. De stuifkuil is op in het midden tussen de 1 en 1.5m verdiept. Direct achter de stuifkuil bevindt zich een kleine zone met sterke depositie en ophoging van 0.5 m. Daarachter nog een uitgestrektere zone met lichte depositie.

#### **Kuil 13**

De sterke overstuiving als gevolg van oostenwind in 2013 aan de zeezijde van de kuil is niet meer herkenbaar. Aan de landwaartse zijde van de kuil is de overstuiving iets toegenomen. De lichte overstuiving in de richting van de noordelijker gelegen kuil is uitgebreid. De overstuivingszones van kuilen 11 t/m 13 zijn nu met elkaar verbonden.

0.25 ha kaal oppervlak door de ingreep. Aan de noord en zuidzijde van het vlak ligt een smalle actieve overstuivingszone (A1, A1/2) van 4-7 m. Vergelijkbaar met dynamiekkartering maar iets intenser, en lange tong met strooizone aan oostzijde ontbreekt in de veldopname.

#### **Profielen A33 t/m A35 & D08**

Afslag aan de voet van de zeereep. Flinke erosie in de stuifkuil. De kuil in het midden tot ±1m verdiept. Bij het noordelijkste profiel is een kleine storthelling zichtbaar. Achter de rest van de stuifkuil bevindt zich een lichte depositiezone.

#### **Referentie R11+12+13**

Deze kuilen lijken te stabiliseren. Ten opzichte van 2013 is dit gebied veel minder actief.

#### **Kuil 14**

De overstuivingszone in noordoostelijke richting is flink vergroot. De zone strekt zich nu tot 35m ten noordoosten van de kuil uit. Het kale oppervlak aan de zeezijde van de kuil is iets gestabiliseerd, maar nog steeds open.

0.07 ha kaal oppervlak met een overstuivingszone van 30 m aan de noordoostzijde van de kuil. Hiervan is de eerste 6 m sterk overstoven (A1, A1/2) en tot 16 m matig sterke overstuiving (A2). De veldkartering heeft een minder uitgestrekte en minder intense overstuivingszone dan de dynamiekkartering.

#### **Profielen A36 & A37**

Enige afslag aan de voet van de zeereep. Ophoging direct onder de stuifkuil. In de stuifkuil is een lichte verlaging als resultaat van het opnieuw opengraven van de kuil. Direct achter de stuifkuil bevindt zich een klein depositiezone.

#### **Kuil 15**

Geen activiteit zichtbaar, met uitzondering van een zeer kleine overstuivingszone aan de noordwestzijde van de kuil.

0.05 ha kaal oppervlak door de ingreep. Hier is vrijwel geen sprake van activiteit. Geringe overstuiving van 2 m aan de noordoost zijde van het vlak. Dit is vergelijkbaar met de dynamiekkartering.



### **Profielen A38 & A39**

Sterke afslag aan de voet van de zeereep. Een flinke depositiezone direct onder de stuifkuil als gevolg van het opengraven van de kuilen en het daarna ontstane depot aan de zeezijde van de kuil, met ophoging tot  $\pm 0.8\text{m}$ . In de stuifkuil is vrij weinig verandering. Over de gehele lengte heeft enige erosie plaatsgevonden van enkele centimeters,

### **Kuil 16**

Toename in overstuiving aan de noordzijde van de kuil. Het kale oppervlak aan de zeezijde wat was ontstaan tijdens de ingreep is nu weer deels begroeid. Ook de kuil is inmiddels deels gestabiliseerd.

0.20 ha kaal oppervlak met net als kuil 15 vrijwel geen activiteit. Geringe overstuiving aan de noordzijde tot 13 m en matige overstuiving van ongeveer 3 m aan de zuidzijde. De overstuivingszone is minder uitgestrekt dan in de dynamiekkartering, wel is er een vergelijkbare intensiteit waargenomen.

### **Profielen A40, A41 & D09**

Ook hier enige afslag aan de voet van de zeereep. Lichte verlaging in de stuifkuil en flinke verhoging onder de kuil aan de zeezijde als gevolg van het opnieuw uitgraven van de kuil. In het midden vlak voor de hellingknik vindt verlaging plaats. Dit kan het gevolg zijn van de ingreep.

### **Referentie R16+17**

Direct achter kuil 16 in zuidoostelijk richting, bevindt zich een kleine stuifkuil. Deze is sinds 2013 iets toegenomen in activiteit.

### **Kuil 17**

De meest zuidelijke kuil is inmiddels aan het stabiliseren. Achter de kuil is nog een overstuivingszone zichtbaar, maar deze is minder actief dan in 2013.



**Figuur 3.10. Kuil 17 is opnieuw uitgegraven (opname 14-10-2014).**

Ruim 0.15 ha kaal oppervlak. Net als bij de voorgaande kuilen is hier vrijwel geen sprake van activiteit. Aan de noordoostzijde van het vlak bevindt zich een geringe overstuivingszone (A2/3). Vergeleken met de dynamiekkartering is de veldkartering minder intens en uitgestrekt.

### **Profielen A42 & D10**

Afslag aan de voet van de zeereep. Vrijwel geen verandering in het profiel. Ook hier is de kuil weer opengemaakt en heeft het verwijderde zand voor enige ophoging gezorgd direct onder de kuil aan de zeezijde.

## **3.6 Hoogtemetingen laseraltimetrie**

Met de DTM's van 2008 (AHN2) en 2012 (geïnterpoleerd RWS) is een verschilkaart gemaakt. Deze is opgenomen in Bijlage 1. 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 1. 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.

Ook voor 2013 en 2014 is een verschilkaart gemaakt met de Rijkswaterstaatdata. Deze is ook opgenomen in Bijlage 1. Op deze kaart zijn de ingrepen duidelijk zichtbaar. Opvallend is een brede strook erosie aan de voorzijde van de zeereep. Hier heeft flinke afslag plaats gevonden in de periode tussen 2013 en 2014. De afslag raakt in een aantal gevallen de ingrepen (in detailkaarten 1, kuil 1, detailkaart 2, kuilen 3 en 4 en detailkaart 3, kuil 8) en is in het noorden sterker dan in het zuiden. Dit is ook zichtbaar in de profielmetingen. Overstuiving vanaf het strand over de zeereep lijkt alleen in de zuidelijke helft van Noordvoort plaats te vinden. Terwijl de hoogte hier toeneemt, blijft de noordelijke helft vrij stabiel.

Doordat de ingrepen in de periode van deze verschilkaart zijn uitgevoerd kan de verandering in de kuilen door erosie en depositie nog niet bepaald worden. Wel is te zien dat rondom sommige kuilen een oranje/rode zone zichtbaar is, die waarschijnlijk is gerelateerd aan hoogteverandering door depositie. Dit is het duidelijkst rondom kuil 11 t/m 13 in deelgebied 4, maar ook zichtbaar bij kuil 7 t/m 10 in deelgebied 3. De flinke verhogingen aan de zeezijde van sommige kuilen (voornamelijk kuil 1 & 15 t/m 17) is zeer waarschijnlijk het resultaat van de ingrepen. De voorzijde van de zeereep is hier gebruikt als een soort depot voor het zand afkomstig van de ingreep.

## **3.7 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 (zie Arens & Neijmeijer, 2013). De bedekkingskaart is opgenomen in Bijlage 1. In de zomer van 2014 is bij de meeste kuilen opnieuw ingegrepen. De minst actieve kuilen 14 t/m 17 zijn op 30 september 2014 opnieuw uitgegraven. Het uitgegraven zand is aan de zeezijde in een groot depot terecht gekomen. Bij kuilen 1 t/m 10 is in juli met behulp van paarden geploegd, en met vrijwilligers wortels en helm getrokken op andere tijdstippen. Bij de meest actieve kuilen 11 t/m 13 is niets gedaan.

Na de nieuwe ingrepen is in oktober opnieuw een kartering van de bedekking gemaakt. De meest actieve kuilen 11 t/m 13 zijn, met uitzondering van wat Helm en in de meest zuidelijke kuil wat dauwbraam, nog steeds open. De opnieuw uitgegraven kuilen 14 t/m 17 zijn op het moment van de kartering pas opengemaakt, dus hier is op wat losse Helm na niks te vinden. In alle andere kuilen worden veel uitgestoven wortels gevonden, met name in de meest zeewaartse helft van de kuil. Verder naar achter groeien de kuilen verder dicht met helm en dauwbraam.



## 4 BEHANDELING MONITORINGS- EN EVALUATIEVRAGEN

Ieder jaar zullen onderstaande vragen zo veel mogelijk worden beantwoord. 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?***

De verschilkaart geeft op het moment nog de ingrepen zelf weer en kan daardoor niet gebruikt worden voor de analyse van veranderingen in het reliëf. Rondom een groot deel van de kuilen is echter wel een rand met depositie te zien. Ook de dynamiekkartering geeft aan dat er depositie van zand plaatsvindt. Dit zou erop wijzen dat een deel van de stuifkuilen verder erodeert.

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

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

Het oppervlak van de stuifkuilen neemt nog niet toe en heeft eerder de neiging om dicht te groeien met dauwbraam, wortels en helm.

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

De geheel begraven vegetatie is iets afgenomen ten opzichte van 2013. Daartegenover staat wel dat het totale oppervlak van de overstuivingszones is toegenomen. Veel van de overstuiving heeft zich uitgebreid in noordoostelijke richting. Veel van de overstuiving is nog steeds sterk, maar vegetatie is nu zichtbaar.

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

De mate van doorstuiving kan met de huidige vorm van monitoring niet worden bepaald. Dit zou gemeten moeten worden met behulp van zandvangsters.

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

Na een jaar was een groot deel van de ingrepen al flink bedekt met dauwbraam, wortels en helm. Door het nabeheer in zomer 2014 kunnen er nog geen uitspraken worden gedaan over deze verhouding voor de iets langere termijn.

***M2, leerdoel***

***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?***

De ingrepen waar enkel Helm is afgeplagd tonen een lage dynamiek, terwijl de combinatie van afplaggen en het aanzetten van een stuifkuil een veel grotere dynamiek oplevert. Dit zou kunnen samenhangen met de afgraafdiepte. Afplaggen is een oppervlakkige ingreep waar wortels snel weer kunnen uitgroeien tot nieuwe planten. Bij het graven van een stuifkuil zijn mogelijk meer van de wortels verwijderd, waardoor dynamiek een betere kans krijgt.

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

Na één zomerseizoen bleek al dat nabeheer noodzakelijk was. De meest dichtgegroeide kuilen waren de 3 meest zuidelijke kuilen. In deze kuilen was alleen helm afgeplagd, waarbij veel oppervlakkiger vegetatie wordt verwijderd. De 3 meest actieve kuilen lagen direct ten noorden van de minst actieve kuilen. Bij deze kuilen is een combinatie van afplaggen in combinatie met een aanzet tot een stuifkuil uitgevoerd. Bij deze intensieve

ingreep waarbij dieper wordt gegraven zijn vermoedelijk meer wortels verwijderd, waardoor hier na een jaar geen nabeheer nodig bleek.

Ook verder naar het noorden lijken de kuilen waarbij de combinatie van afplaggen en een aanzet tot stuifkuil zijn toegepast actiever, maar hier is alsnog geploegd.

**M2.4: welke ingreep is het meest succesvol?**

De combinatie van afplaggen en het aanzetten tot een stuifkuil lijkt het meest succesvol. Door het graven wordt een grotere diepte bereikt, waarbij zeer waarschijnlijk meer wortels worden verwijderd. Hierdoor kan vegetatie minder snel terug groeien.

**Evaluatievragen geomorfologie:**

**E1.1: Is de landschappelijke variatie toegenomen?**

De landschappelijke variatie is toegenomen door afwisseling in sterk en minder sterk overstoven oppervlakken rondom de kuilen en doordat de kuilen zelf het eenvormige reliëf doorbreken.

**E1.2: Is de variatie in reliëf toegenomen?**

De variatie in reliëf is door aanleg van de stuifkuilen toegenomen.

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

De dynamiek in de zeereep is toegenomen.

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

Na de eerste ingreep bleek al snel dat een deel van de ingrepen niet voldoende waren om terug groeiende vegetatie weg te houden. Na de 2<sup>e</sup> ingreep en het nabeheer van de zomer 2014 is het afwachten of de dynamiek deze keer overheersend is.

**E1.5: Is het aantal actieve stuifkuilen toegenomen?**

Het aantal actieve stuifkuilen is niet toegenomen.

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

Daarover is op dit moment nog geen uitspraak te doen.

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

Ten opzichte van vorig jaar is het oppervlak met matige tot sterke overstuiving toegenomen. Tegelijkertijd is dit oppervlak bij de referentieuilen afgenomen.

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

De mate van doorstuiving kan met de huidige vorm van monitoring niet worden bepaald. Dit zou gemeten moeten worden met behulp van zandvangsters.

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

Hiervan lijkt in 2014 nog geen sprake te zijn. Wel is er door afslag aan de noordkant hier en daar een verbinding tussen de aangelegde stuifkuilen en het strand ontstaan (via een afslagklif).

**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?**

## 5 NABEHEER

Aanvankelijk was het de bedoeling het nabeheer met behulp van vrijwilligers uit te voeren. Al snel bleek dit onhaalbaar en bleek ook extra intensief en machinaal nabeheer nodig om de boel op gang te krijgen. In 2014 zijn daarom verschillende nieuwe ingrepen uitgevoerd. Kuilen 11 t/m 13 zijn alleen door beheervrijwilligers behandeld op 7 mei en 17 en 22 september 2014. Kuilen 14 t/m 17 zijn op 30 september 2014 opnieuw uitgegraven, waarbij het afgegraven zand in een depot aan de zeezijde van de kuilen is gestort. Kuilen 1 t/m 10 zijn in juli 2014 met behulp van paarden geploegd, om het oppervlak los te maken en wortels te verwijderen en daarna uitgeharkt door beheervrijwilligers. Figuur 5.1 geeft een illustratie van dit proces. Deze werkzaamheden hebben plaatsgevonden op 30 juli, 06 augustus, 11 augustus en 10 september 2014.



*Figuur 5.1. Nabeheer met paard en ploeg. Foto Maaïke Veer.*

Na de winter van 2014 lijkt dit nabeheer zijn vruchten afgeworpen te hebben. De dynamiek is aanmerkelijk toegenomen. Dit zal besproken worden in de volgende rapportage, met de ontwikkelingen van 2014-2015.





## 6 Conclusies en aanbevelingen

Het oppervlak met verstuiving rondom de kuilen is verder tegenomen ten opzichte van 2013. De overstuiving hebben zich voornamelijk in noordoostelijke richting uitgebreid. De mate van overstuiving lijkt iets minder sterk dan in 2013. Op veel plaatsen is nu vegetatie zichtbaar door de sterke overstuiving.

Na het eerste zomerseizoen bleek dat een groot deel van het kaal gemaakte oppervlak bedekt was met begroeiing en uitgestoven wortels. In de zomer van 2014 is nabeheer uitgevoerd waarbij een deel van de kuilen (14 t/m 17) opnieuw uitgegraven is, een ander deel (1 t/m 10) is bewerkt met een ploeg. Drie van de kuilen (11 t/m 13) bleken nog voldoende actief. De effecten van dit nabeheer kunnen nog niet beoordeeld worden in dit rapport, maar recente waarnemingen zijn hoopvol.

Een vergelijking van de actieve en minder actieve kuilen met het type ingrepen lijkt erop te wijzen dat het afplaggen van helm de minste activiteit oplevert. De combinatie van afplaggen en het aanzetten tot een stuifkuil lijkt daarentegen een goede combinatie. De grotere afgraafdiepte draagt waarschijnlijk bij aan het verwijderen van meer wortels, waardoor vegetatie een kleinere kans tot terug groeien krijgt.

Er moeten criteria worden vastgesteld om de mate van succes te kunnen bepalen. Mogelijke criteria zijn differentiatie in het reliëf, mate van activiteit van processen, of percentage van het landschap wat beïnvloed wordt door dynamische processen.

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

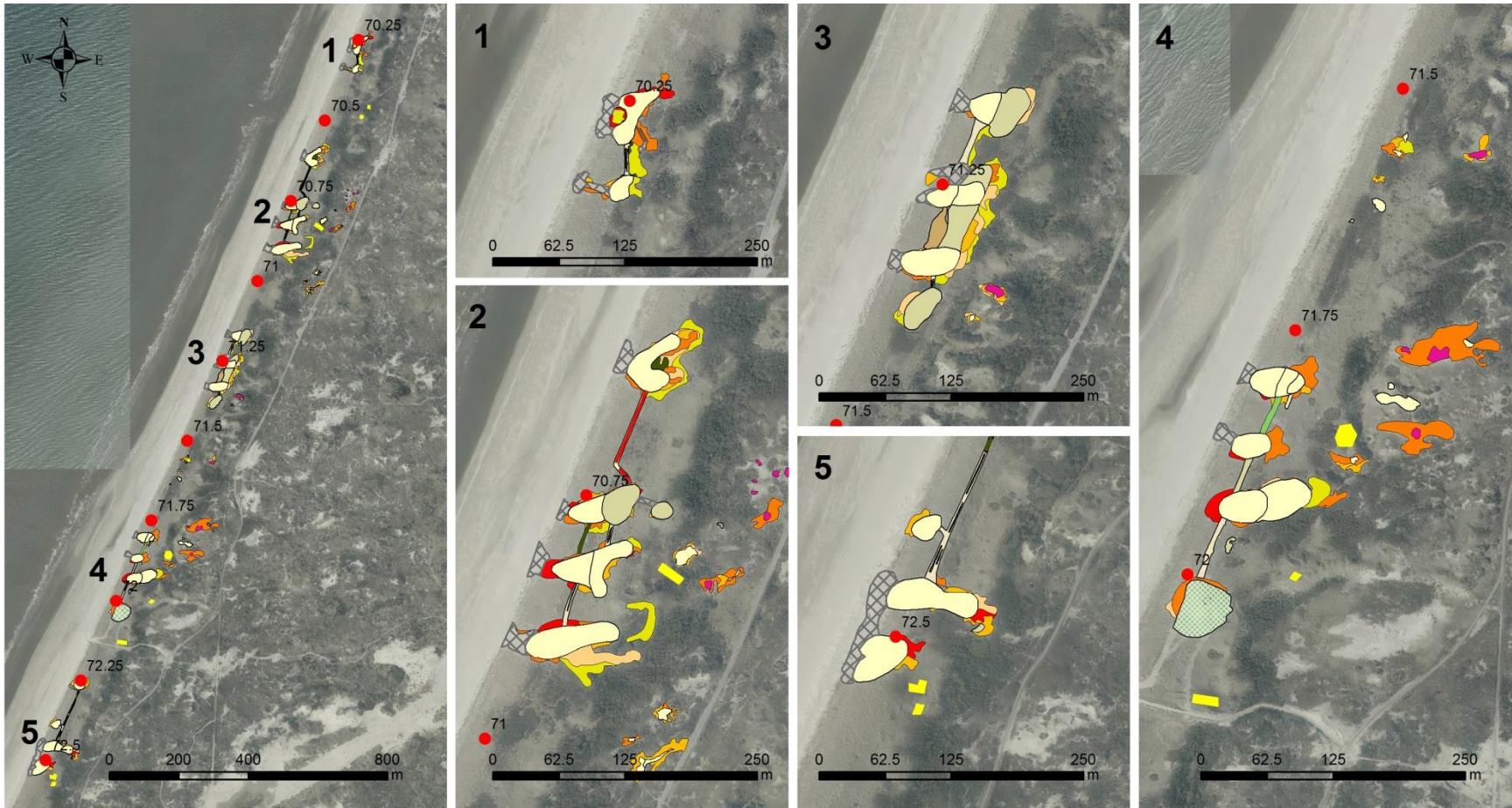


## 7 Referenties

- 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, 2013a. Inventarisatie toestand verstuvingsingrepen Noordvoort ten behoeve van nabehoor. Verslag veldbezoek Noordvoort 13 september 2013. Notitie Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.
- Arens, S.M. & T. Neijmeijer, 2013b. Project Noordvoort, Monitoringsplan geomorfologie. Rapport Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP 2013.06 in opdracht van Waternet.
- 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.





















## BIJLAGE 1. KAARTEN



**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  
Kartering dynamiek 2014**

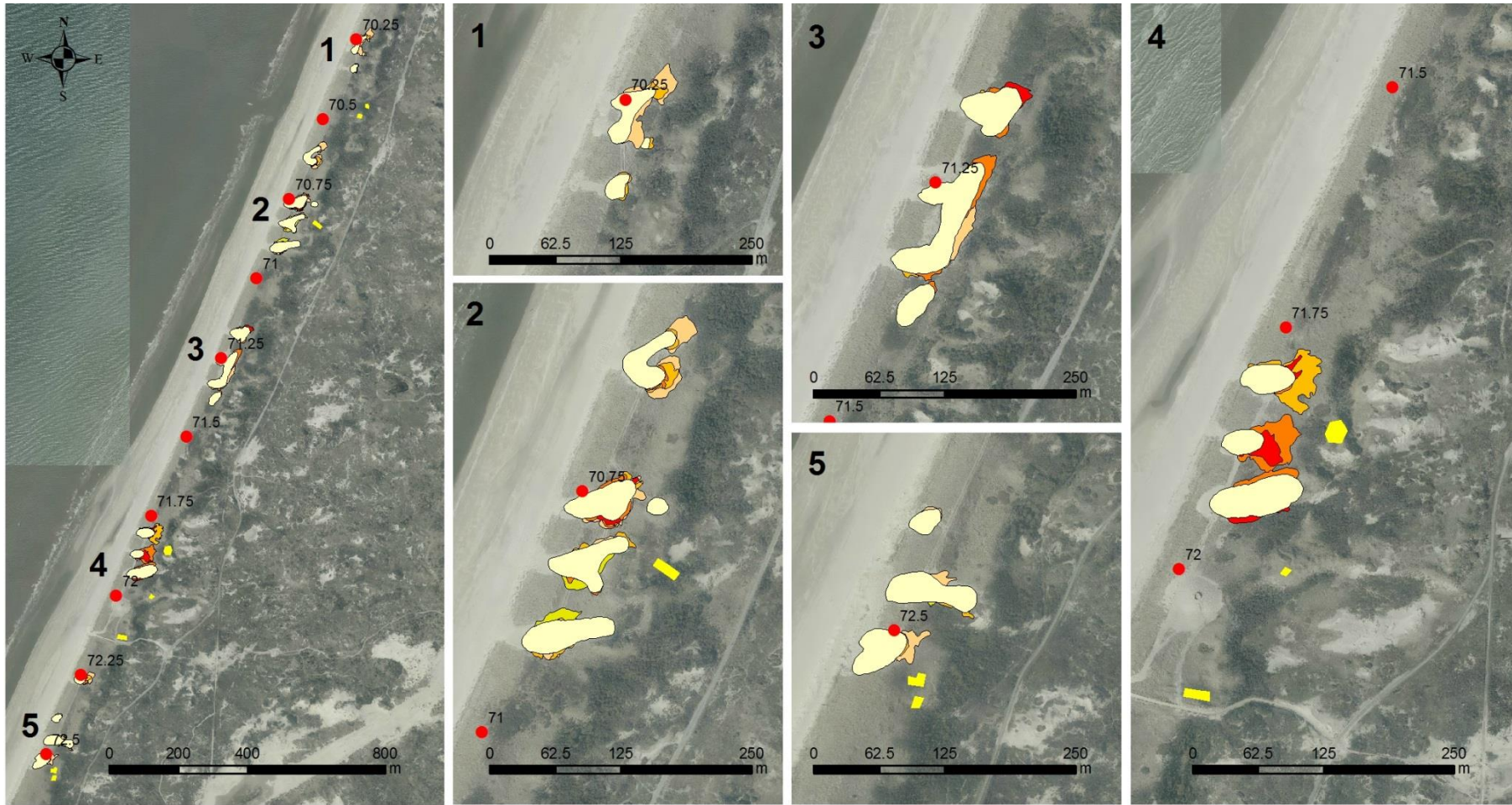
**Legenda**

- |  |                  |  |      |  |      |  |    |  |    |  |     |  |     |  |      |  |    |
|--|------------------|--|------|--|------|--|----|--|----|--|-----|--|-----|--|------|--|----|
|  | 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: 10 maart 2015  
 Projectleiding: Maaïke Veer  
 Kartering: Bas Arens & Tessa Neijmeijer

**waternet**





**Project Noordvoort - monitoring ontwikkeling geomorfologie  
Kartering overstuivingszones 2014**

**Legenda**

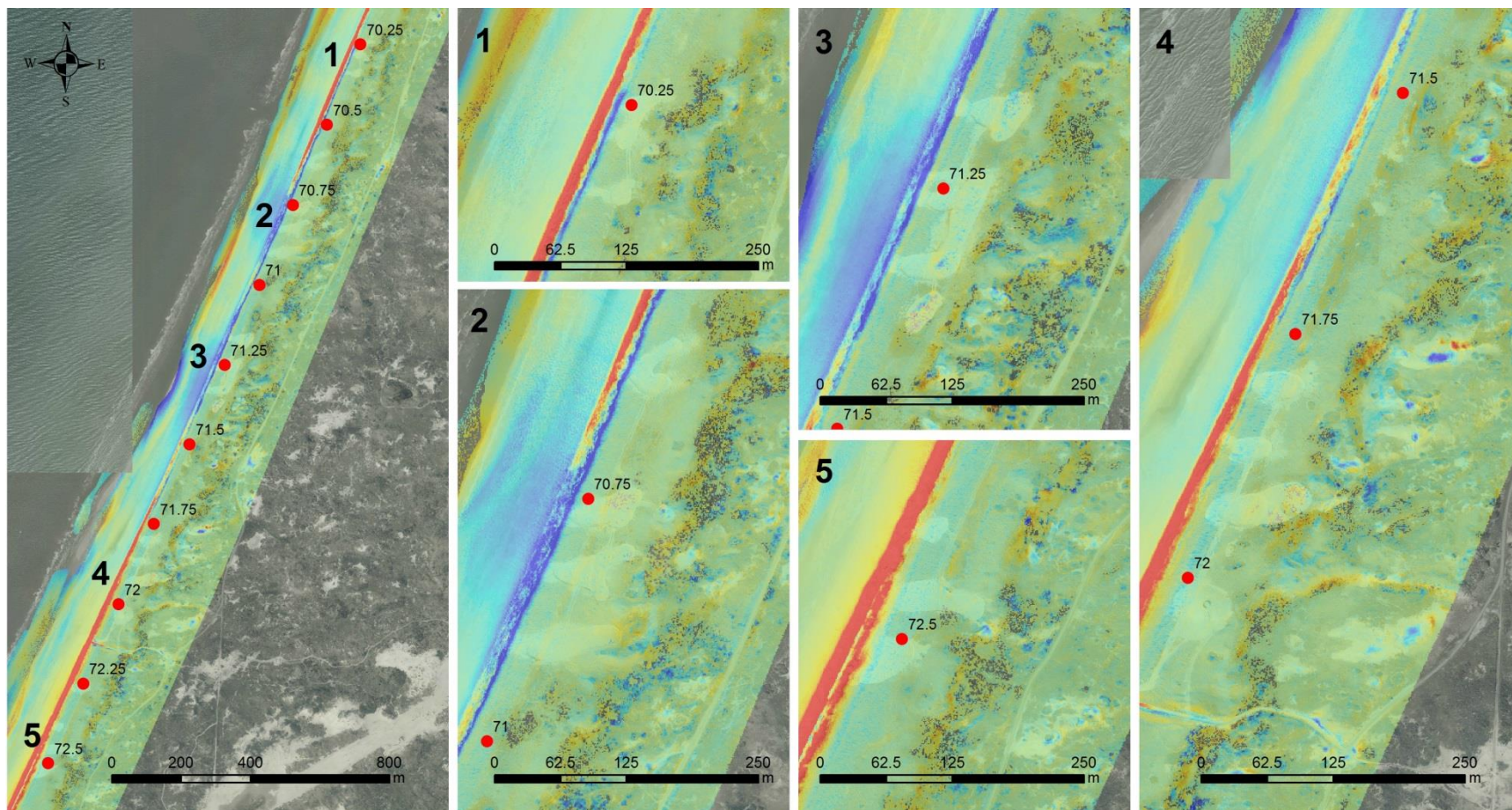


Opdrachtgever: Waternet  
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en  
 Duinonderzoek  
 Status: Definitief  
 Datum: 16 mei 2014  
 Projectleiding: Maaike Veer  
 Kartering: Bas Arens & Tessa Neijmeijer

**waternet**







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

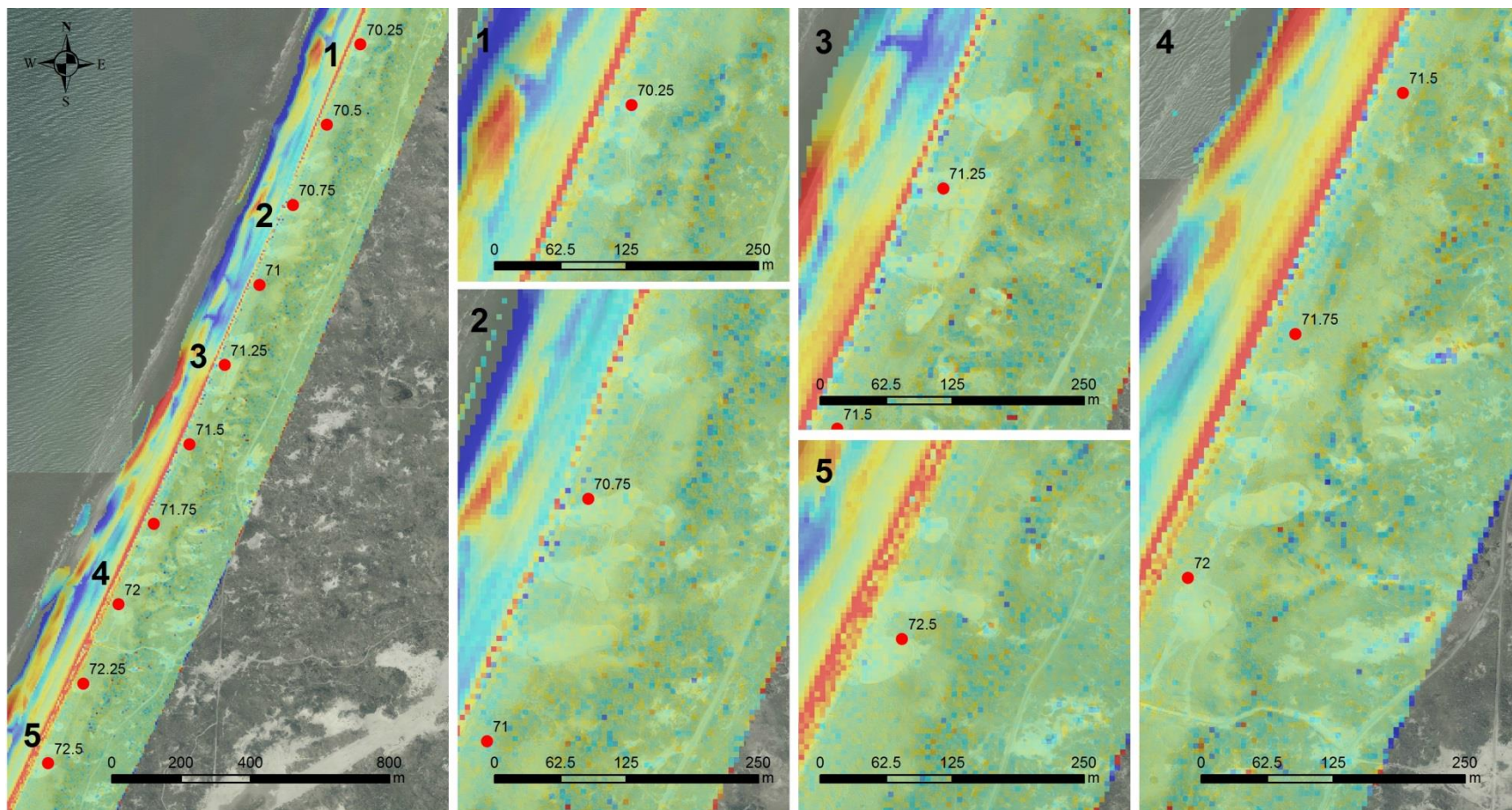
**Legenda**

- 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

**water**net





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

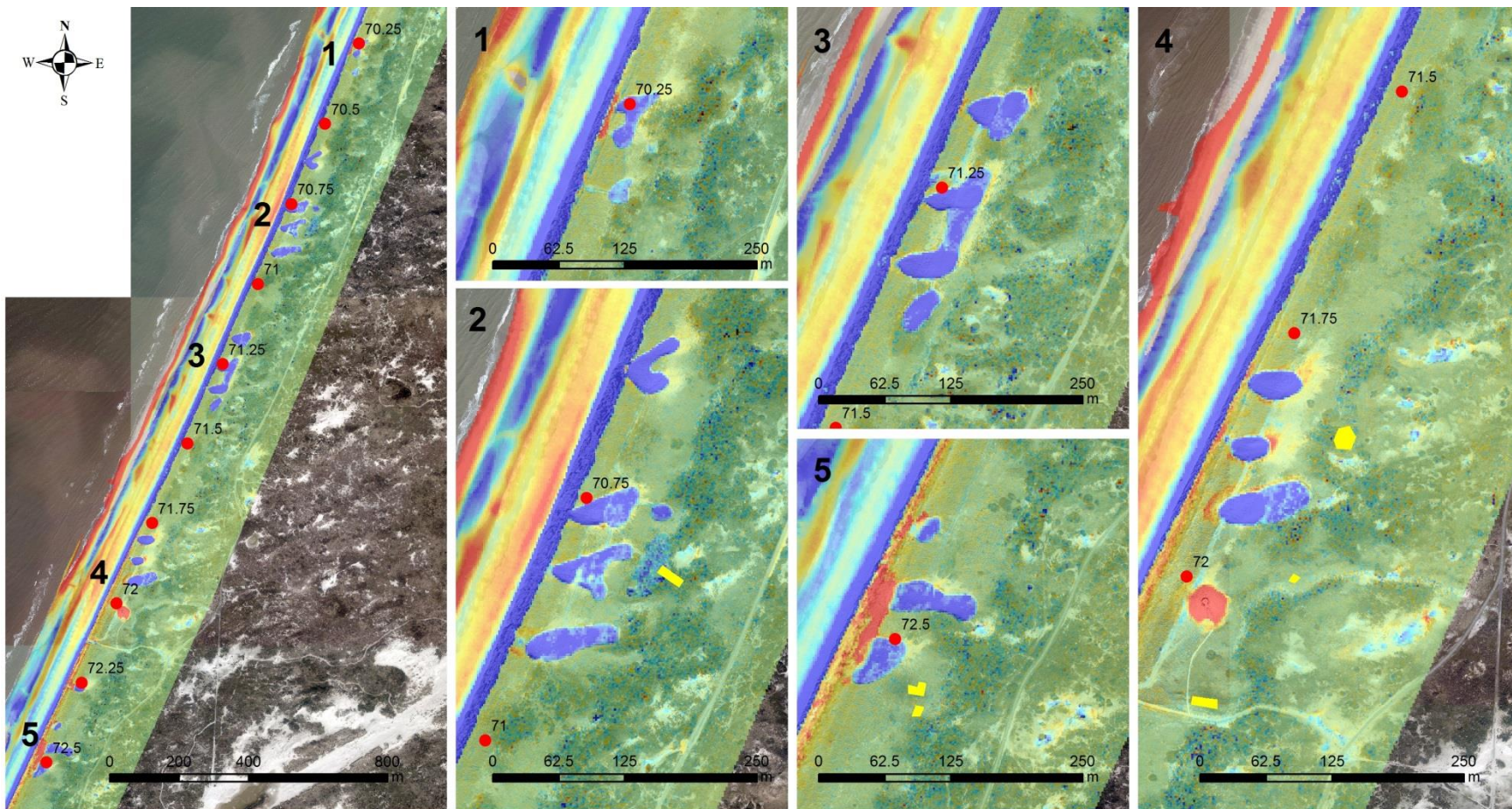
**Legenda**

- 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  
Hoogteveranderingen 2013-2014**

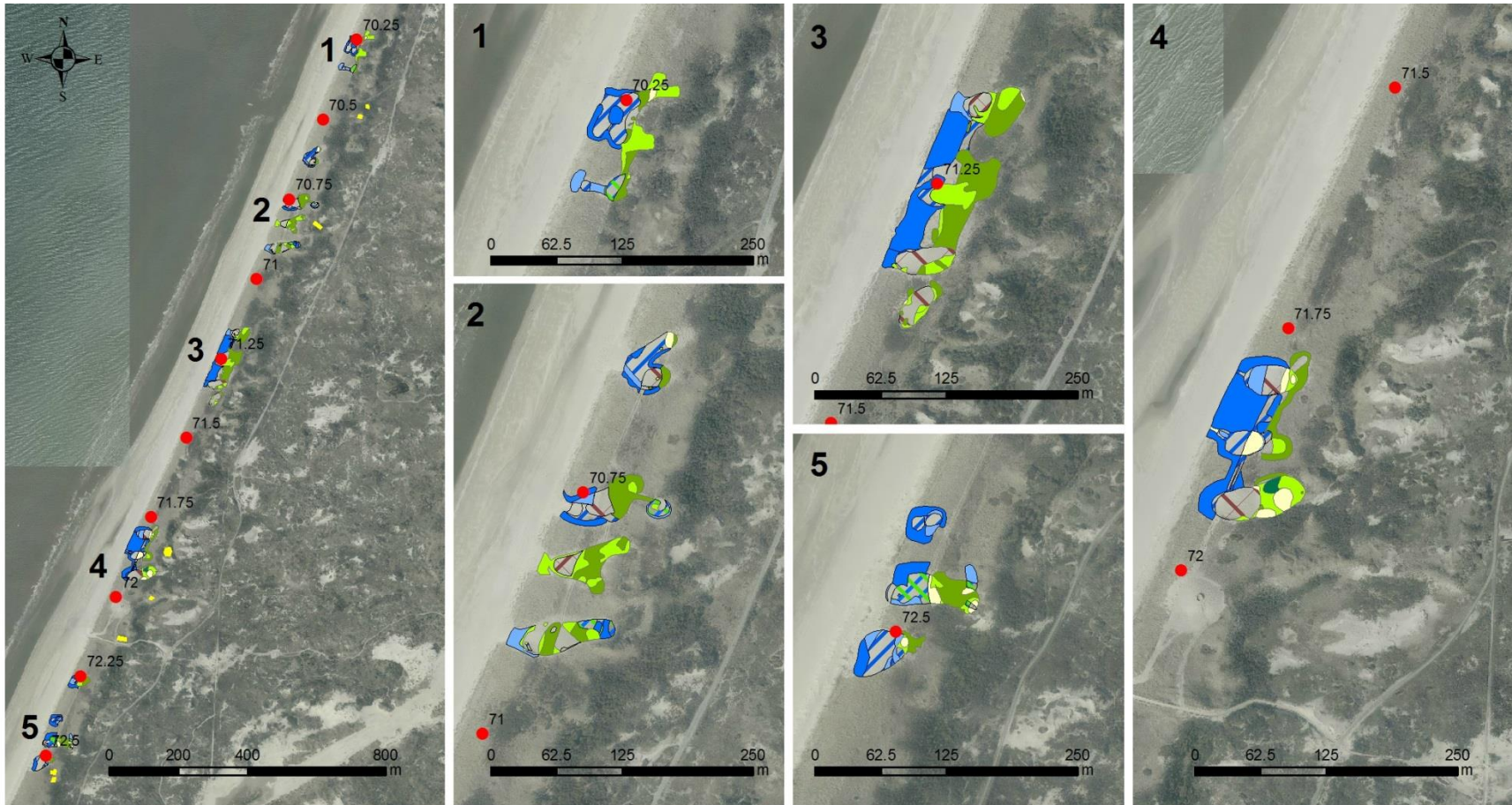
**Legenda**

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

Opdrachtgever: Waternet  
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en  
 Duinonderzoek  
 Status: Definitief  
 Datum: 10 maart 2015  
 Projectleiding: Maaïke Veer  
 Kartering: Bas Arens & Tessa Neijmeijer

**waternet**





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

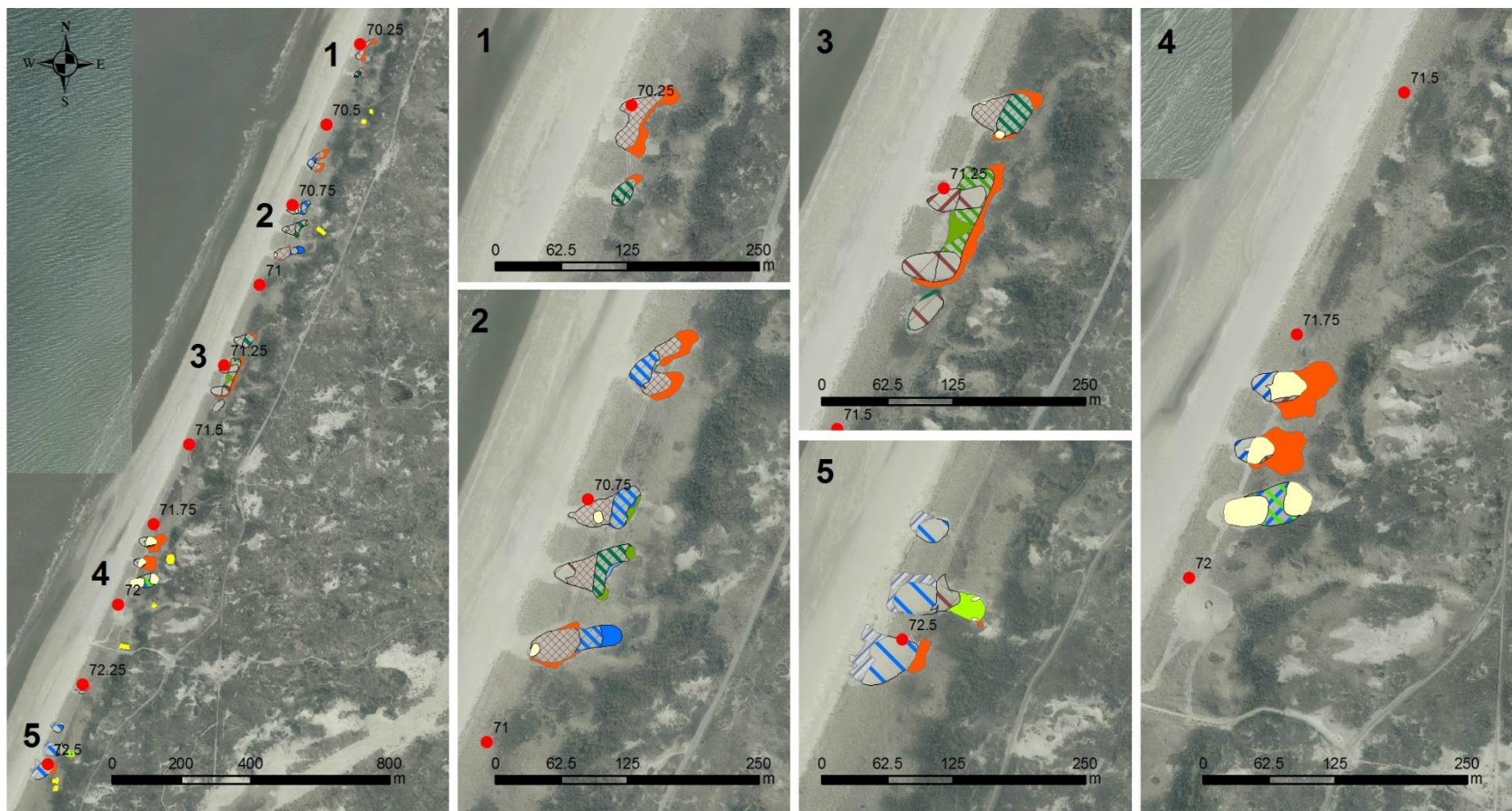
**Legenda**

● Rijkstrandpalen	■ kaal	▨ dichte wortels	▨ dichte wortels + ov	▨ helm dauwbraam 15%	■ matige dauwbraam
<b>classificatie</b>	▨ lichte wortels	▨ dichte wortels + h	▨ helmwortels 5%	■ matige helm	■ dichte dauwbraam
▨ depot	▨ matige wortels	▨ dichte wortels + dd	▨ helmwortels 5-10%	■ dichte helm	■ dicht begroeid ov
				■ overstuiving	

Opdrachtgever: Waternet  
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en Duinonderzoek  
 Status: Definitief  
 Datum: 14 oktober 2014  
 Projectleiding: Maaïke Veer  
 Kartering: Bas Arens & Tessa Neijmeijer

**water**net





## Project Noordvoort - monitoring ontwikkeling geomorfologie Kartering bedekking 2014

### Legenda

● Rijkstrandpalen	■ kaal	▨ dichte wortels + h	▨ helmwortels 5-10%	■ matige dauwbraam
■ bunkers	▨ lichte wortels	▨ dichte wortels + dd	▨ helm dauwbraam 15%	■ dichte dauwbraam
<b>classificatie</b>	▨ matige wortels	▨ dichte wortels + ov	▨ matige helm	■ dicht begroeid ov
▨ depot	▨ dichte wortels	▨ helmwortels 5%	■ dichte helm	■ overstuiving

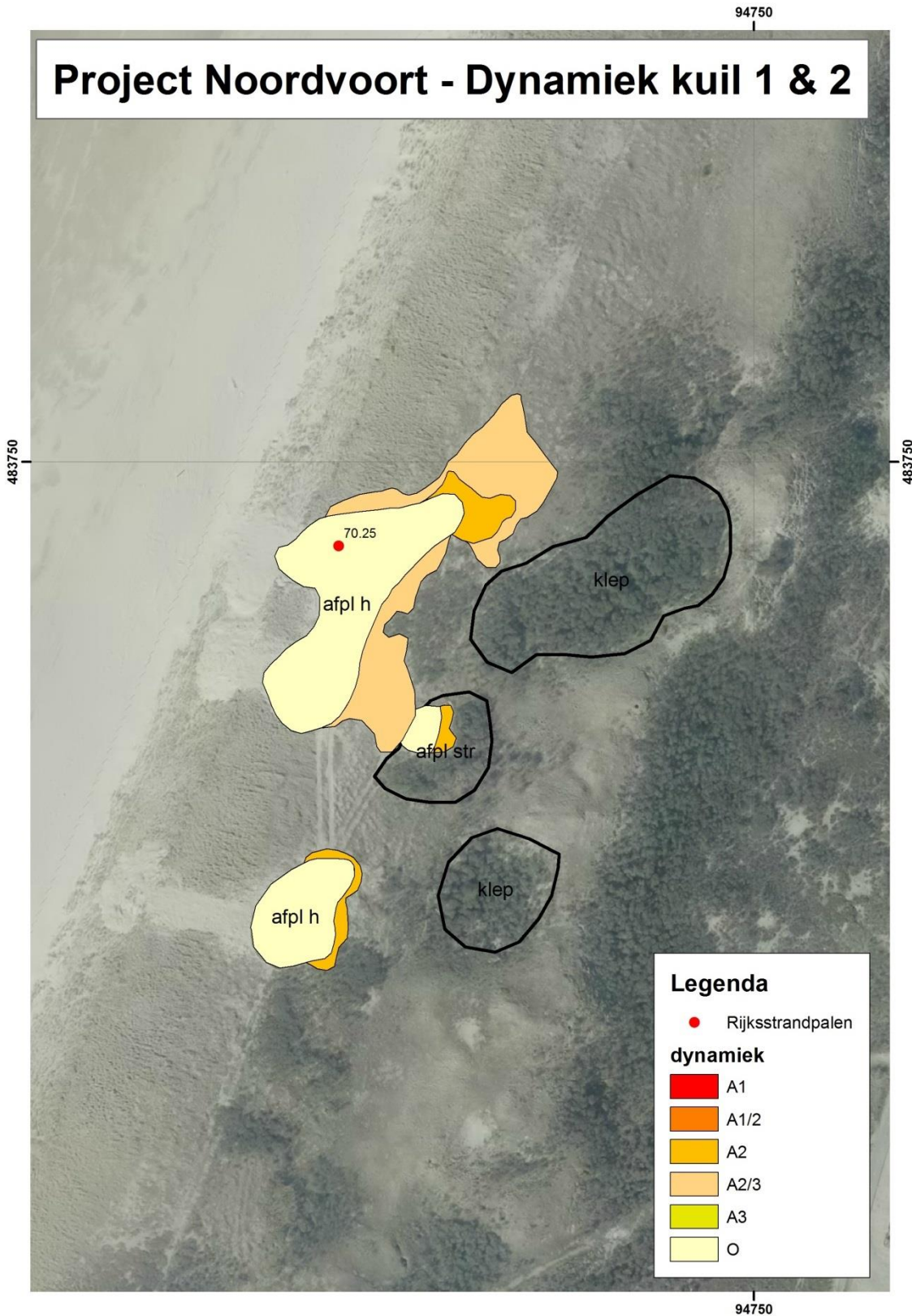
Opdrachtgever: Waternet  
 Uitvoering: Bureau voor Strand- en  
 Duinonderzoek  
 Status: Definitief  
 Datum: 14 oktober 2014  
 Projectleiding: Maaike Veer  
 Kartering: Bas Arens & Tessa Neijmeijer

waternet



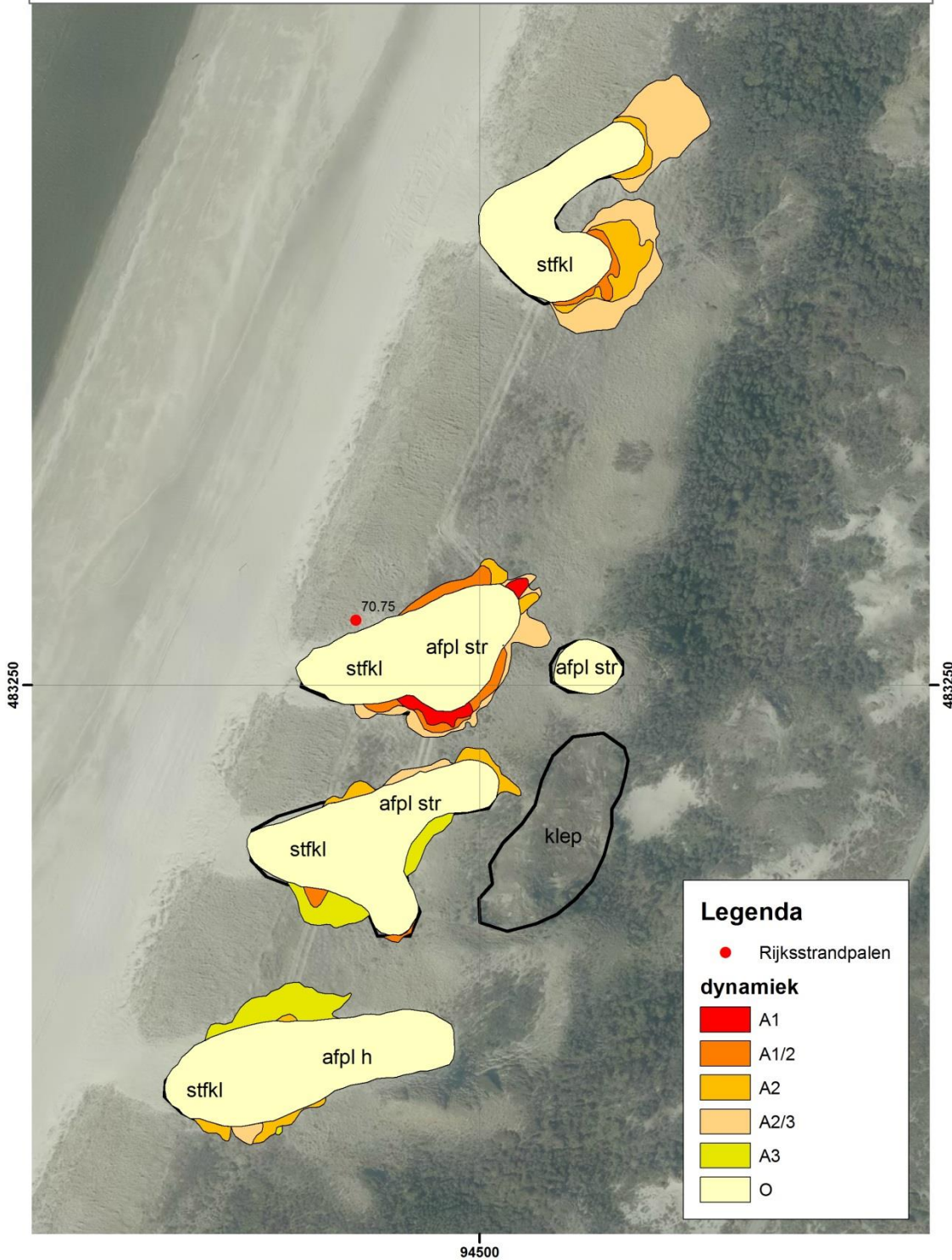


BIJLAGE 2. VELDKARTERINGEN OVERSTUIVING



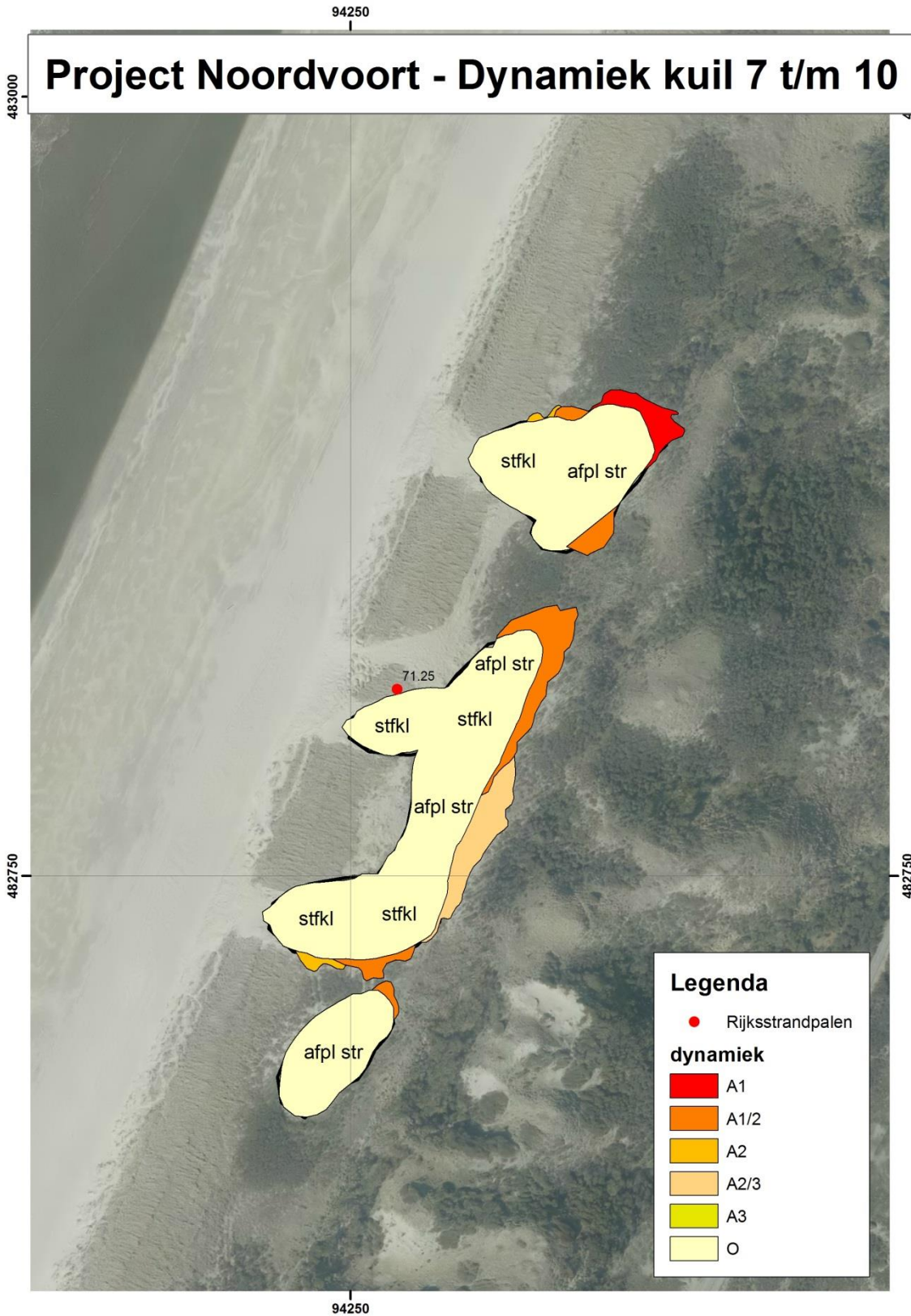
94500

# Project Noordvoort - Dynamiek kuil 3 t/m 6



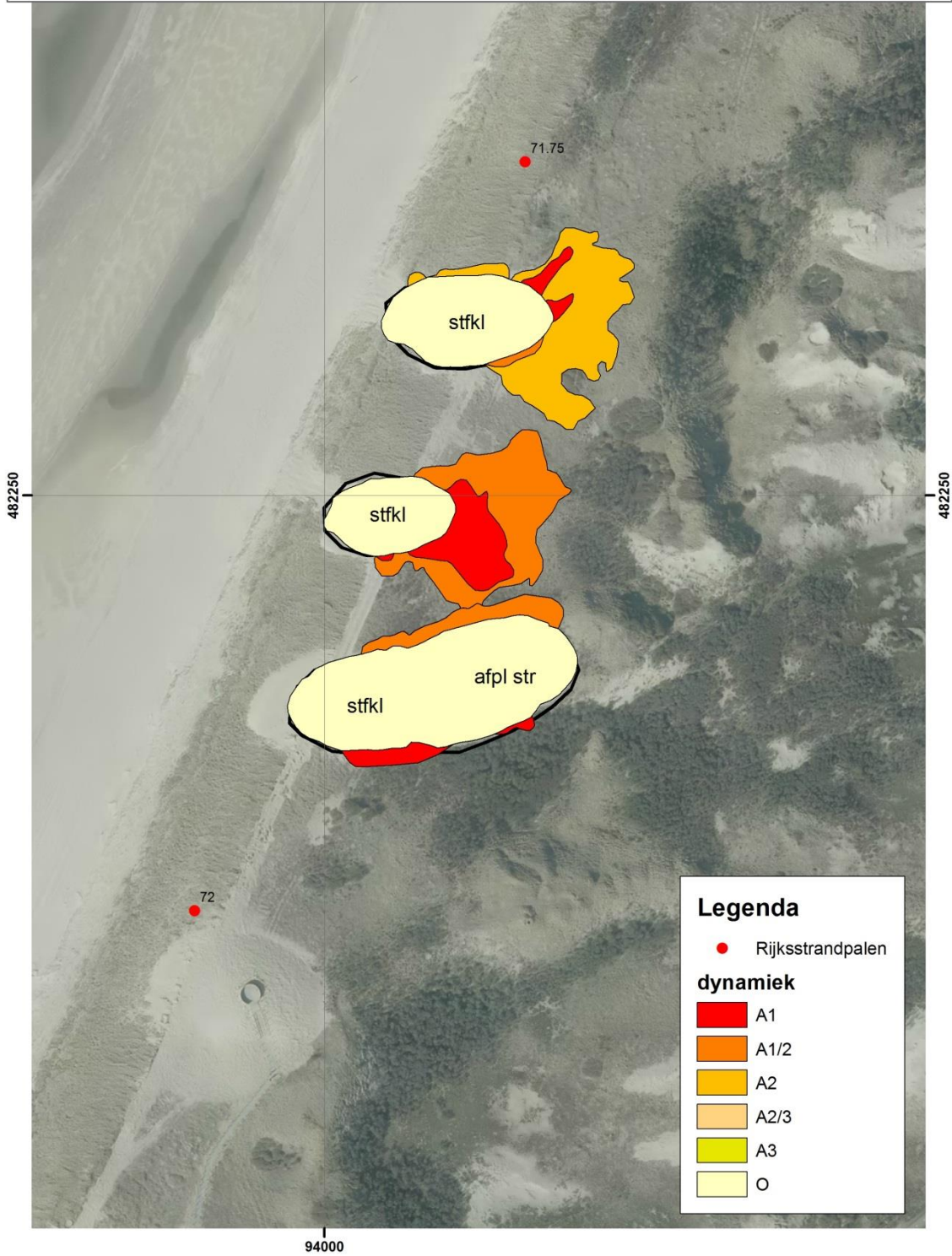


# Project Noordvoort - Dynamiek kuil 7 t/m 10



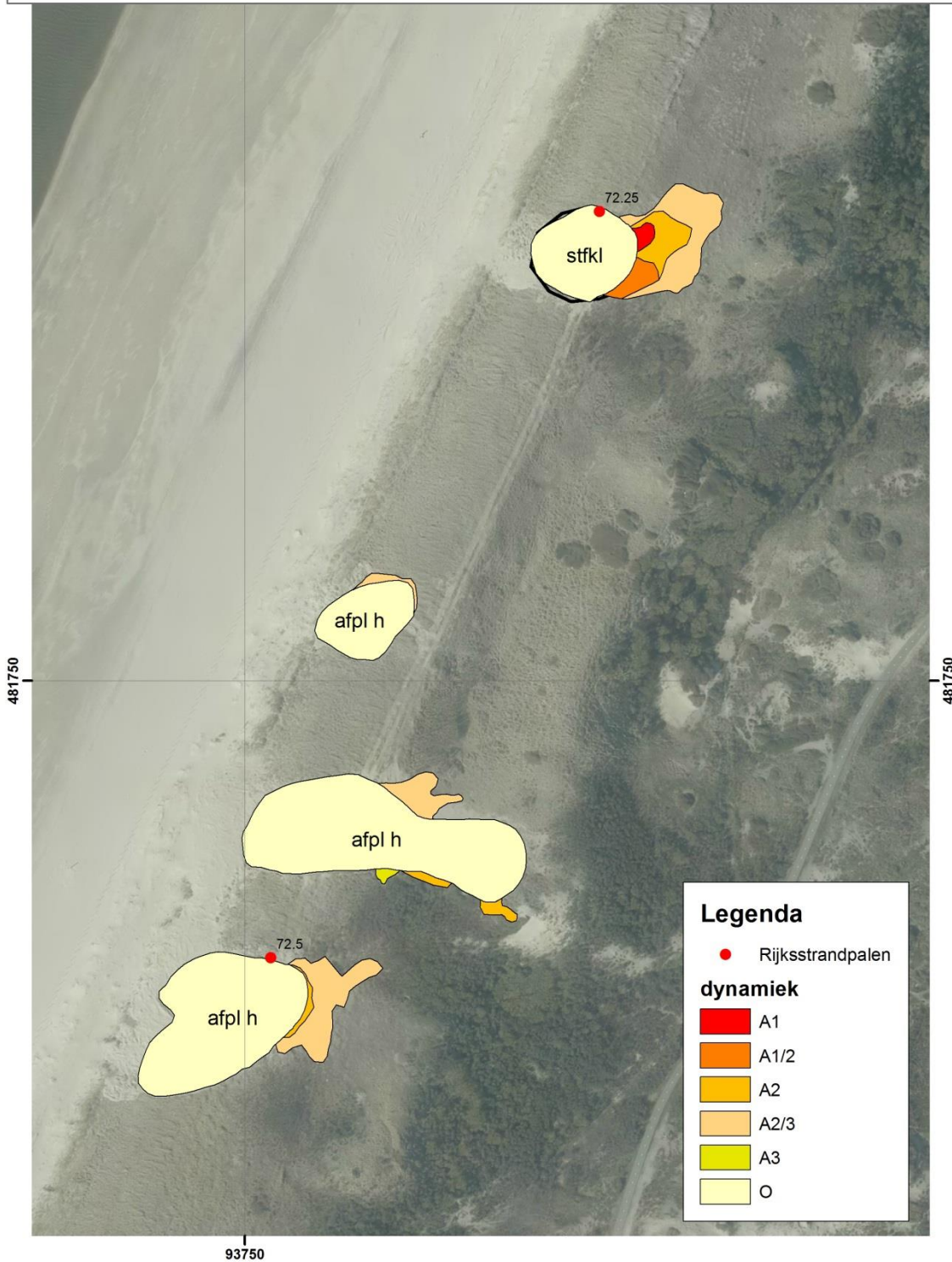
94000

# Project Noordvoort - Dynamiek kuil 11 t/m 13



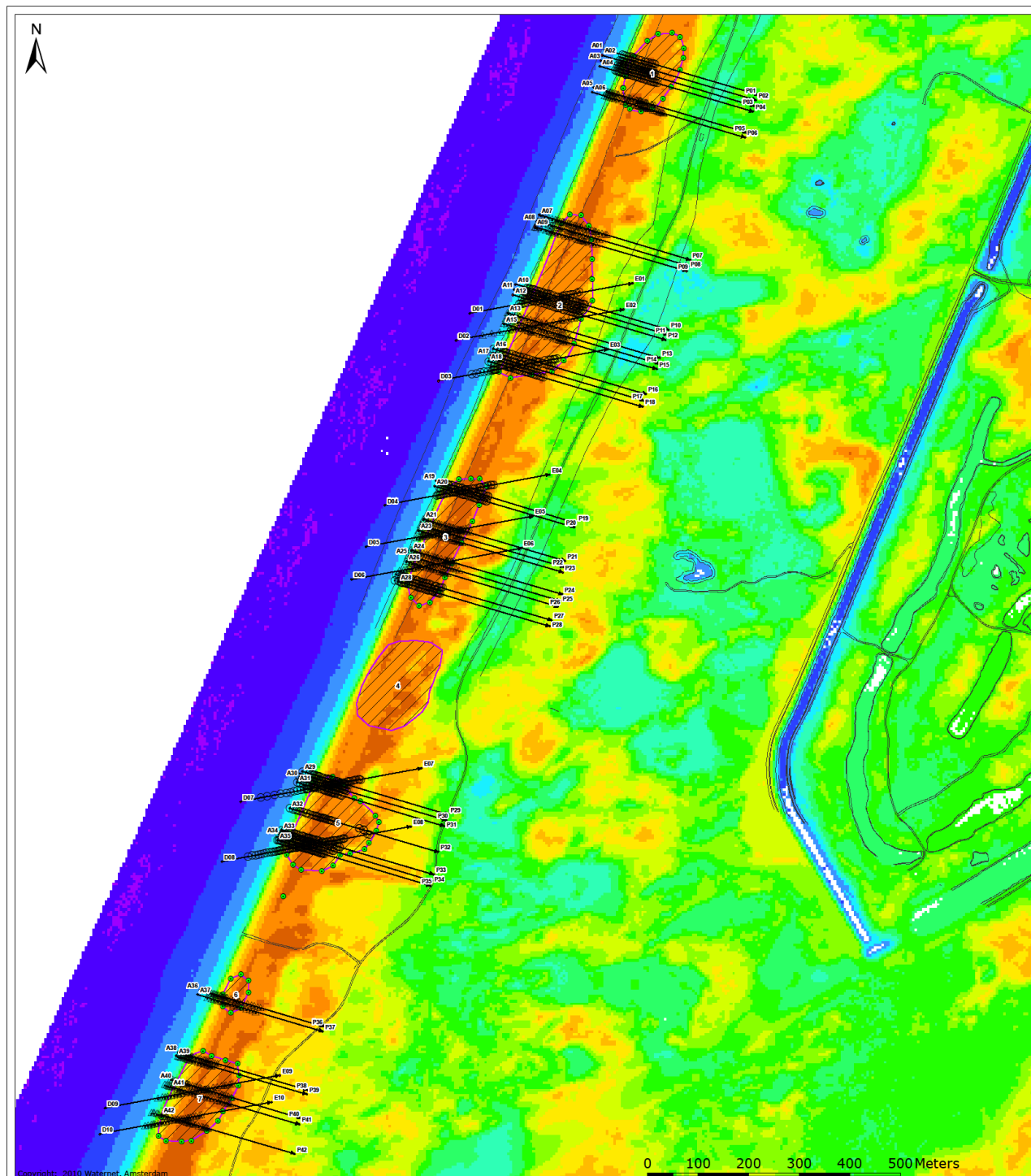
93750

# Project Noordvoort - Dynamiek kuil 14 t/m 17





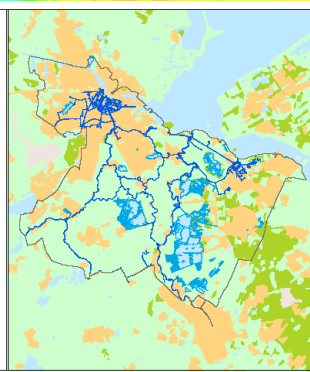
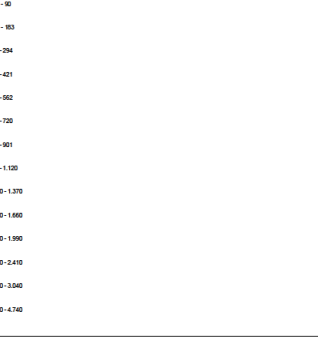
# BIJLAGE 3. PROFIELMETINGEN



Copyright: 2010 Waternet, Amsterdam

### Verklaring

- noorscoot\_dep2/c
  - △ noorscoot\_dep1/c
  - △ noorscoot\_dep 1
  - Proef\_lijn\_2/a
  - profielpunten\_noorscoot\_Bas\_Everts
  - Omhoogpunten noorscoot
  - Zoekgebieden
- Actueel Hoogtebestand Nederland 2010
- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1.425 - 490 | 1.130 - 1.370 |
| 490 - 304   | 1.380 - 1.660 |
| 303 - 263   | 1.670 - 1.990 |
| 262 - 159   | 2.000 - 2.410 |
| 157 - 78    | 2.420 - 3.040 |
| 77,9 - 5    | 3.050 - 4.740 |



**Noordvoort**  
**Eerste meting Monitoringsprofielen**

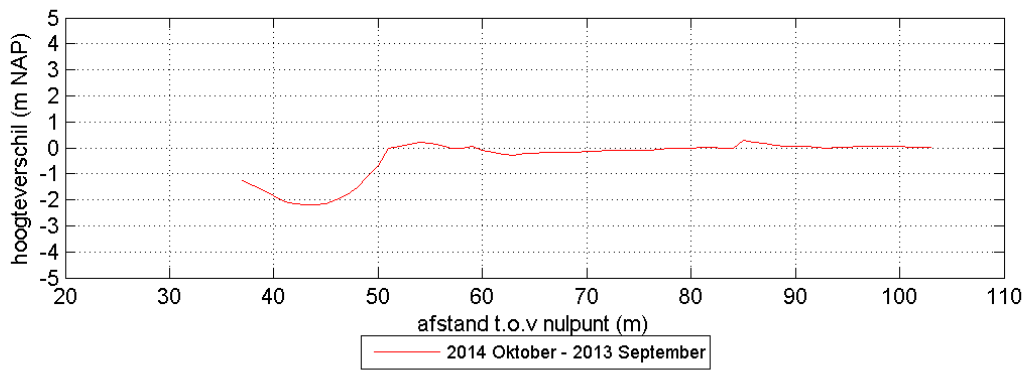
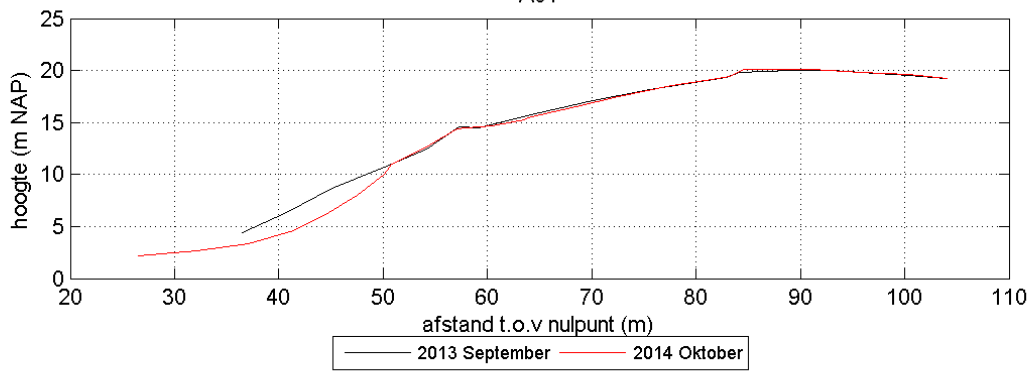
Tekenaar:	Per:	Datum tekening:	Projectleider:	Per:	Controlleur:	Per:	Status tekening:
L.Harren		14-08-2013	Maaike Veer		L. Harren		Concept
Opdrachtgever:	Projectnummer:	Formaat:	Schaal:	Datum uitgifte:	Tekeningnummer:	Bladnr:	
DW Leidsuin	00.7387-001	A1	1:3.300	14-8-2013	7387-2		

**Sector Onderzoek & Projecten**  
 O&A / Bodem en Geotechniek

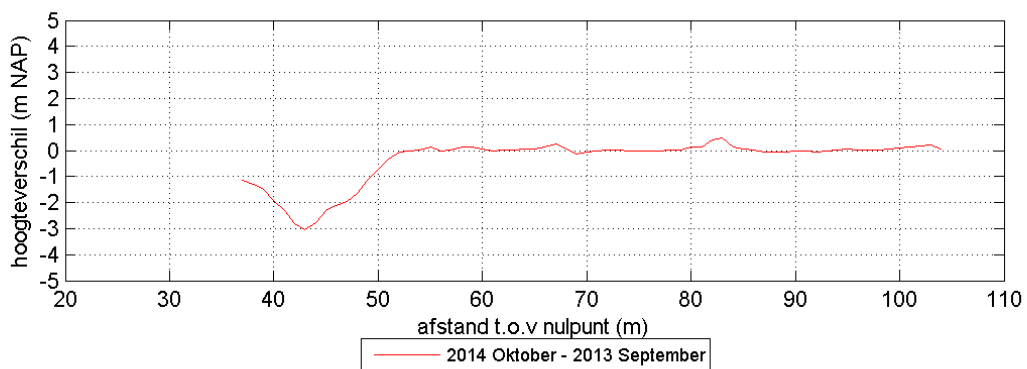
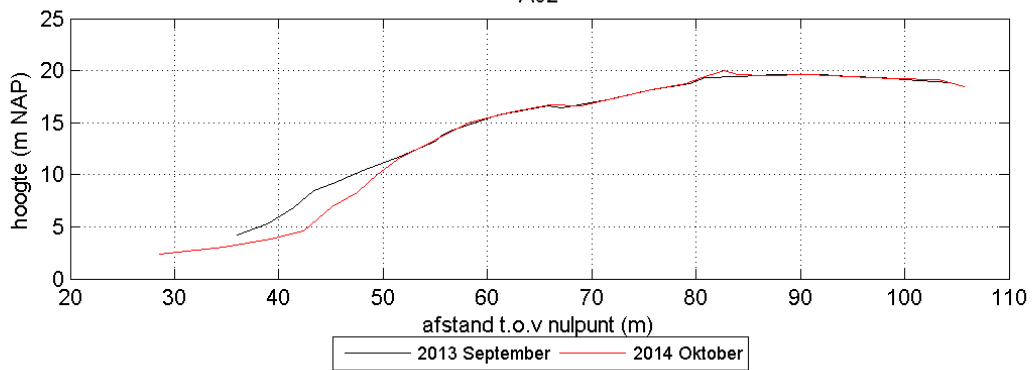
wateronet

Bezoekadres:  
 Korte Ouderkerkdijk 7  
 1096 BA Amsterdam  
 Tel. 0900-9394

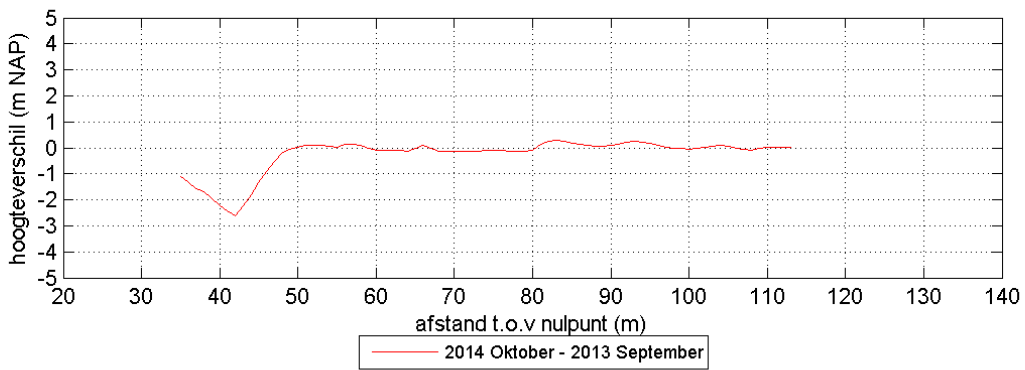
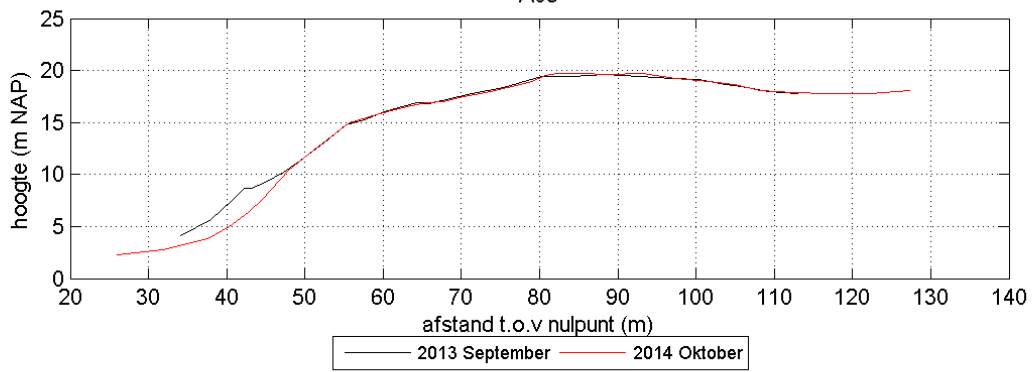
Profielnummer:  
A01



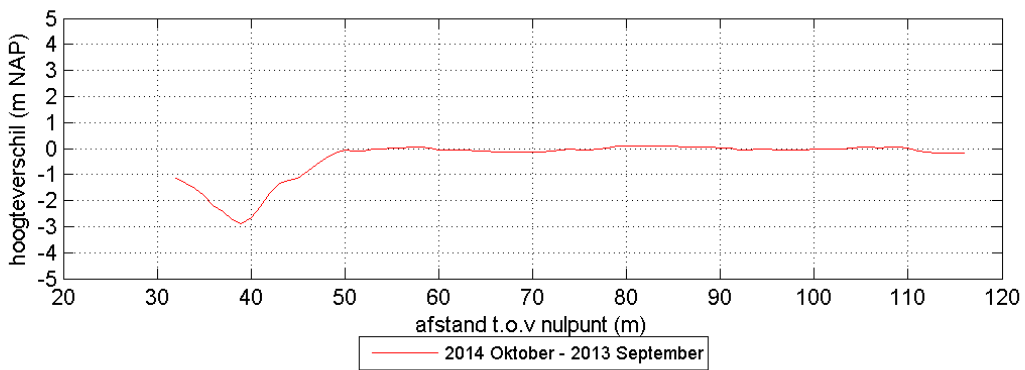
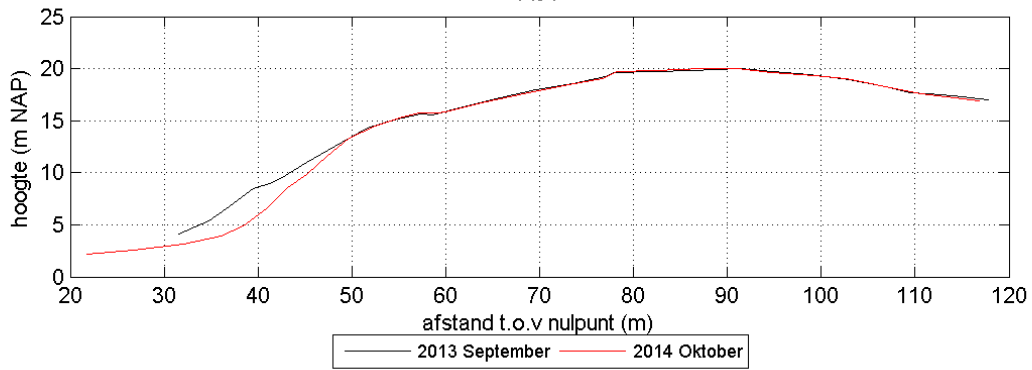
Profielnummer:  
A02



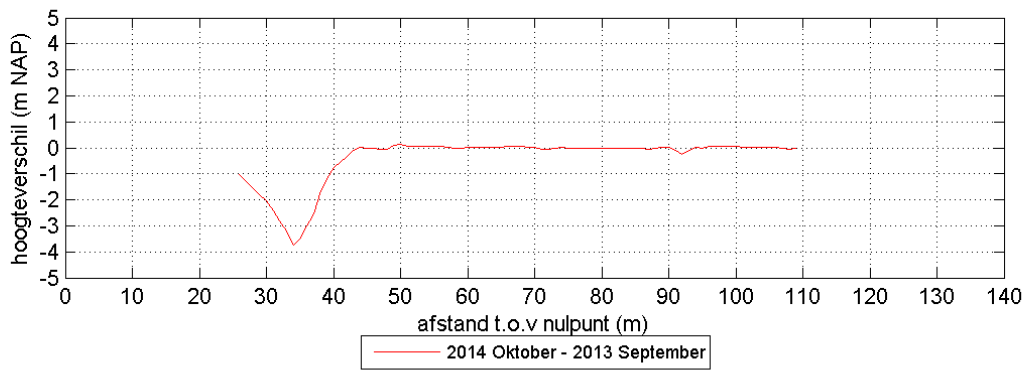
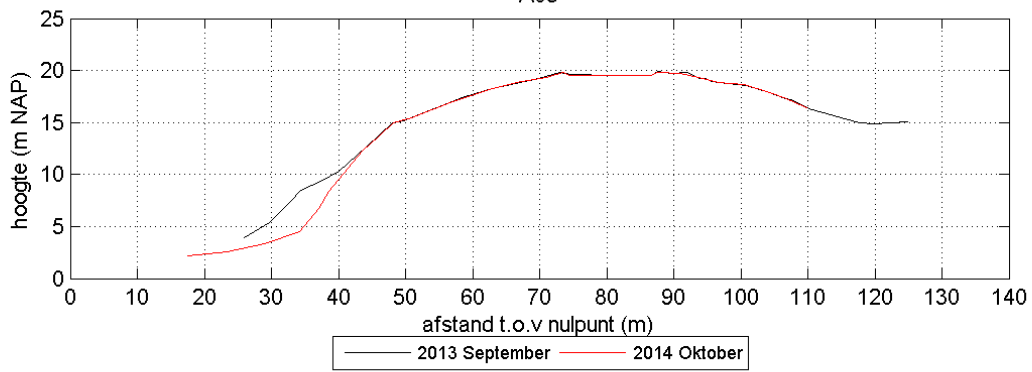
Profielnummer:  
A03



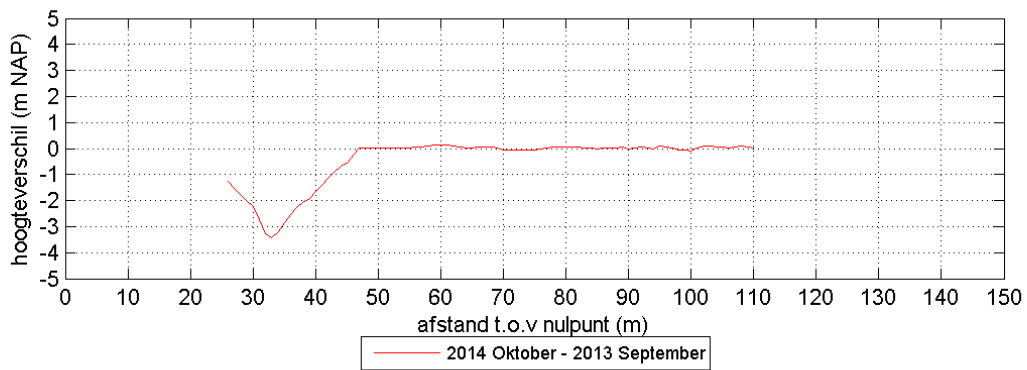
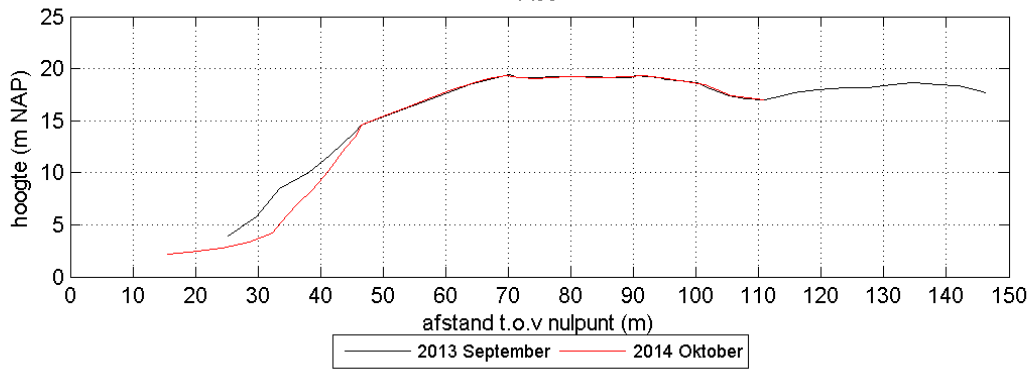
Profielnummer:  
A04



Profielnummer:  
A05

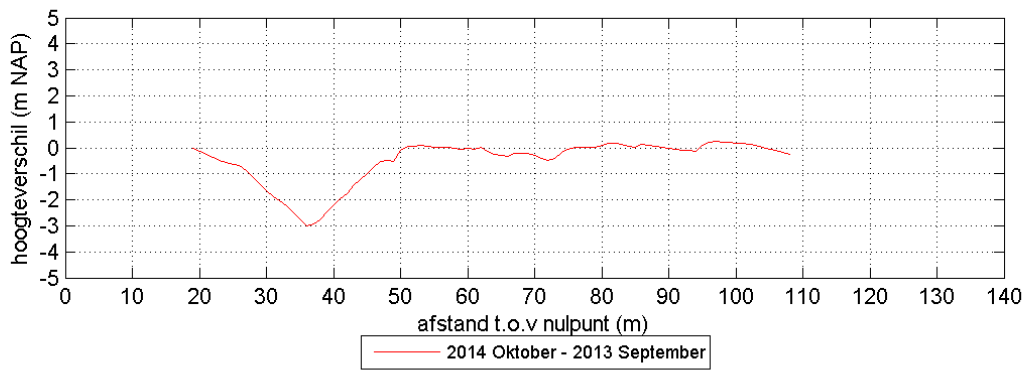
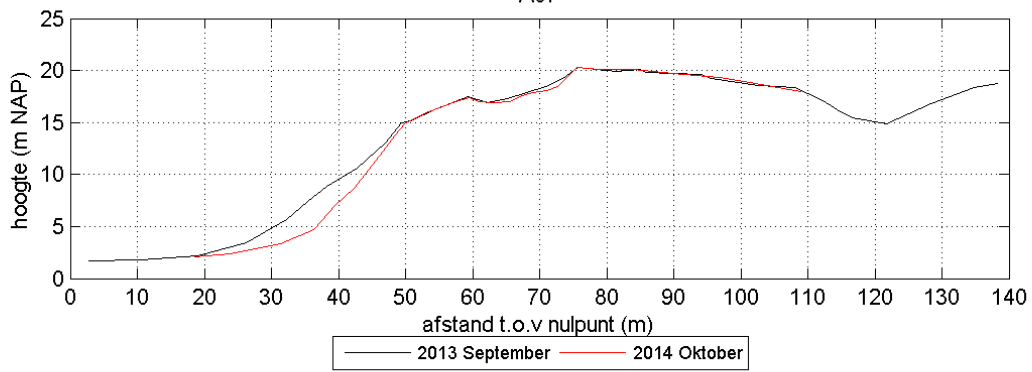


Profielnummer:  
A06

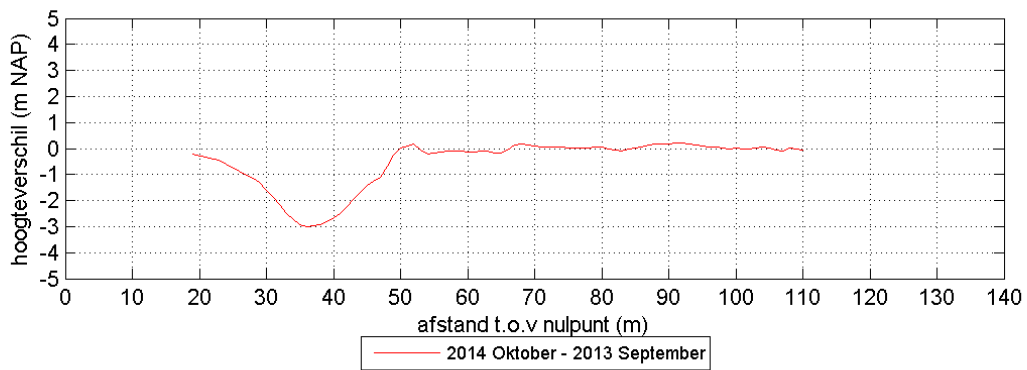
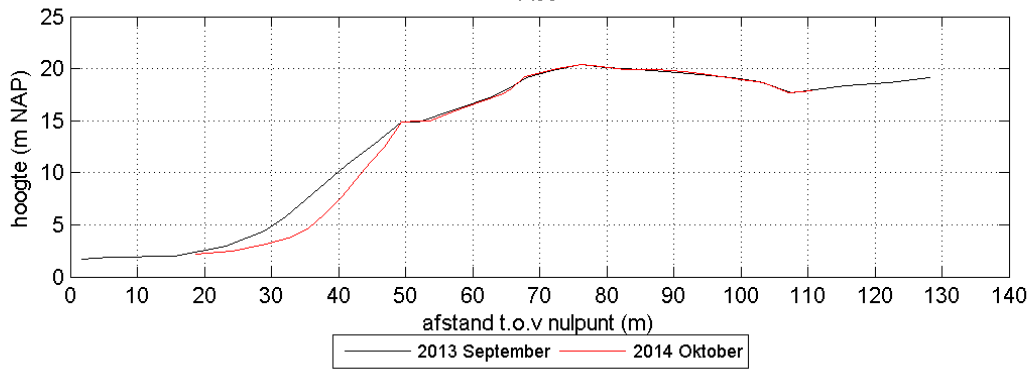




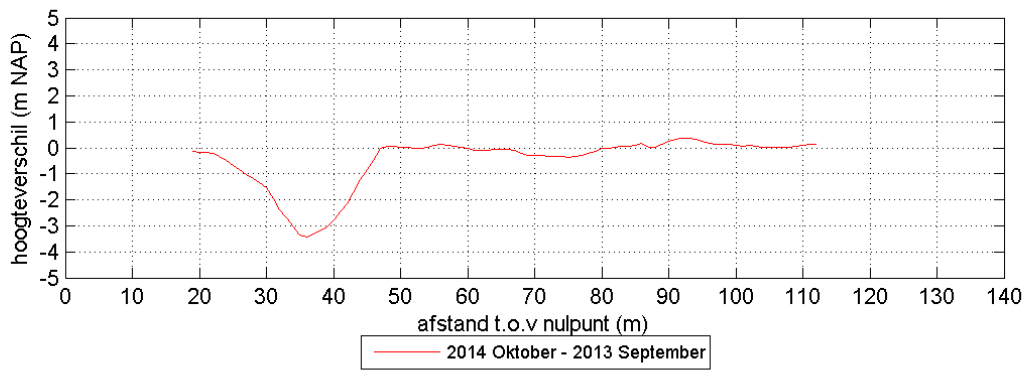
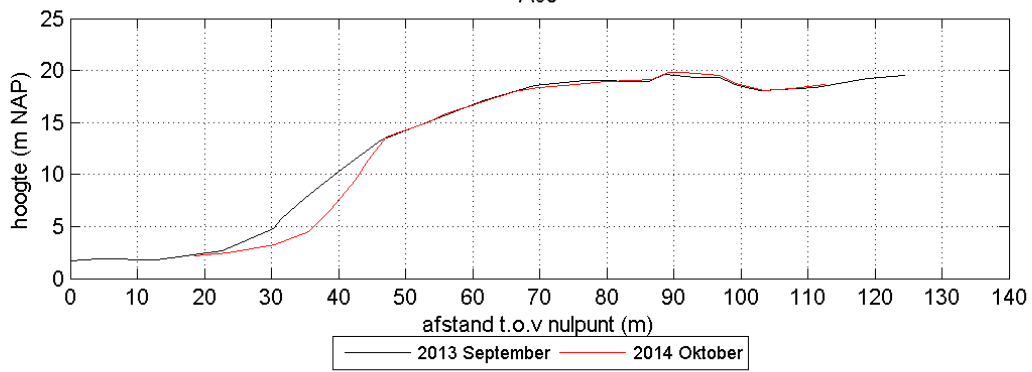
Profielnummer:  
A07



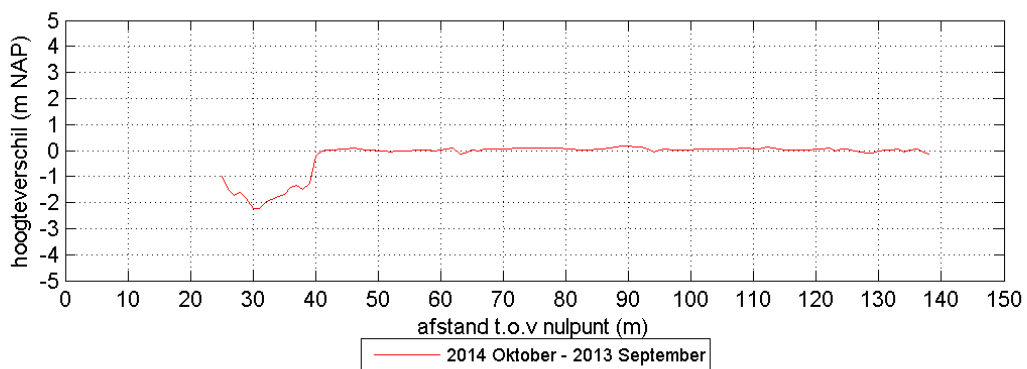
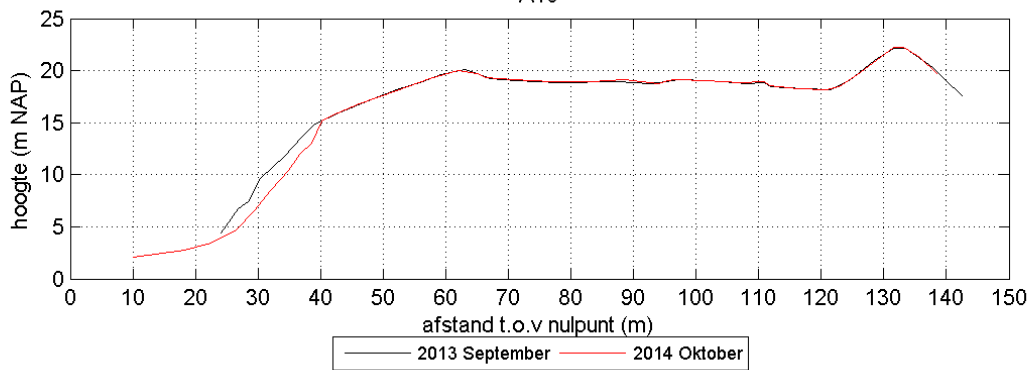
Profielnummer:  
A08



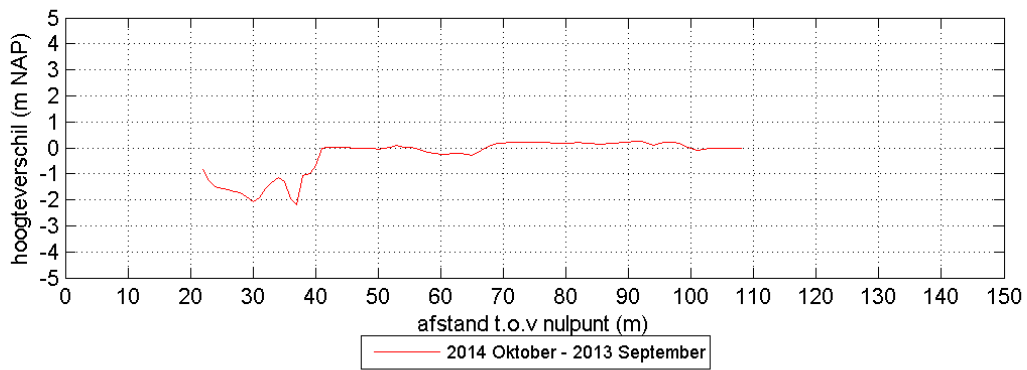
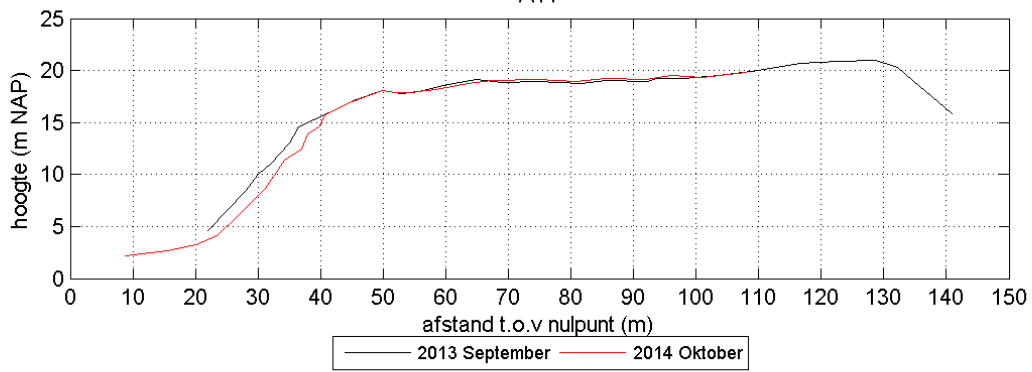
Profielnummer:  
A09



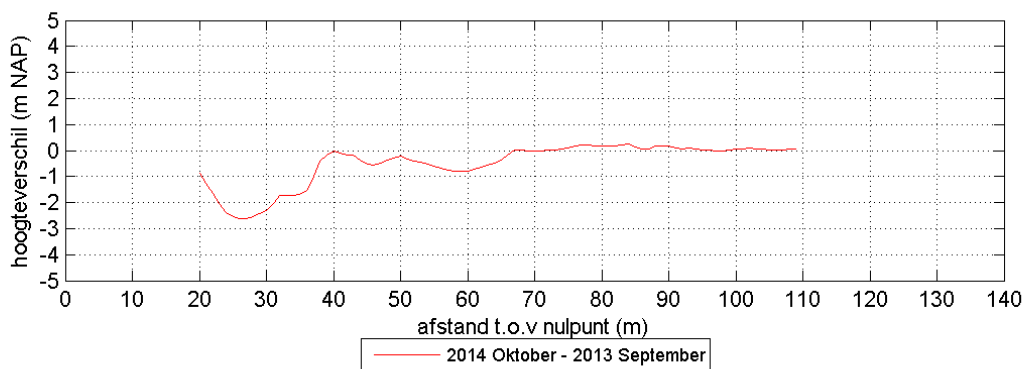
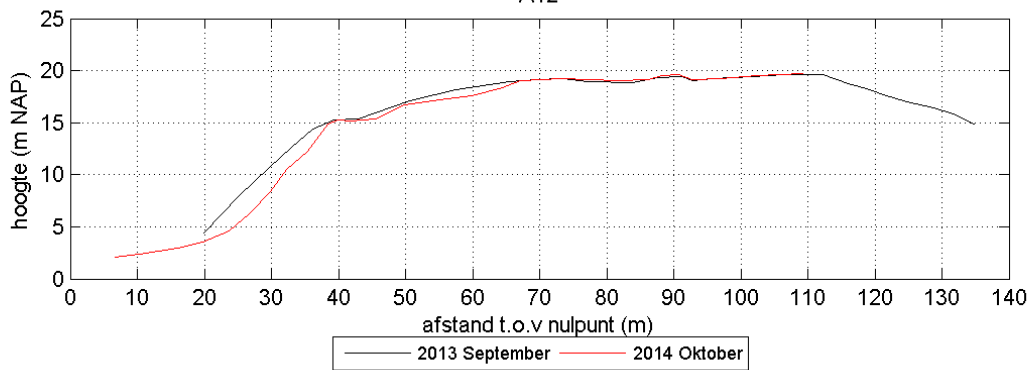
Profielnummer:  
A10



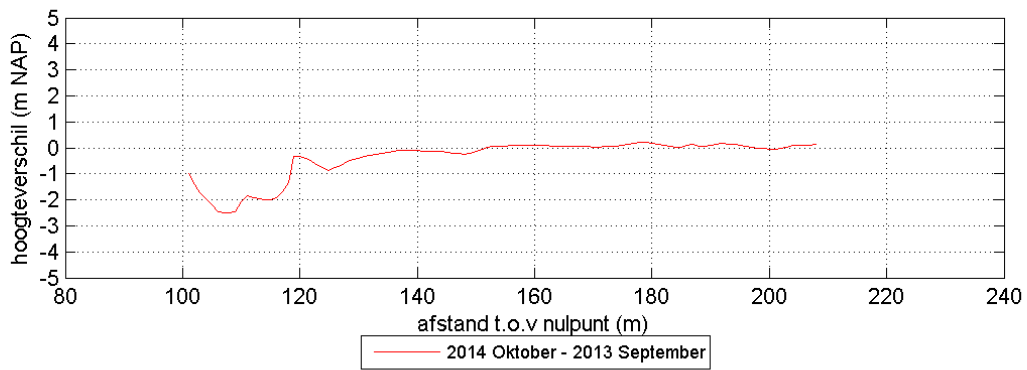
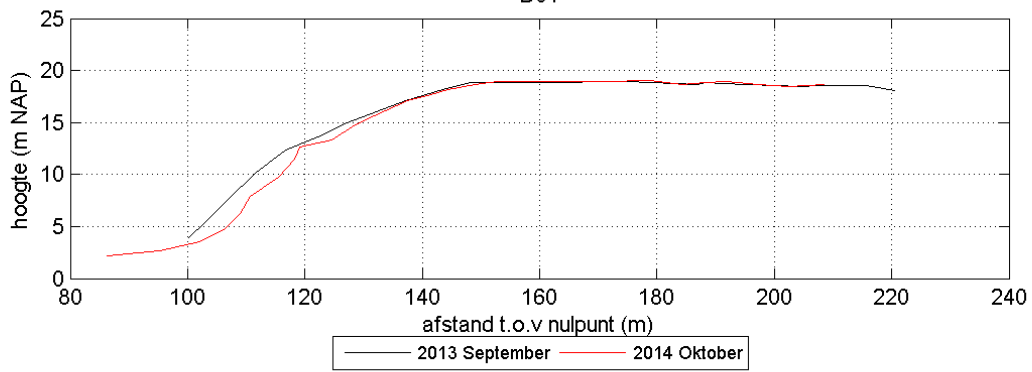
Profielnummer:  
A11



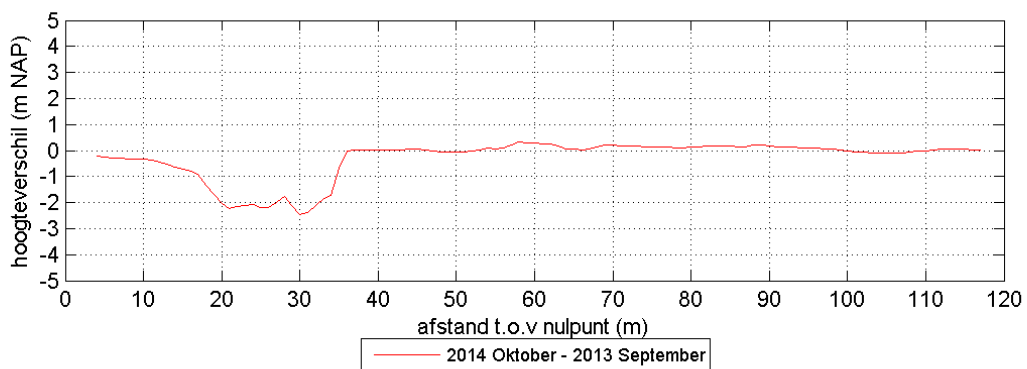
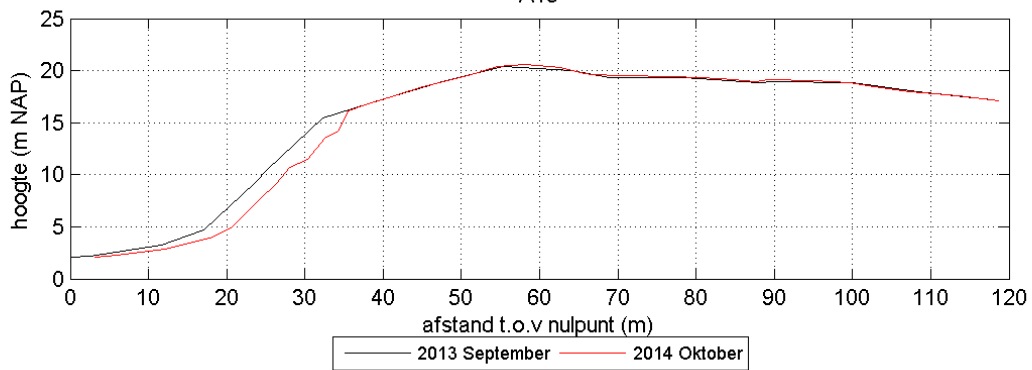
Profielnummer:  
A12



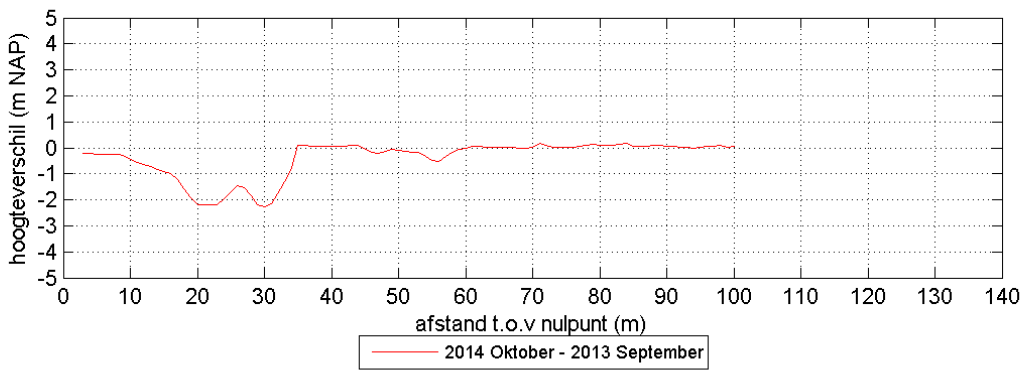
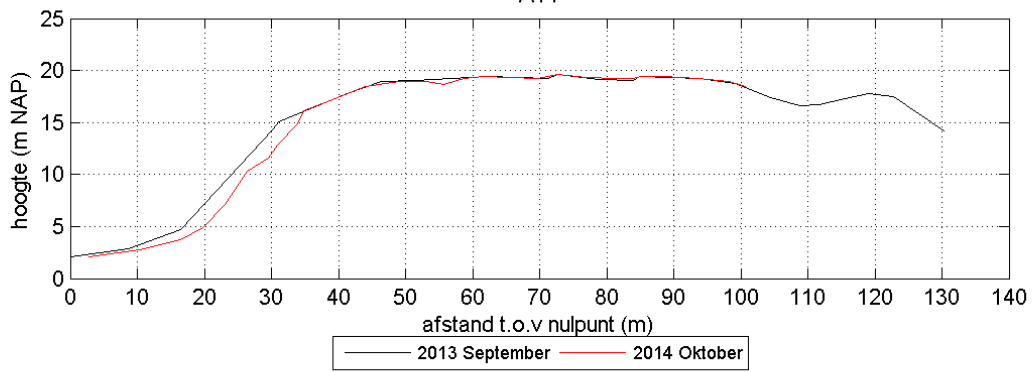
Profielnummer:  
D01



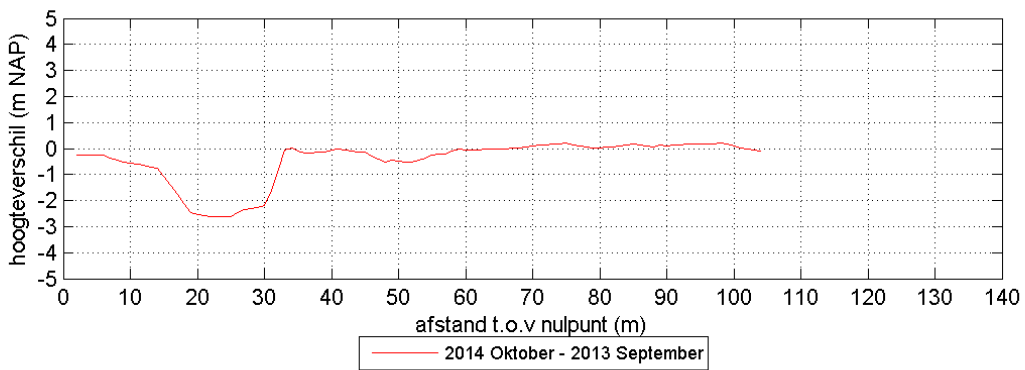
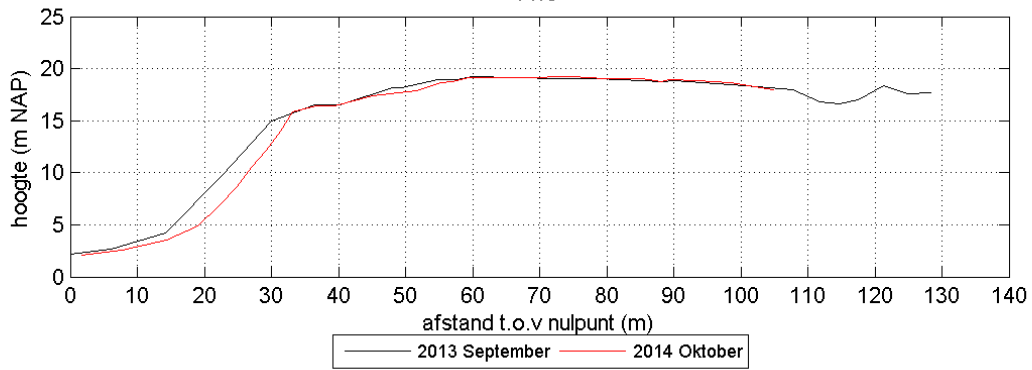
Profielnummer:  
A13



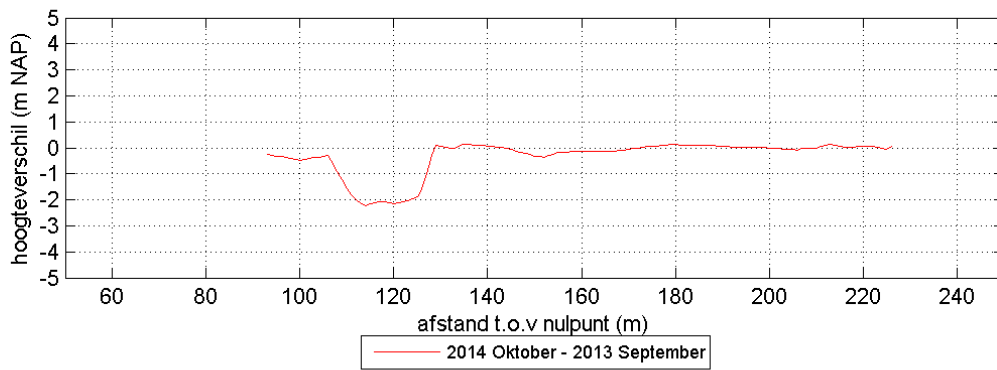
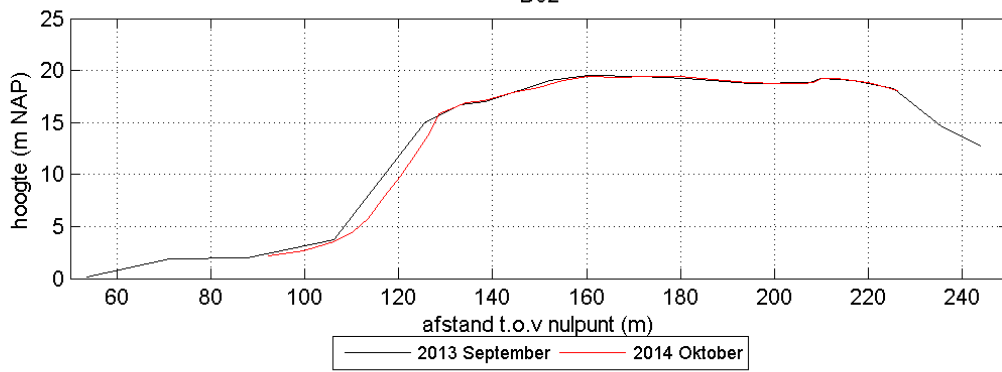
Profielnummer:  
A14



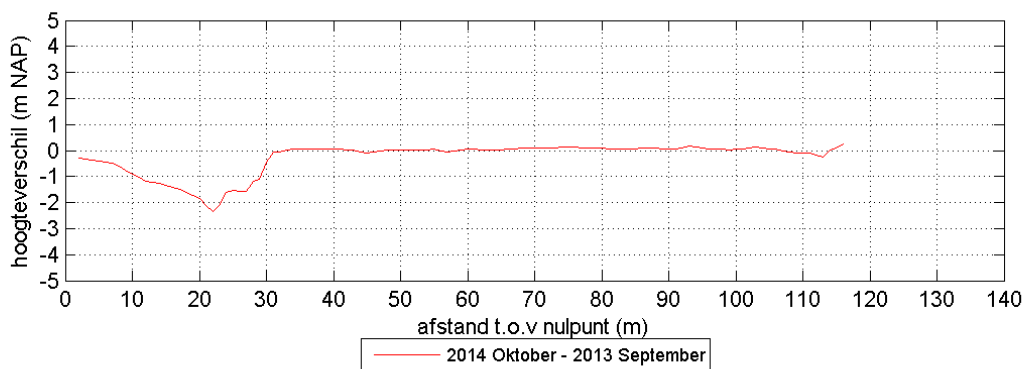
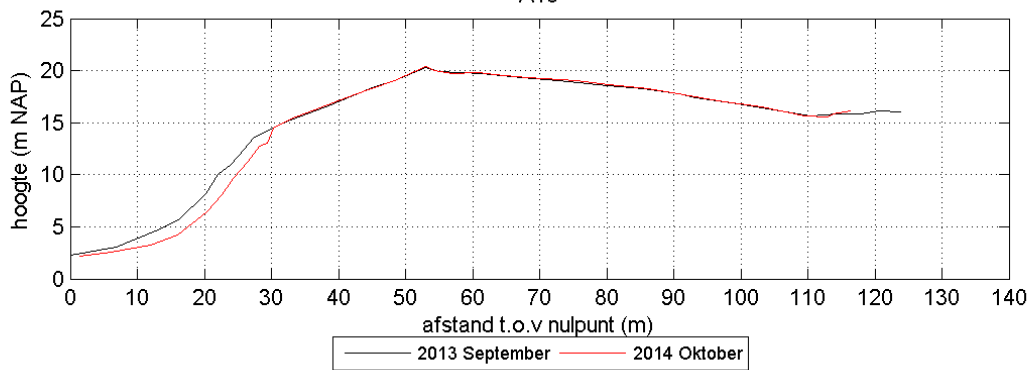
Profielnummer:  
A15



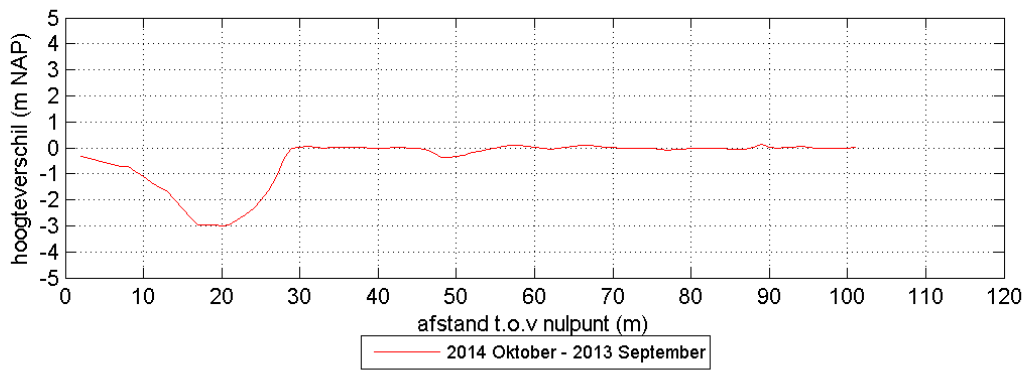
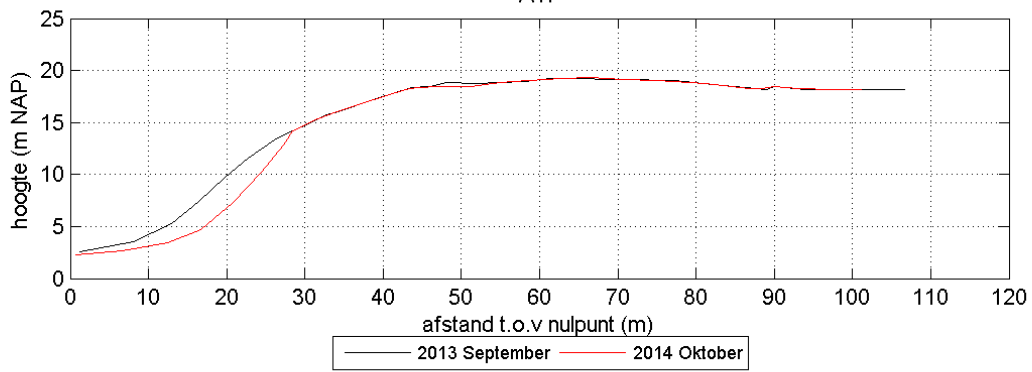
Profielnummer:  
D02



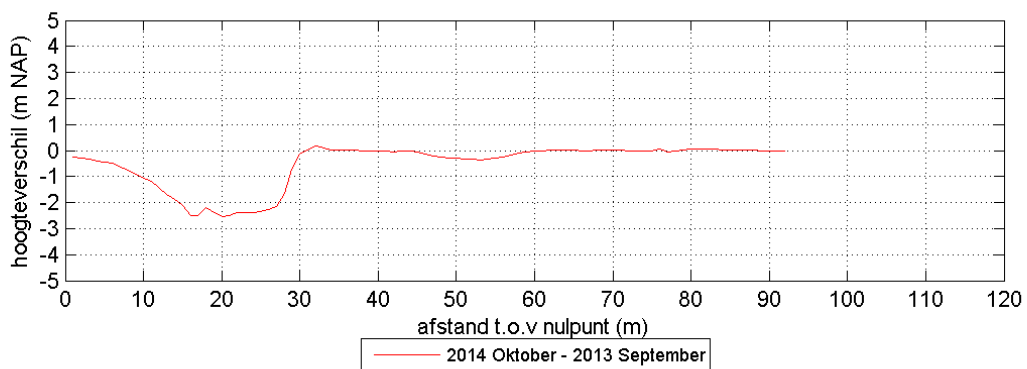
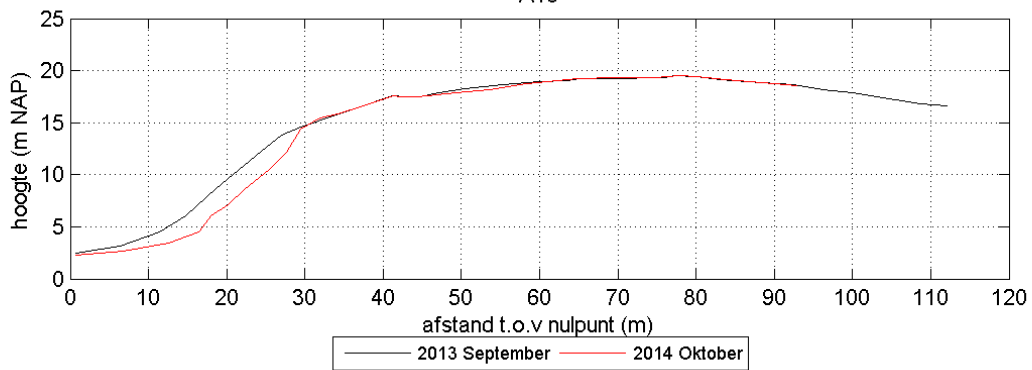
Profielnummer:  
A16



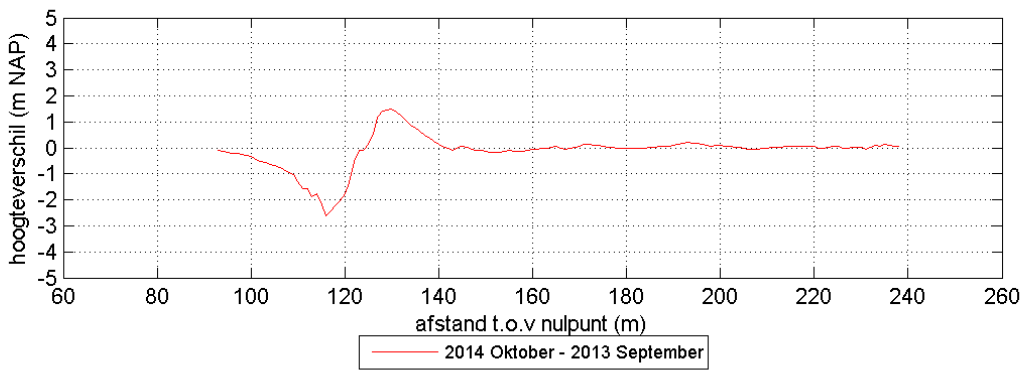
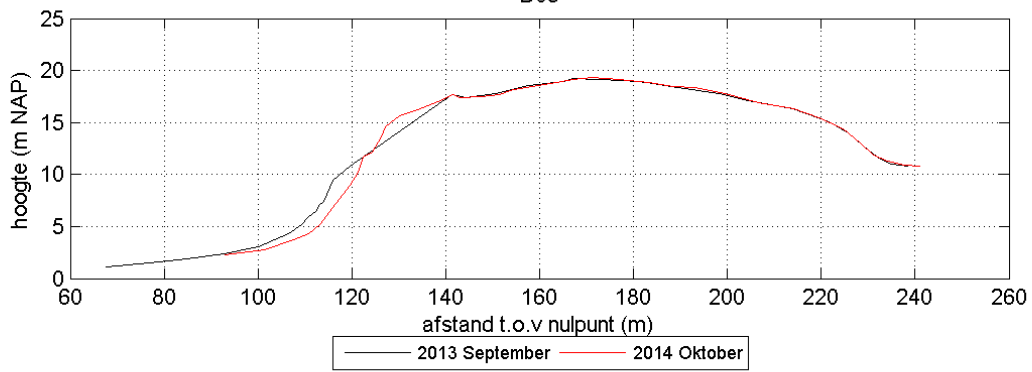
Profielnummer:  
A17



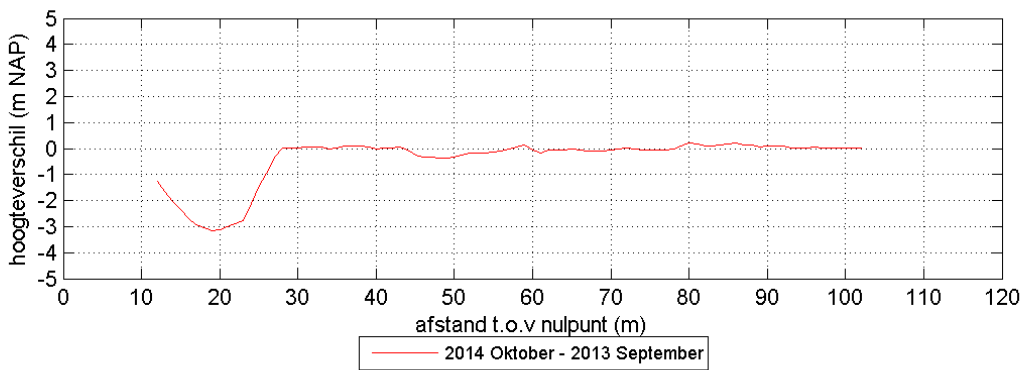
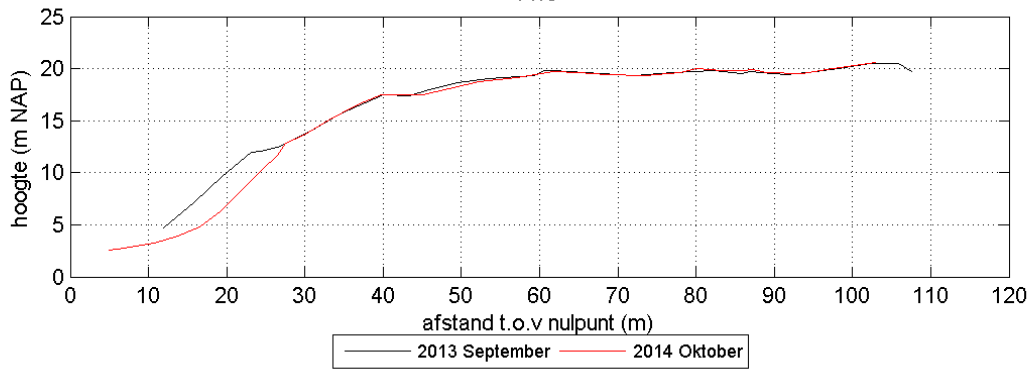
Profielnummer:  
A18



Profielnummer:  
D03

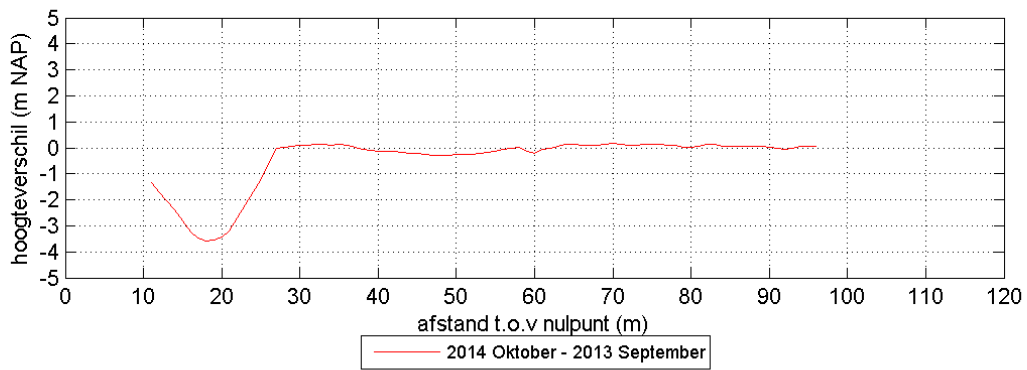
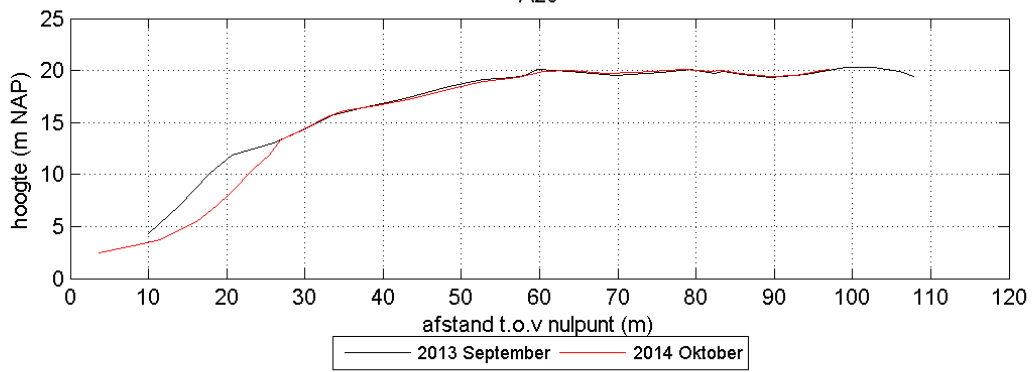


Profielnummer:  
A19

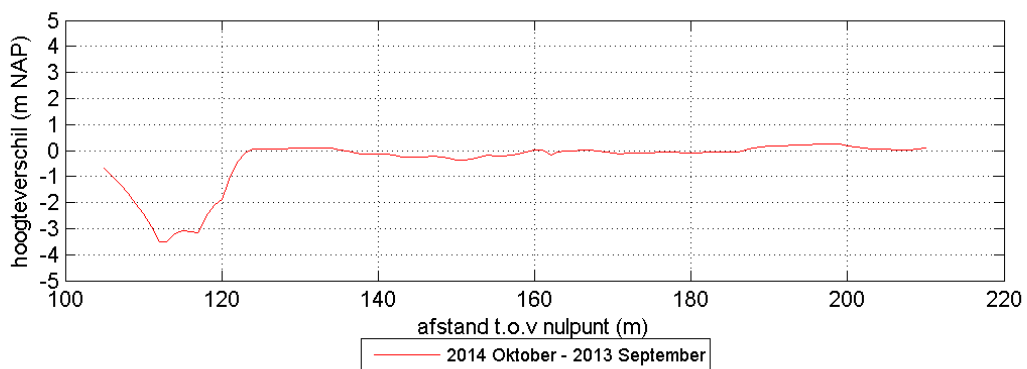
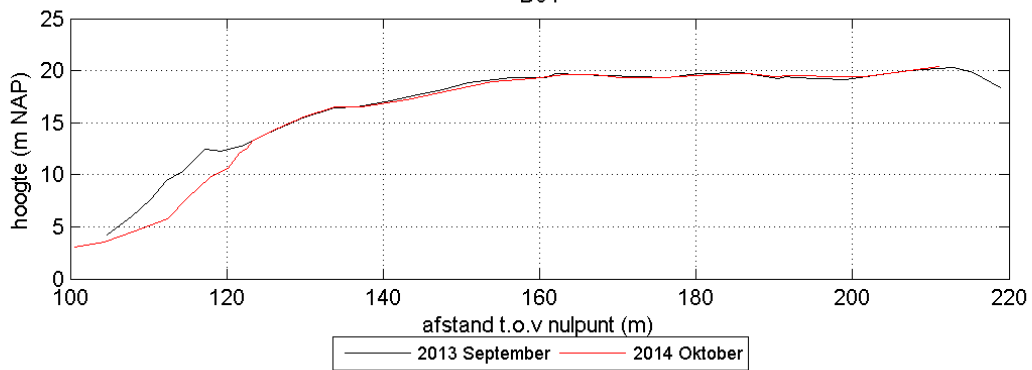




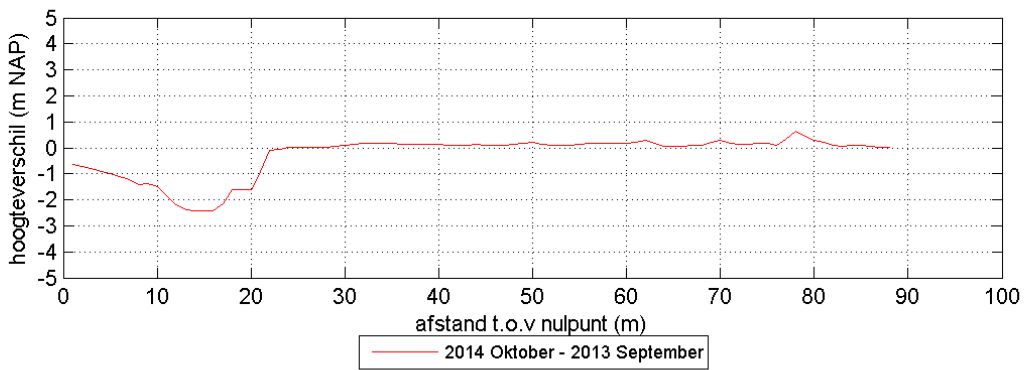
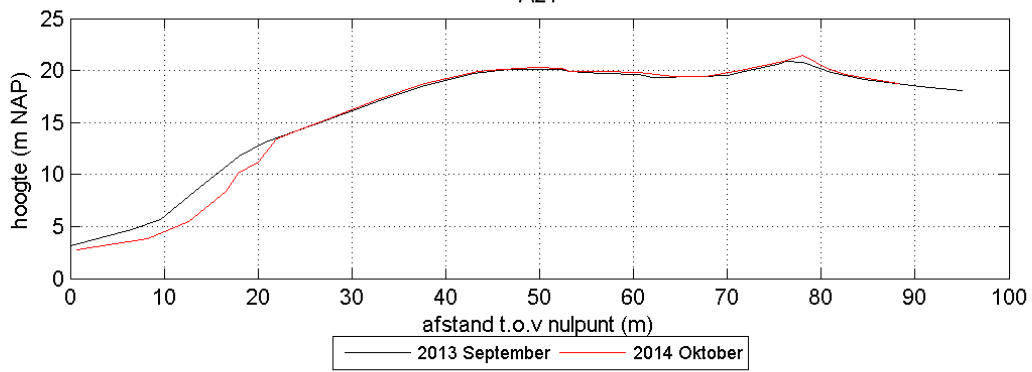
Profielnummer:  
A20



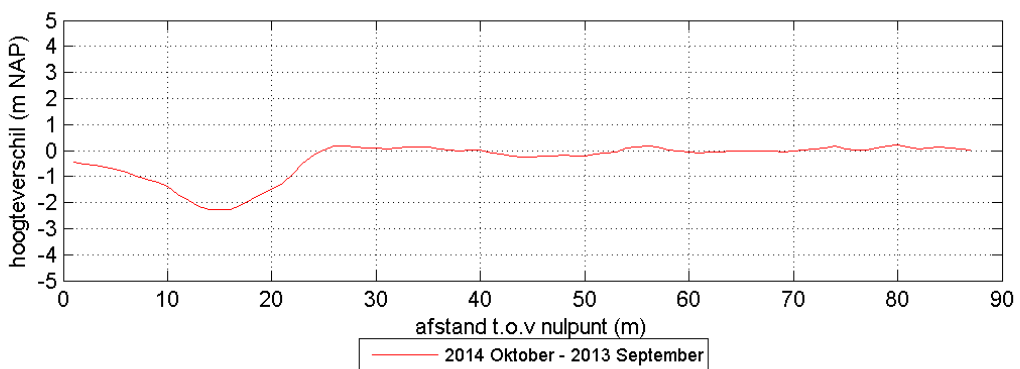
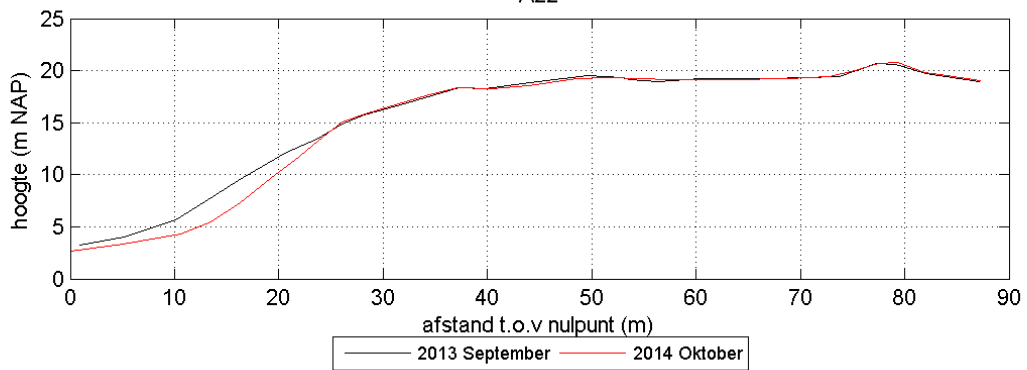
Profielnummer:  
D04

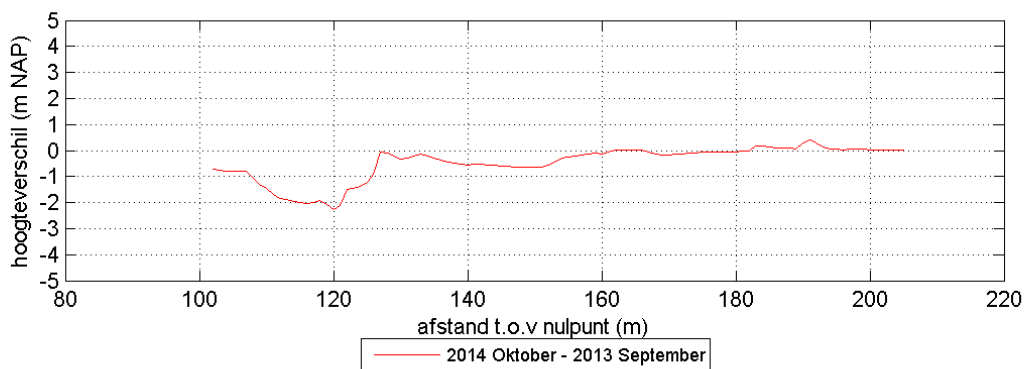
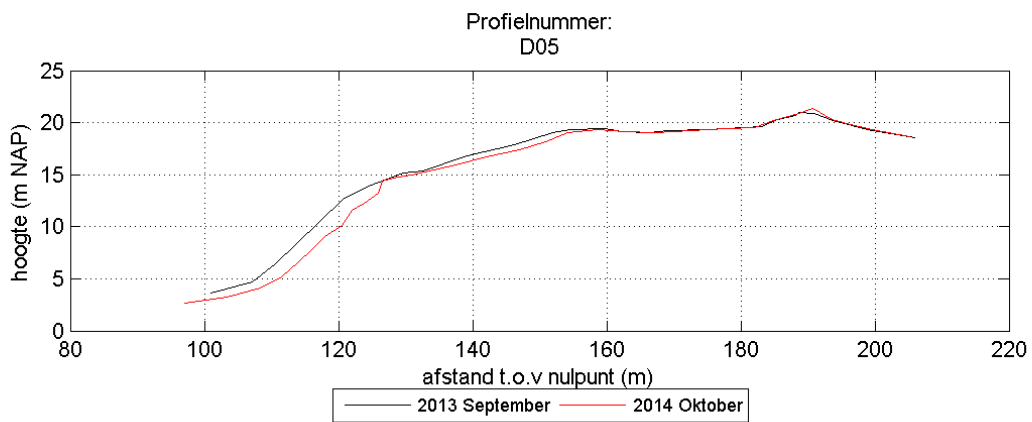
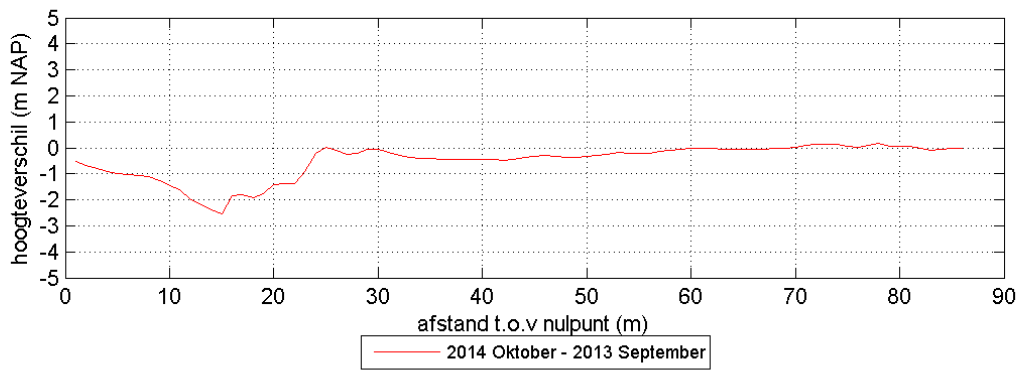
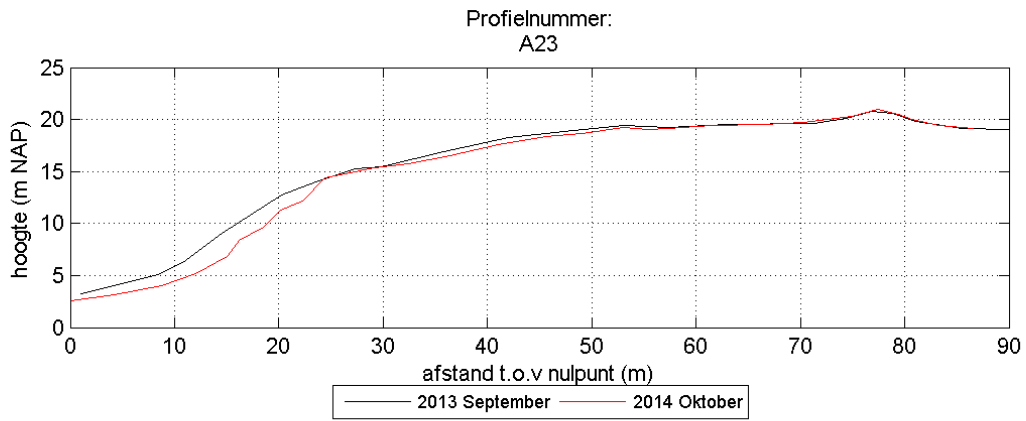


Profielnummer:  
A21

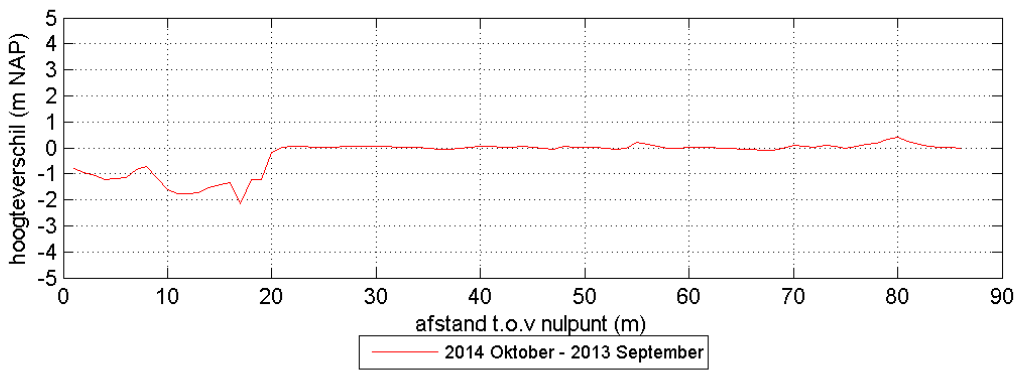
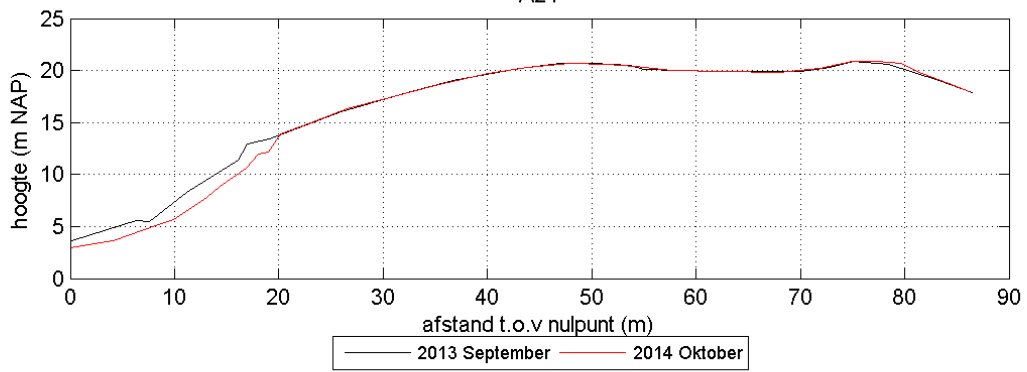


Profielnummer:  
A22

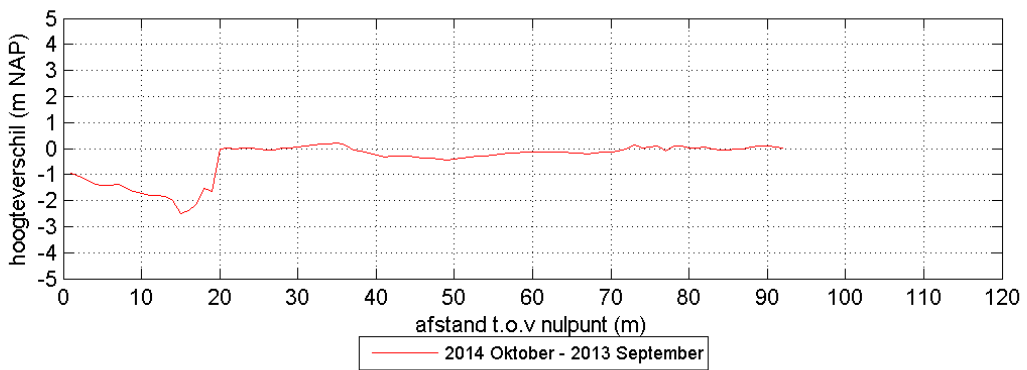
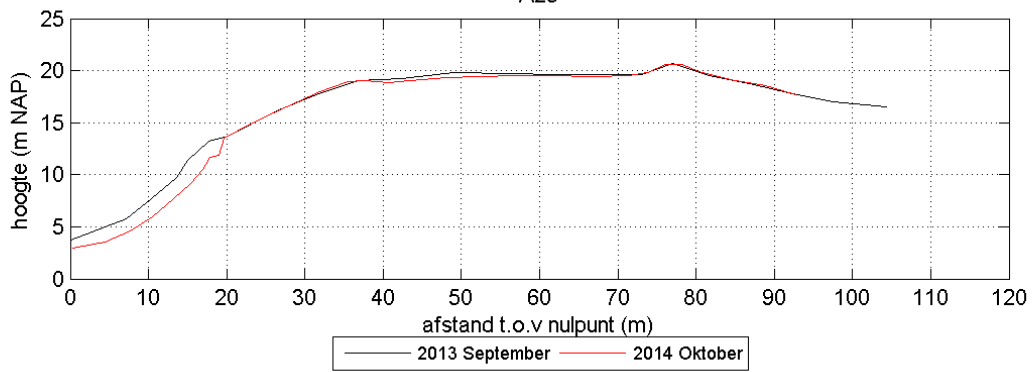




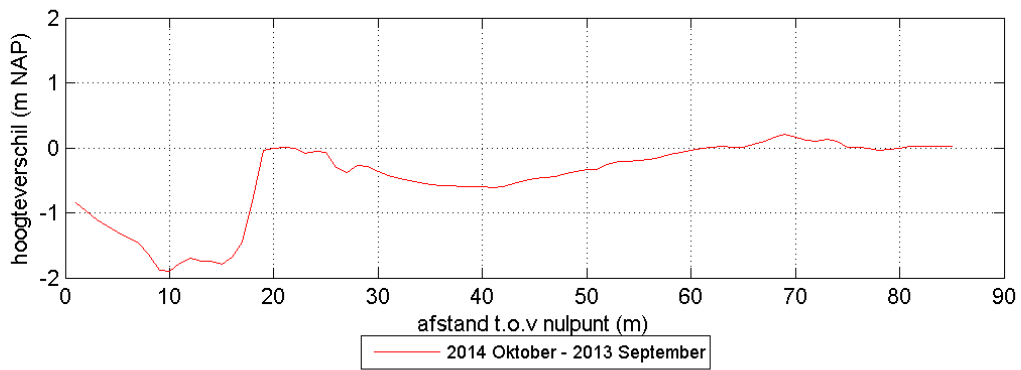
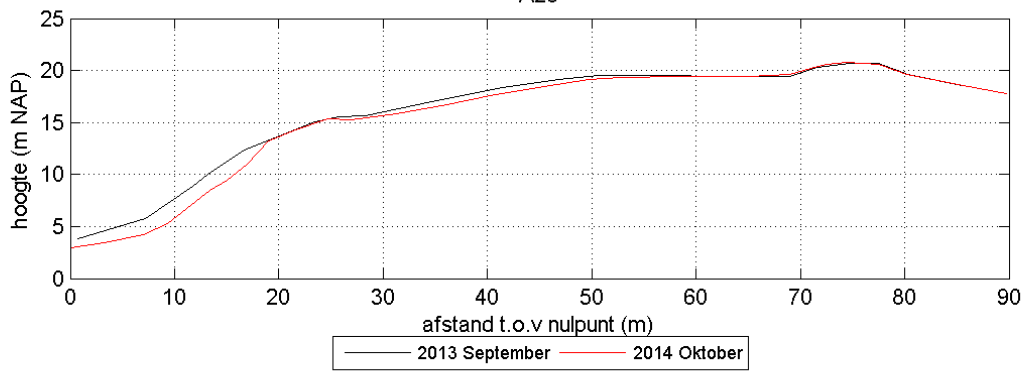
Profielnummer:  
A24



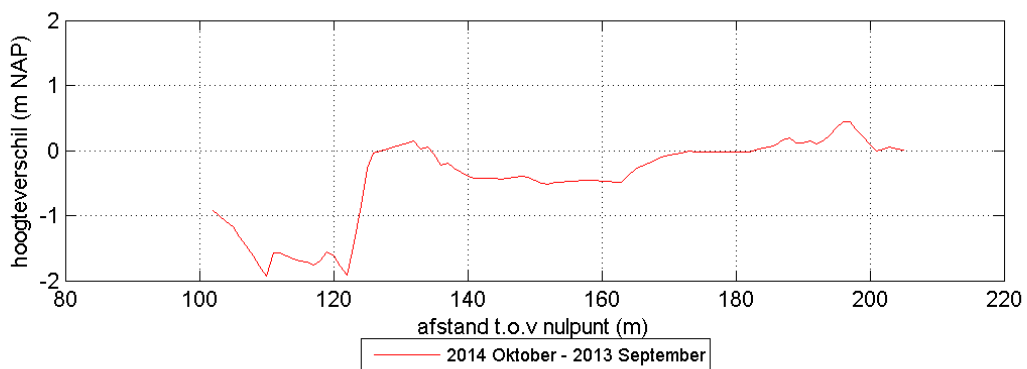
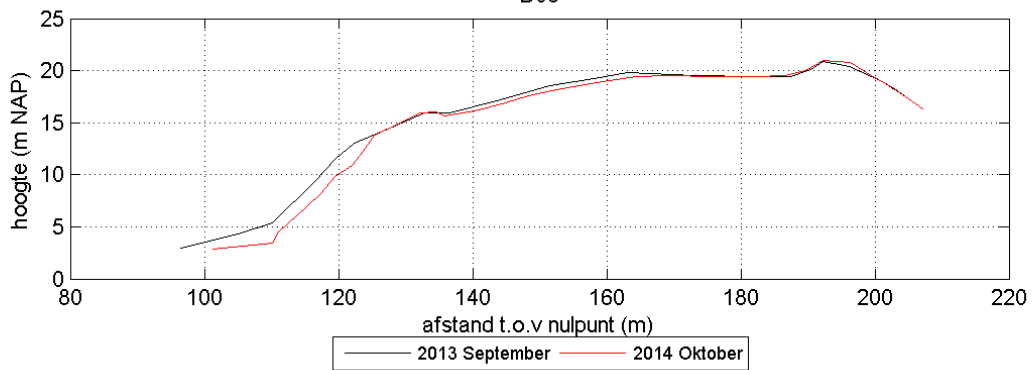
Profielnummer:  
A25



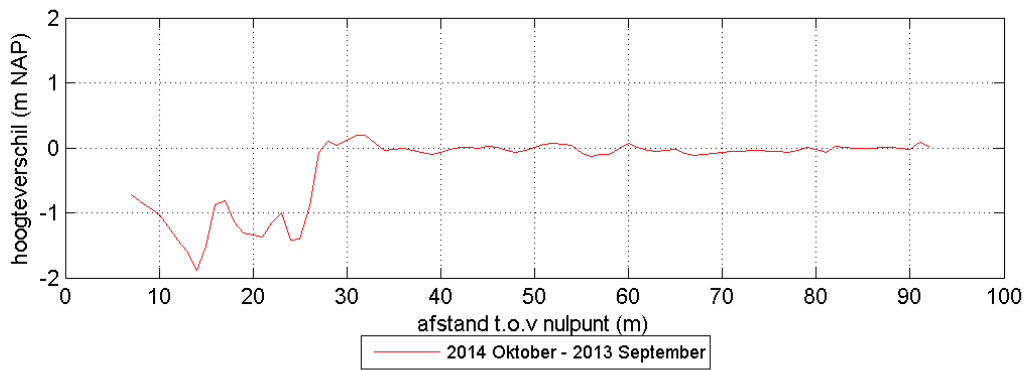
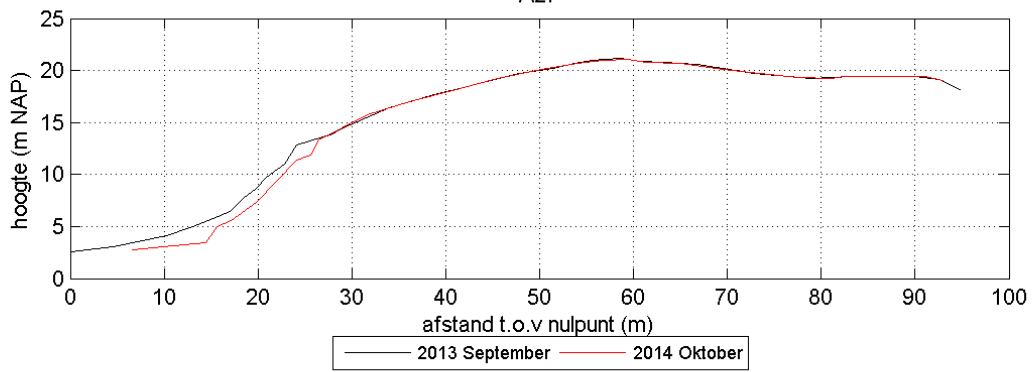
Profielnummer:  
A26



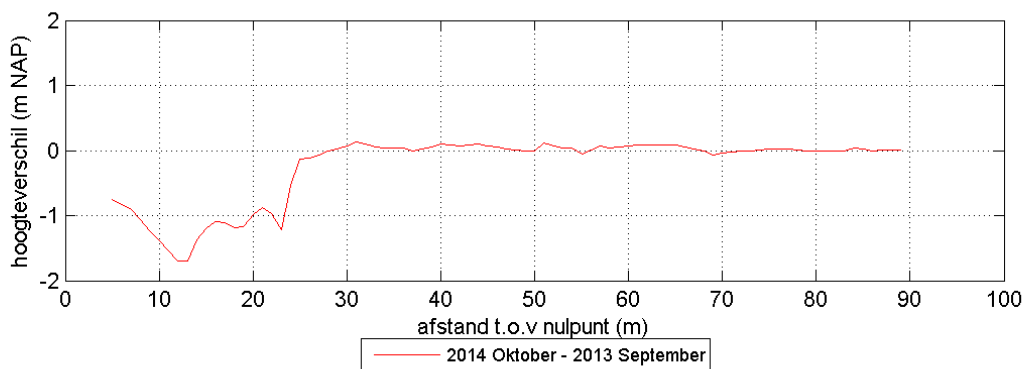
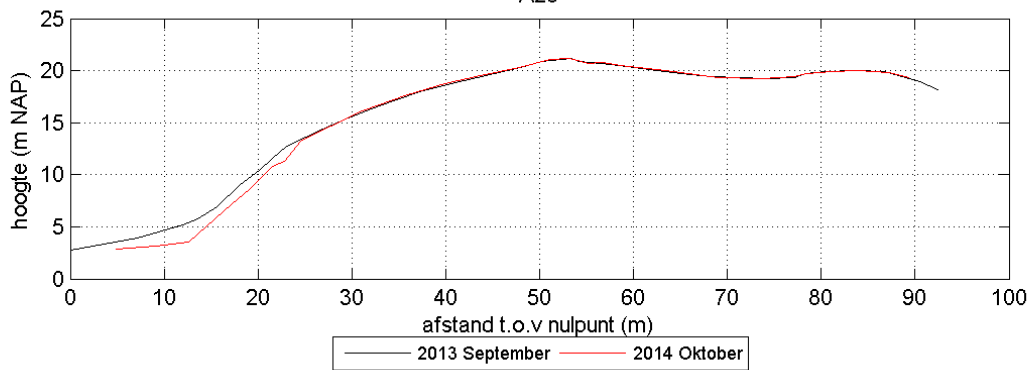
Profielnummer:  
D06



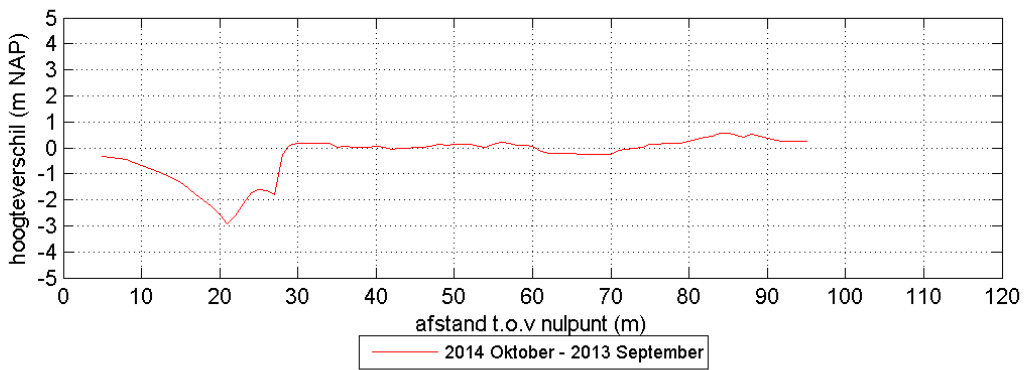
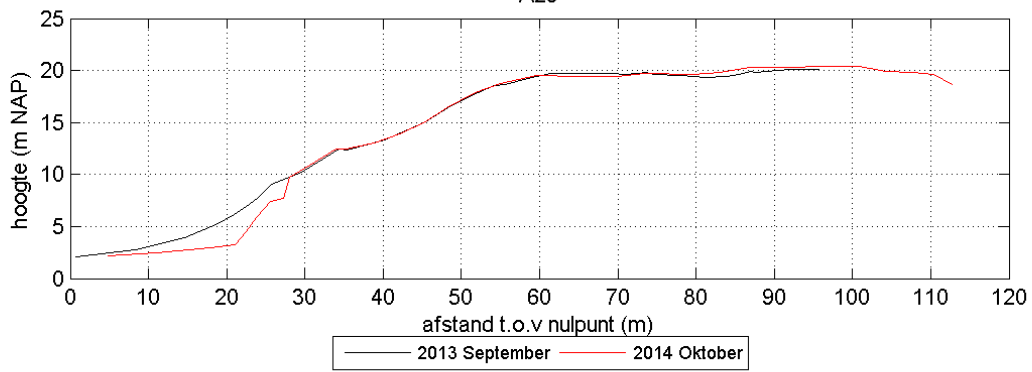
Profielnummer:  
A27



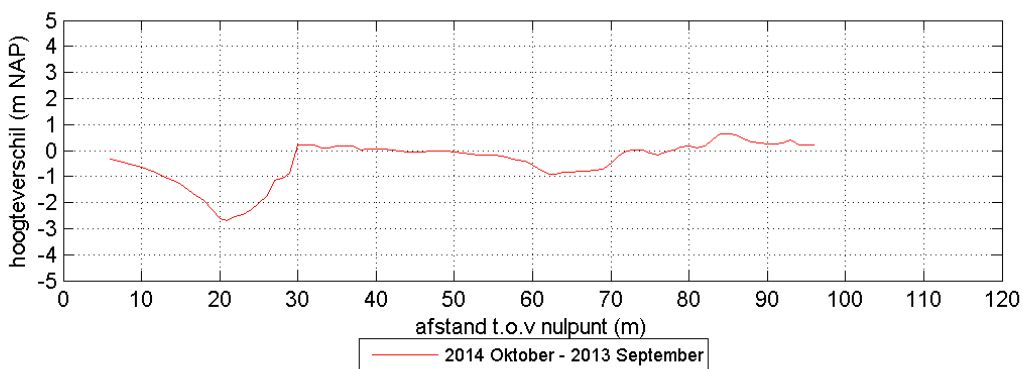
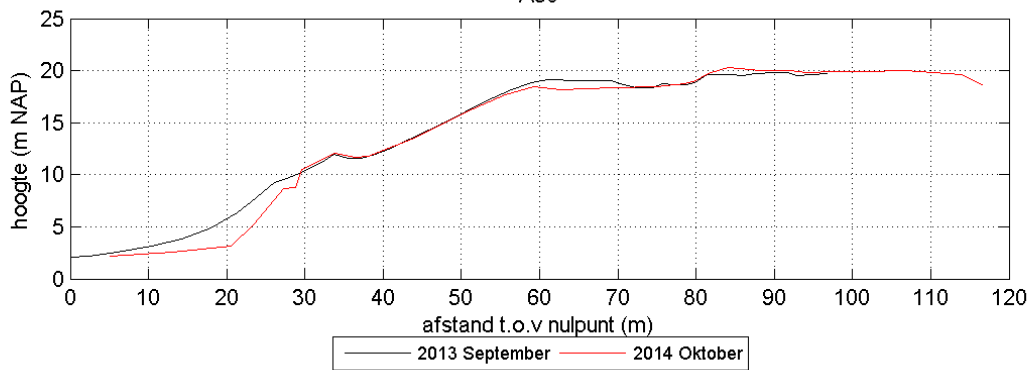
Profielnummer:  
A28



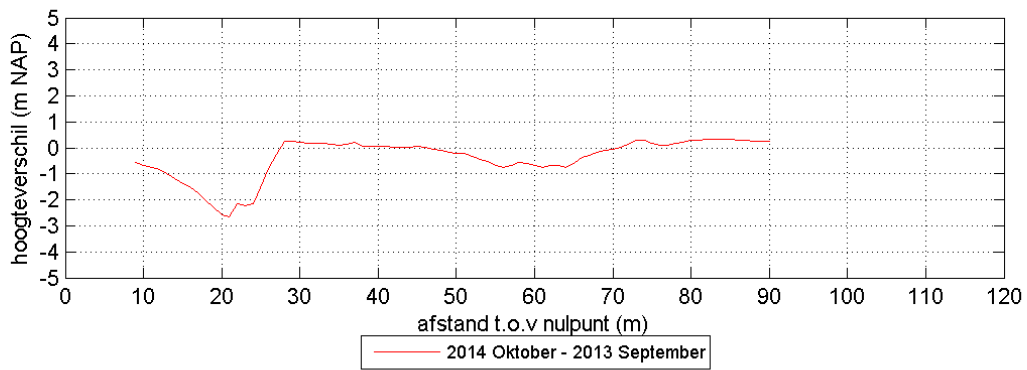
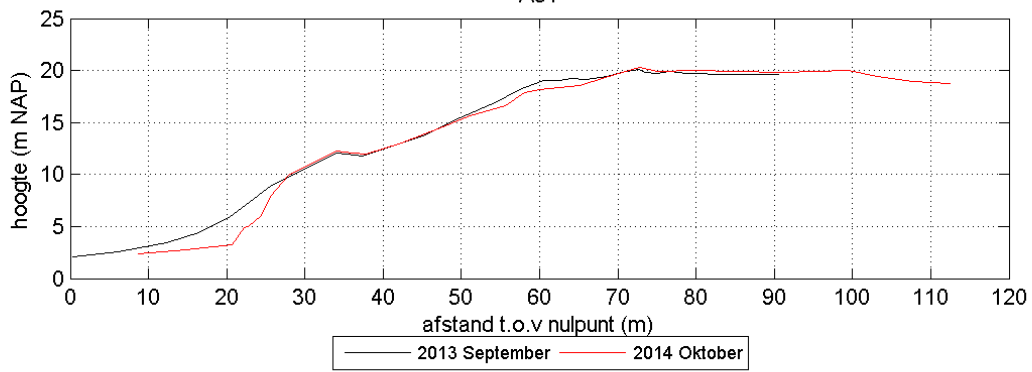
Profielnummer:  
A29



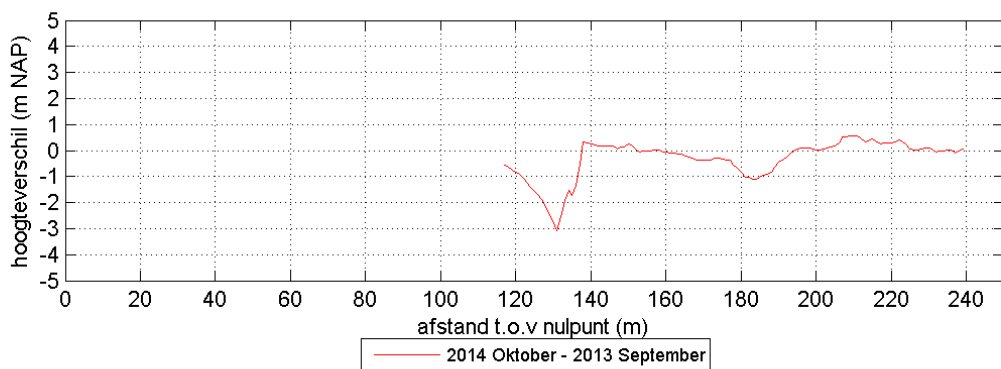
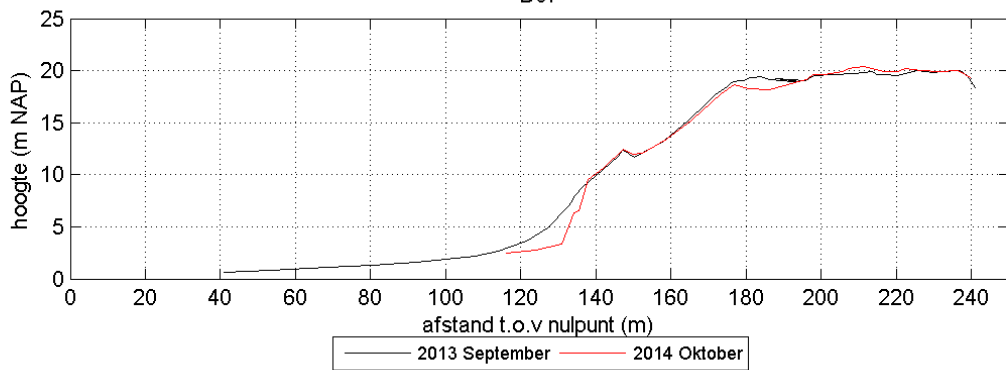
Profielnummer:  
A30



Profielnummer:  
A31

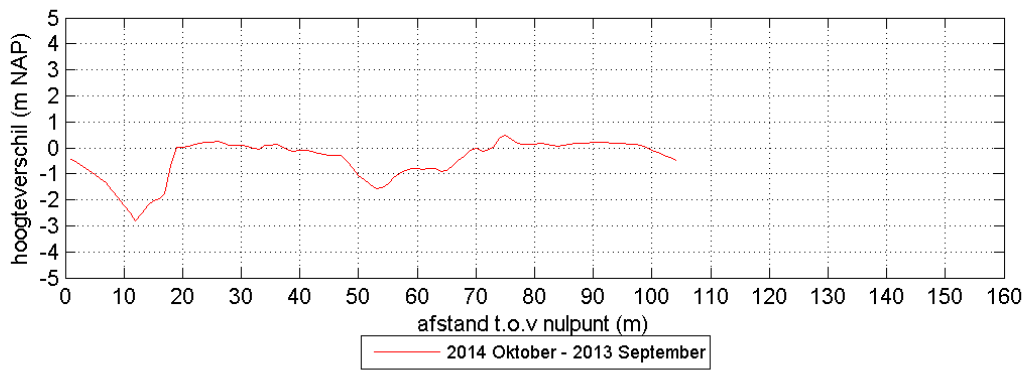
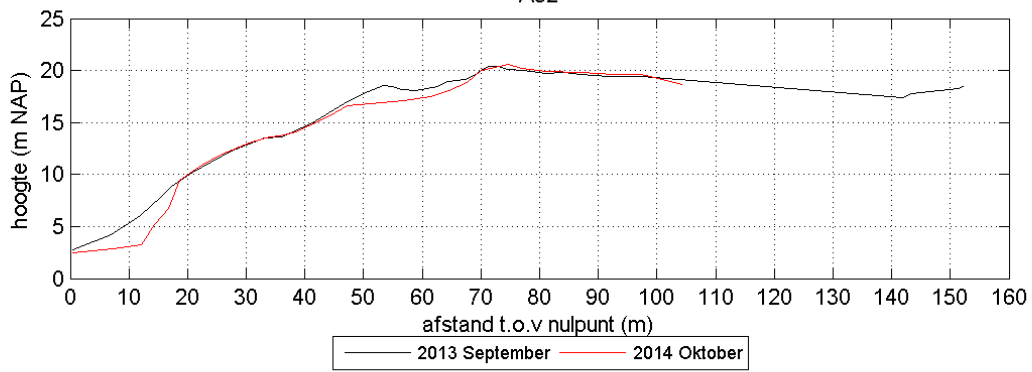


Profielnummer:  
D07

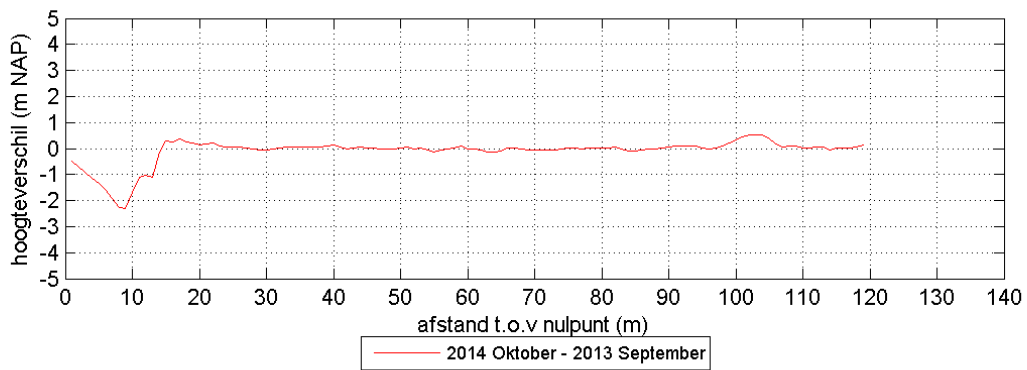
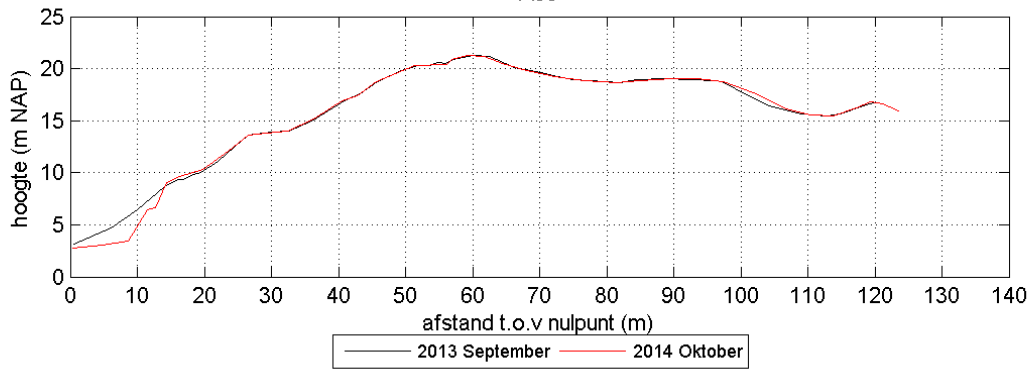




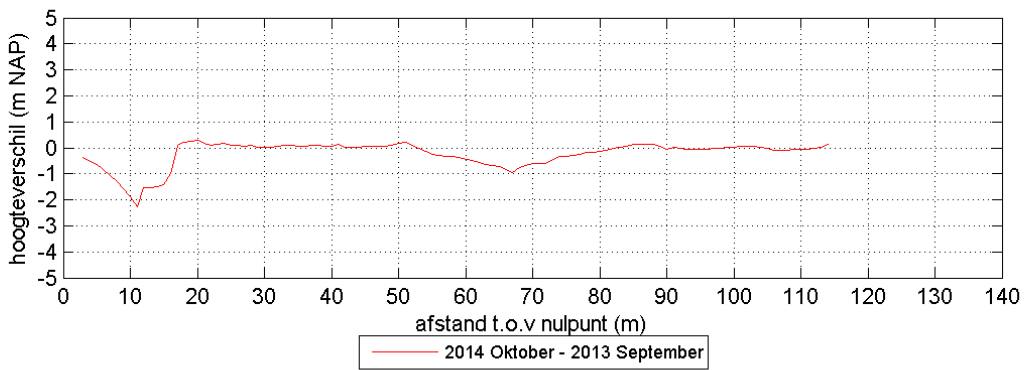
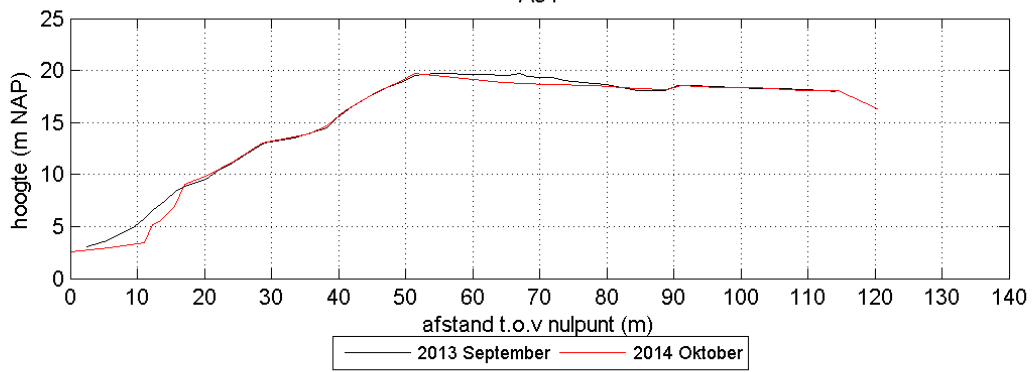
Profielnummer:  
A32



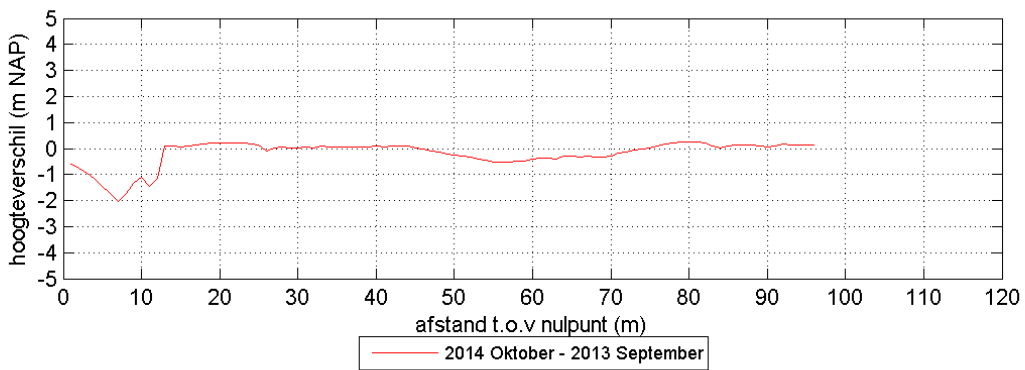
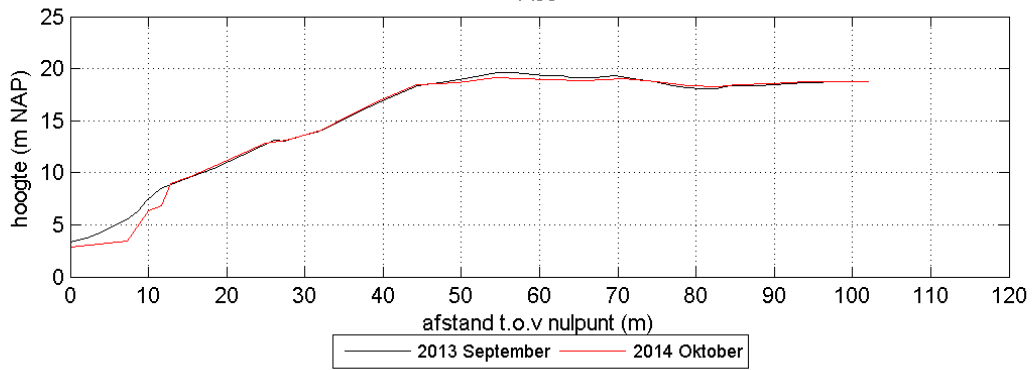
Profielnummer:  
A33



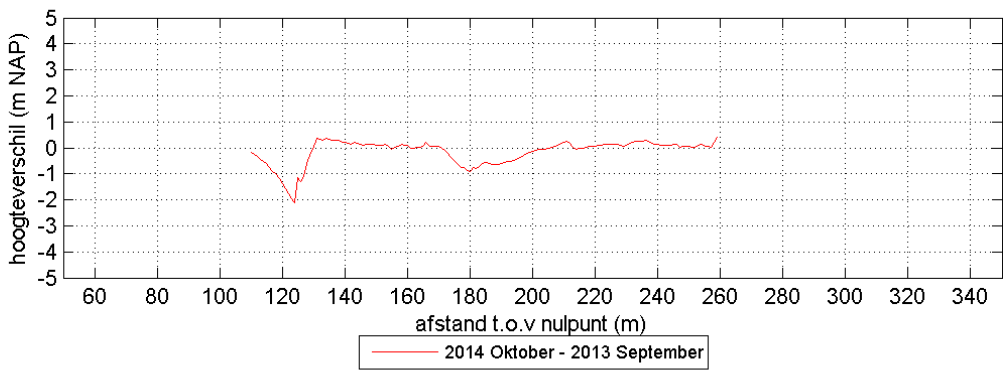
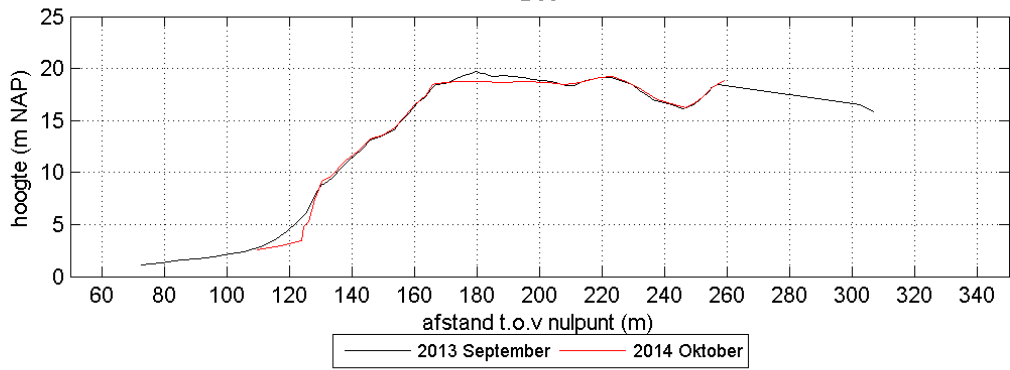
Profielnummer:  
A34



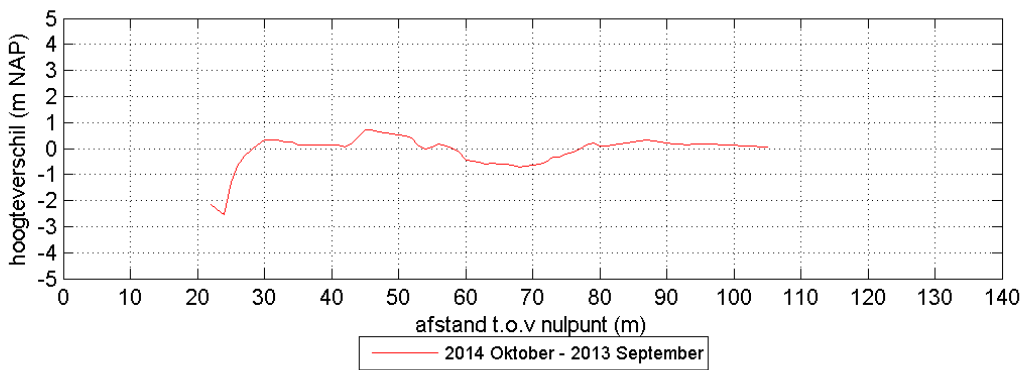
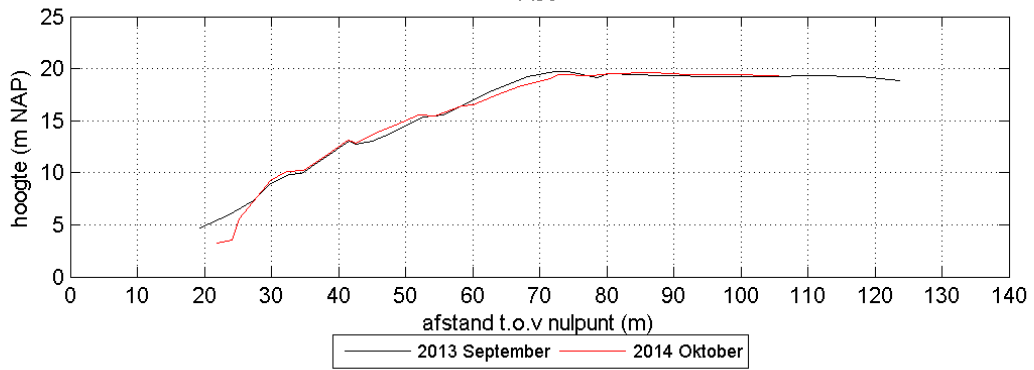
Profielnummer:  
A35



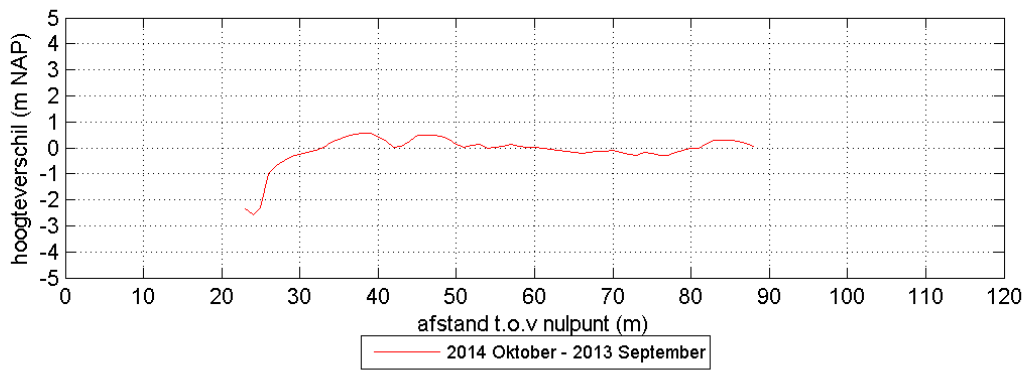
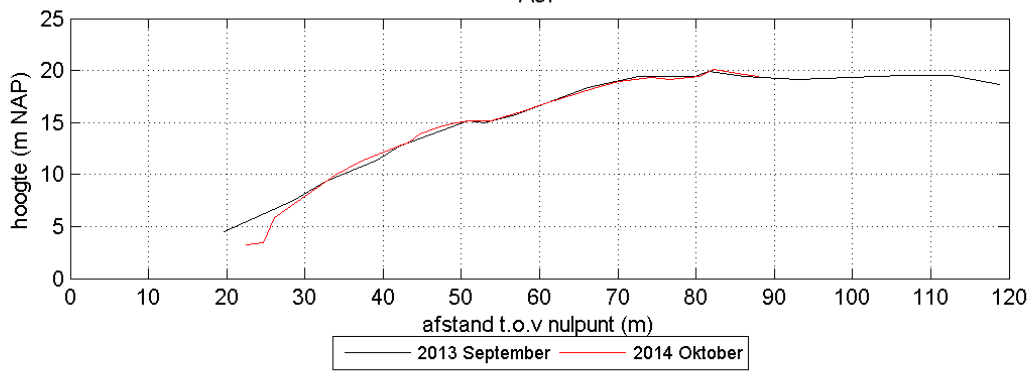
Profielnummer:  
D08



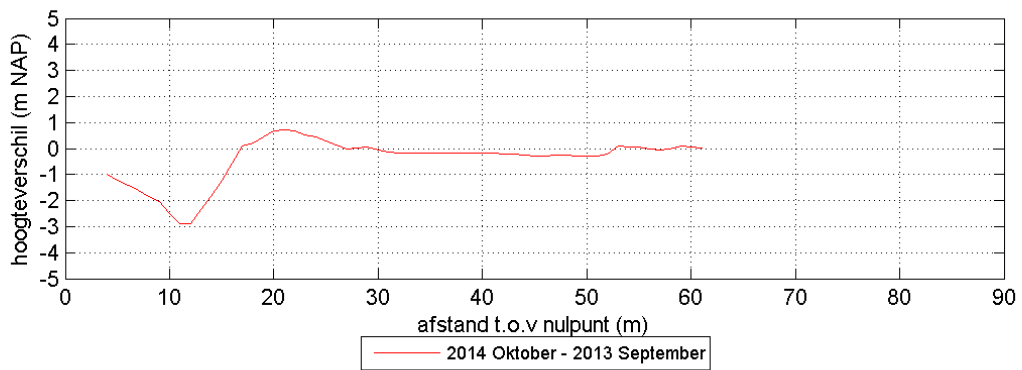
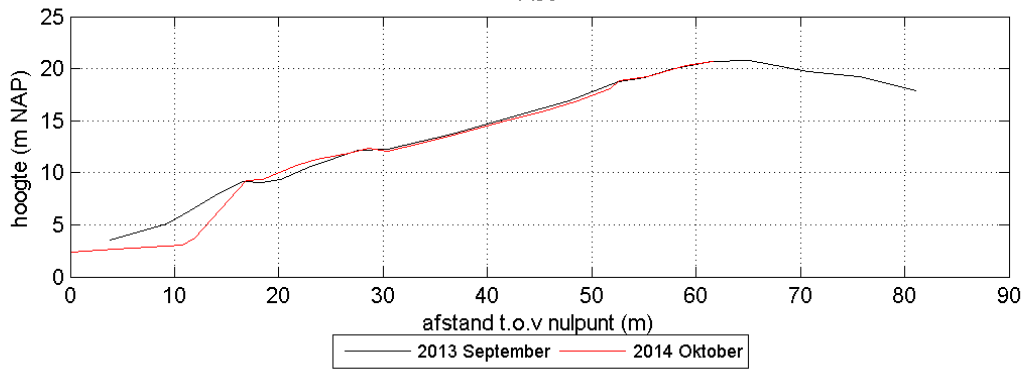
Profielnummer:  
A36



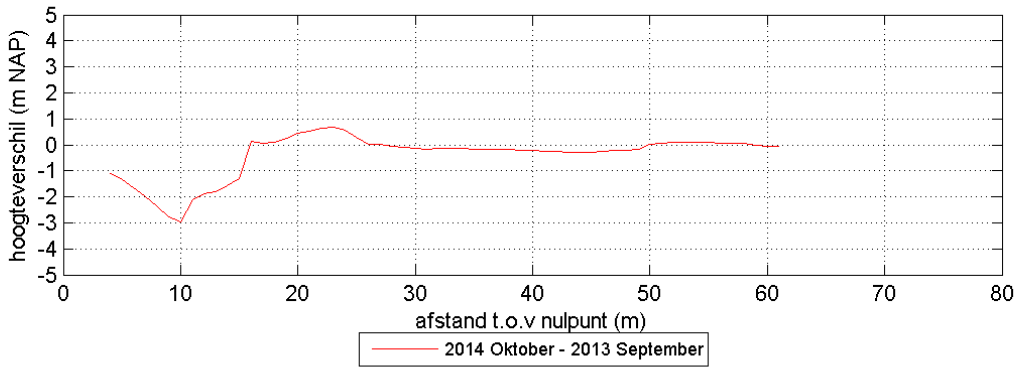
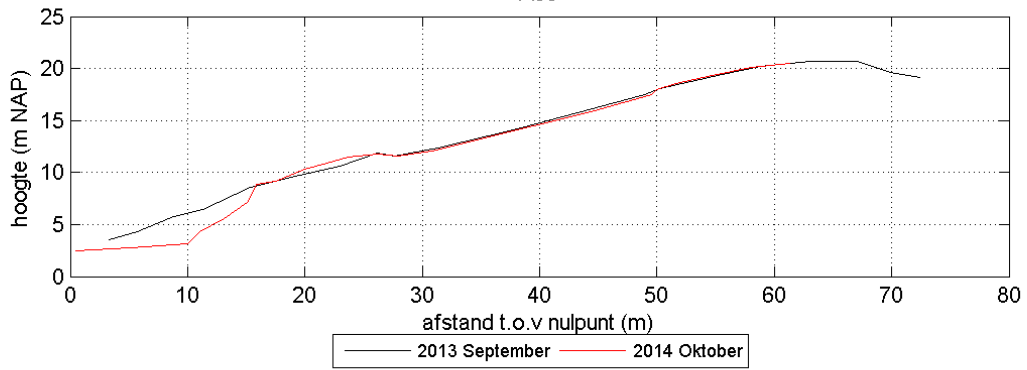
Profielnummer:  
A37



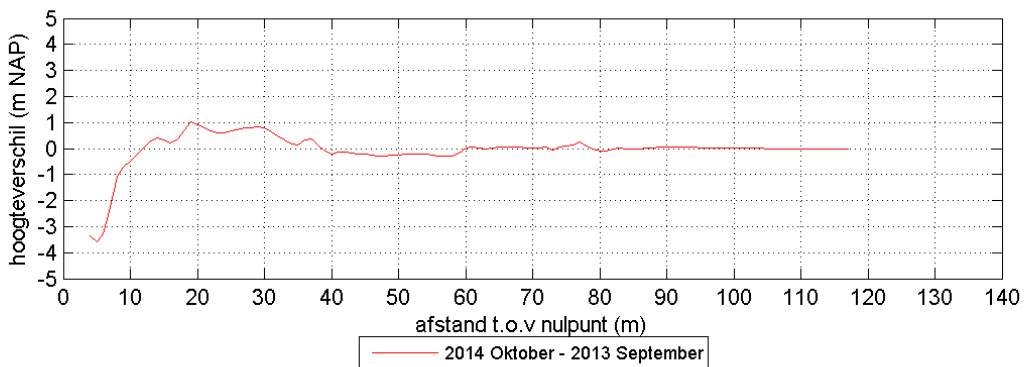
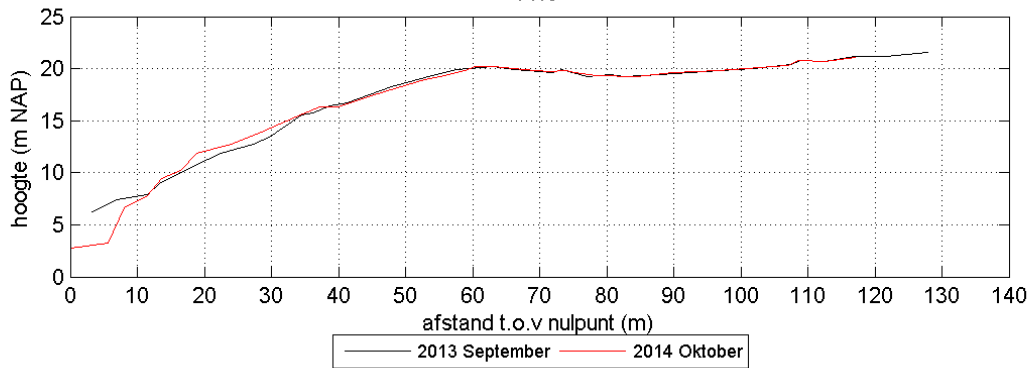
Profielnummer:  
A38



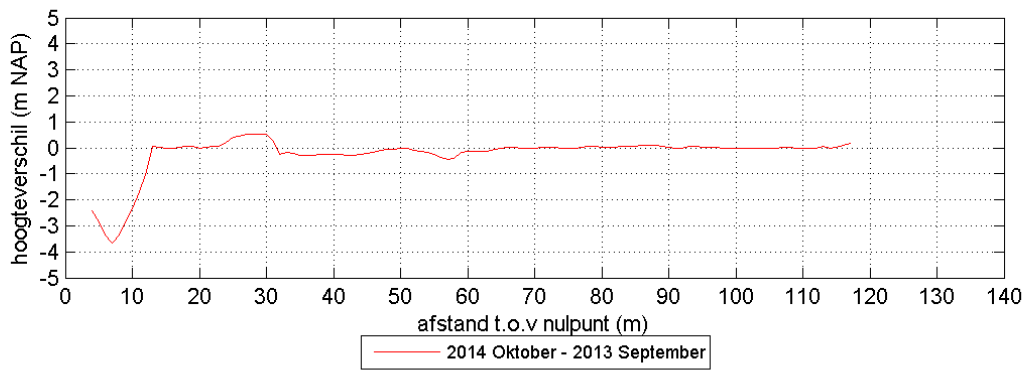
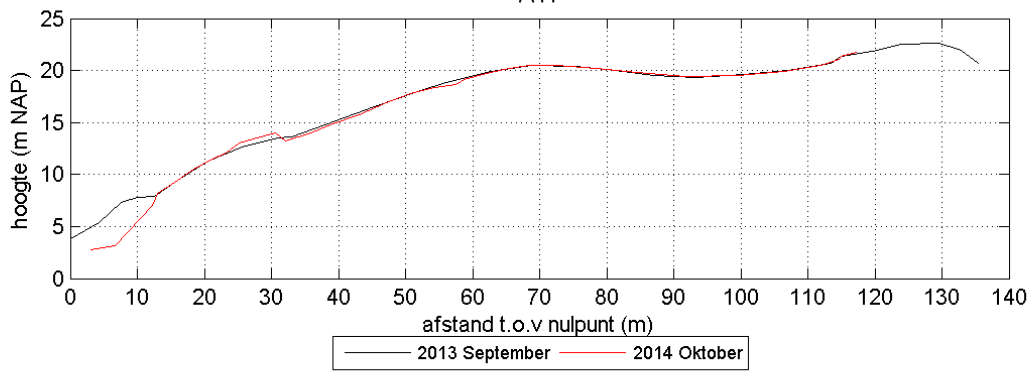
Profielnummer:  
A39



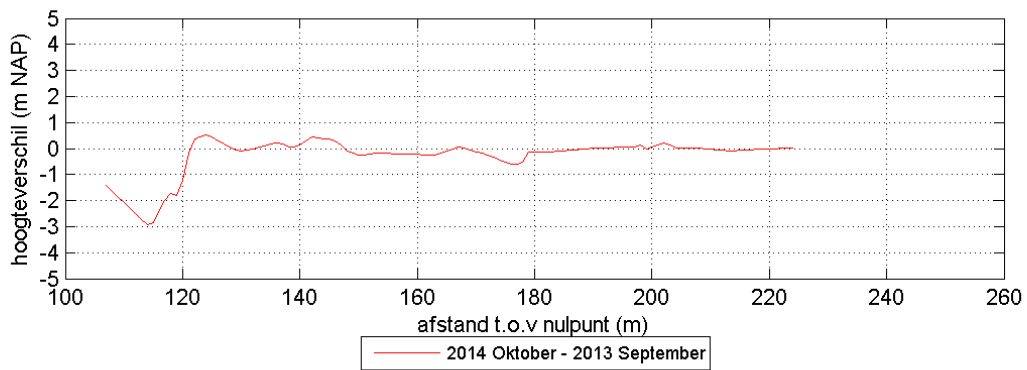
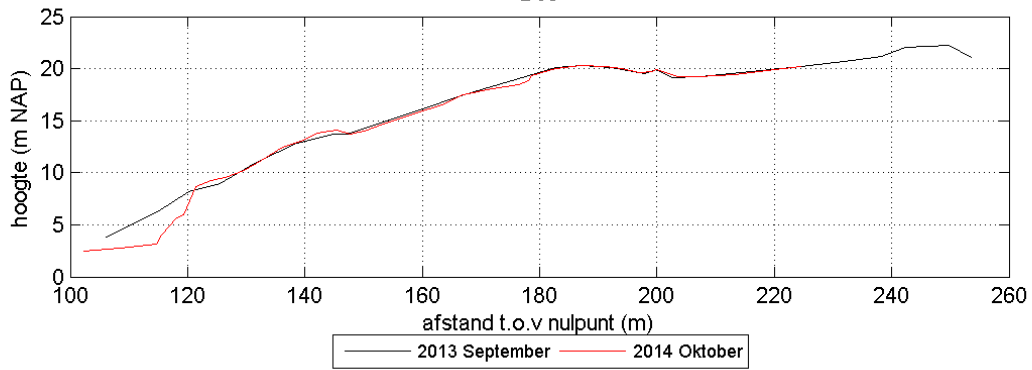
Profielnummer:  
A40



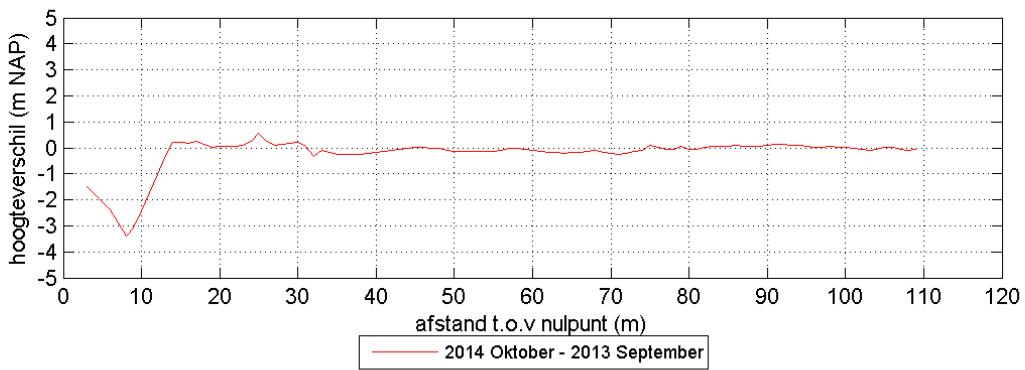
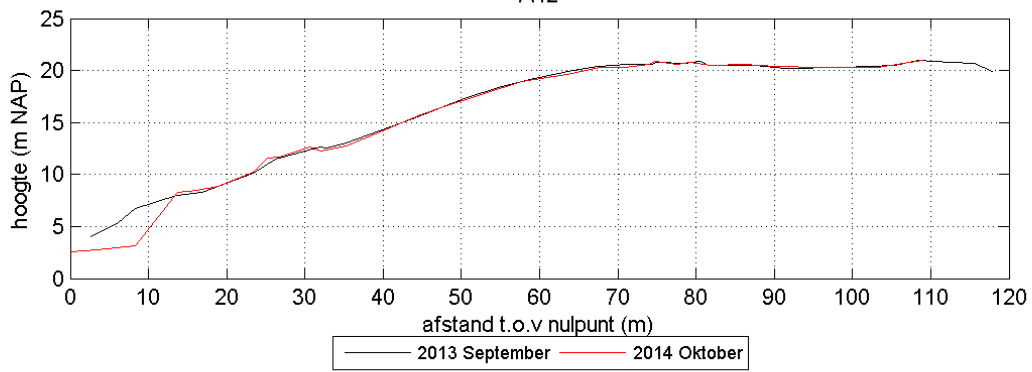
Profielnummer:  
A41



Profielnummer:  
D09



Profielnummer:  
A42



Profielnummer:  
D10

