

Jaarverslag Beheer Spanjaards Duin 2013



Stichting het Zuid-Hollands Landschap
28 mei 2014

Jaarverslag Beheer Spanjaards Duin 2013

Ontwikkeling Duincompensatie Delfland 2009-2013



Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek
Artesia Water
Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek
RAPPORTNUMMER RAP2014.03
In opdracht van Stichting het Zuid-Hollands landschap
Mei 2014

COLOFON

Project

Jaarverslag Beheer Spanjaards Duin 2013
Ontwikkeling Duincompensatie Delfland 2009-2013

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat (Ministerie van Infrastructuur en Milieu)
Het -toenmalige- ministerie van Verkeer en Waterstaat is partner en vergunninghouder in PMR.

Uitvoering

Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, Artesia Water Research Unlimited en Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek in opdracht van en in samenwerking met Stichting het Zuid-Hollands Landschap (ZHL) en Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS WVL)

Samenstelling rapport

Bijdragen van: Bas Arens (Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, hoofdstuk 5 en 9), Frans Schaars (Artesia, hoofdstuk 6), Wouter Beekman (Artesia, hoofdstuk 6), Ruben Caljé (Artesia, hoofdstuk 6), Kees Vertegaal (Vertegaal Ecologisch advies en onderzoek, hoofdstuk 9), Maarten van der Valk (ZHL, hoofdstuk 1 t/m 4, 7 en 8)
Eindredactie: Marjon Paas (RWS WVL)

Projectbegeleiding

Dhr. Maarten van der Valk (ZHL), Mevr. Marjon Paas (RWS WVL) en Dr. Mennobart van Eerden (RWS WVL)

Uitvoering metingen

Profielmetingen: Van der Helm Milieubeheer, M. Kool i.o.v. Zuid-Hollands Landschap
Grondwaterstanden: Hoogheemraadschap van Delfland, Deltares en RWS WVL
Grondwaterkwaliteit: Tauw, Dr. J. Vellema met medewerking van AL-West B.V. in opdracht van Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid (RWS WNZ)
Laseraltimetrie: RWS WNZ

Audit Commissie Compensatie Delfland (ACCD)

Dr. F. van der Meulen (Voorzitter);
Prof. dr. J.M. Verstraten (Bodemchemie en nutriënten);
Drs. Q.L. Slings (Beheer);
Dr. K.V. Sykora (Landschap en ecologie);
Dr. L. van der Valk (Geomorfologie).

Versie

Definitief, 7 mei 2014

Foto omslag

Spanjaards Duin Basisduin en noordelijke vallei.
Foto: Erwin Hemelop, Zuid-Hollands Landschap, 23 december 2013

INHOUD

COLOFON V

INHOUD VII

SAMENVATTING	1
1 INLEIDING	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doel van dit jaarverslag	5
1.3 Leeswijzer	6
2 BEHEER VAN HET GEBIED	7
2.1 Vegetatiebeheer	7
2.2 Onderhoud voorzieningen	8
2.3 Opruimen zwerfvuil	10
2.4 Terreincontrole en toezicht	10
3 OMGEVING	13
3.1 Algemeen	13
3.2 Recreatief medegebruik	13
3.3 Verwachtingen voor de nabije toekomst	13
4 MONITORING	15
4.1 Aanleiding	15
4.2 Wie doet wat	15
4.3 Uitvoering van de Monitoringaspecten	15
4.4 Dataverzameling en -opslag	15
4.5 Verwerking van de monitoringgegevens t.b.v. jaarlijkse evaluatie	16
4.6 Conclusies en aanbevelingen monitoringsaspecten	16
5 GEOMORFOLOGIE	17
5.1 Aanleiding	17
5.2 Hoogtemetingen	17
5.3 Ontwikkeling 2012-2013	20
5.3.1 Verschilkaart 2012-2013; erosie en depositie	21
5.3.2 Ontwikkeling hoogtelijnen; Jarkusopname en profielen	22
5.3.3 Contouren vallei en oppervlak	26
5.4 Interpretatie en verwachtingen met betrekking tot de nabije toekomst	27
5.5 Conclusies	27
5.6 Aanbevelingen	27
6 GRONDWATER	29
6.1 Ontwikkeling Grondwaterdynamiek	29
6.1.1 Het permanente meetnet	29
6.1.2 Het tijdelijk meetnet	30
6.1.3 Ruimtelijke en temporele samenhang	32
6.1.4 Hoogfrequente metingen	33

6.1.5	Ontwikkeling zoetwaterlichaam	34
6.1.6	Ontwikkeling waterkwaliteit	37
6.2	Grondwatersysteem	37
6.2.1	Gelaagdheid	38
6.2.2	Modellering schematisch dwarsprofiel	38
6.2.3	Modelresultaten	39
6.3	Conclusies	41
6.4	Aanbevelingen	41
7	VEGETATIE	43
7.1	Aanleiding	43
7.2	Methode	43
7.3	Veldwerk en interpretatie	43
7.4	Het weer in het groeiseizoen van 2013	43
7.5	Resultaten soortkartering	43
7.6	Resultaten vegetatiekartering	44
7.7	Conclusie	46
8	OVERIGE GEGEVENS	47
8.1	Fauna	47
8.2	Overige waarnemingen	47
8.3	Conclusie	47
9	INTEGRATIE EN SYNTHES	49
9.1	Ontwikkeling potentiële habitats	49
9.2	Mogelijke ontwikkelingen op middellange termijn	53
9.3	Aanbevelingen	53
10	DOCUMENTATIE	55
11	BIJLAGEN	57
BIJLAGE 1: LUCHTFOTO MET HELMAANPLANT		
BIJLAGE 2: VERWIJDERDE DUINDOORN		
BIJLAGE 3: MONITORINGSTABEL MET TOELICHTING		
BIJLAGE 4: BESCHRIJVING BIJ PROFIELEN		
BIJLAGE 5: DWARSPROFIELEN; ONTWIKKELING 2010-2012		
BIJLAGE 6: GRONDWATERSTIJGHOOGTE		
BIJLAGE 7: WATERKWALITEIT		
BIJLAGE 8: PARAMETER WAARDEN PROFIEL-MODEL		
BIJLAGE 9: MODELRESULTATEN NOORDRAAI		
BIJLAGE 10: MODELRESULTATEN ZUIDRAAI		
BIJLAGE 11: WAARGENOMEN PLANTENSOORTEN		
BIJLAGE 12: FOTO OPNAME TIJDENS OPNAME HOOGTEPROFIELEN		
BIJLAGE 13: FLORA EN FAUNA OPNAME 2013 DOOR STICHTING DUINBEHOUD		

SAMENVATTING

In 2009 is voor de kust van Delfland ter hoogte van 's-Gravenzande een nieuw duingebied aangelegd als compensatie van effecten die na aanleg van Maasvlakte 2 worden verwacht in Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Solleveld & Kapittelduinen. Als compensatie dient hier ongeveer 10 hectare van het habitatype 'Grijze duinen', ongeveer 6 hectare 'Vochtige duinvalleien' en een groeiplaats van de groenknolorchis in een vochtige duinvallei te worden ontwikkeld. Deze opgave is o.a. vastgelegd in de voorlopige aanwijzing van het duincompensatiegebied als Natura 2000-gebied 'Spanjaards Duin' in 2011.

Het duincompensatiegebied heeft de vorm van een langgerekte vallei met een zeereep 'basisduin' aan de zeezijde daarvan. In dit gebied moeten zich de bovengenoemde habitattypen ontwikkelen en moet zich de groenknolorchis vestigen.

In 2010 is het gebied overgedragen aan het Zuid-Hollands Landschap en het wordt sindsdien Spanjaards Duin genoemd. Het Zuid-Hollands Landschap heeft tot taak het terrein op de juiste manier te beheren, hierin bijgestaan door de Commissie Dagelijks Beheer Duincompensatie (CDBD) en de Begeleidingscommissie Duincompensatie Delfland (BDD).

De ontwikkelingen in het Spanjaards Duin worden gevolgd door monitoring van abiotische en biotische parameters. Het doel hiervan is tweeledig. In de eerste plaats wordt nagegaan of de juiste milieuomstandigheden ontstaan die nodig zijn voor de ontwikkeling van de doelhabitats. Als de ontwikkeling niet volgens plan verloopt, kan op basis van deze gegevens worden ingegrepen, bijvoorbeeld door extra inrichtingsmaatregelen. In de tweede plaats wordt nagaan of de juiste vegetaties zich in het juiste tempo ontwikkelen zodat hiermee tijdig aan de compensatiedoelstelling wordt voldaan.

In dit rapport wordt op basis van monitoringgegevens een beeld geschetst van de ontwikkelingen die tot eind 2013 hebben plaats gevonden. Aan de hand hiervan wordt een inschatting gemaakt in hoeverre de ontwikkelingen volgens plan verlopen.

Ontwikkeling strand en vooroever

Op het strand is er sprake van wisselende veranderingen, deels het gevolg van suppleren in 2009, deels door het verplaatsen van banken. De contourlijnen op 1.0, 1.5 en 2.0 m boven NAP verplaatsen tussen 2012 en 2013 zeewaarts, maar de veranderingen zijn klein. De 2.5m NAP contourlijn is iets landwaarts verplaatst. De 3.0 en 4.0 m NAP-contourlijn zijn nauwelijks verplaatst. De 5.0 m NAP-contourlijn is redelijk stationair, op het zuidelijke niet beplante basisduin door erosie (en dus verlaging) kleiner geworden, op het noordelijk niet beplante basisduin al in 2012 verdwenen.

Conclusie strand en vooroever

Het strand vertoont mede onder invloed van de suppletie in 2009 wisselende veranderingen. Tussen 2012 en 2013 zijn de veranderingen op het strand beperkt. Het strand is echter nog breed en hoog genoeg om als 'zandbron' voor opstuiving elders te fungeren. Inmiddels heeft bovendien een vooroeversuppletie plaatsgevonden.

Ontwikkeling basisduin

Ieder jaar is er sprake van een forse aanstuiving op het beplante basisduin. Tussen 2012 en 2013 is er sprake van een geringe erosie op het niet beplante basisduin (met name in het noordelijk deel, nauwelijks in het zuidelijk deel), maar na de aanplant in april 2013 van twee stroken Helm is ook hier nu opstuiving en verhoging (ruim 1m) gemeten. De depositie aan de lijzijde is beperkt en gaat dus niet meer ten kosten van valleiooppervlak. De ontwikkeling ter hoogte van de bebouwing en aan weersijden van strandslag Vlughtenburg is afwijkend. Rondom de bebouwing wordt zand afgevoerd

naar het strand. Het effect van de strandhuisjes is vooral erosie op het strand, zeewaarts van de huisjes. Tussen 114.88 en 116.49, dus voor de vallei, bevonden zich geen strandhuisjes.

Conclusie basisduin

Zowel het beplante als voorheen niet beplante basisduin zijn in hoogte toegenomen door opstuiving. Op het voorheen niet beplante basisduin is dat het gevolg van de aanplant van twee stroken Helm. Er heeft in 2013 niet of nauwelijks depositie aan de lijzijde plaatsgevonden.

Ontwikkeling duinvallei

De vallei diept nog steeds uit, waarbij de lage valleibodem (beneden 2.5m NAP) in oppervlak toeneemt en ook steeds dieper wordt. Door de verdieping van de vallei en stijging van het grondwater (gerelateerd aan toegenomen neerslag) was er in februari 2013 sprake van grondwater boven het oppervlak. De schelpenvloertjes vormen geen belemmering voor verdere uitstuiving. De verwachting is dat de uitstuiving verder door zal gaan. Alleen in natte perioden zal de uitstuiving in de laagste delen afgeremd worden door het grondwater.

De grondwaterstanden zijn in 2013 slordig opgenomen, met veel uitbijters en onwaarschijnlijke waarnemingen. De extra metingen in het afgelopen jaar leveren statistisch geen aanvullende indicaties voor het onderscheiden van processen en het identificeren van trends in de opgebouwde tijdreeksen. Er kan daarom op dit moment geen betrouwbare beschrijving worden opgesteld van de grondwaterdynamiek.

De hoogfrequente metingen geven zicht op de doorwerking van het getij onder het Spanjaards Duin. Deze randvoorwaarde had onder de specifieke condities van opwaaiing en springtij op 5 december 2013 een doorwerking onder de duinvallei van het Spanjaards Duin van circa 30 cm. De invloed van de individuele getijdedynamiek lijkt in dezelfde orde als de neerslag. Dit proces is dus relevant om te betrekken in de analyse van de grondwaterdynamiek onder het Spanjaards Duin.

De grondwaterkwaliteitsmetingen in 2013 bevestigt de conclusie van vorig jaar, dat de kwaliteit van het freatische grondwater gedeels is gestabiliseerd.

De aanvullende metingen van de ligging van het zoet-zout grensvlak maken duidelijk dat de verzoeting sinds de aanleg met gelijke snelheid voortgaat: globaal met 1 meter per jaar. Dat betekent dat de secundaire stijging van het grondwaterniveau circa 2.5 cm per jaar moet bedragen. De verzoeting treedt vooral verticaal op, de horizontale verdringing treedt slechts in zeer geringe mate op. Testberekeningen met een simpel model kunnen de verzoeting redelijk goed beschrijven. Het model kan echter niet in overeenstemming met de stijghoogtemetingen worden gebracht. De modelberekeningen geven aan dat dat het zoet-zout grensvlak onder Spanjaards Duin nog zeker 5 meter zal verdiepen. Dat betekent dat de grondwaterregiemcurve met circa 10 cm zal stijgen. Gezien de onzekerheden in het model is dit een nog zeer onzekere indicatie.

Op basis van de grondwaterkaart van september 2013, de hoogteligging van voorjaar 2013 en de luchtfoto van 2013 is een interpretatie gemaakt van potentiële habitattypen. Het beeld ten opzichte van vorig jaar verschilt weinig. Het oppervlak mogelijk al kwalificerend Witte en Embryonale duinen is iets lager dan in 2012, waarschijnlijk vooral het gevolg van interpretatieverschillen als gevolg van verschillen in de kwaliteit van de luchtfoto's. Het potentieel oppervlak geschikt voor Natte duinvallei is met in totaal 4.5 ha iets lager dan de 5.3 ha uit 2012. Hiervan ligt bij 1.9 ha de GLG tussen 0.35 en 0.80m -MV en bij 2.6 ha tussen 0.80 en 1.20m -MV. Het verschil is vooral te wijten aan een andere (betere) procedure voor het bepalen van de laagste grondwaterstand in 2013. Het potentieel oppervlak Grijze duinen beslaat in totaal 15.2 ha, iets meer dan in 2012, wat ook weer het gevolg is van de grondwaterkaart.

Een prognose van een grondwaterstandsstijging van circa 10cm over de komende 5 jaar laat zien dat daarmee het valleioppervlak iets uitbreidt tot 5.6 ha, het potentiële oppervlak Grijze duinen afneemt tot 14.2 ha. Bij deze grondwaterstijging zou dus ook ruim worden voldaan aan de compensatieopgave voor Grijze duinen (9.8 hectare), maar nog net niet aan die voor Vochtige duinvalleien (6.1 hectare).

Conclusie duinvallei

De duinvallei is in 2013 iets verder verdiept en groter geworden. De aanwezige schelpenvloertjes blijken geen belemmering voor het verstuivingsproces. De grondwaterstand is gestegen. Als gevolg van beide processen stond eind 2012/begin 2013 het water in de laagste delen van de vallei voor het eerst boven maaiveld. In totaal was in 2013 in de vallei 4.5 hectare met de juiste abiotische condities aanwezig voor de ontwikkeling van habitatype vochtige duinvalleien. Als rekening wordt gehouden met een mogelijke (verdere) stijging van de grondwaterstand met 0.1 m neemt het oppervlak toe tot 5.3 ha. Dit jaar is de ligging van het zoet-zoutgrensvlak gemeten. Aanbevolen wordt deze metingen iedere twee jaar te herhalen.

Ontwikkeling verbrede duinvoet

Tegen de oude zeereep, in de zgn. verbrede duinvoet, vindt nog steeds forse aanstuiving plaats, vooral landwaarts van het niet beplante basisduin. Deze zone blijft dynamisch, met veel onregelmatige duinvormen maar minder dan in 2012. Ook is er een duidelijke ruimtelijke trend. De aanstuiving neemt af van noord naar zuid. Op dit moment leiden de veranderingen vooral tot instandhouding en kwaliteitsverbetering van de hier oorspronkelijk aanwezige Witte duinen. Bij afname van de dynamiek en begroeid raken van het zand kunnen zich hier op termijn grijze duinvegetaties ontwikkelen. De abiotische condities hiervoor zijn voor het overige - dus afgezien van de dynamiek - goed.

Conclusies verbrede duinvoet

De verbrede duinvoet stuift nog steeds, vooral aan de noordkant ter hoogte van het niet ingeplante basisduin. In de verbrede duinvoet en in de hogere delen van de vallei is op dit moment ruim voldoende potentieel areaal Grijze duinen aanwezig. Ook wanneer de grondwaterstand nog substantieel zou stijgen, blijft voldoende potentieel areaal over. Voor de vestiging en ontwikkeling van de grijze duinvegetaties dient de dynamiek sterk af te nemen zodat het kale zand begroeid kan raken met pioniervegetaties van dit habitatype. Bij de huidige dynamiek zullen zich hier voorlopig Witte duinen handhaven.

CONCLUSIE SAMENGEVAT

In het algemeen kan worden gesteld dat de ontwikkelingen de goede kant opgaan. De hoogteligging van duinvallei en verbrede duinvoet lijkt inmiddels het vereiste niveau te bereiken. De erosie van het voorheen niet ingeplante basisduin is gestopt. Door de aanplant van twee stroken Helm is het voorheen niet ingeplante basisduin zelfs weer in hoogte toegenomen. Tijdens de Sinterklaasstorm bleek dit net voldoende om de hoge waterstand te keren. De dynamiek neemt af, waardoor de mate van erosie minder is dan vorig jaar, en ook de mate van aanstuiving tegen de oude zeereep. Dit betekent dat de volgende fase van stabilisatie van verstuivingen en vestiging van pioniervegetaties in zicht is. Voor de vereiste 'finetuning' van de hoogteligging van de vallei is beter inzicht in de toekomstige ontwikkeling van de grondwaterstand noodzakelijk.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

In 2009 is voor de kust van Delfland ter hoogte van 's Gravenzande Spanjaards Duin aangelegd. Dit gebied dient als compensatie van verwachte verliezen van natuurwaarden als gevolg van de ingebruikname van Maasvlakte 2 in Natura 2000-gebieden Voornes Duin en Solleveld & Kapittelduinen. Deze compensatieplicht is vastgelegd in de EU-Habitatrichtlijn en in de Nederlandse Natuurbeschermingswet (Nb-wet). Het gaat om twee typen duinhabitat en één duinvalleisoort:

Tabel 1-1. Overzicht compensatieopgave ingebruikname Maasvlakte 2 [9]

soort/habitatype	compensatieopgave
H2130 grijze duinen	9,8 hectare
H2190 vochtige duinvalleien	6,1 hectare
H1903 groenknolorchis	1 vindplaats*
*: vindplaats: groeiplaats van kleine, zich handhavende plantenpopulatie	

De aanleg van het Spanjaards Duin als compensatie voor Maasvlakte 2 is in eerste instantie vastgelegd in de vergunning in het kader van de Nb-wet voor de aanleg en aanwezigheid van Maasvlakte 2. De doelstelling is tevens vastgelegd in de aanwijzing van het Spanjaards Duin als Natura 2000-gebied. De instandhoudingdoelstelling zoals deze in het aanwijzingsbesluit is vermeld, is gelijk aan de compensatieopgave zoals vermeld in Tabel 1-1.

1.2 Doel van dit jaarverslag

De ontwikkelingen in het Spanjaards Duin worden gevolgd door monitoring van abiotische en biotische parameters. Het doel hiervan is tweeledig. In de eerste plaats wordt nagegaan of de juiste milieuomstandigheden ontstaan die nodig zijn voor de ontwikkeling van de doelvegetaties om te kunnen beoordelen in hoeverre deze ontwikkelingen conform plan/verwachting verlopen en in hoeverre extra beheermaatregelen nodig zijn. In de tweede plaats wordt nagaan of de juiste vegetaties zich in het juiste tempo ontwikkelen zodat hiermee tijdig aan de compensatiedoelstelling wordt voldaan. In dit rapport wordt op basis van monitoringgegevens een beeld geschetst van de ontwikkelingen die tot het einde van 2013 hebben plaats gevonden. Aan de hand hiervan wordt een inschatting gemaakt in hoeverre de ontwikkelingen volgens plan verlopen. Net als 2012 heeft dit jaarverslag een meer uitgebreide analyse van de resultaten grondwatermonitoring. Doel hiervan is om meer inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de grondwaterstand ten opzichte van de maaiveldhoogte in de vallei om te kunnen beoordelen in



Figuur 1-1. Begrenzing Spanjaards Duin in de voorlopige aanwijzing als Natura 2000-gebied

hoeverre deze 'op schema' ligt voor de ontwikkeling van het geplande areaal 'Vochtige duinvalleien'. Om meer duidelijkheid te krijgen is begin 2014 onderzoek gedaan naar de grens tussen zoet- en zoutwater ten opzichte van het maaiveld. Deze veldmeting is meegenomen in de analyse. In 2014 is een uitgebreide evaluatie gepland.

1.3 Leeswijzer

Het jaarverslag is ten opzichte van voorgaande jaren sterk gewijzigd. Het verslag laat alleen grote wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren zien en zoomt in op de ontwikkelingen van 2013 ten opzichte van voorgaande jaren. Voor achtergrond informatie wordt verwezen naar de vorige jaarverslagen [35, 36 en 37].

Hoofdstukken 1 geeft kort het doel van Spanjaards Duin en onderliggend verslag weer. Hoofdstuk 2 geeft een beeld welke beheermaatregelen in het gebied zelf en in Hoofdstuk 3 relevante veranderingen en ontwikkelingen in de (directe) omgeving. In Hoofdstuk 4 wordt een overzicht gegeven van de monitoring als geheel: wat wordt door wie gemonitord en hoe worden gegevens verzameld en opgeslagen.

De ontwikkelingen in het Spanjaards Duin wat betreft belangrijke abiotische factoren en natuuraspecten worden beschreven en geanalyseerd in Hoofdstuk 5 t/m 8. De geomorfologie wordt in hoofdstuk 5 behandeld, het grondwater in hoofdstuk 6. Daarbij wordt een tweedeling gemaakt in de grondwaterstand (hoofdstuk 6) en de grondwaterkwaliteit (hoofdstuk 6.1.6). Hoofdstuk 7 bevat de resultaten van de vegetatie opname en Hoofdstuk 8 de overige waarnemingen zoals fauna. Op grond van de ontwikkeling van maaiveldhoogte en de ontwikkeling van grondwaterstand wordt in de synthese (hoofdstuk 9) een prognose gemaakt van de te verwachten oppervlakken aan habitattypen. Hoofdstuk 9 eindigt met een aantal aanbevelingen voor monitoring en data-management.

2 BEHEER VAN HET GEBIED

Het beheer is vastgelegd in het Rijkswaterstaat document “Overeenkomst inzake natuurontwikkeling in het duincompensatiegebied Delflandse Kust”, getekend door Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap en Stichting Het Zuid-Hollands Landschap op 1 juli 2009. Detaillering van dit beheer wordt gevoerd conform de beheerstandaard van het Zuid-Hollands Landschap en is nader uitgeschreven in het in 2010 geschreven beheerplan.

2.1 Vegetatiebeheer

In 2013 hebben er twee grote ingrepen in het basisduin plaatsgevonden. Er heeft een aanplant van helm plaatsgevonden en er is opkomende duindoorn verwijderd. In de vallei hebben er geen ingrepen plaatsgevonden gericht op de vegetatie.

Helmaanplant

In januari 2013 is in overleg met de CDBD besloten om de niet-ingeplante delen van het basisduin in te planten met helm. Dit om ervoor te zorgen dat ontwikkeling van de duinvallei optimaal verloopt. Deze beheermaatregel is uitgevoerd om het uitstuiven van de duinvallei te bevorderen en het instuiven van strandzand te verminderen. Het eventueel overstromen van stormgolven op het verlagende deel van het niet-ingeplante basisduin werd als een secundair op te lossen probleem gezien.

Het advies was om een twee stroken helm aan te planten in de open stroken basisduin:

- 1) een 10m brede strook helm wordt natuurlijk/ speels aangeplant achter de afrastering tussen basisduin en strand, welke aan weerszijden aansluit op de eerder aangeplante stroken basisduin. Het doel van deze aanplant is het op termijn vangen van het van het strand afkomende zand en zo een doorgaande nieuwe zeereep te vormen;
- 2) een 10m brede strook helm wordt aangeplant, waarvan de landwaartse begrenzing ca. 5-6m zeewaarts van de achterrand van het niet-ingeplante basisduin is gelegen, zodat er ruimte is voor het vormen van een helling die niet ten koste van het oppervlak vochtige duinvallei gaat. Het doel van deze aanplant is het creëren van luchturbulentie, landwaarts van deze strook, zodanig dat de strook grenzend aan het nieuwe ingeplante vak de duinvallei verder uitblaast, en er aldus maaiveldverlaging plaatsvindt met het doel een groter oppervlak voor de duinvallei te creëren.

Conform bovenstaand voorstel zijn in maart/april 2013 de niet-ingeplante stroken met helm vol geplant (zie Bijlage 1). Het helm is geoogst uit de aanliggende stroken basisduin. Dus er is gebruik gemaakt van gebiedseigen plantmateriaal. Het helm is goed aangeslagen en in het veld is de aangroei van het basisduin goed te zien. De aanplant heeft ervoor gezorgd dat het basisduin dusdanig is aangegroeid dat Spanjaards Duin tijdens de storm van 5 december 2013 niet volledig is overstroomd met zeewater.

Storingssoorten

Afgelopen jaar is door middel van diverse veldwaarnemingen ondervonden dat er een marginale groei is van storingssoorten zoals akkerdistel en melkdistel. Dit baart nog geen zorgen. Wel is er op een locatie duinriet waargenomen. Deze grassoort van de duinen kan snel grote oppervlakten koloniseren, vooral onder invloed van stikstofdepositie. Dan kan duinriet sterk dominant worden en de vegetatie flink overwoekeren. Dit is een soort om in de gaten te houden in de toekomst gezien de sterke link met stikstofdepositie vanuit de Rijnmond.

Ook is er een sterke toename van bezemkruiskruid in het noordelijk en het zuidelijk deel van het Spanjaards Duin. De invasieve exoot is voor de laatste 40 jaar met een flinke opmars bezig. Voor Spanjaards Duin voor de soort nog geen bedreiging. Waarschijnlijk verdwijnt de soort na de ruderaal fase. De ontwikkeling ervan wordt wel in de gaten gehouden.

De kieming van duindoorn is op diverse plekken zichtbaar. Deze ontwikkeling wordt nauwlettend in de gaten gehouden. Overal in het basisduin zijn kiemplanten van de duindoorn te vinden. In juli en november is door vrijwilligers samen met de terreinbeheerder ingegrepen in de ontwikkeling van de duindoorn (zie Figuur 2-1). Vooral in het zuidelijk deel zijn alle kiemplanten en jonge duindoorns (tot 1m hoog) gerooid en verwijderd. Dit om te voorkomen dat de dynamiek in de vallei stagneert. Voor de komende jaren zal het een terugkomende werkzaamheid en zal de terreinbeheerder actief de aanwezige duindoorn verwijderen. De grootste dichtheden van duindoorn zijn middels vlakken vastgelegd op luchtfoto (zie Bijlage 2). Op luchtfoto zijn de grotere exemplaren duindoorn goed zichtbaar. Overigens niet te verwarren met de pollen biestarwegras.



Figuur 2-1. Verwijderen duindoorn uit basisduin (Foto's: Erwin Hemelop en Fred Spreen, ZHL, 16 november 2013)

2.2 Onderhoud voorzieningen

Rasters

Het totale gebied is omringd met rasters. Deze zijn aangelegd om menselijke invloeden zoveel mogelijk te voorkomen en het gebied door natuurlijk dynamiek te laten ontwikkelen. Helaas heeft er in 2013 forse investering plaatsgevonden om het hekwerk in stand te houden. Dit heeft vier redenen gehad.

Minst voorkomende ergernis is het vandalisme. Afgelopen jaren is doorknippen en saboteren van de raster bij strandopgang Stuifkenszand sterk afgenomen. Nog enkele keer wordt het draad door geknipt om de doorloop naar het strand te verkorten. Door actief toezicht en snelle reparatie door onze terreinbeheerder is vandalisme minimaal.

Vier jaar na aanleg is de levensduur van de meeste palen aan het einde. Waarschijnlijk was de kwaliteit van de palen onder de maat en hebben zout, zand en wind het verouderingsproces versneld. Veel palen zijn gebroken of zeer poreus geworden.

Anderzijds merken we door de enorme verstuiwing dat aan zee kant de hekwerken verdwijnen onder het uitdijende basisduin. Aan de meest zuidelijke en noordelijke punt is het raster geheel onder het zand verdwenen. Op de niet ingeplante stukken van het basisduin is het raster door uitstuiwing volledig bloot komen te liggen en hangt het in zijn draden.



Figuur 2-2. Onderstoven afrastering en stormschade aan afrastering na 5 december 2013 (Foto's: Maarten Kalisvaart, vrijwilliger ZHL, 29 december 2013)

Najaar 2013 kenmerkte zich door drie grote en zware stormen. Op 28 oktober, 5 december en 24 december werd de kust geteisterd door zware wind. Op 5 december was er tevens springtij. Hierdoor werd 965 meter hekwerk langs Spanjaards Duin vernield door de golfslag (zie Figuur 2-2).

In het voorjaar 2013 is zo'n vier kilometer hekwerk vervangen en/of uitgegraven. Het bestaande 1,60m hoge raster met puntdraad is vervangen door 1,20m hoog raster met dikkere palen en glad draad. Hierdoor oogt het hekwerk minder massief en door het gebruik van gladdraad is het raster dier- en mensvriendelijker. Afgebroken en onderstoven puntdraad kan (zie Figuur 2-3). Bijkomend voordeel is dat er geen storend zwerfvuil verstrikt raakt in het puntdraad.



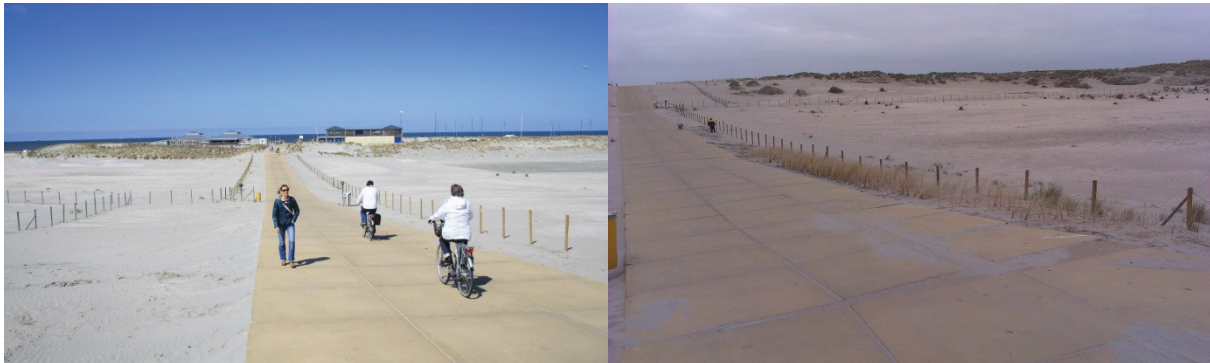
Figuur 2-3. Onderstoven puntdraad op strand langs Spanjaards Duin (Foto: Marjon Paas, 12 februari 2014)

Lopende het jaar 2013 is 440 meter raster door verstuing weer verdwenen onder het zand. Dit maakt samen met door de storm verdwenen raster dat er in het voorjaar van 2014 weer 1,4 kilometer raster dient te worden hersteld. In maart 2014 wordt hier een start mee gemaakt.

Strandopgangen

Alle drie de strandopgangen van Spanjaards Duin kampen met een sterke overstuiving van zand. Stuifkenschand is begin 2013 volledig vrij gegraven om doorgang weer mogelijk te maken. Strandslag Vlughtenburg is gelukkig aangepast in 2011, maar het hekwerk aan beide zijden was volledig versleten en onherstelbaar. In overleg met gemeente Westland is ervoor gekozen om het hekwerk te vervangen, verder uit de betonplaten te plaatsen om hinderlijk ruiterverkeer in de aanliggende zandstrook toe te staan en de planken ten behoeve van de fietsenstalling niet meer terug te

brengen. Hierdoor heeft Vlughtenburg een veel vriendelijker uitstraling gekregen en is veel praktischer voor de gebruikers geworden (zie Figuur 2-4). In de zomer van 2013 heeft gemeente Westland in overleg met het Zuid-Hollands Landschap aan de zuidwestzijde een strook helm aangeplant om ondersteuning van de betonplaten te voorkomen.



Figuur 2-4. Aanpassing strandslag Vlughtenburg. Op de rechter foto is de aangeplante strook helm zichtbaar (Foto: Marjon Paas, 28 april en 6 juni 2013)

In de winter van 2013 heeft Gemeente Westland in overleg ook strandslag Beukel aangepast. De slag was volledig ondergestoven. Aan beide zijden van het slag is zand verwijderd en op het strand gebracht. De aanwezige betonplaten zijn licht verhoogd en het hekwerk is meer naar buiten geplaatst (zie Figuur 2-5).



Figuur 2-5. Aanpassing strandslag Beukel (Foto: Fred Spreen, ZHL, 17 januari 2014)

2.3 Opruimen zwerfvuil

Door de enorme dynamiek van Spanjaard Duin, de aanwezigheid van recreanten en verwaaiing van vloedmerk is er op verschillende plekken zwerfvuil en andere oneffenheden zichtbaar in Spanjaards Duin. Medewerkers van het Zuid-Hollands Landschap verwijderen bij reguliere aanwezigheid handmatig het aanwezige zwerfvuil.

Gemeente Westland en Deelgemeente Hoek van Holland zijn zeer alert en adequaat om zwerfvuil op het strand en bij de strandslagen tijdig en volledig te verwijderen. Hierdoor wordt het verwaaien van vuil naar Spanjaards Duin tot een minimum beperkt.

2.4 Terreincontrole en toezicht

In 2013 heeft er regelmatig controle plaatsgevonden in Spanjaards Duin. In totaal hebben 4 toezichthouders (Buitengewoon Opsporingsambtenaren) en 1 terreinbeheerder het gebied wekelijks bezocht. Hierbij hebben de toezichthouders zich voornamelijk gericht op de 'mooie' dagen in het jaar zodat men een aanzienlijke aanwezigheid van recreanten kon verwachten. Hierbij kan worden

opgemerkt dat de recreant zich uitstekend gedraagt en bijna geen overtredingen begaat. Men maakt alleen gebruik van de verschillende strandopgangen om het strand te bereiken en richt zich niet op Spanjaards Duin. In tegenstelling tot voorgaande jaren is 2013 een uitstekend strandjaar geweest en zijn er vele bezoekers op het strand geweest. Dit heeft niet geleid tot overtredingen of verstoringen in Spanjaards Duin.

Door het uitrasteren van het bestaande duin tussen slag Vlugtenburg en Stuifkenschand is het doorkruisen van Spanjaards Duin richting strand tot een minimum beperkt gebleven. Daarnaast is er in samenwerking met de boswachters van Gemeente Rotterdam en Politie streng gehandhaafd in de Van Dixhoorndriehoek op overtredingen. Hierdoor is er een afname van betreding in het zuidelijke deel. Wel werd meer betreding gemerkt in de aanliggende zeereep van Spanjaards Duin. Deze betreding treedt vooral op in december en januari wanneer bij de strandopgangen het raster onderstuift en men de gebieden gemakkelijk inloopt. Overigens is de vraag of dit hinderlijk is en effect heeft op de ontwikkeling van Spanjaards Duin. Het betreffen maar enkele individuen. De toezichthouders houden het in de gaten en zullen bij toename van betreding maatregelen treffen.

Extern beheer

Naast structureel overleg heeft er overleg plaatsgevonden met Gemeente Rotterdam, deelgemeente Hoek van Holland en Gemeente Westland over diverse beheertechnische zaken. Bij het constateren van mogelijke overtredingen op het evenementenbeleid, Nb-wet, Natura2000, Flora- en fauna-wet, of watervergunning heeft het Zuid-Hollands Landschap diverse malen de controlerende partijen geïnformeerd over (mogelijk) conflicterende situaties.

Onze toezichthouders hebben nauw contact met wetshandhavers van Provincie Zuid-Holland, Politie Rijnmond en Politie Haaglanden. Waar mogelijk wordt samenwerking gezocht in het toezicht houden in de groene gebieden. Dit zorgt ervoor dat naast het Zuid-Hollands Landschap ook andere BOA's toezicht houden in Spanjaards Duin.

Naast overleg met de diverse ambtelijke partijen vindt er regelmatig overleg plaats met natuurpartijen zoals Stichting Duinbehoud, Vogelwerkgroep Solleveld en Stichting ARK over Spanjaards Duin en de Van Dixhoorndriehoek.

Ook probeert het Zuid-Hollands Landschap met enige regelmaat de verschillende (horeca)exploitanten, reddingsbrigade en zeilvereniging te bezoeken. Deze partijen zijn veel aanwezig en merken 'veranderingen' meteen op. Ze kunnen ons informeren over de ontwikkeling en mogelijke verstoringen en overtredingen.

Het Zuid-Hollands Landschap heeft in totaal 10 betredingsvergunningen uitgeschreven naar de verschillende onderzoekers en wetenschappers om ervoor te zorgen dat ze met onze toestemming verantwoord het gebied in konden om gegevens te verzamelen. Deze onderzoekers zijn voornamelijk gerelateerd aan bestaande overlegstructuren tussen RWS, Deltares en het Zuid-Hollands Landschap.

3 OMGEVING

3.1 Algemeen

Het Spanjaards Duin maakt onderdeel uit van het duingebied tussen Hoek van Holland en Den Haag. In de omgeving van Spanjaards Duin zijn grote recreatieve voorzieningen voor zowel de dagrecreatie als verblijfsrecreatie. De strandboulevard (met grote parkeervoorzieningen) van Hoek van Holland ligt op loopafstand; diverse vakantieparken (met honderden vakantiebungalows) liggen direct aan Slag Vlugtenburg. Ter hoogte van Slag Stuifkenszand staan in het badseizoen (maart-oktober) strandhuisjes in een onafgebroken rij op het strand. Deze huisjes zijn voorzien van een riool en wateraansluiting. Op het basisduin nabij Slag Vlugtenburg is een jaarrond geopend strandpaviljoen, een reddingsbrigadegebouw en heeft de zeil/catamaranvereniging zijn clubgebouw en bijbehorende voorzieningen. Aan de noordzijde bij Slag Beukel staan in het badseizoen kleinere strandhuisjes die niet zijn voorzien van riool en water aansluiting. Bij alle strandslagen zijn meerdere seizoensgebonden strandpaviljoens aanwezig. Deze mogen van maart tot en met oktober hun plek gebruik.

Al deze verschillende recreatieve functies zijn van invloed op de ontwikkeling van het gebied. Door het afgesloten karakter van het Spanjaards Duin kunnen de ecologische en geomorfologische ontwikkelingen min of meer ongestoord verlopen.

3.2 Recreatief medegebruik

Door het afgesloten karakter van het Spanjaards Duin is het recreatief medegebruik zeer laag. De afsluiting zorgt ervoor dat de ecologische en geomorfologische ontwikkeling ongestoord hun gang kunnen gaan. Dit zorgt ervoor dat de gestelde doelen haalbaar blijven.

De recreant beleeft het terrein voornamelijk vanaf de strandopgangen en het strand. Vooral als de recreant vanaf de zeereep over het gebied uitkijkt, is de beleving het grootst. De panelen welke door het Zuid-Hollands Landschap geplaatst zijn bij de strandopgangen, zorgen voor voldoende informatie naar de eventuele geïnteresseerden. De lezer wordt geïnformeerd over de bijzondere status van het gebied en krijgt een indruk over de toekomstige ontwikkeling.

Hoewel het gebied alle rust krijgt van de recreant, vindt er regelmatig randverstoring plaats door de aanwezige (horeca)gebruikers. In een gebied met Randstedelijke druk blijven we hier constant rekening mee houden en zover mogelijk in gesprek blijven met de exploitanten. Vooral de ontwikkeling van bebouwing op het strand wordt gevolgd en zonodig op gereageerd naar onze opdrachtgever. Figuur 3-1 geeft een voorbeeld van bebouwing op het strand tijdens het seizoen in 2013.



Figuur 3-1. Strandpaviljoen voor het met helm beplante basisduin (zuidelijke deel) en strandhuisjes voor het basisduin (Foto: Marjon Paas, 10 juni 2013 en 22 april 2014)

3.3 Verwachtingen voor de nabije toekomst

Het strandleven in het badseizoen is in populariteit aan het toenemen. Dit maakt het financieel aantrekkelijk voor horeca en verblijfsrecreatie op het strand. Al deze activiteiten naast Spanjaards Duin blijven als obstakel fungeren. Wanneer het aantal strandhuisjes met eenzelfde opstelling zal

toenemen, zal ook het effect op de doorstuiving naar het basisduin zich over een groter oppervlak voordoen. Vooral gemeente Westland, gemeente Rotterdam, Rijkswaterstaat WNZ en Hoogheemraadschap van Delfland dienen goed geadviseerd te worden bij de afweging voor verstrekking van vergunning en/of ontheffingen bij dergelijke mogelijke randontwikkelingen.

4 MONITORING

4.1 Aanleiding

Monitoring (en uiteindelijk evaluatie) van het Spanjaards Duin is primair bedoeld om de ontwikkeling van het gebied te kunnen volgen en waar nodig (bij) te sturen. Tevens is monitoring en evaluatie voorgeschreven in de Nb-wetvergunning voor de aanleg van het gebied. Monitoring dient als basis voor de jaarlijkse rapportage en de vijfjaarlijkse evaluatie ten behoeve van de Provincie. De monitoringverplichtingen zijn als bijlagen opgenomen in de beheersovereenkomst tussen Rijk en ZHL [20, zie ook Bijlage 3].

4.2 Wie doet wat

In de beheersovereenkomst [20] zijn de taken per monitoringsparameter omschreven, en is ook aangegeven wie de verantwoordelijkheid heeft voor de verschillende taken. In 2011 zijn definitieve afspraken over de verantwoordelijkheden gemaakt.

4.3 Uitvoering van de Monitoringaspecten

De monitoringsaspecten worden door de diverse partijen uitgevoerd zoals in Bijlage 3 is aangegeven. De gevolgde werkwijze en toegepaste methodes zijn ook in de bijlage weergegeven. Indien de monitoring en/of gevolgde werkwijze is aangepast ten opzichte van vorig jaar, dan wordt het in dit hoofdstuk toegelicht.

Grondwater

- Maandelijks is de grondwaterstand gemeten in 10 vaste peilbuizen door het Hoogheemraadschap van Delfland. Per 2014 neemt Rijkswaterstaat deze monitoring over.
- De grondwaterkwaliteit is gemeten aan de hand van een grondwaterbemonstering in de peilbuizen in het voor- en najaar; behalve pH en geleidingswaarden zijn relevante nutriëntengehaltes in het laboratorium geanalyseerd.
- In augustus 2012, mei 2013, september 2013 en januari 2014 is de grondwaterstand gemeten in 16 tijdelijke meetpunten in de duinvalei door Deltares.
- Sinds half november 2014 wordt de grondwaterstand in drie vast peilbuizen dagelijks geregistreerd met behulp van automatische drukopnemers.
- In januari 2014 is er een CVES-meting gedaan door Artesia en VU om het zoet-zoutgrensvlak in de ondergrond te bepalen. Dit geeft een beeld over de ontwikkeling van de zoetwaterlens onder Spanjaards Duin.

Vegetatie en flora

- In 2013 is de vegetatiestructuur niet bepaald en heeft geen luchtfoto-analyse plaatsgevonden. Door stichting duinbehoud zijn wel flora waarnemingen gedaan (zie Bijlage 13).

4.4 Dataverzameling en -opslag

De CDBD heeft in 2013 afspraken gemaakt over een goede data-verzameling en data-opslag. Deltares zal mogelijkheden bieden om gebruik te maken van hun 'Open Earth' system. Inmiddels zijn alle datastromen rond Spanjaards Duin in kaart gebracht en worden de eerste testen gedaan om middels duidelijke protocollen data in het 'Open Earth' systeem te verzamelen. Verwachting is dat medio 2014 de eerste ruwe data van Spanjaards Duin kan worden aangeleverd en verzameld. Tot op heden is het datamanagement niet goed geregeld. Bij analyse van de beschikbare gegevens is gebleken dat onevenredig veel tijd nodig is om de gegevens bij verschillende organisaties bij elkaar te zoeken en geschikt te maken voor analyse.

4.5 Verwerking van de monitoringgegevens t.b.v. jaarlijkse evaluatie

Voor de verwerking van monitoringsgegevens is eind 2013 opdracht gegeven aan een combinatie van Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, Artesia en Vertegaal Advies om een analyse van de geomorfologische en grondwatergegevens van 2011, 2012 en 2013 te maken.

4.6 Conclusies en aanbevelingen monitoringsaspecten

- Er is noodgedwongen veel aandacht besteed aan het zorgvuldig organiseren van de beschikbare gegevens. Deze aanpak draagt bij aan een goede interpretatie die de basis vormt voor de evaluatie. Helaas blijkt ieder jaar dat de manier waarop de nieuwe gegevens worden verzameld en opgeslagen te wensen over laat, waardoor bij iedere nieuwe analyse veel tijd kwijt nodig is om de data weer goed op orde te brengen.
- De beschikbaarheid van luchtfoto's voor analyses laat te wensen over.

5 GEOMORFOLOGIE

De geomorfologische monitoring wordt tot nu toe uitgevoerd aan de hand van hoogtemetingen, zowel in het veld als vanuit de lucht (laseraltimetrie). Er is geen luchtfoto-interpretatie van de ontwikkeling van het gebied uitgevoerd, met uitzondering van een interpretatie voor het in kaart brengen van de potentiële habitattypen (Hoofdstuk 9).

5.1 Aanleiding

De abiotische ontwikkeling wordt onderzocht met als doel binnen het jaar een goed (en kwantitatief onderbouwd) inzicht in de ontwikkeling te krijgen (die uiteindelijk moet leiden tot de juiste randvoorwaarden voor de gewenste biotische ontwikkeling). Bijkomend doel is zo nodig snel bij te kunnen sturen. Belangrijk onderdeel hiervan zijn de profielmetingen die drie keer per jaar worden uitgevoerd door Van Der Helm milieubeheer. Daarnaast is er een globalere monitoring aan de hand van luchtfoto's en laseraltimetrie (uitgevoerd ten behoeve van deze rapportage), die wel bedoeld is om de ontwikkeling te analyseren maar niet als onderbouwing om snel beslissingen te kunnen nemen om ongewenste ontwikkelingen bij te sturen.

5.2 Hoogtemetingen

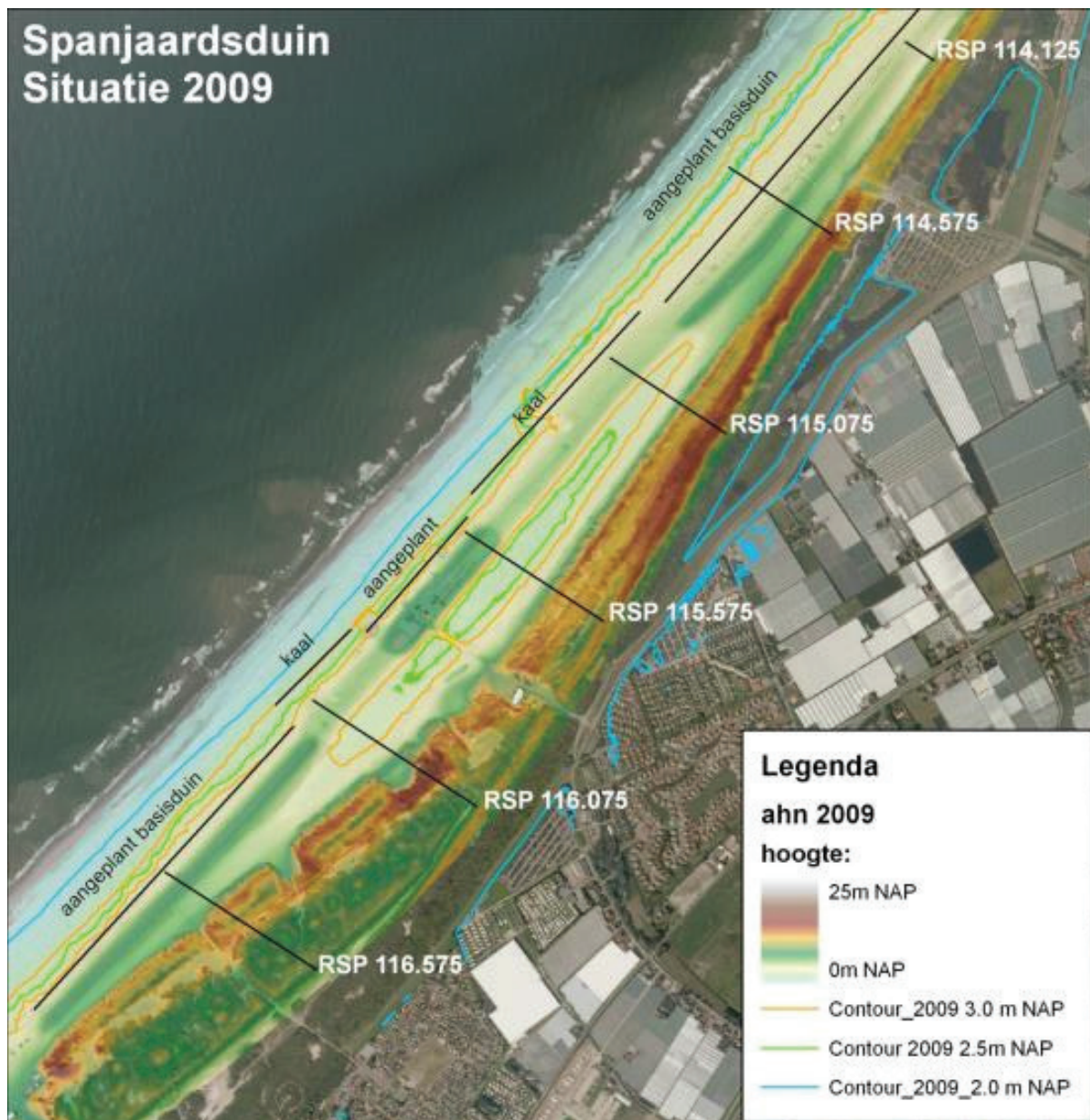
De opnamedata van de metingen van profielen die voor deze rapportage zijn geanalyseerd, zijn gegeven in Tabel 5-1. De profielen zijn genummerd volgens het Rijks-StrandPalennet van Rijkswaterstaat. Aanvankelijk werden in totaal 28 profielen opgemeten, maar het meest noordelijke en meeste zuidelijke profiel zijn niet bij iedere meting opgenomen. Deze profielen zijn hier verder buiten beschouwing gelaten. De geanalyseerde profielen liggen tussen RSP 114.225 en 116.475. Voor de ligging zie Figuur 5-1. Van de profielen liggen alleen 114.975 t/m 115.475 en 115.975 t/m 116.075 over het in eerste instantie niet beplante basisduin (dat sinds maart/april 2013 alsnog gedeeltelijk beplant is met Helm). Het noordelijk "niet" beplante deel is 600m lang, het zuidelijk "niet" beplante deel is 240m lang. De profielen bieden een gedetailleerd inzicht in de ontwikkeling van basisduin, vallei en oude zeereep van 2010 tot en met oktober 2013. In dit rapport zijn de veranderingen in de profielen uitgewerkt.

Tabel 5-1. Opnamedata profielen

Opnemer	Datum opname	Aantal dagen tussen meting
Aannemer aanleg	15-2-2009	-
Van Der Helm	12-2-2010	362
Van Der Helm	8-7-2010	146
Van Der Helm	13-10-2010	97
Van Der Helm	24-03-2011	162
Van Der Helm	15-08-2011	144
Van Der Helm	17-11-2011	94
Van Der Helm	27-02-2012	102
Van Der Helm	06-06-2012	100
Van Der Helm	22-10-2012	138
Van Der Helm	16-4-2013	176
Van Der Helm	15-07-2013	90
Van Der Helm	23-10-2013	100

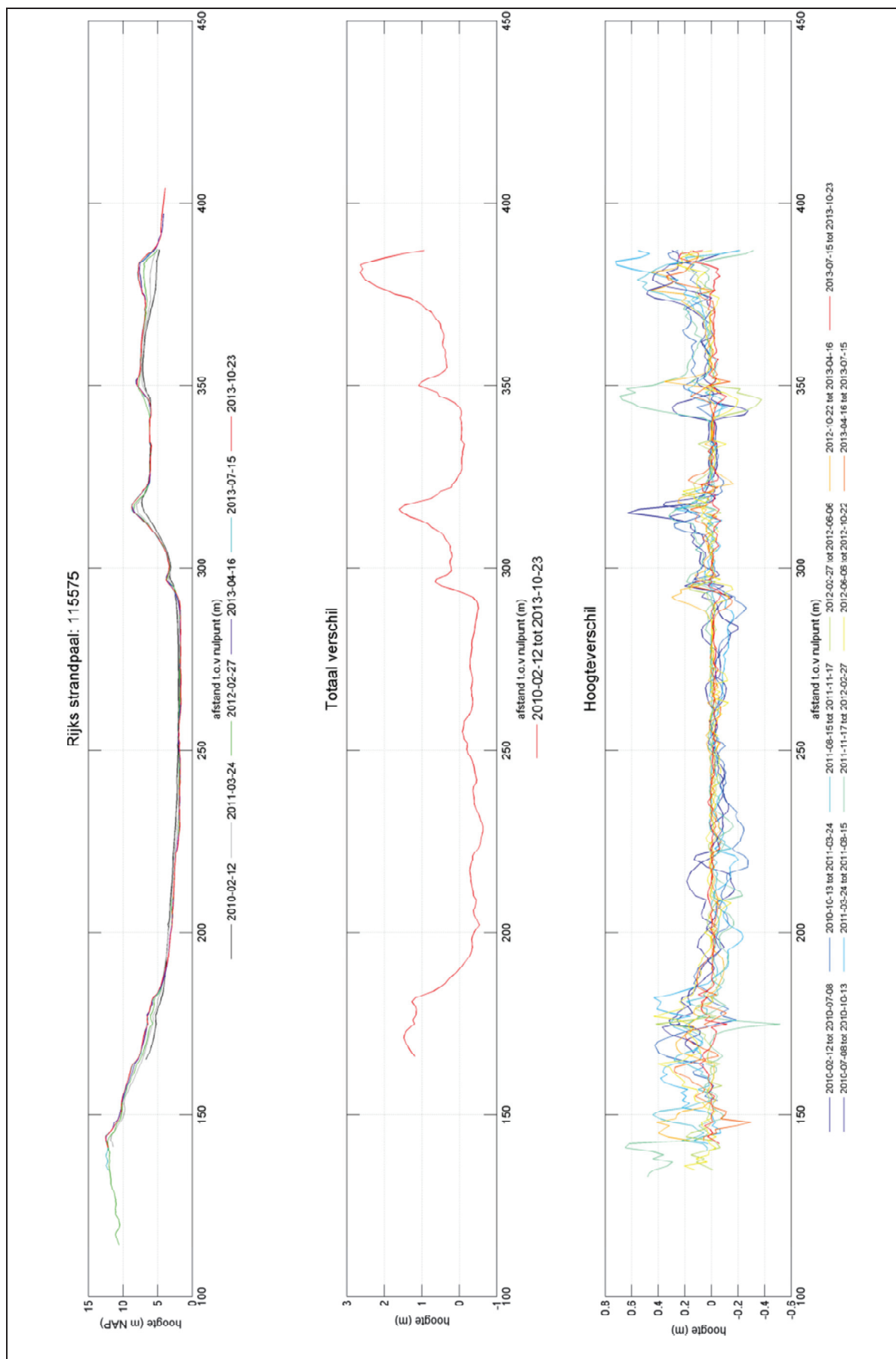
Figuur 5-2 geeft een voorbeeld van alle opnamen voor profiel 116.175. In de eerste plot zijn de metingen van 2013 weergegeven, en voor 2010 t/m 2012 ieder één meting om de plot overzichtelijk te houden. De middelste plot geeft het totale hoogteverschil gemeten tussen de eerste (12-02-2010)

en de laatste meting (23-10-2013). De laatste plot geeft alle hoogteverschillen tussen de opeenvolgende metingen.



Figuur 5-1. Overzicht van het Spanjaards Duin na aanleg in 2009. De 2.0 m contour is in 2009 nog niet bereikt binnen de vallei. [Bron: luchtfoto's en laseraltimetrie RWS].

Het hoogteverschil is bepaald door voor alle metingen per meetpunt in Matlab te interpoleren naar een vaste meetafstand van 1m. Dit is noodzakelijk omdat bij de metingen steeds op verschillende afstanden wordt gemeten. Het is dan niet mogelijk tussen de gemeten profielen rechtstreeks de hoogteverschillen te meten. Door tussen de meetpunten lineair te interpoleren naar een vaste afstand, zijn voor alle metingen voor dezelfde punten de hoogtes bepaald, en kan het hoogteverschil simpel worden berekend. In Bijlage 4 staan per profiel een aantal kenmerken van het profiel en van de ontwikkeling genoemd. Alle profielen zijn opgenomen in Bijlage 5.



Figuur 5-2. Profielmetingen en afgeleide hoogteverschillen. De zee ligt aan de rechterkant

Behalve van de profielmetingen is gebruik gemaakt van laseraltimetriedata van Rijkswaterstaat die ten behoeve van de jaarlijkse kustmetingen (Jarkus) en de monitoring van de zandmotor worden ingewonnen (Tabel 5-2). Vanwege de monitoring van de zandmotor, waarvoor extra laseraltimetrievluchten worden uitgevoerd, zijn voor 2011 en 2012 twee opnamen beschikbaar, waardoor een vergelijking mogelijk is tussen (grotendeels) het winterseizoen en het zomerseizoen. Voor verschillende perioden zijn verschilkaarten berekend. De verschilkaart geeft een vlakdekkend inzicht in de hoogteveranderingen en geeft daarmee in ruimtelijk opzicht meer detail dan de profielmetingen.

De profielmetingen zijn nauwkeuriger, vooral in begroeid terrein en geven een “groundtruth” voor de laseraltimetrie, maar vooral een nadere detaillering in de tijd. Bovendien zijn de metingen sneller beschikbaar, ze kunnen in feite direct na de inwinning worden geanalyseerd. De laseraltimetriegegevens zijn over het algemeen niet binnen een half jaar na inwinning beschikbaar.

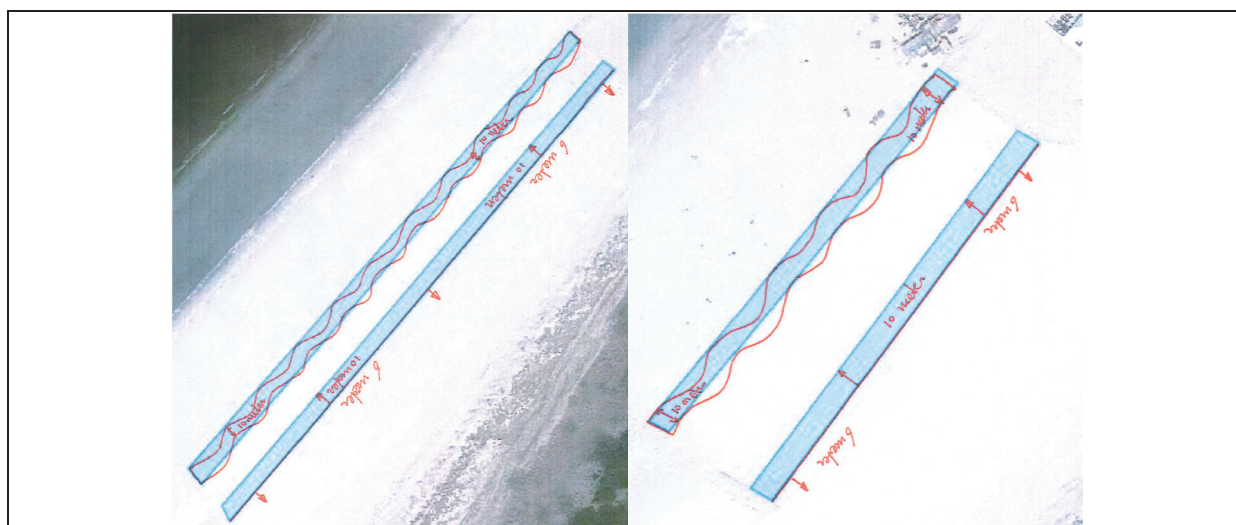
Tabel 5-2. Beschikbare laseraltimetrie

Opname	Detail	Bron
2009	2x2 m ²	Jarkus
2010	1x1 m ²	Jarkus
2011 voorjaar	1x1 m ²	Jarkus
2011 najaar	1x1 m ²	Zandmotor
2012 voorjaar	1x1 m ²	Jarkus
2012 najaar	2x2 m ²	Zandmotor
2013 voorjaar	2x2 m ²	Jarkus

5.3 Ontwikkeling 2012-2013

Tussen RSP 114.00 en 118.00 is in juli 2013 in het kader van Kustlijnzorg door Rijkswaterstaat een vooroeversuppletie aangebracht van 1.5 Mm³ zand. De vooroeversuppletie is buiten het studiegebied dus vooralsnog niet waarneembaar in de hoogtegegevens.

In maart/april 2013 zijn op de in 2010 niet beplante delen van het basisduin alsnog twee stroken Helm aangeplant, de eerste bij de duinvoet, in een golvend patroon, de tweede op korte afstand van de binnenzijde van het basisduin in een rechthoekig vlak (zie Figuur 5-3 en Bijlage 1). Door de aangeplante stroken lopen in het noordelijk deel de profielen 115.075 t/m 115.575 en in het zuidelijk deel de profielen 116.025 t/m 116.175.



Figuur 5-3. Stroken met aanplant van Helm, links noordelijk deel, rechts zuidelijk deel.

Op de verschilkaart 2012b-2013a zijn er nog geen effecten van te zien, want de opname dateert van vóór de aanplant. In de profielen (zie Bijlage 5) zijn de effecten van de aanplant wel zichtbaar, vooral in de laatste twee perioden, 16 april t/m 15 juli en 15 juli t/m 23 oktober. In de eerste helmstrook bij de duinvoet is de ophoging in 2013 circa 1m, in de tweede helmstrook is het enkele decimeters. Invangen van zand in het basisduin in de nieuwe aanplant leidt (nog) niet tot extra erosie in de vallei. In de profielen zijn hier geen andere ontwikkelingen geconstateerd.

5.3.1 Verschilkaart 2012-2013; erosie en depositie

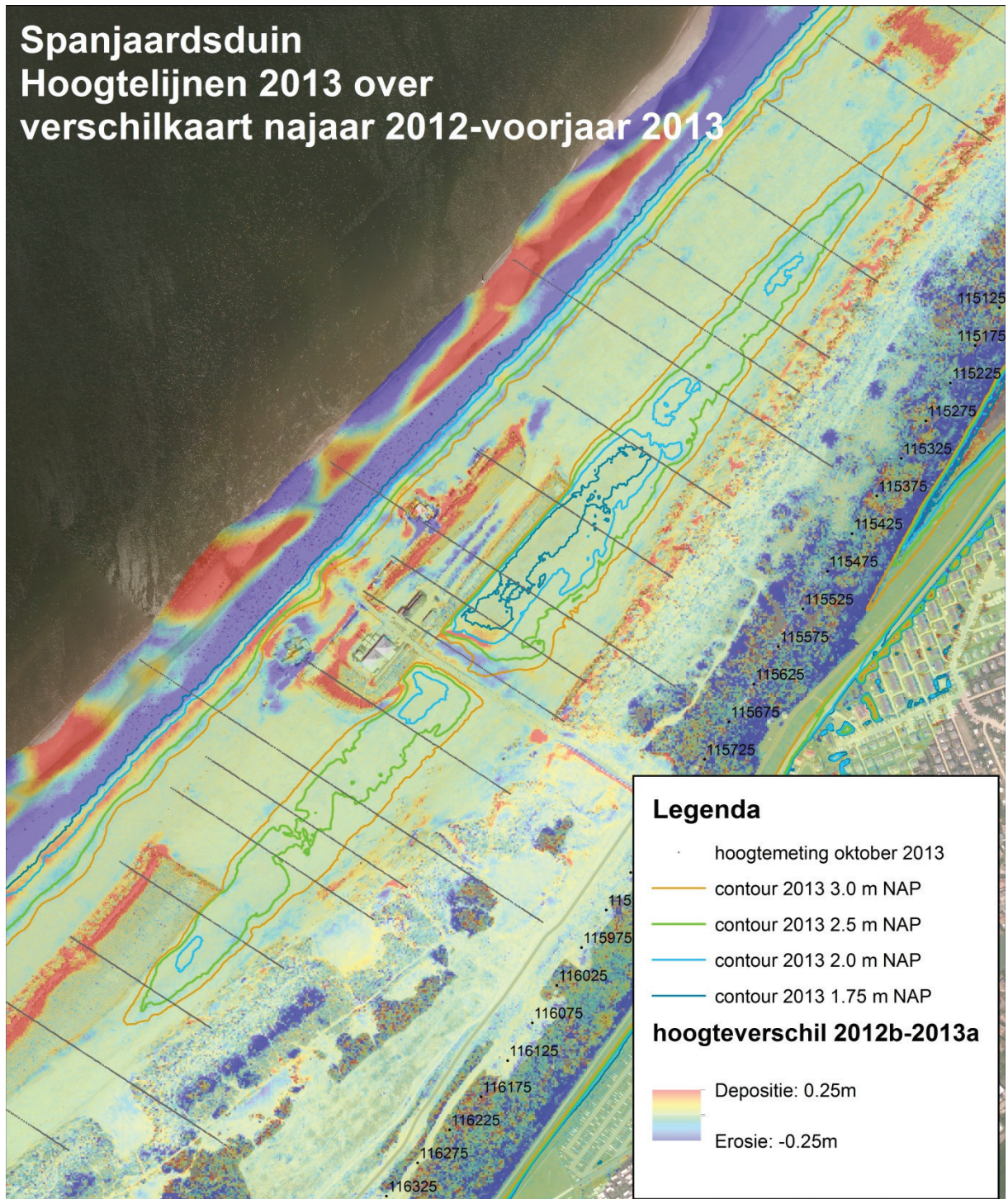
De laseraltimetrie van 2013 is vroeg opgenomen (februari-maart). De vorige opname dateert van oktober 2012. De verschilkaart, weergegeven in Figuur 5-4, geeft de hoogteverschillen die zijn ontstaan in de winterperiode, tussen oktober 2012 en maart 2013.

In vergelijking tot voorgaande jaren zijn de verschillen binnen vallei, op het basisduin en op de oude zeereep geringer. De schaal in de kaart is daarom aangepast (van -0.25 tot +0.25m in plaats van -0.5 tot + 0.5m in het vorige jaarverslag). De grootste verschillen zijn te zien op het strand waar door de ontwikkeling van strandbanken met hun grote dynamiek duidelijke erosie- en depositiepatronen ontstaan. Binnen het projectgebied zijn de grootste verschillen te vinden rondom de strandslag. De dynamiek wordt hier grotendeels bepaald door menselijk handelen. Ook aan de oostzijde zijn de gevolgen van ingrepen zichtbaar, waar de blauwe kleur het weghalen van duindoorn illustreert. Overigens blijken hoogteverschillen over de winterperiode ook de blad-dynamiek van duindoorns te illustreren. In de zomeropname dringt de laser blijkbaar niet door het bladerendek heen, in de winteropname wel. Hierdoor lijken er binnen de duindoorns hoogteverschillen te bestaan, een toename van de hoogte in de zomer en een afname in de winter.

De relevante verschillen op basisduin en oude zeereep laten bekende patronen zien. Tegen de oude zeereep vindt nog steeds aanstuiving plaats, ten noorden van slag Vlugtenburg leidt dat tot een forse ophoging, plaatselijk meer dan 1m, maar overwegend 30-60cm, ten zuiden van de slag is er niet of nauwelijks sprake van ophoging. De voorzijde van het beplante basisduin is flink aangestoven, 50-100cm.

Opvallend is dat de erosie over de beschouwde periode beperkt is. Het niet beplante basisduin is nauwelijks geërodeerd en ook in de vallei is de erosie beperkt tot enkele cm's. Aan de uiterste noordkant is er direct achter het wel beplante basisduin een smalle zone (<10m) waar de meeste erosie optreedt, 30-50cm. Aan de zuidkant is er in de vallei een deel dat nu onder 2.0m NAP ligt, dit was er in 2012 nog niet. De sterkste erosie in de vallei is opgetreden in de punten van de vallei, zowel aan de noordkant als aan de zuidkant, dus in het niveau boven 2.0m NAP. Aan de noordkant is op de overgang van het onbeplante naar het beplante basisduin een zone met depositie in de vallei. Effecten van de aangeplante stroken met Helm zijn in deze kaart nog niet zichtbaar omdat de opname dateert van vóór de aanplant.

Spanjaardsduin Hoogtelijnen 2013 over verschilkaart najaar 2012-voorjaar 2013



Figuur 5-4. Hoogteverschillen en contourlijnen vallei voor najaar 2012 - voorjaar 2013. [Bron: RWS]

5.3.2 Ontwikkeling hoogtelijnen; Jarkusopname en profielen

Figuur 5-6 illustreert de ontwikkeling van de hoogtelijnen door erosie en depositie. Het oppervlak onder 1.75 m NAP is vergroot (zie paragraaf 5.3.3). Waren er in 2012 nog drie kleine stukken (direct ten N van strandslag Vlugtenburg), in 2013 is dat aaneengegroeid tot één vlak. Binnen dit vlak ligt het diepste punt op 1.61m NAP. Ten zuiden van strandslag Vlugtenburg bevindt zich geen oppervlak beneden 1.75m NAP. Ook het oppervlak onder 2.0m NAP is iets vergroot, maar niet veel. De grootste oppervlakte-uitbreiding van de vallei is ontstaan doordat aan de landwaartse zijde de 2.0m NAP lijn verder oostwaarts is geschoven. Het oppervlak onder de 2.5m NAP contourlijn is weinig

veranderd, maar wel iets toegenomen. De grootste verandering is te zien aan de zuidpunt, waar het oppervlak iets in zuidelijke richting is uitgebreid.

De ontwikkeling van de hoogtelijnen aan de strandzijde is als volgt:

- Aan de zuidkant ligt aan de zeewaartse zijde de 1.75m NAP hoogtelijn in 2013 iets verder zeewaarts dan in 2012 (0-10m, lokaal iets meer), aan de noordzijde slingeren beide lijnen om elkaar heen.
- De 1.0 m NAP lijn ligt gemiddeld zeewaarts, soms 10-20m, maar aan de noordkant zeer lokaal landwaarts (enkele m).
- De 1.5 m NAP lijn ligt in 2013 aan de zuidkant gemiddeld zeewaarts, aan de noordkant slingeren de lijnen van 2012 en 2013 om elkaar heen.
- De 2.0m NAP lijn ligt in 2013 vergeleken met 2012 gemiddeld zeewaarts aan de zuidkant en landwaarts aan de noordkant.
- De 2.5m NAP contourlijn is gemiddeld landwaarts verplaatst. De verschillen zijn klein, 1-3m.

Uit de profielen blijkt duidelijk dat de ingeplante stroken Helm zand vangen. Dit bleek ook uit veldwaarnemingen door Deltares [zie Figuur 5-5, 27 en 28]. De eerste strook (meest zeewaartse) vangt het meeste zand in, met hoogteveranderingen rond 1m tot gevolg. De tweede strook vangt minder in, maar ook hier is nog sprake van hoogtetoeename van enkele dm's.



Figuur 5-5. Verschil in hoogte tussen de ingeplante en inzandende helmstrook en de omgeving (die erosie is). (Foto: Bert van der Valk, 23 oktober 2013 [27])

Hieronder worden per deelgebied de belangrijkste veranderingen aangegeven voor de periode oktober 2012 tot oktober 2013, gebaseerd op de profielmetingen. De ligging van de deelgebieden is weergegeven op Figuur 5-1. De profielmetingen zijn weergegeven in Bijlage 5, in Bijlage 4 geeft een beschrijving van de veranderingen per profiel.

Noordelijk deel beplant (raaien 114.225 t/m 114.875): aanstuiving basisduin met hoogtetoeename van top aan de voorzijde met 0.2 tot 0.6m. Uitstuiving vallei weinig (enkele cm's) tot geen, plaatselijk lichte opstuiving. Geen aanstuiving oude zeereep aan noordkant, maar vanaf 114.475 toenemend naar het zuiden, naar de overgang met het niet beplante basisduin met verhogingen tot 0.5m. Erosie op het strand in de strook zeewaarts van de strandhuisjes van RSP 114.225 t/m 114.675.

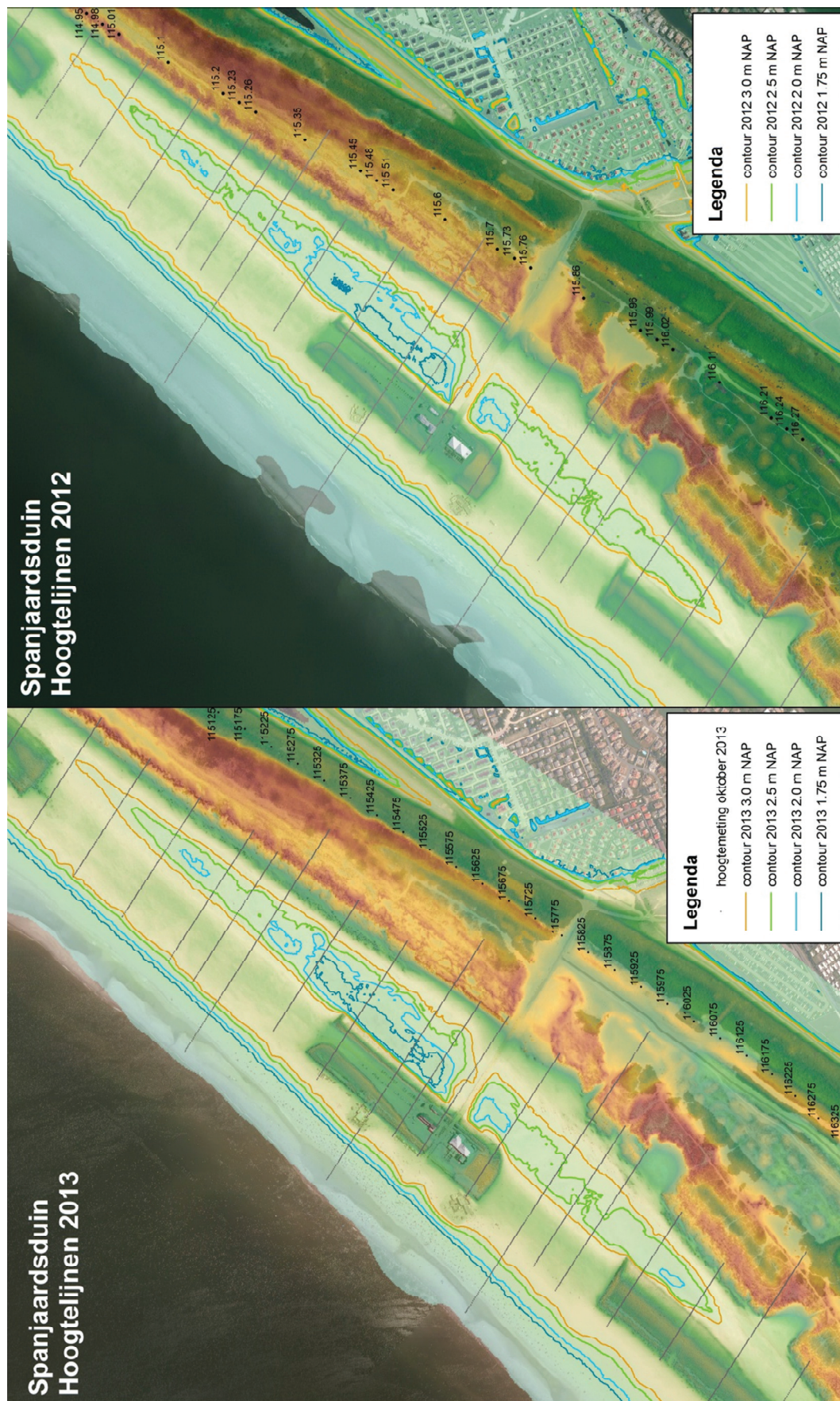
Noordelijk deel niet beplant (114.975 t/m 115.475): forse depositie in aangeplante helmstroken, circa 1m in zeewaartse strook, circa 0.5-0.6m in landwaartse strook. Geen noemenswaardige depositie meer aan lijzijde. Aan de noordkant lichte erosie in de vallei, overgaand naar geen erosie aan de zuidkant. Aan- of opstuiving van de oude zeereep varieert van 0.2 tot 0.6m.

Middendeel beplant (raaien 115.575 t/m 115.875): afwisseling van forse depositie en erosie, deels antropogeen bepaald. Sterk antropogene beïnvloeding van het basisduin en rondom de

strandslag. Wisselende erosie en depositie in de vallei voor profiel 115.575, weinig veranderingen in andere profielen. Enige aanstuiving tegen oude zeereep.

Zuidelijk deel niet beplant (raaien 115.975 t/m 116.075): forse depositie in aangeplante helmstroken, tot meer dan 1m in zeewaartse strook, circa 0.2-0.6m in landwaartse strook. Geen noemenswaardige depositie meer aan lijzijde. Weinig of geen verandering in de vallei. Aan- of opstuiving van de oude zeereep varieert van 0.5 tot circa 1m.

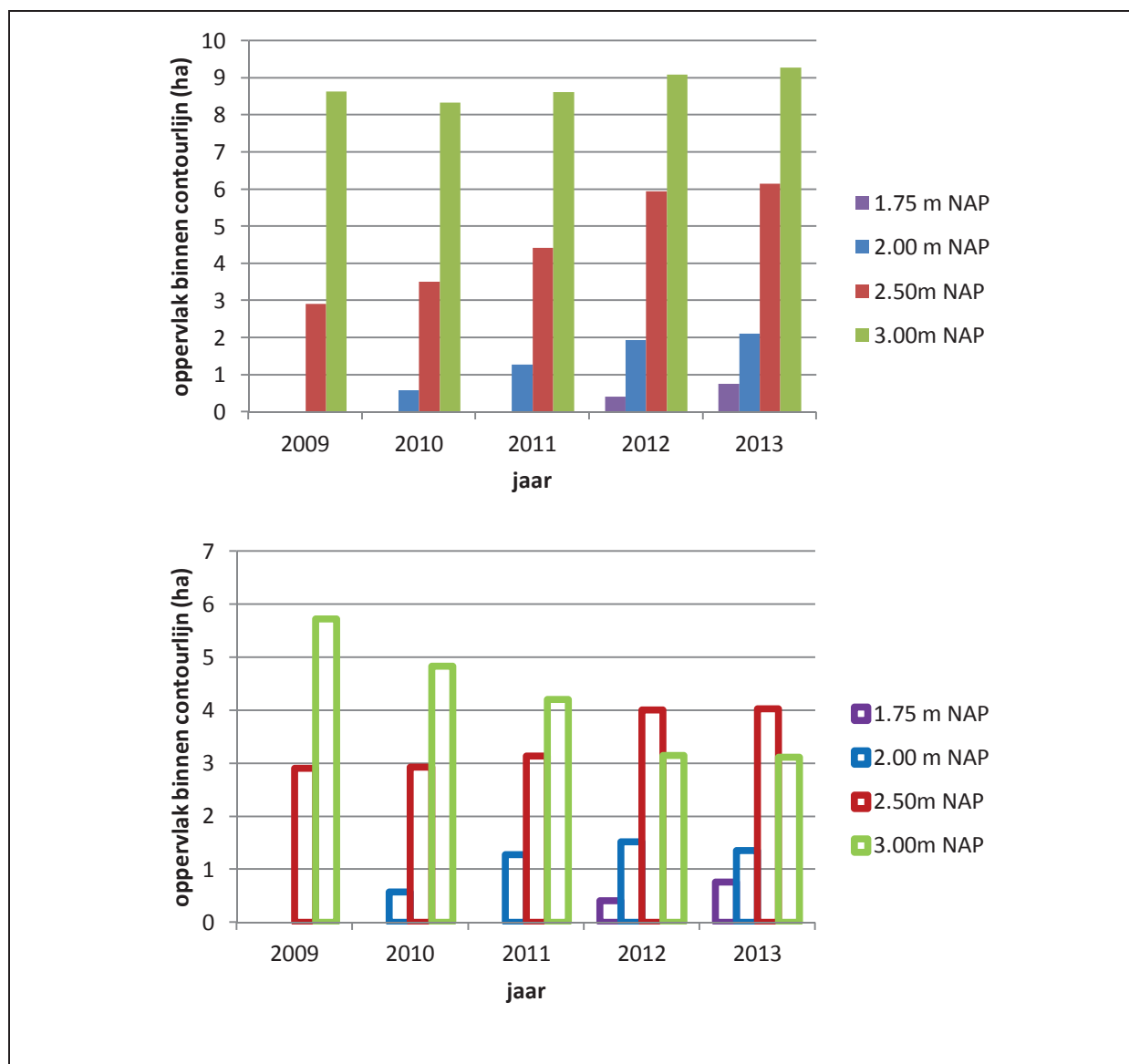
Zuidelijk deel beplant (raaien 116.175 t/m 116.475): forse aanstuiving aan voorzijde basisduin tot ruim 1m, depositie aan de landwaartse zijde van het basisduin tot circa 0.3m. Weinig of geen verandering in de vallei. Aanstuiving tegen oude zeereep beperkt tot plaatselijk circa 0.2m. Op de luchtfoto zijn geen strandhuisjes te zien in dit deel, en er bevindt zich ook geen erosieve zone zeewaarts van de duinvoet. Dit is wel het geval zuidelijk vanaf RSP116.49.



Figuur 5-6. Contourlijnen binnen de vallei over AHN voor 2012 en 2013. [Bron: RWS]

5.3.3 Contouren vallei en oppervlak

Figuur 5-7 toont de oppervlakteveranderingen tussen de hoogtelijnen. Het totale oppervlak beneden 3m NAP is iets toegenomen, met 0.19ha tot totaal 9.27 ha. Voor alle oppervlakken is een lichte toename te zien, waarbij de toename oppervlak beneden 1.75m NAP zowel absoluut als procentueel het grootste is: een toename met 0.35ha tot 0.76 ha. De totale toename betekent dat de vallei nog steeds uitstuift en het laagste oppervlak dus nog steeds uitbreidt.



Figuur 5-7. Oppervlakte binnen contourlijnen in 2009 t/m 2013. In de bovenste grafiek is het totale oppervlak beneden een contourlijn weergegeven. In de onderste grafiek is het oppervlak tussen twee opeenvolgende contourlijnen weergegeven. (paars < 1.75, blauw is 1.75 tot 2.0m NAP enz).

In het onderste deel van Figuur 5-7 is het oppervlak tussen twee opeenvolgende contourlijnen weergegeven. Duidelijk is dat het oppervlak beneden 1.75 is toegenomen, deels ten koste van het oppervlak tussen 1.75 en 2.0m NAP, deels als gevolg van een uitbreiding van de vallei (het oppervlak beneden 3.0m NAP). Voor 2.0-2.5 en 2.5-3.0 m NAP geldt dat de veranderingen marginaal zijn, een toename van 0.02 ha voor het eerste, een afname van 0.02 voor het laatste. De toename van oppervlak onder 1.75m NAP ten koste van het oppervlak tussen 1.75 en 2.0m NAP zou ongunstig kunnen zijn, als het oppervlak dat te nat is hiermee ook toeneemt. Dit hangt van de ontwikkeling van de grondwaterstand af (zie Hoofdstuk 6 en 9).

5.4 Interpretatie en verwachtingen met betrekking tot de nabije toekomst

Hoewel het diepste oppervlak in de vallei wel duidelijk is uitgebreid (met 0.35 ha, bijna een verdubbeling), lijkt in de rest van de vallei de erosie te stagneren. De erosie is minder dan in voorgaande jaren en ook de uitbreiding van het oppervlak beneden 3m NAP is zeer gering. Het is de vraag of deze stagnatie doorzet, omdat nu door het aanbrengen van de helmstroken op het niet beplante basisduin de aanvoer van zand richting vallei af gaat nemen, wat erosie in de vallei zou kunnen bevorderen. Het is wel duidelijk dat de helmstroken op het niet beplante basisduin fors zand invangen (hoogteveranderingen rond 1m). De tweede strook vangt aanzienlijk minder zand in. Dit wijst er op dat de aanvoer van zand richting vallei minder moet zijn, er zijn echter (nog) geen tekenen dat dit tot extra erosie in de vallei leidt. Het gevolg is wel een geringere aanstuiving tegen de oude zeereep aan, hoewel deze aan de noordkant nog steeds aanzienlijk is, is deze aan de zuidkant beperkt.

5.5 Conclusies

- De uitstuiving van de vallei (oppervlak beneden 4m NAP) gaat nog wel door, maar is minder dan in het voorgaande jaar. Er is nog geen aanleiding de vallei machinaal te verdiepen.
- Het valleioppervlak, grofweg beneden 2.5m NAP breidt zich uit en de vallei is iets dieper geworden.
- De erosie van het niet beplante basisduin was in het jaar voor de aanplant van de helmstroken zeer beperkt.
- De helmstroken hebben veel zand ingevangen. Bij de meest zeewaartse strook is het duin met 1m verhoogd, in de landwaartse strook met enkele dm's.
- De aanplant heeft nog niet geleid tot erosie in de vallei direct landwaarts.
- De duinontwikkeling tegen de oude zeereep aan stagneert, is nog wel fors aan de noordkant, maar bijna afwezig aan de zuidkant.

5.6 Aanbevelingen

Gezien het stagneren van de ontwikkeling zou de frequentie van de profielmetingen teruggebracht kunnen worden naar tweemaal per jaar, rond maart/april (einde stormseizoen) en rond september (einde groeiseizoen).

6 GRONDWATER

6.1 Ontwikkeling Grondwaterdynamiek

In het jaarverslag beheer Spanjaards Duin 2012 [37] is beschreven dat in 2013 in de wintersituatie de grondwaterstand in de duinvallei lokaal tot aan maaiveld komt. Op basis van tijdreeksanalyse konden de invloed van meteorologische condities en de invloed van de duinverzwaring niet onderscheiden worden: de opgetreden stijging van de jaargemiddelde grondwaterstand kon op basis van de toename van de jaarneerslag in de jaren van de meetreeks worden verklaard. De invloed van de secundaire vernatting, die optreedt door de ontwikkeling van een zoetwaterbel, kon (dus) niet uit de metingen worden gekwantificeerd. Omdat de wijze van monitoring geen informatie oplevert over de ontwikkeling van de zoetwaterlens, kan deze invloed ook niet goed worden geschat.

Dit jaar staat een extra jaar meetgegevens ter beschikking. Bovendien is naar aanleiding van de aanbevelingen in het vorige jaarverslag een begin gemaakt met hoogfrequente metingen van de grondwaterstijghoogte en is tevens de ontwikkeling van de zoetwaterbel onder het Spanjaards Duin bepaald met behulp van CVES-metingen.

6.1.1 Het permanente meetnet

Het permanente meetnet heeft tot doel om de ontwikkeling van de grondwaterstand onder Spanjaards Duin te volgen, middels een maandelijkse opname van de grondwaterstand, sinds 2009. In de evaluatie van de ontwikkeling tot 2012 [37] is gesteld dat het meetnet kwetsbaar is door het gebrek aan controlemetingen en onvoldoende gevoelig is om de hoge dynamiek van het gebied te karakteriseren, door de lage frequentie van de opnamen. Bovendien werd geconcludeerd dat het databeheer niet geborgd is. Daardoor kunnen verschillende niet identieke datareeksen in omloop zijn.

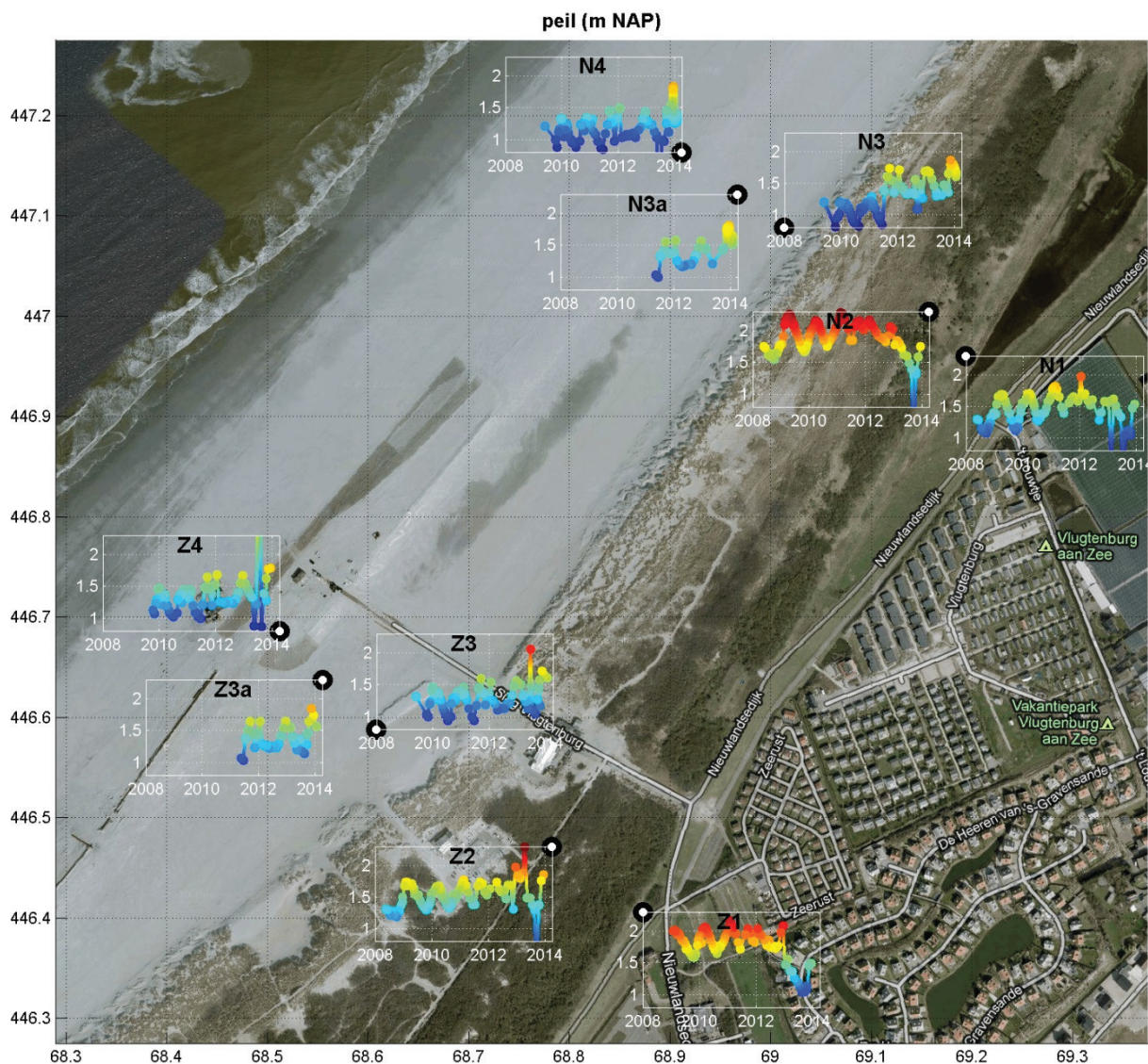
In 2013 is een aantal meetpunten opnieuw ingemeten, zijn de maandelijkse opnamen doorgezet en is een aantal peilfilters voorzien van drukopnemers met een hogere meetfrequentie. De recente inmetingen geven een consistente referentiehoogte. De ontwikkeling van de ingemeten referentiehoogten in de tijd is weergegeven in onderstaande tabel:

Tabel 6-1: Bepalingen van de referentiehoogte van de meetpunten in het permanente meetnet

Datum	Referentiehoogte									
	N1	N2	N3	N3a	N4	Z1	Z2	Z3	Z3a	Z4
19-may-2008	3.60	8.62					8.33			
28-jan-2009										
28-may-2009			3.45		5.33	5.56		3.95		
14-oct-2009										8.37
01-apr-2011										9.72
16-may-2011				2.99					3.15	
01-jul-2011			4.79							
01-mar-2012							8.87			
15-aug-2012			4.77	3.03				4.07	3.16	
13-mei-2013			4.75	3.04	5.39			4.09	3.15	
24-sep-2013			4.77	3.05	5.41			4.09	3.16	
20-jan-2014			4.76	3.03	5.39			4.06	3.15	

De stijghoogtemetingen in het permanente meetnet zijn weergegeven in Figuur 6-1. De maandelijkse metingen van 2013 vertonen sterk van het normale patroon afwijkende waarden: waarschijnlijk is er slordig gemeten. De onwaarschijnlijke waarden zijn verspreid over alle putten in verschillende meetronden genoteerd. In Bijlage 6 zijn de meetreeksen apart weergegeven en zijn de verschillende afwijkende metingen geïdentificeerd.

De nieuwe metingen passen (wegens de uitbijters) niet in de tijdreeksmodellen van de meetreeksen die in het afgelopen jaar zijn opgesteld. Het is daarom niet mogelijk een hydrologische trend uit de meetreeksen af te leiden. Globaal en subjectief lijkt op basis van de beschikbare meetreeksen de stijghoogte onder Spanjaards Duin (tussen de oude zeereep en de kust) te stijgen.



Figuur 6-1: Stijghoogte-grafieken, in meter t.o.v. NAP, getekend bij de meetpunten. De kleur geeft als extra visuele hulp ook de stijghoogte aan.

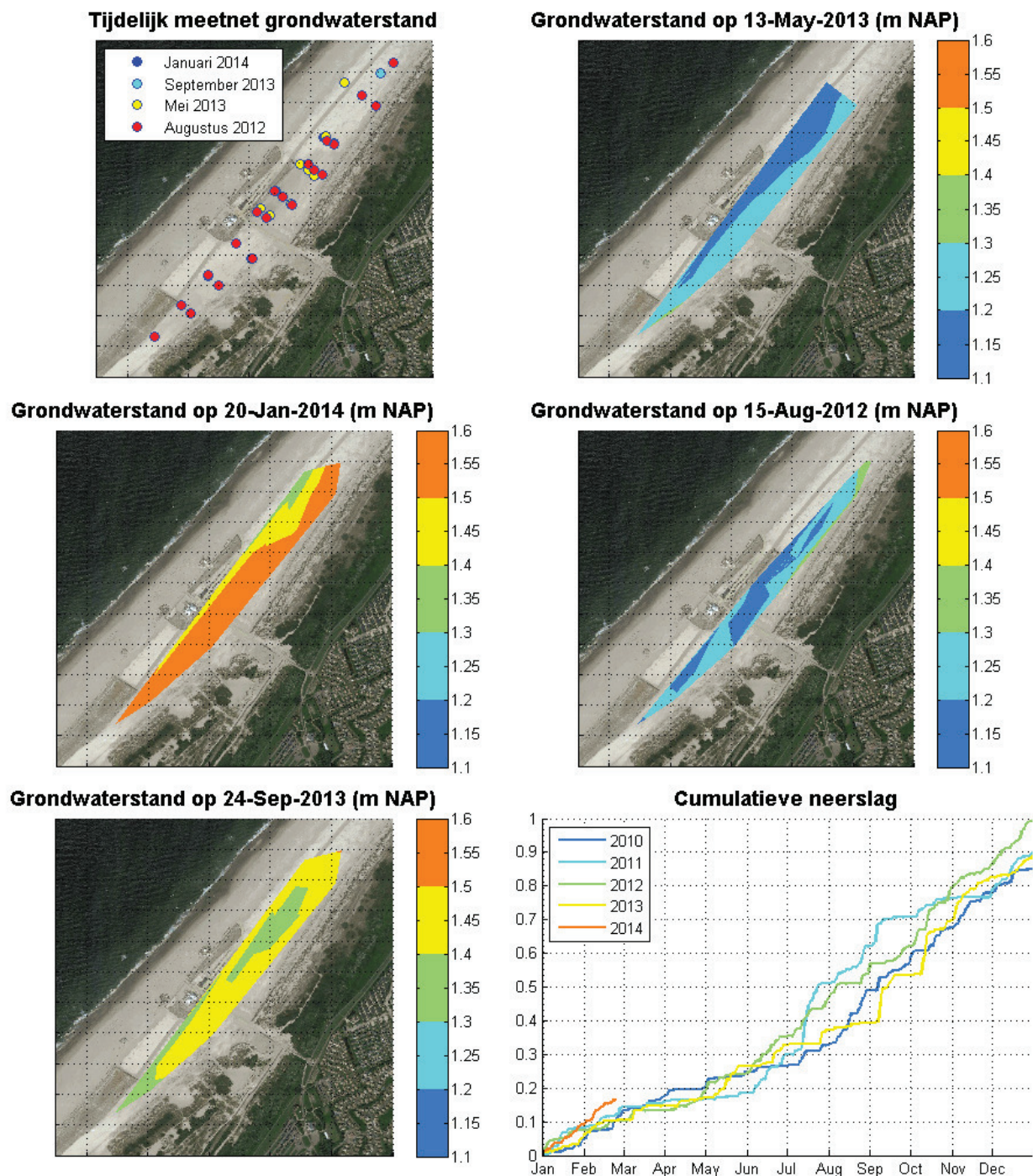
6.1.2 Het tijdelijk meetnet

Het tijdelijke meetnet is opgezet om een betere ruimtelijke interpolatie van de ontwikkeling van de grondwaterstand onder de duinvallei op te stellen, waarmee een betere relatie kan worden gelegd tussen de morfologische dynamiek en de hydrologische condities.

Het tijdelijk meetnet bestaat uit 21 peilbuizen in de nieuwe duinvallei (hierin zijn ook de 4 vaste meetpunten in de duinvallei opgenomen). Door de plaatsing in een dynamische omgeving moesten de meetpunten in de loop van de tijd diverse malen herplaatst worden. In Figuur 6-2 is de ligging van de meetpunten weergegeven en de geïnterpoleerde grondwaterstanden op de verschillende meetmomenten. Tevens is de ontwikkeling van de neerslag in de afgelopen jaren weergegeven. Uit deze figuren blijkt dat in mei 2013 en in januari 2014 een globale gradiënt vanaf het land richting zee aanwezig is. In januari 2014 ligt de stijghoogte wel circa 30 cm hoger dan in mei 2013. In september 2013 lijkt het of de vallei een lokale drainagebasis vormt voor zowel de zeereep als voor

de oude duinen. Omdat de grondwaterstanden wel ruim onder maaiveld blijven is dit een hydrologisch moeilijk verklaarbaar fenomeen.

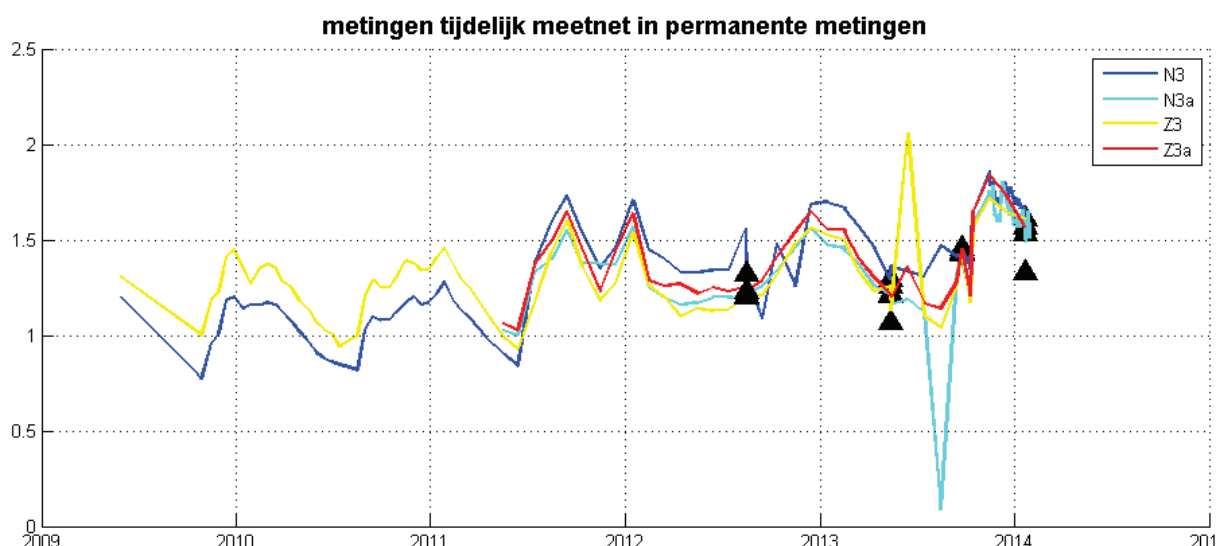
Het jaar 2013 was een relatief droog jaar, met name door een droge zomerperiode van juli tot begin september. Het weer in het najaar kan worden gekarakteriseerd als normaal, met enkele heftige neerslag-gebeurtenissen. De toename van de grondwaterstijghoogte die in de opeenvolgende momenten wordt weergegeven, kan niet worden geïnterpreteerd als een structurele verhoging van de grondwaterstand, maar kan worden gezien als een serie toevallige realisaties, als gevolg van de weerscondities en het zeepeil.



Figuur 6-2: metingen in het tijdelijk meetnet voor de grondwaterstanden

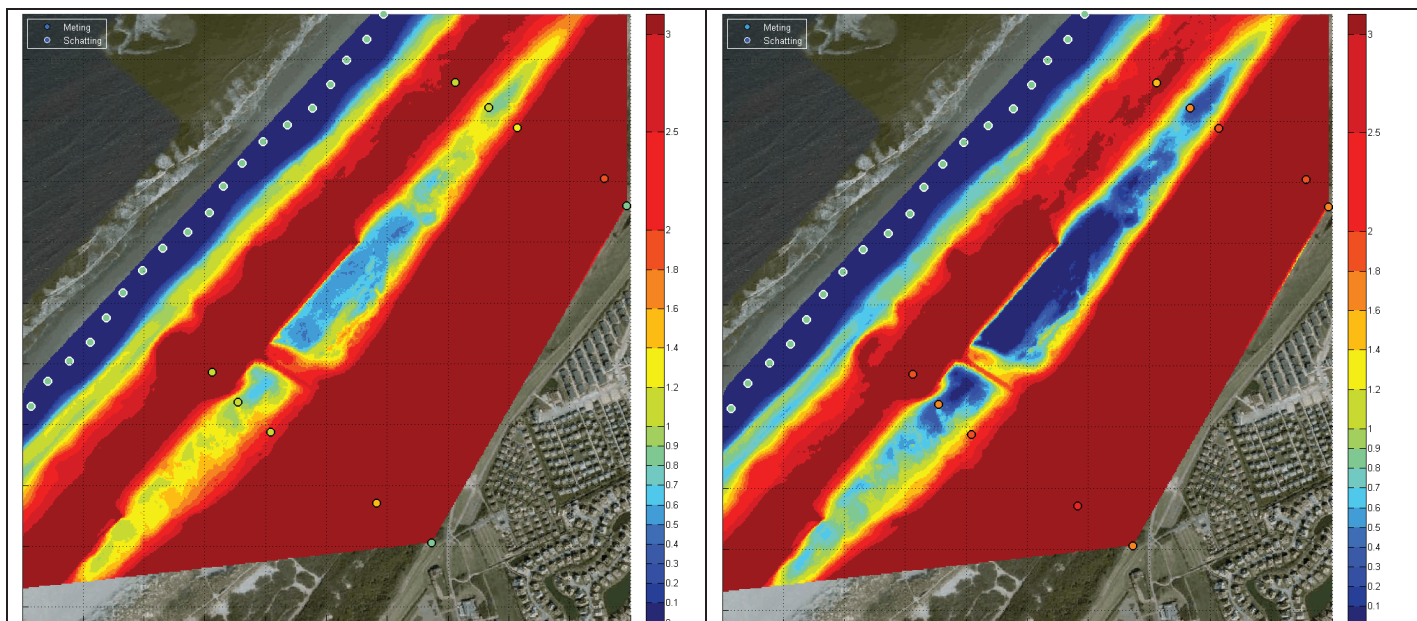
6.1.3 Ruimtelijke en temporele samenhang

Indien we de metingen gezamenlijk zowel ruimtelijk als in de tijd bekijken, blijkt dat onder de nieuwe duinvallei de grondwaterstand een duidelijk samenhang vertoont (zie Figuur 6-3). In 2013 is de laagste grondwaterstand in augustus opgetreden en de hoogste grondwaterstanden in de winter. De amplitude bedraagt zo'n 70 cm en is het resultaat van gecombineerde werking van de grotere voeding in de winter en de lagere temperatuur van het water. Omdat de zomer van 2013 ook bijzonder droog is geweest mag worden verwacht dat het peil in augustus een ondergrens vormt van de te verwachten laagste grondwaterstanden. Deze waarde wordt geïnterpoleerde over de verschillende meetpunten als basis voor de bepaling van de hydrologische condities.



Figuur 6-3: De metingen uit het tijdelijk meetnet (driehoekjes) in relatie tot de seizoensfluctuatie gemeten in de permanente meetpunten (sterk afwijkende waarden van het algemene verloop moeten beschouwd worden als uitbijters, ontstaan tijdens registratie en vastlegging, zie ook Bijlage 6:)

Als we uitgaan van de ruimtelijke verdeling van de grondwaterstand in september 2013, en deze met 25 cm verlagen voor de toestand in augustus voor de september-regens, dan krijgen we een ruimtelijke schatting van de laagste grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Op dezelfde wijze kan op basis van de meting in januari 2014 (verhoogd met 20 cm) een schatting worden verkregen van de hoogste grondwaterstand. Het resultaat is opgenomen in Figuur 6-4. Deze procedure wijkt af van de bepaling van de laagste en hoogste situatie in de analyse van 2012. Toen is de meting in het tijdelijk meetnet van half augustus 2012 genomen als kenmerkend voor de zomer-situatie.

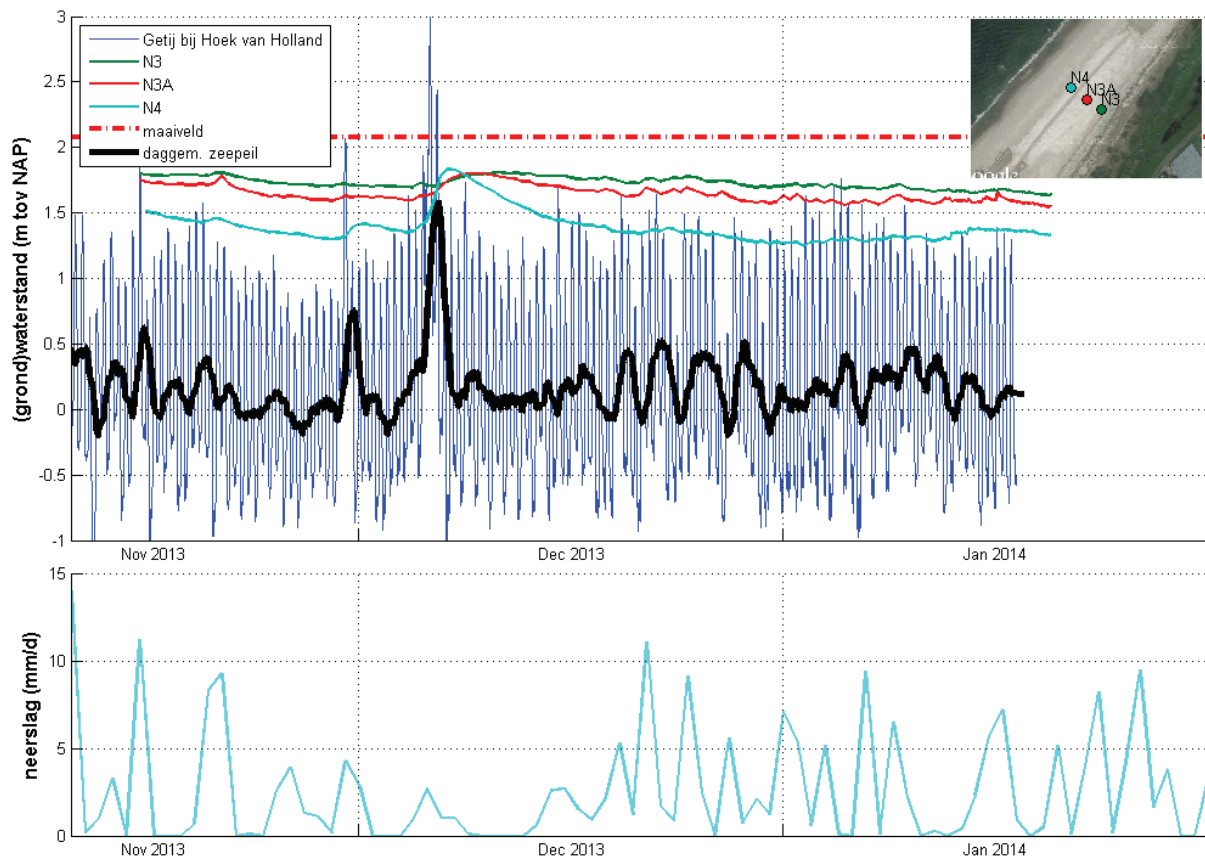


Figuur 6-4: Schatting laagste (links) en hoogste (rechts) grondwaterstand in 2013 (m -maaiveld)

6.1.4 Hoogfrequente metingen

De automatische, hoogfrequente meting van het grondwaterpeil biedt de mogelijkheid om de relatie tussen de dynamische randvoorwaarden en de grondwaterfluctuatie beter te analyseren en de invloed van neerslag en getijdebeweging van elkaar te scheiden. Hieruit kunnen ook schattingen worden afgeleid voor de geohydrologische parameters.

Sinds half november zijn in drie permanente buizen van de Noord-raai divers geplaatst, die 2* daags de grondwaterstijghoogte registreren. De resultaten van deze meting zijn in Figuur 6-5 weergegeven.

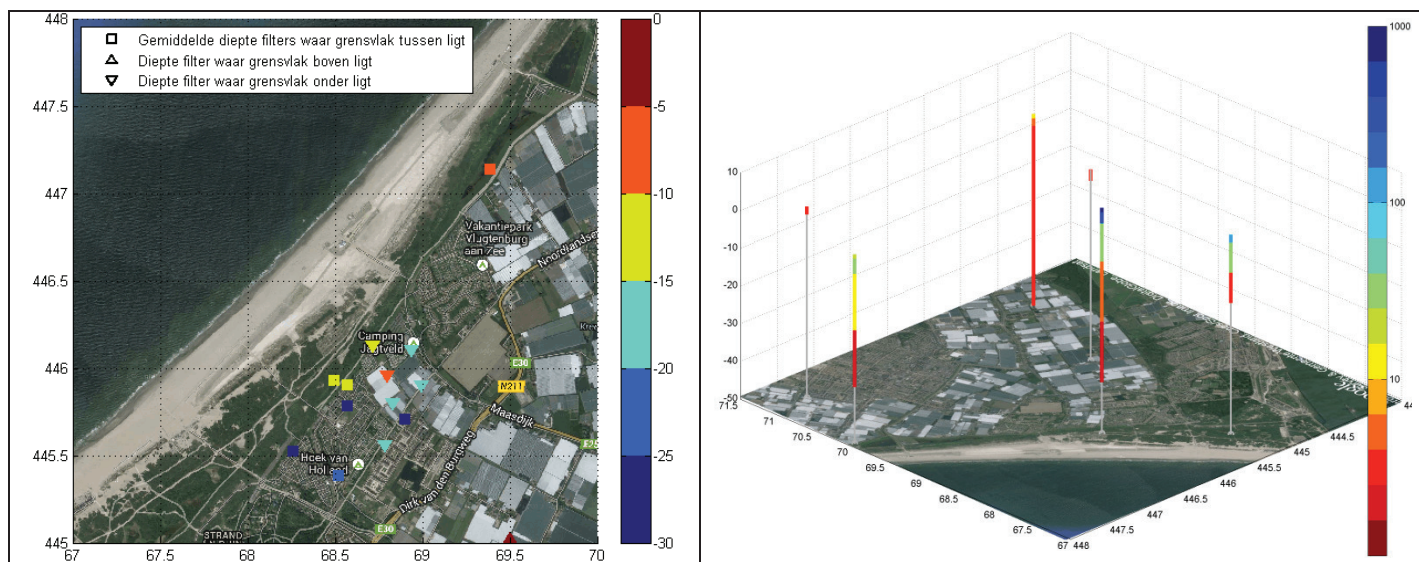


Figuur 6-5: Grondwaterstijghoogte in de Noord-raai in relatie tot het getij

De frequentie van de metingen is nog te laag om de doorwerking van individuele getijden te kunnen detecteren. Op 29 januari 2014 is de frequentie van N4 en N3A verhoogd tot een kwartiersinterval. Daarvan zijn dus nog geen resultaten beschikbaar. Uit Figuur 6-5 blijkt dat de hoogwaterstuwung van 28 november en de extreme stuwung van 5 december zich duidelijk in het grondwater voortplant. De invloed van de neerslag is niet onderscheidend in de ruis van de getijde-invloed. Uit de metingen blijkt dat er in deze winter permanent een flux vanuit het duin richting zee optreedt. De weerstand richting zee neemt toe, gezien de toenemende gradiënt: deze zal bestaan uit radiale weerstand en uittredeweerstand. Op het strand treedt bij laagwater zoet water uit (waarneming op 30 januari 2014). Plasvorming in de duinvallei treedt op na hevige neerslag, maar verdwijnt binnen enkele dagen [mondelinge mededeling beheerder Strandpaviljoen Zomertijd]. De grondwaterstanden blijven ruim onder maaiveld.

6.1.5 Ontwikkeling zoetwaterlichaam

Na de aanleg van het Spanjaards Duin is de verzoeting van de nieuwe duinvallei begonnen. Onder het strand is in de natuurlijke situatie een complexe verdeling van zoet en zoutwater aanwezig, veroorzaakt door het uittreden van zoet water uit het duinmassief en de dynamische aanvulling van zoutwater tijdens vloed. Met de aanleg van Spanjaards Duin is deze dynamiek in de duinvallei vervangen door een gestage verdringing van zoutwater door infiltrerend neerslagwater, aangevuld met een laterale voeding uit het oude duinmassief. Deze verdringing van zoutwater door zoet water leidt tot secundaire stijging van het freatische peil door het dichtheidsverschil: circa 2.5 cm per m verdringing.



Figuur 6-6: Interpretatie van de diepteligging van het zoet-zout grensvlak (1000 mg Cl/l)

(links): op basis van grondwatermonsters en

(rechts): weergave VES-profielen van de elektrische bodemweerstand (ohm.m).

De rode kleuren indiceren brak-zout water, de blauwe en groene kleuren duiden op een zoet systeem

Uit oude metingen (gecombineerd van 1915 tot recent) van de bodemgeleidbaarheid (VES) en de chloride-concentratie in het grondwater (zie Figuur 6-6) is het volgende beeld samengesteld: de zoet-zout overgang (gedefinieerd als 1000 mg Cl/l) ligt in de binnenduinrand op circa 10 m -NAP. Onder Hoek van Holland ligt de overgang dieper (~30 m -NAP). Dieper in het kassengebied ligt het grensvlak dicht onder maaiveld. Onder het centrum van de duinen en dichter naar de kust zijn geen gegevens bekend.

Deze historische metingen geven een beeld van de omvang van de zoetwatervoorraad onder het kuststelsel bij Spanjaards Duin. Onzeker is in hoeverre dit beeld nog actueel is.

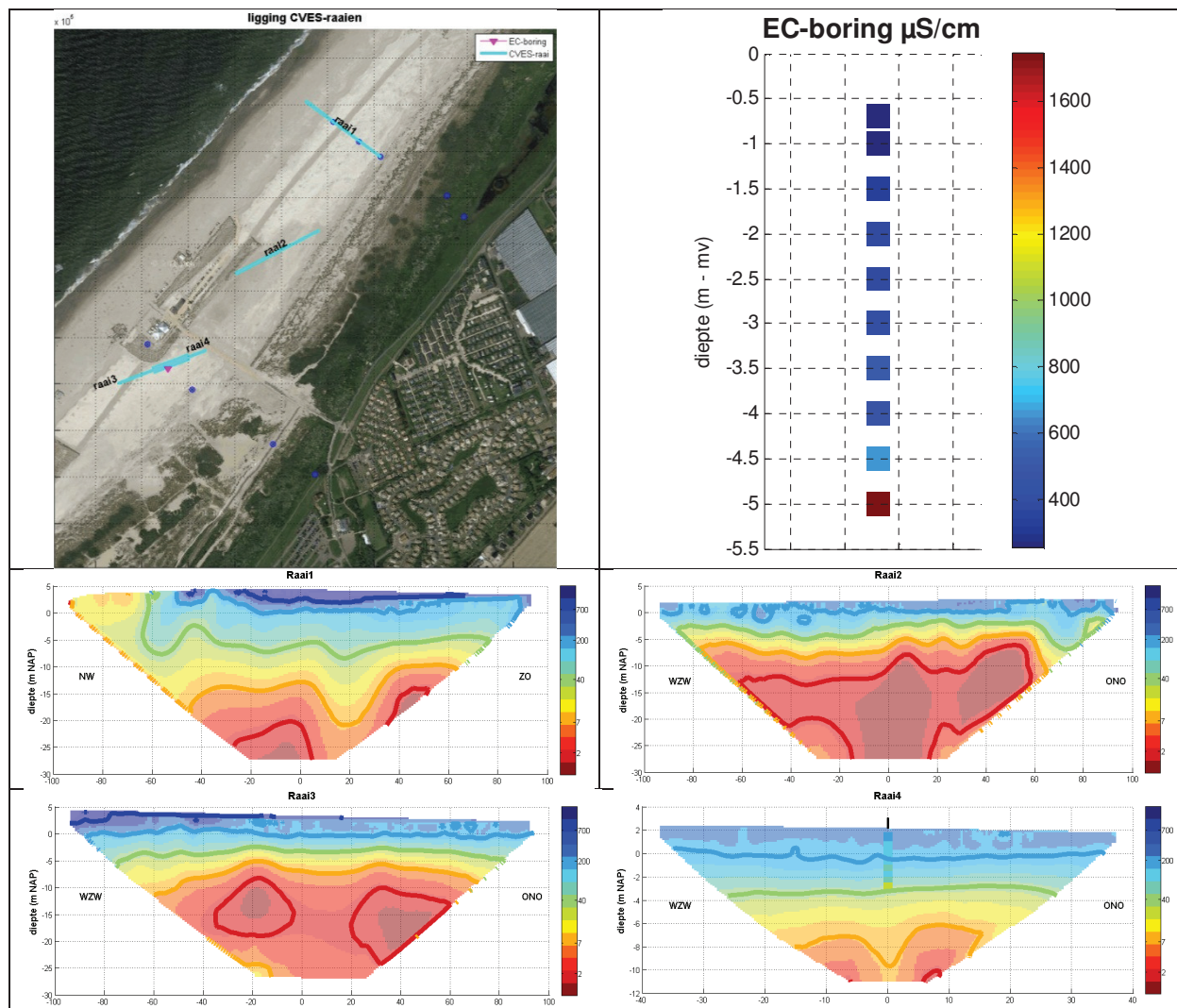
In het kader van de monitoring Spanjaards Duin is een aantal CVES-profielen¹ over de nieuwe duinvallei gemeten. De metingen zijn uitgevoerd door de VU, in samenwerking met Artesia. Een impressie van een van de meettraaien is weergegeven in Figuur 6-7. Het principe is gebaseerd op het aanleggen van een stroomveld via elektroden en het meten van de potentiaal tussen die elektroden. De verandering van de op die wijze gemeten bodemweerstand (spanning/stroom: V/I) bij verschillende afstanden tussen de elektroden kan worden toegedeeld aan de verschillende bodemprofiellagen, waarmee een weerstandsbeeld van de bodem wordt verkregen. Dit weerstandsbeeld is gerelateerd aan de elektrolyt-concentratie van het water en het bodemmateriaal zelf. De resultaten zijn weergegeven Figuur 6-8. Op één punt is het weerstandsprofiel vergeleken met een EC-boring: een boring waarbij met een interval van 50 cm een grondwatermonster is genomen, waarvan de geleidbaarheid is bepaald. Het resultaat van deze meting is eveneens opgenomen in Figuur 6-8, zowel *apart*, als *geplaatst* binnen de



Figuur 6-7: CVES meetraai 4

¹ CVES is een acroniem voor Continuous Vertical Electrical Sounding

context van de betreffende raai 4.



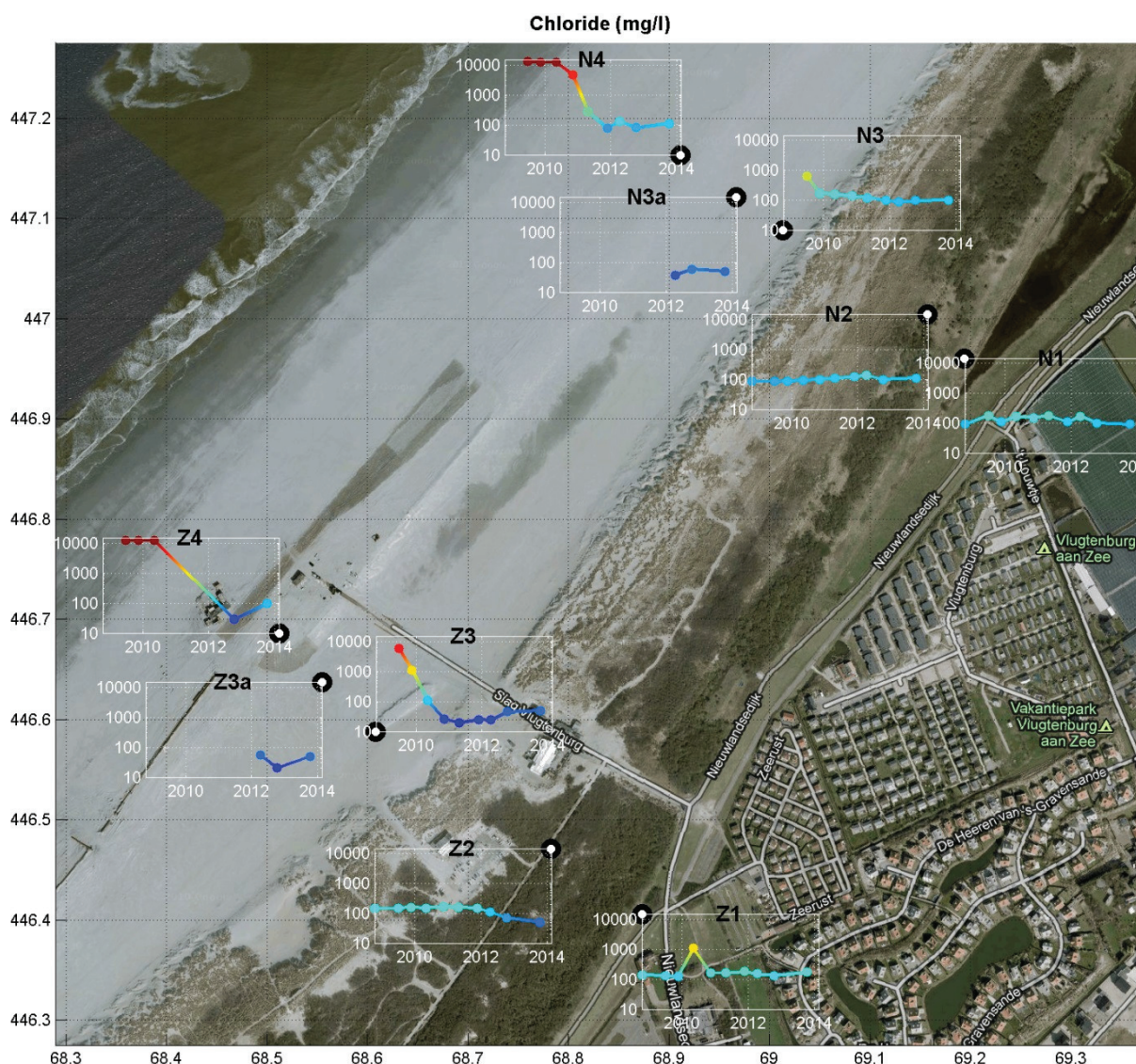
Figuur 6-8: CVES-profielen (weerstand in ohm.m) en EC-boring (geleidbaarheid in $\mu\text{S/m}$)

Uit Figuur 6-8 blijkt dat het zoetwaterfront vrij horizontaal ligt. De groene contour kan worden beschouwd als de overgang van zoet naar brak water. De licht blauwe contour vormt de grens naar zout water.

- De eerste raai is vanaf de voet van de oude zeereep doorgetrokken tot aan de (spring)vloedlijn op het nieuwe strand. Het nieuwe strand is nog zout. De verzoeting onder de vallei is gevorderd tot 5 m -NAP. Het lijkt of de aanwinning een integraal onderdeel wordt van het oude duinsysteem.
- De tweede raai loopt over het laagste deel van de vallei waar regelmatig water op maaiveld staat. Aan de voet van de oude duinen lijkt de uitstroming van zoet water nog aanwezig: de vallei vormt nog een drainagebasis voor het duinsysteem. De verzoeting is onder deze raai minder ver doorgedrongen. Onder het diepste deel van de vallei is de verzoeting dieper, wat te verklaren is doordat bij verzadiging hier water uit de omgeving verzameld.
- Raai 3 is gelegd vanaf de dam tot op de nieuwe zeereep, over de depressie aan de zuidzijde van de vallei. De verzoeting is tot 4 m -NAP gevorderd, tamelijk egaal over het gehele profiel.
- Raai 4 is het centrale detail van raai 3, om te testen of er bij een kleinere resolutie extra informatie zou opleveren. In de meting is ook het resultaat van de EC-boring geplaatst.

Hoewel de waarden verschillende grootheden vertegenwoordigen, blijkt dat de verzoetingsdiepte in beide metingen overeenkomen.

- Uit de peilbuiswaarnemingen (zie Figuur 6-9) weten we dat in de loop van 2010 tot 2011 de chlorideconcentratie ter hoogte van de filters in Spanjaards Duin van brak naar zoet is verlopen. De filterdiepte van deze filters ligt tussen de 1.6 en 1.8 m -NAP. Van 2011 tot 2014 is het grensvlak dus circa 3 meter gedaald. Dit moet tot een secundaire vernatting van 5 tot 10 cm hebben geleid.



Figuur 6-9: Chloride ontwikkeling in meetpunten van het permanente meetnet van Spanjaards Duin.

6.1.6 Ontwikkeling waterkwaliteit

De waterkwaliteit in het freatische grondwater met betrekking tot de macroparameters is volledig gestabiliseerd: alle parameters fluctueren al enkele jaren rond het zelfde niveau. De ontwikkeling van verschillende karakteristieke parameters is in Bijlage 7 opgenomen.

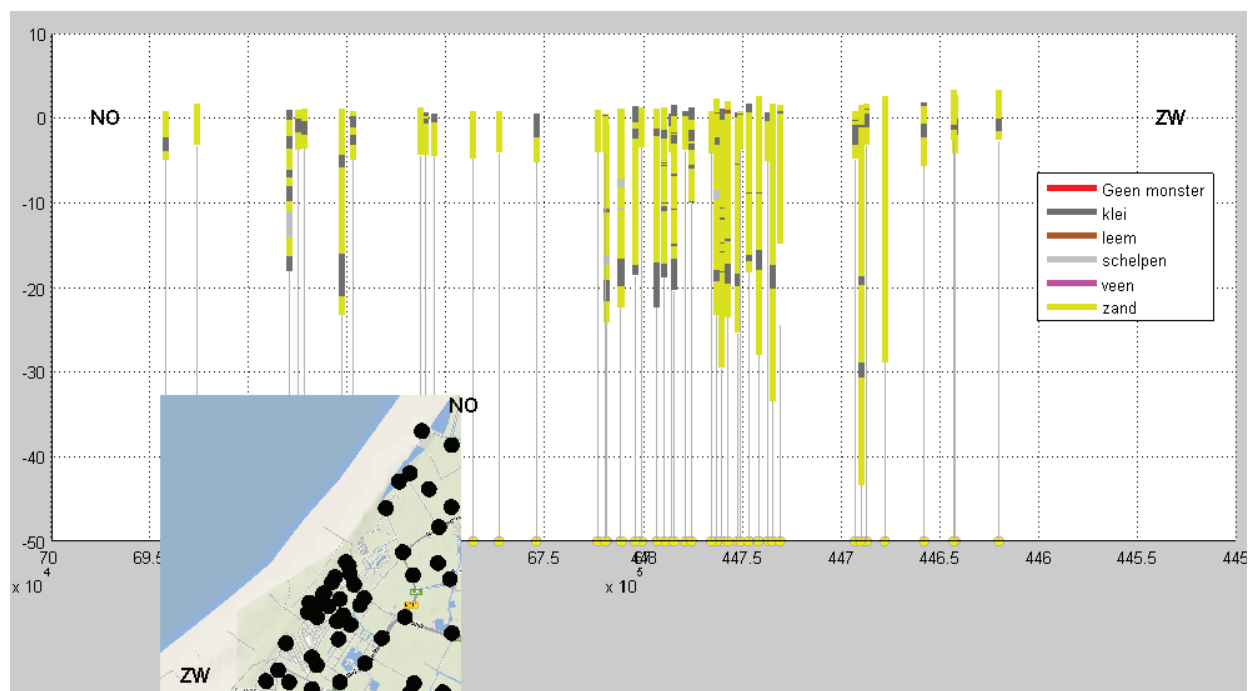
6.2 Grondwatersysteem

De ontwikkeling van het grondwatersysteem, zoals vastgelegd via monitoring, zijn ook in een conceptueel verband gebracht om te toetsen of we de belangrijkste mechanismen begrijpen en of we de ontwikkelingen kunnen voorspellen. Voor dit concept is een profiel-model gekozen, dwars op de kust. Als systeemgrenzen zijn de zee aan de westzijde en de polders aan de oostzijde gekozen.

De onderkant van het profiel is arbitrair op 50 m -NAP gekozen. Het gemiddeld zeepeil ligt iets boven NAP (~6.5 cm) en door oploop aan de kust ligt daar het peil nog wat hoger. De polders langs de binnenduintrand hebben een peil van rond de 0.5 m NAP. Verder landinwaarts liggen de polderpeilen lager, tot 0.5 m -NAP. De drainagebasis aan beide zijden van de duinen ligt dus iets boven NAP. De opbolling onder de duinen wordt bepaald door de drainageweerstand aan beide zijden. Door de verbreding is deze in elk geval toegenomen, zodat het grondwaterpeil onder de duinen zal stijgen. De drainageweerstand wordt bepaald door de transmissiviteit van het zoetwatersysteem onder de duinen en de radiale weerstand in de uitstromingszone. Het profielmodel is verder gebaseerd op het geologisch bodemprofiel. De opbouw wordt in de volgende paragrafen beschreven.

6.2.1 Gelaagdheid

De gelaagdheid van het systeem is alleen aan de landzijde bekend, middels een aantal over het algemeen niet erg diepe boringen (Figuur 6-10). In vrijwel alle boringen met voldoende diepte wordt tussen 17 en 20 m -NAP een kleilaag aangetroffen, die waarschijnlijk een duidelijke begrenzing vormt voor de hydrologisch dynamische zone. Ook bovenin het profiel worden in de meeste boringen wel relevante kleilaagjes aangetroffen. Deze dragen bij aan de drainageweerstand van het duinsysteem aan de landzijde en verklaard de relatief sterke gradiënt in het freatische grondwater op de overgang van polder naar duin. Het bodemprofiel aan de zeezijde is volledig speculatief. Voor deze speculatie nemen we aan dat de weerstand biedende laag op 17 m -NAP zich hier voortzet. Deze wordt niet aangetoond in de geo-elektrische metingen, omdat de weerstand sterk gedomineerd wordt door de (zoute) waterkwaliteit op deze diepte.



Figuur 6-10: dwarsprofiel van de boringen, geprojecteerd evenwijdig aan de kust (NO-ZW)

6.2.2 Modelleringschematisch dwarsprofiel

De schematisatie van het model is gebaseerd op de situatie ter plaatse van de fysieke peilbuisraaien. De ligging van de profielen zijn in samenhang met de meetlocaties afgebeeld in Figuur 6-11.



Figuur 6-11: De Locatie van de doorsnedes en de meettraaien.

De doorsnede-modellen bestaan uit een horizontaal homogene ondergrond. De kleilaag rond -20 m NAP is in het model geschematiseerd als een minder doorlatende zone. De eigenschappen van beide profiel- modellen zijn opgenomen in Bijlage 8. Aan de zee-zijde wordt de stijghoogte in de bovenste modellaag op 0 m NAP vastgehouden. Aan de polder-zijde wordt de stijghoogte door middel van drains begrensd. De drainagediepte is afgeleid van het publiek beschikbare AHN-maaiveldhoogtemodel. Als startsituatie voor het model is gekozen voor een volledig zout systeem, dat door neerslag geleidelijk van bovenaf verzoet. Als beginsituatie voor de huidige toestand wordt het rekenresultaat na 1000 jaar verzoeting genomen: een situatie waarin vrijwel geen veranderingen meer optreden en dus in evenwicht is met de opgegeven randvoorwaarden. Om het effect van de aanleg van het Spanjaards Duin te schatten wordt in het model de kust conform de ingemeten situatie zeewaarts verschoven. Aan het begin van deze periode wordt de stijghoogte in het nieuwe deel op 0 m NAP gezet. Er wordt dus vanuit gegaan dat het zand droog wordt opgebracht. In werkelijkheid is het zand opgespoten, en is dus met het zand een aanzienlijke zoutwaterflux op het gebied gebracht. Hoe dit zoutwater zich heeft verspreid is moeilijk te achterhalen. Aannemelijk is dat het grootste deel oppervlakkig is afgespoeld naar de zee, maar elders langs de kust is aangetoond dat er door de tijdelijke verhoging van de stijghoogte ook verspreiding onder de duinen kan optreden. Verzoeting treedt sinds de aanleg op doordat in dit nieuwe stuk land inregening optreedt.

6.2.3 Modelresultaten

De parameters van de modellen zijn met de hand aangepast om het patroon in stijghoogte en grensvlak-diepte te benaderen. Omdat de werkelijkheid waarschijnlijk niet goed te vatten is in een doorsnede, lukt het niet de meetdata nauwkeurig na te bootsen. Het doel van de dwarsdoorsnede-modellen is dan ook om wat meer gevoel te krijgen voor de verschillende processen en enkele kwalitatieve uitspraken te kunnen doen over de uitbreiding van de zoetwaterbel en grondwaterstands-verhoging.

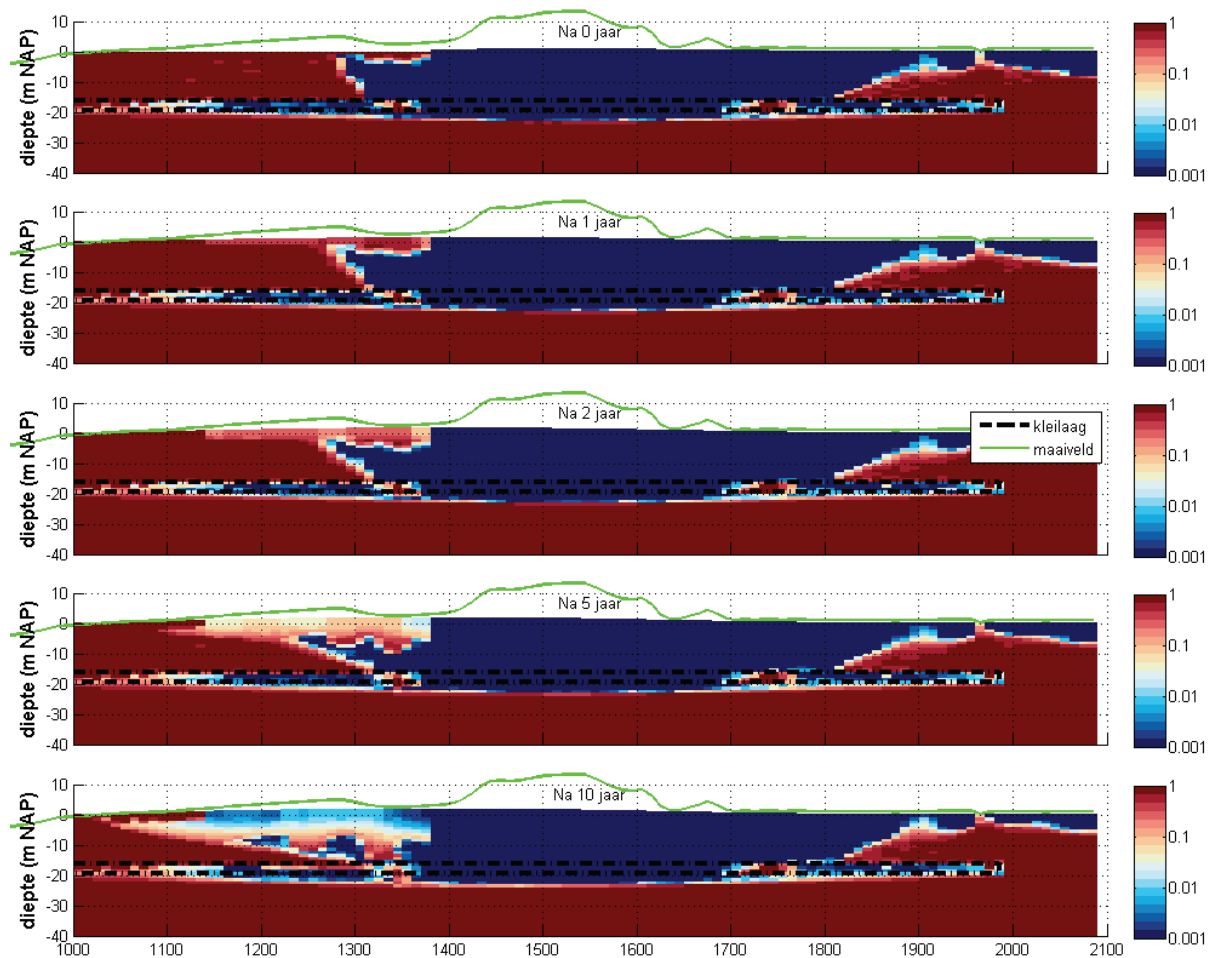
Noordelijke raai

Het verzoetingsproces in de noordelijke raai is weergegeven in Figuur 6-12. Hierin is opeenvolgend de berekende zoet-zoutverdeling weergegeven. Met hulplijnen zijn de zeebodem/maaiveld (zwart)

en de rand van de scheidende laag (zwart gestreept) getekend. De invloed van de scheidende laag rond -20 m NAP is duidelijk te zien. Hieronder verspreidt zich een kleiner zoetwaterveld over een grotere afstand.

Deze gemodelleerde weergave van de verzoeting stemt in grote lijnen overeen met de gemeten toestand van dit moment. De verzoeting onder Spanjaards Duin voltrekt zich door verdringing door inregening. Volgens het model wordt de laterale verzoetingscomponent naar de diepte verdrongen en draagt pas veel later bij aan de vorming van een volledig samenhangende zoetwaterbel. De weerstandslaag op 20 meter -NAP zorgt er voor dat de zoetwaterbel zich niet volledig naar de diepte kan ontwikkelen. Deze beperking lijkt ook in de historische metingen te worden bevestigd. In de komende jaren zal de verzoeting zich naar verwachting voortzetten. De zoet-zout verdeling zal nog geruime tijd rommelig zijn. Het eindbeeld bij de gehanteerde aannames is dat onder het Spanjaards Duin de zoetwaterbel uitwigt van circa 15 m -NAP onder de duinvallei tot de nieuwe kustlijn. Dit impliceert dus een toename van de dikte van de zoetwaterbel met circa 10 meter. Gezien het huidige gemengde karakter van de waterkwaliteit wordt het dichtheidseffect op 50% hiervan geschat. Op basis daarvan mag worden verwacht dat de secundaire vernatting nog circa 10 cm zal bedragen. Deze schattingen zijn echter omgeven met een ruime band van onzekerheid.

De modellering blijkt geen goede weergave van de ontwikkeling van de stijghoogteverdeling te simuleren. De berekende stijghoogtes wijken tot 2013 sterk af van de gemeten waarden. De stijghoogtemetingen in 2013 passen beter in het berekende stijghoogtebeeld. In Bijlagen 9 en 10 zijn de modelresultaten voor de noordelijke en zuidelijke raai verder gevisualiseerd.



Figuur 6-12: De ontwikkeling van de zoetwaterbel in jaren na de aanleg van Spanjaards Duin (0 is zoet, 1 = zeewater) onder de Noordraai.

6.3 Conclusies

Uit de aanvullende metingen in het jaar 2013 blijkt het volgende:

- De grondwaterstanden in dat jaar zijn zeer slordig opgenomen, zodanig dat ze beperkt bijdragen aan het beschrijven van de hydrologische ontwikkeling in Spanjaards Duin
- De hoogfrequente metingen geven zicht op de doorwerking van het getij onder het Spanjaards Duin. Deze randvoorwaarde had onder de specifieke condities van opwaaiing en springtij een doorwerking onder de duinvallei van het Spanjaards Duin van circa 30 cm. De invloed van de individuele getijdedynamiek lijkt in dezelfde orde als de neerslag. Dit proces is dus relevant om te betrekken in de analyse van de grondwaterdynamiek onder het Spanjaards Duin.
- De grondwaterkwaliteitsmetingen in 2013 bevestigt de conclusie uit voorgaande jaren, dat de kwaliteit van het freatische grondwater goeddeels is gestabiliseerd
- De aanvullende metingen van de ligging van het zoet-zout grensvlak maken duidelijk dat de verzoeting sinds de aanleg met gelijke snelheid voortgaat: globaal met 1 meter per jaar. Dat betekent dat de secundaire stijging van het grondwaterniveau circa 2.5 cm per jaar moet bedragen.
- De verzoeting treedt vooral verticaal op, de horizontale verdringing treedt slechts in zeer geringe mate op.
- De testberekeningen kunnen de verzoeting redelijk goed beschrijven. Het model kan echter niet in overeenstemming met de stijghoogtemetingen worden gebracht.

Waarschijnlijk lijkt dat het zoet-zout grensvlak onder Spanjaards Duin nog zeker 5 meter zal verdiepen. Dat betekent dat de grondwaterregiemcurve met circa 10 cm zal stijgen.

6.4 Aanbevelingen

De ervaringen van de verwerking van de gegevens over 2013 onderstrepen de noodzaak om zeer zorgvuldig de veldmetingen uit te voeren. De permanente peilbuizen in de noordelijke duinvallei zullen waarschijnlijk in de huidige vorm niet nog een jaar overleven. De beschermbuizen zijn vrijwel uitgestoven en staan zeer wankel. De metingen zijn het afgelopen jaar zeer slordig uitgevoerd, en geven binnen de opnamefrequentie veel onzekerheden over het verloop. Wij bevelen daarom aan om de peilbuizen te controleren op deugdelijkheid, de buizen te voorzien van automatische peilregistratie en het beheer van deze apparatuur uit te besteden aan een deskundige en verantwoordelijk te houden partij.

De geo-elektrische metingen (CVES) hebben een overtuigend inzicht gegeven in de vorm en verbreiding van de verzoeting. Het verdient aanbeveling deze metingen elke 2 jaar te herhalen om zicht op de voortgang van de verzoeting en de verplaatsing van het zoet-zoutgrensvlak te houden.

De metingen van de waterkwaliteit hebben bevestigd dat er geen sterke veranderingen in de freatische waterkwaliteit meer optreden. Het monster- en analyseprogramma zou beperkt kunnen worden tot minder locaties.

7 VEGETATIE

7.1 Aanleiding

Een belangrijk doel van de aanleg van Spanjaards Duin is het ontwikkelen van de habitattypen ‘Grijze duinen’ nr. H2130, ‘Vochtige duinvalleien’ nr. H2190 en de habitatsoort groenknolorchis H1903. Door monitoring van vegetaties en flora kan worden vastgesteld in hoeverre de ontwikkeling van deze vegetaties goed verloopt en wordt gerealiseerd.

7.2 Methode

De toegepaste methodiek is gebaseerd op de SNL monitoringsprotocollen (IPO 2012a). In dit geval is ervoor gekozen om niet alleen deze SNL meetsoorten te inventariseren, maar alle voorkomende soorten. Dit geeft meer informatie over de ontwikkeling in het gebied. Voor de vegetatiekartering is de methodiek weer gebaseerd op Braun-Blanquet (o.a. [22]).

7.3 Veldwerk en interpretatie

Het veldwerk is uitgevoerd op verschillende dagen eind juli, begin augustus en begin september 2013. Hierdoor is een vrij volledig beeld verkregen van de vegetatie van het gebied. Enkele vroege soorten zouden gemist kunnen zijn. Er is zo goed mogelijk geprobeerd de soortkarteringen met de vegetatiekarteringen te combineren. Voor de kartering is het gehele onderzoeksgebied stelselmatig doorkruist. Voor de florakartering is geprobeerd om de groeiplaatsen zo nauwkeurig mogelijk in te voeren met GPS. Daarnaast is geprobeerd om de abundantie zo goed mogelijk te tellen/schatten.

Voor de vegetatiekartering zijn in het veld met behulp van een recente luchtfoto's zo goed mogelijk uniforme vegetatie-eenheden alvast ingetekend. Geprobeerd is om de vegetatie-eenheden zo goed mogelijk te onderbouwen met vegetatieopnames. Voor de opnames is een oppervlakte gekozen van 5x5 meter of 10x10 meter. De opnames zijn homogeen en representatief voor het vegetatietype. De bedekkingen zijn opgenomen volgens de schaal van Braun-Blanquet.

De vegetatieopnames zijn ingevoerd in Turboveg, waarna de definitieve vegetatie-eenheden zijn geformuleerd. Er is naar gestreefd om in het veld zoveel mogelijk één vegetatietype aan een vlak toe te kennen. Naast de hierboven beschreven flora- en vegetatiekartering heeft stichting duinbehoud een inventarisatie gedaan (zie Bijlage 13). Deze inventarisatie was niet op tijd beschikbaar om mee te nemen in de analyse zoals beschreven in paragraaf 7.5.

7.4 Het weer in het groeiseizoen van 2013

Het weer kan van grote invloed zijn op het verschijningsmoment en de massaliteit van planten, met name in de hier beoogde habitats. Belangrijkste factor daarbij is neerslag. Zo kan veel neerslag in de voorgaande winter en het vroege voorjaar zorgen voor een hogere (grond)waterstand in de duinvallei dan in droge jaren. Dit kan dan ook voor grote verschillen zorgen van jaar tot jaar, met name bij een- en tweejarige plantensoorten.

Ook de temperatuur, de mate van verstuiwing onder invloed van verdroging en wind en eventueel overspoeling met zeewater kan van grote invloed zijn [1]. 2013 kende een bijzonder koud en droog voorjaar en vroege zomer. Tot en met juni waren alle gemiddelde maandtemperaturen onder het langjarig gemiddelde. Juli en augustus waren daarentegen flink warmer dan het langjarig gemiddelde. De eerste acht maanden van 2013 waren ook erg droog te noemen. Alle maanden waren droger dan gemiddeld. September was echter een zeer natte maand. Dit bijzonder koude en droge groeiseizoen zorgde ervoor dat onder andere veel planten een stuk later verschenen of bloeiden dan gemiddeld.

7.5 Resultaten soortkartering

In totaal zijn er in het Spanjaards Duin 39 verschillende plantensoorten waargenomen [25]. Onderstaande lijst geeft een overzicht van de waargenomen soorten. In Bijlage 11 staat een lijst waarin de soorten per stuk kort worden besproken.

Tabel 7-1. In 2013 waargenomen plantensoorten in Spanjaards Duin

Akkerdistel	<i>Cirsium arvense</i>
Bezemkruiskruid	<i>Senecio inaequidens</i>
Biestarwegras	<i>Elytrigia juncea</i> subsp. <i>boreoatlantica</i>
Bijvoet	<i>Artemisia vulgaris</i>
Blauwe zeedistel	<i>Eryngium maritimum</i>
Canadese fijnstraal	<i>Conyza canadensis</i>
Driebloemige nachtschade	<i>Solanum triflorum</i>
Duindoorn	<i>Hippophae rhamnoides</i>
Duinkruiskruid	<i>Jacobaea vulgaris</i> subsp. <i>Dunensis</i>
Duinriet	<i>Calamagrostis epigejos</i>
Duinzenkgras	<i>Festuca arenaria</i>
Gekroesde melkdistel	<i>Sonchus asper</i>
Gewone hoornbloem	<i>Cerastium fontanum</i>
Grote teunisbloem	<i>Oenothera glazioviana</i>
Grote zandkool	<i>Diploxys tenuifolia</i>
Haagwinde	<i>Convolvulus sepium</i>
Helm	<i>Ammophila arenaria</i>
Klein kruiskruid	<i>Senecio vulgaris</i>
Kleine leeuwentand	<i>Leontodon saxatilis</i>
Kleverige kruiskruid	<i>Senecio viscosus</i>
Kromhals	<i>Anchusa arvensis</i>
Kruipwilg	<i>Salix repens</i>
Krulzuring	<i>Rumex crispus</i>
Muurpeper	<i>Sedum acre</i>
Reukloze kamille	<i>Tripleurospermum maritimum</i>
Rode klaver	<i>Trifolium pratense</i>
Rood guichelheil	<i>Anagallis arvensis</i> subsp. <i>Arvensis</i>
Vertakt schaafstro	<i>Equisetum x moorei</i>
Smal vlieszaad	<i>Corispermum intermedium</i>
Speerdistel	<i>Cirsium vulgare</i>
Spiesmelde	<i>Atriplex prostrata</i>
Stekend loogkruid	<i>Salsola kali</i>
Veldhondstong	<i>Cynoglossum officinale</i>
Zeemelkdistel	<i>Sonchus arvensis</i> var. <i>Maritimus</i>
Zeepostelein	<i>Honckenya peploides</i>
Zeeraket	<i>Cakile maritima</i>
Zeewolfsmelk	<i>Euphorbia paralias</i>
Zwarte nachtschade	<i>Solanum nigrum</i> subsp. <i>Nigrum</i>

7.6 Resultaten vegetatiekartering

Deze paragraaf is samengesteld door ZHL op basis van de rapportage van Ecoresult [25]. In totaal zijn twee vegetatietypen aangetroffen. Dit is voor een groot deel beïnvloed door de aanplant van helm. Het gaat namelijk om de Helm-associatie (*Elymo-Ammophiletum*), met daarbij op een enkele locatie de associatie van Loogkruid en Zeeraket (*Salsola-Cakiletum maritimae*). De Helm-klasse omvat 23Aa1 de Biestarwegras-associatie (*Honckenyo-Agropyretum juncei*) en 23Ab1 de Helm-associatie (*Elymo-Ammophiletum*). De Biestarwegras-associatie is vaak de eerste pionier in de vorming van duinen, waarna dit overgaat door de vestiging van helm in de Helm-associatie. Wanneer er echter helm aanplant heeft plaatsgevonden is de Helm-associatie gelijk aanwezig. In het Spanjaards Duin is dit ook het geval. Door de aanplant van helm is de Helm-associatie bijna

overal waar vegetatie te vinden is, het overheersende vegetatietype. De Helm-associatie komt dus veelvuldig in het gebied voor met daarin soorten als biestarwegras, zeemelkdistel, blauwe zeedistel en zeeraket. Deze vegetatiegemeenschap is afhankelijk van regenwater dat in de vorm van hangwater beschikbaar is.

Door de aanplant van helm is H2110 Embryonaal duin eigenlijk voor een flink deel overgeslagen. Typische soorten van H2120 Witte duinen die nu aanwezig zijn, zijn akkermelkdistel, blauwe zeedistel, helm en zeewolfsmelk. Ook de aanwezige vegetatietypen passen binnen dit habitatype. Op termijn kan dit zich ontwikkelen naar het gewenste H2130 Grijze duinen. Dit is echter een successiestadium verder en zal nog vele jaren nodig hebben om zich te kunnen ontwikkelen. De mogelijkheid dat door de dynamiek van het duin H2110 Embryonaal duin overheersend blijft, is ook zeer groot. Er zijn dan ook nog geen typische plantensoorten van dit habitatype aangetroffen. De soortensamenstelling wijst op dit moment sterker naar N08.01 Embryonaal duin (H2110). Dat is ook logisch omdat het gebied opgespoten is met kaal zand. Het eerste ontwikkelstadium is dan embryonaal duin. Na verloop van tijd kan dit zich door ontwikkelen tot N08.02 Open duin (H2120) of N08.03 Vochtige duinvalleien (H2190).

Er werden twee kwalificerende florasoorten gevonden voor N08.02 Open duin (H2120) te weten: blauwe zeedistel en zeewolfsmelk. Voor N08.01 Embryonaal duin (H2110) werden vijf kwalificerende florasoorten gevonden: de twee hiervoor genoemde aangevuld met stekend loogkruid, zeepostelein en zeeraket. Voor wat betreft flora en fauna wordt met deze plantensoorten voor embryonaal duin direct klasse 'goed' gehaald. Voor open duin is dit klasse 'slecht'. Echter, het vastleggingsbeheer in het Spanjaards Duin heeft ervoor gezorgd dat de duinvorming versneld wordt. De behoorlijk massale vestiging van een soort als duindoorn past in de ontwikkeling naar N08.02 Open duin (H2120).



Figuur 7-1 Noordelijke duinvallei zonder water op maaiveld in zomer 2013 en met water op maaiveld na natte periode (Foto's: Marjon Paas, 6 juni 2013 en Erwin Hemelop, ZHL, 11 november 2013)

De aanwezige stuifkuilen zorgen voor de verdere nodige variatie in de richting van N08.02 Open duin (H2120). Verder valt het op dat delen van de stuifkuilen langzaam vochtiger worden. Abiotische randvoorwaarden voor de ontwikkeling van vochtige duinvalleivegetaties. Er zijn nog geen plantensoorten die echte indicatoren zijn voor H2190 Vochtige duinvalleien (zoals ook groenknolorchis) aangetroffen. De ontwikkeling van H2190 Vochtig duinvalleien zal vermoedelijk nog even tijd nodig hebben.

De abiotische omstandigheden zijn gunstig voor H2190, ondanks het nog ontbreken van indicatorsoorten voor dit type. Het gebied heeft echter nog tijd nodig om zich te ontwikkelen.

Langzaam komen er steeds meer soorten in het Spanjaards Duin voor. Veel pionierssoorten zijn in deze kartering aangetroffen. Belangrijk aandachtspunt is dat veel soorten houden van relatief voedselrijke omstandigheden. Deels zijn dit soorten die zich in de vloedmerk vestigen, deels zijn er echter ook soorten bij die zich in het kale zand gevestigd hebben en een indicatie zijn voor verruiging en relatief hoge stikstof waarden zoals bezemkruid, diebloemige nachtschade,

speerdistel en duinriet. Duinriet is daarbij een soort die algemeen voorkomt in veel vegetatiegemeenschappen in de duinen, maar bij hoge stikstofdepositie sterk kan gaan domineren. De aanwezigheid en verdere uitbreiding van stikstofminnende soorten zoals duinriet is wel een indicator die in de toekomst in de gaten gehouden zou moeten worden.

7.7 Conclusie

In totaal zijn er in het Spanjaards Duin 39 verschillende plantensoorten waargenomen. Verder zijn er twee vegetatietypen aangetroffen. Dit is voor een groot deel beïnvloed door de aanplant van helm. Het gaat om de Helm-associatie (*Elymo-Ammophiletum*), met daarbij op een enkele locatie de associatie van Loogkruid en Zeeraket (*Salsolo-Cakiletum maritimae*).

8 OVERIGE GEGEVENS

8.1 Fauna

Avifauna

Het hele gebied is in 2012 door T. en C. van Schie op broedvogels geïnventariseerd volgens de SOVON-methode [7]. Ten noorden en zuiden van Slag Vlugtenburg heeft tegelijkertijd een paar Kleine plevieren gebroed. Voor de rest zijn er incidentele waarnemingen geweest van de Velduil die nu jaarlijks terugkeert naar het gebied.

Amfibieën en reptielen

Tijdens diverse veldbezoeken en bij de vegetatie opname zijn rugstreeppadden in de duinvallei gezien.

Zoogdieren

Konijnen zijn veel zichtbaar in de oude duinenreep en trekken regelmatig door naar het basisduin. Daarnaast blijft de Vos een vaste gast in het gebied. Zijn sporen en uitwerpselen worden in de vallei gevonden.

8.2 Overige waarnemingen

Er zijn geen waarnemingen vastgesteld van (trek)vlinders, andere insectengroepen, paddenstoelen of korstmossen.

8.3 Conclusie

Op grond van bovenstaande resultaten is het volgende vast te stellen:

Voor soorten als Kleine plevier of scholekster is het gebied in principe geschikt zoals de diverse broedgevallen van Kleine plevieren uitwijzen. De grote dynamiek en lage voedselaanbod in vrijwel heel Spanjaards Duin biedt nog te weinig mogelijkheden voor soorten met een beperkte actieradius om zich te vestigen. Het waarnemen van de rugstreeppad in het gebied geeft wel aan dat het gebied zich verder ontwikkeld en potentie heeft om kritische soorten zoals rugstreeppad en zandhagedis een plek te bieden.

9 INTEGRATIE EN SYNTHESE

9.1 Ontwikkeling potentiële habitats

Wat is de stand van zaken met betrekking tot de potentiële ontwikkeling van habitats? Door geomorfologische ontwikkeling, grondwater en eisen van duinvegetaties te combineren is een schatting gemaakt van de potenties in 2013. Duinvegetaties kunnen op basis van grondwaterstandklassen worden ingedeeld. Hier is net als in het vorige jaarverslag gebruik gemaakt van de indeling door Bakker [4] met een aantal aanpassingen. Voor een toelichting zie het vorige jaarverslag. De gehanteerde klassen zijn weergegeven in Tabel 9-1

Tabel 9-1. Onderverdeling typen voor Spanjaards Duin.

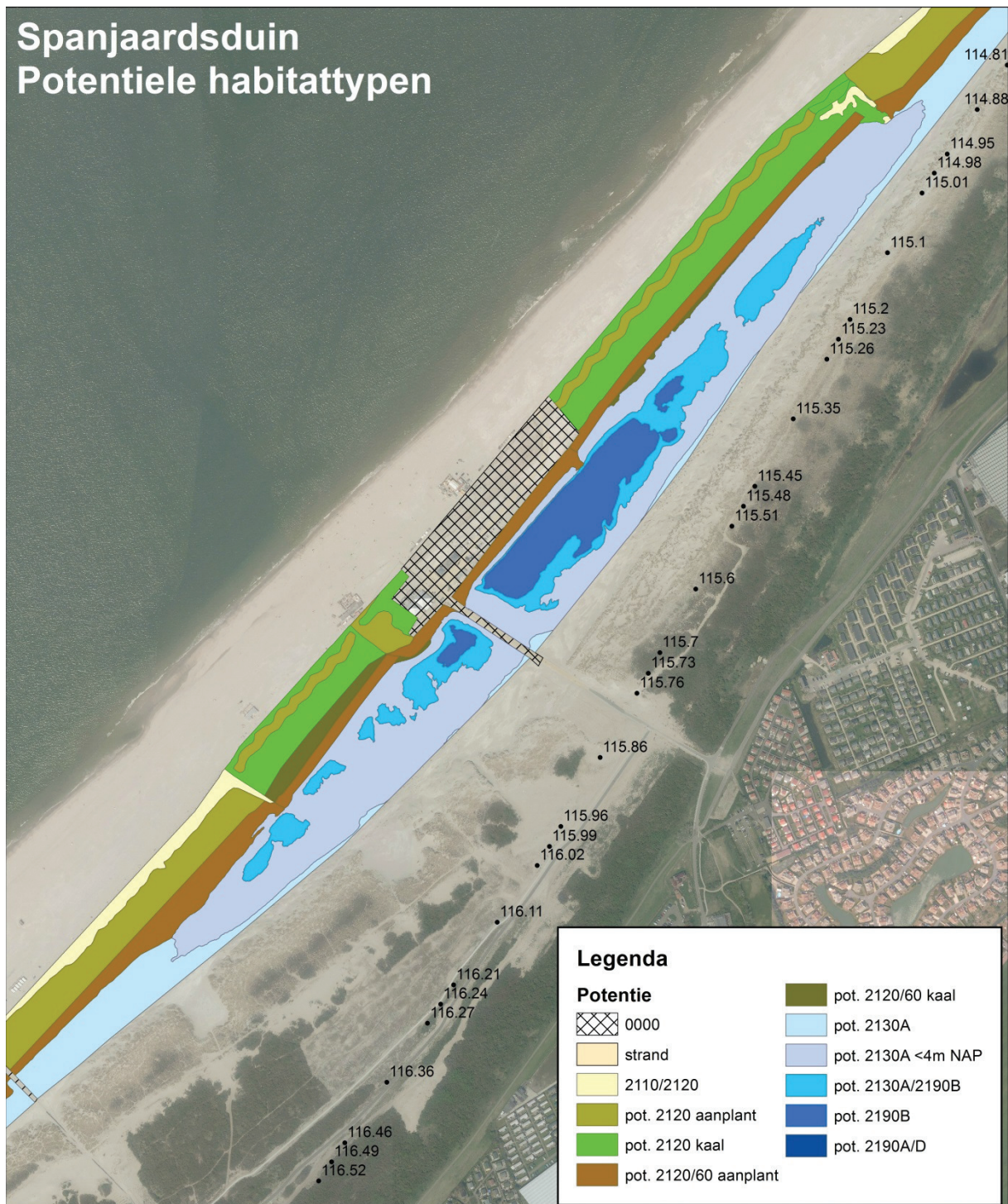
type	lokale GLG-klassen
natte/vochtige duinvallei (tbv H2190B)	tussen 0.80 en 0.35 m –MV
weinig vochtige vallei (tbv H2190B/H2130A)	tussen 1.20 en 0.80 m –MV
droog duingebied (tbv H2130A)	lager dan 1.20 m –MV

Het type ‘weinig vochtige vallei’ zal afhankelijk van langjarige fluctuaties en fluctuaties binnen het groeiseizoen een overwegend droog karakter hebben met een (pionier)begroeiing van H2130A of vochtig genoeg zijn voor vochtminnende begroeiing die tot H2190 kan worden gerekend. Van nature is het oppervlak van deze overgangszone gering: als gevolg van uitstuiven tot het grondwater is de overgang van een min of meer vlakke valleibodem naar het omringende droge duin vaak vrij abrupt. Met behulp van deze klassen, de grondwaterkaart ten opzichte van maaiveld van september 2013, de hoogtekkaart van voorjaar 2013 en de luchtfoto van 2013 zijn vervolgens de oppervlaktes bepaald van bovenstaande typen. Het resultaat is weergegeven in Figuur 9-1. Hierin zijn ook de potentiële oppervlakken aangegeven voor habitats H2110 (Embryonale duinen), H2120 (Witte duinen) en H2160 (Duindoornstruwelen), waarvoor overigens geen compensatieverplichting geldt. Deze zijn gekarteerd vanaf de luchtfoto van 2013. Habitattype H2160 zou zich op de lijzijde van het basisduin kunnen ontwikkelen. Overigens zou hier ook Grijze duinen of Witte duinen tot ontwikkeling kunnen komen, maar dit is onzeker en hangt o.a. af van het beheer. Het potentiële valleioppervlak voor habitattype H2190B (dit is het totale gebied waar de grondwaterstand tussen 0.35 en 1.20m – MV ligt) beslaat voor de situatie van 2013 in totaal 4.5 ha, het potentiële oppervlak Grijze duinen 15.2 ha (zie Tabel 9-2). Dit is een geringer valleioppervlak dan de bepaling van 2012 en een groter oppervlak aan Grijze duinen. Het verschil is vooral het gevolg van een betere schattingsprocedure voor de grondwaterkaart van 2013 (zie Figuur 6.4 en paragraaf 6.1.3). De grondwaterdieptelijn van 0.35m –MV wordt in 2013 niet bereikt.

De oppervlaktebepaling is indicatief en geeft een globaal beeld van de potenties in relatie tot zee-invloed, hoogteligging en grondwater. Zo zou door vestiging van langlevende planten in de valleivloer microduinvorming kunnen optreden, met veel micro-gradiënten en kleinschalige afwisseling van (potentiële) habitats.

Op basis van het grondwateronderzoek is de prognose dat het grondwater de komende vijf jaar nog 10cm zou kunnen stijgen. De grondwaterkaart is daarom opgehoogd met 10cm en hiermee is vervolgens opnieuw een prognose van de oppervlakten van potentiële habitattypen bij een grondwaterstijging van 10cm gemaakt volgens de klassen uit Tabel 9-1 en de bodemligging van 2013. De kaart met potentiële habitattypen met een geprognostiseerde verhoging van 10cm is weergegeven in Figuur 9-2. Bij deze stijging zou nog steeds geen oppervlak ontstaan waar de GLG minder dan 0.35m onder het maaiveld ligt. Het potentiële valleioppervlak voor habitattype H2190B beslaat voor deze prognose in totaal 5.6 ha, het potentiële Grijze duinenoppervlak 14.2 ha. Bij deze grondwaterstijging zou dus ruim worden voldaan aan de compensatieopgave voor Grijze duinen (9.8 hectare), maar nog net niet aan die voor Vochtige duinvalleien (6.1 hectare).

Spanjaardsduin Potentiele habitattypen

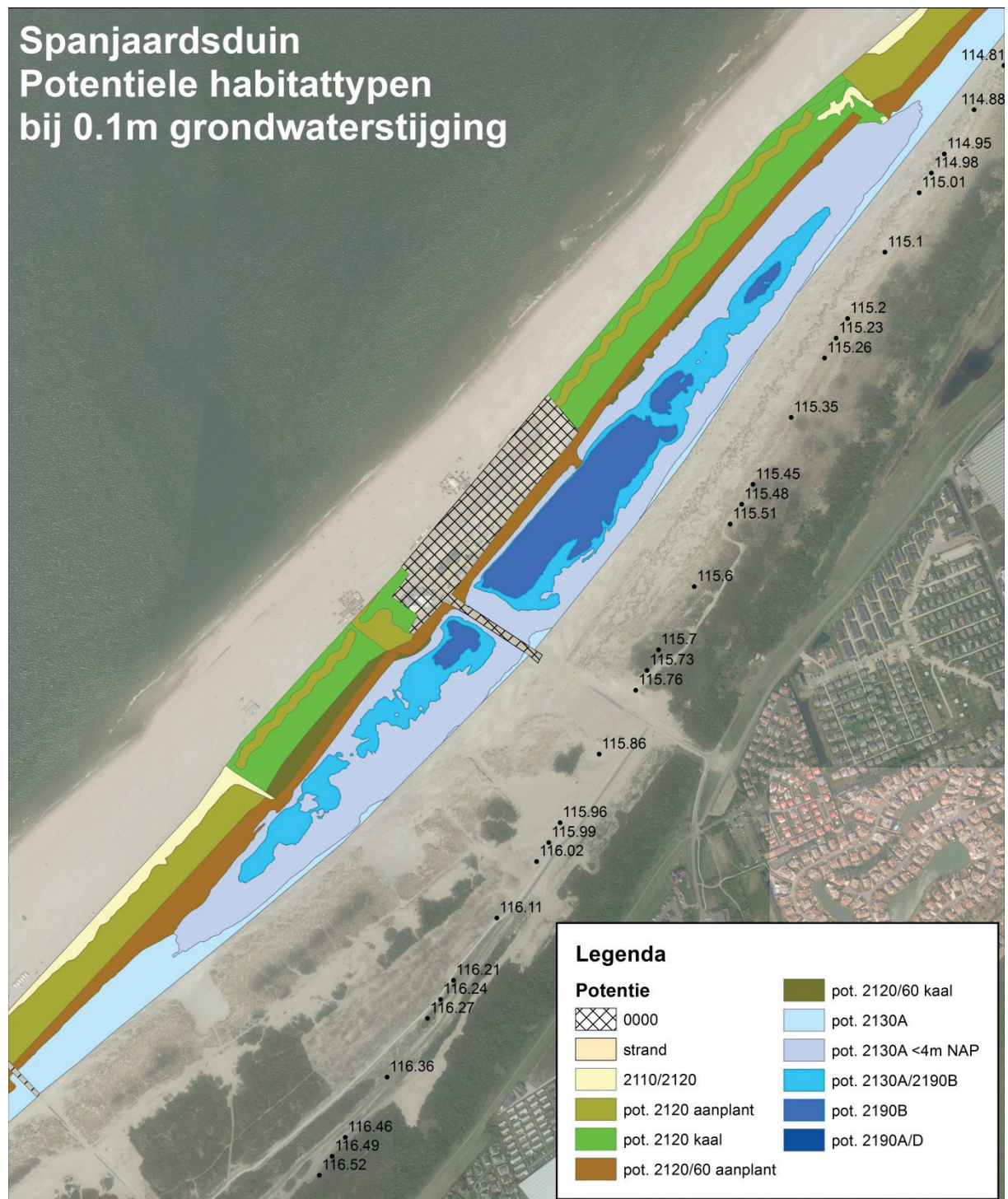


Figuur 9-1. Overzicht potentiële habitattypen in 2013. H2130A= Grijze duinen, H2190A=Duinmeer, H2190B=Vochtige duinvalleien, H2190D=Vochtige duinvalleien; hoge moerasplanten, H2110=Embryonale duinen, H2120=Witte duinen en H2160=Duindoorn; 0000=antropogeen beïnvloed.

Tabel 9-2 geeft de oppervlaktes per potentieel habitatype weer, en het totaal van de potentiëlen voor Grijze duinen (H2130A) en Duinvallei (H2190B) op basis van de huidige (2013) grondwaterstand en maaiveldhoogte. Tabel 9-3 geeft de oppervlaktes bij een grondwaterstijging van 10 cm.

Uit Tabel 9-2 blijkt dat de oppervlakteveranderingen beperkt zijn. De variatie is vooral het gevolg van de ligging van de grondwaterlijnen. De overgang van potentieel Grijze duinen boven 4m NAP

naar potentieel Grijze duinen onder 4m NAP door uitstuiving is klein. De toename in oppervlak Grijze duinen beneden 4m NAP gaat vooral ten kosten van het oppervlak vochtige duinvalleien.



Figuur 9-2. Overzicht potentiele habitattypen bij een grondwaterstijging van 0.1m. H2130A= Grijze duinen, H2190A=Duinmeer, H2190B=Vochtige duinvalleien, H2190D=Vochtige duinvalleien; hoge moerasplanten, H2110=Embryonale duinen, H2120=Witte duinen en H2160=Duindoorn; 0000=antropoogeen beïnvloed.

Tabel 9-2. Berekende oppervlaktes potentiële habitattypen in 2012 en in 2013

Potentieel type	Oppervlakte 2012 (ha)	Oppervlakte 2013 (ha)	Totaal potentieel H2130/H2190 (ha)
H2110/H2120, mogelijk al kwalificerend	2.7	1.3	
Potentieel H2120 op basisduin, nu aanplant	7.5	10.2	
Potentieel H2120 op basisduin, nu kaal	4.7	3.8	
Potentieel H2120/60 op lijzijde basisduin, nu aanplant	3.5	5.0	
Potentieel H2120/60 op lijzijde basisduin, nu kaal	1.8	0.5	
Potentieel H2130A, nu beneden 4m NAP	9.2	9.7	15.2
Potentieel H2130A, nu boven 4m NAP	5.3	5.5	
Potentieel H2130A/H2190B, GLG tussen 0.80 en 1.20 - maaiveld	3.1	2.6	4.5
Potentieel H2190B, GLG tussen 0.35 en 0.80 - maaiveld	2.2	1.9	
Potentieel H2190A/D, GLG boven 0.35 - maaiveld	-	-	
Strand binnen contouren van het Spanjaards Duin	0.4	-	
Eindtotaal	40.4	40.5	

Tabel 9-3 geeft aan dat een beperkte grondwaterstandsstijging van 10cm toch een relatief grote winst aan oppervlak beneden 1.2m NAP oplevert.

Tabel 9-3. Oppervlaktes potentiële habitattypen bij een grondwaterstijging van 0.1m

Potentieel type	Oppervlakte (ha)	Totaal potentieel H2130/H2190 (ha)
H2110/H2120, mogelijk al kwalificerend	1.3*	
Potentieel H2120 op basisduin, nu aanplant	10.2*	
Potentieel H2120 op basisduin, nu kaal	3.8*	
Potentieel H2120/60 op lijzijde basisduin, nu aanplant	5.0*	
Potentieel H2120/60 op lijzijde basisduin, nu kaal	0.5*	
Potentieel H2130A, nu beneden 4m NAP	8.7	14.2
Potentieel H2130A, nu boven 4m NAP	5.5*	
Potentieel H2130A/H2190B, GLG tussen 0.80 en 1.20 - maaiveld	3.2	5.6
Potentieel H2190B, GLG tussen 0.35 en 0.80 - maaiveld	2.4	
Potentieel H2190A/D, GLG boven 0.35 - maaiveld	-	
Strand binnen contouren van het Spanjaards Duin	-.*	
Eindtotaal	40.5	

Oppervlaktes met aangemerkt met * zijn overgenomen uit Tabel 4-3. Een grondwaterstijging is hierop niet van invloed.

Bij verdere ontwikkeling zou door uitstuiving de vallei nog iets verder kunnen verdiepen en in oppervlak uit kunnen breiden, wat met name tot een toename van het oppervlak natte vallei zou kunnen leiden. Belangrijk in dit opzicht is of de aanplant van stroken Helm op het voorheen niet beplante basisduin tot extra erosie in de vallei zal leiden. Vooralsnog is daar geen sprake van. Daarnaast zal de verwachte grondwaterstijging voor de komende vijf jaar ook bijdragen aan een toename van het oppervlak natte vallei. De verwachte grondwaterstandsstijging leidt niet tot het ontstaan van een duinmeer. Ook het feit dat in de winter het grondwater hoger staat en uitstuiving van de laagste delen hierdoor wordt beperkt gaat de ontwikkeling van een duinmeer tegen.

Daarnaast zullen bij het in stand blijven van een substantiële verstuiwing delen van de vallei die onder water komen te staan weer opstuiven.

Theoretisch zou in een extreem droge zomer met veel wind de vallei substantieel verder kunnen uitstuiven. Gezien de afnemende dynamiek lijkt het echter niet waarschijnlijk dat dit in een te grote verdieping zal resulteren.

Conclusie van deze exercitie is dat het systeem nog steeds op de goede weg lijkt te zijn naar een situatie waarbij in ieder geval aan de abiotische randvoorwaarden voor de te compenseren habitattypen wordt voldaan.

9.2 Mogelijke ontwikkelingen op middellange termijn

Uit de evaluatie blijkt dat de ontwikkeling in grote lijnen conform de doelstellingen lijkt te verlopen. De geomorfologie lijkt zich langzaam te stabiliseren. Alleen in de aanvankelijk niet beplante delen van het basisduin is na de aanplant van helm in maart/april 2013 nog een substantiële verhoging te verwachten. Deze ophoging zal bijdragen aan het afschermen van de (zoete) duinvallei tegen incidentele overstroming met zeewater. Dat dit geen theoretisch risico is bleek in 2013 tijdens de Sinterklaasstorm toen sprake was van hoge waterstanden op de Noordzee. De vloedstand benaderde toen de hoogte van de laagste delen van het basisduin [28]. De vallei breidt zich nog maar langzaam uit en wordt niet meer dieper.

Omdat op middellange termijn (5 tot 15 jaar) als gevolg van verdere daling van het zoet-zout grensvlak een verdere stijging van de grondwaterstand van enkele decimeters mogelijk is, wordt naar verwachting op deze termijn ook voldaan aan de opgave voor H2190B. Een verdere verdieping van het valleiprofiel is dus in principe niet nodig. Een beperkte verdere uitbreiding van de vallei vormt vooralsnog geen knelpunt in relatie tot de opgave voor Grijze duinen. Een geforceerde beëindiging van het uitstuivingsproces (bijv. door plaatsen van stuifschermen) is dus op dit moment ook niet nodig. Meer grootschalige verdere uitstuiving is echter niet gewenst omdat dit het risico met zich meebrengt dat op langere termijn niet aan het areaal H2130A kan worden voldaan en dat de grondwaterstanden in de vallei te hoog worden voor een optimale ontwikkeling van H2190B. Gezien de huidige ontwikkeling is grootschalige uitstuiving echter onwaarschijnlijk.

Beëindiging van de grootschalige verstuiwingen (spontaan of eventueel geforceerd) zou ook gewenst kunnen zijn om de vestiging van de eerste vegetatiestadia van de beide doelhabitattypen mogelijk te maken. Tot nu toe is nog nauwelijks sprake van vegetatieontwikkeling in de terreindelen met de potentiële habitattypen H2130A en H2190B. Waarschijnlijk is daarvoor de abiotische dynamiek nog steeds te groot (zandstralen). Het grootste risico voor het realiseren van de compensatieopgave lijkt op dit moment dat de ontwikkeling van de doelvegetaties niet of te traag op gang komt.

De uitbreiding van het grondwateronderzoek heeft tot extra inzicht geleid in de zich ontwikkelende 'zoetwaterbel' in de ondergrond. De verwachting is dat het zoet-zoutgrensvlak de komende jaren verder zal dalen waardoor de grondwaterstanden verder zullen stijgen. Het is echter nog niet mogelijk gebleken een betrouwbare prognose voor de langere termijn te maken. Het is daarom noodzakelijk de kwaliteit van de grondwatermonitoring te verbeteren zodat bij volgende evaluaties over betrouwbare gegevens kan worden beschikt. Ook dienen de CVES-metingen aan de ligging van het zoet-zoutgrensvlak in de komende jaren te worden herhaald. Een optie is om een meer uitgebreid geohydrologisch model van het gebied op te zetten. Gebleken is dat een eenvoudig model niet tot bruikbare resultaten leidt.

9.3 Aanbevelingen

Op grond van de analyse van de ontwikkelingen in het afgelopen jaar zoals beschreven in de voorgaande hoofdstukken worden voor de komende periode de volgende aanbevelingen gedaan:

- Bij de volgende evaluatie dient extra aandacht te worden gegeven aan trendmatige veranderingen in de omvang van verstuingen, gericht op de vraag of op korte termijn maatregelen nodig zijn om de verstuingen te beëindigen en op de vraag in hoeverre de huidige zanddynamiek een belemmering vormt voor het op gang komen van de vestiging van de eerste vegetatiestadia van de doelhabitats.
- Het is gewenst in de komende periode kleinschalige experimenten uit te voeren met het (verder) afremmen van de zanddynamiek, met name in de zone voor de vroegere zeereep, gericht op het geforceerd op gang brengen van de ontwikkeling van Grijze duinvegetaties. Deze experimenten zouden inzicht moeten geven in de vraag hoe de ontwikkeling van dit habitatype indien nodig kan worden versneld. Voor vochtige duinvalleivegetaties is een dergelijk experiment niet nodig. De vele herstelprojecten in dit habitatype laten zien dat als de grondwaterstand goed is, de vegetatieontwikkeling relatief snel verloopt.
- De monitoring van de vegetatie dient zo veel mogelijk te worden gericht op het in kaart brengen van de eerste pionierplanten en -vegetaties van de beide doelhabitats.
- Het grondwateronderzoek dient te worden verbeterd. De CVES-metingen dienen tenminste elke twee jaar te worden herhaald. Voor het maken van betrouwbare prognoses op langere termijn kan ontwikkeling van een meer 'sophisticated' grondwatermodel zinvol zijn.

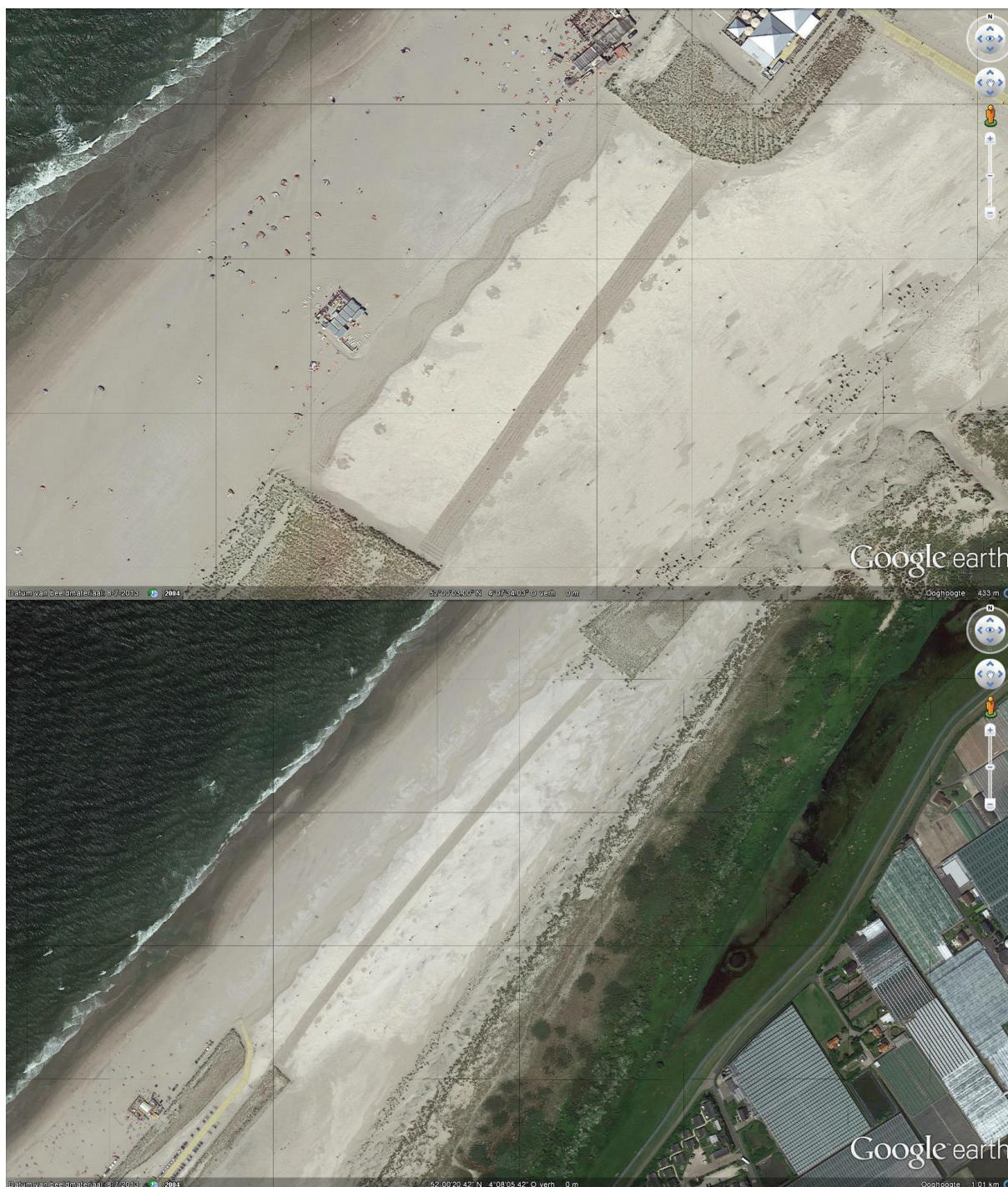
10 DOCUMENTATIE

1. Aggenbach, C.J.S., J. Grijpstra & M.H. Jalink, 2002. Serie Indicatoren: Duinvalleien (kalkrijke duinen) Basisrapport, Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in duinvalleien van het Renodunaal district. Deel 7 Staatsbosbeheer, Driebergen.
2. Arens, S.M., 2010. Duincompensatie Delfland. Monitoring abiotische ontwikkeling; Februari 2010. Rapport Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP 2010.02 in opdracht van Het Zuid-Hollands Landschap.
3. Arens, S.M. en C.T.M. Vertegaal, 2011. Duincompensatie Delfland - Spanjaards Duin, Jaarverslag 2009-2010. Rapport Arens BSDO RAP2011.02 in opdracht van Stichting het Zuid-Hollands Landschap.
4. Bakker, T.W.M., 1981. Nederlandse kustduinen, geohydrologie. Pudoc Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen.
5. Beeck, J. van, B. Conan & P. Planquart, 2011. Windtunnelproeven ter bepaling van het effect van strandhuisjes op het zandtransport bij Slag Vlugtenburg. Rapport von Karman Instituut voor Stromingsdynamica VKI EAR1111.
6. Beekman, W. & R. Caljé, 2014. Spanjaards Duin: hydrologische ontwikkeling, tot 2014. Artesia Water Research Unlimited, conceptrapport in opdracht van Zuid-Hollands Landschap.
7. Dijk, A. van, 2004. Handleiding Broedvogel Monitoring Project. SOVON, Beek-Ubbergen.
8. Goderie, C.R.J., C.T.M. Vertegaal & F. Heinis, 2007. Milieueffectrapport Bestemming Maasvlakte 2. Bijlage natuur. Havenbedrijf Rotterdam/Royal Haskoning, Rotterdam/Nijmegen.
9. Heinis, F., C.T.M. Vertegaal, C.R.J. Goderie & P.C. van Veen, 2007. Habitattoets, Passende Beoordeling en uitwerking ADC-criteria ten behoeve van vervolgbesluiten van Maasvlakte 2. Havenbedrijf Rotterdam/Royal Haskoning, Rotterdam/Nijmegen.
10. KNMI, 2009. Jaaroverzicht neerslag en verdamping in Nederland 2009. KNMI, De Bilt.
11. KNMI, 2010. Jaaroverzicht neerslag en verdamping in Nederland 2010. KNMI, De Bilt.
12. KNMI, 2011. Jaaroverzicht neerslag en verdamping in Nederland 2011. KNMI, De Bilt.
13. Meulen, F. van der, 2009. Plan van aanpak. Meetstrategie MEP Duinen. Effecten van het gebruik van Maasvlakte 2. Deltares, Delft.
14. Meulen, F. van der & B. van der Valk, 2010. Memo Ontwikkeling morfologie Duincompensatie 2009. Memo Deltares projectnummer 1201.187 aan PBDK en Het Zuid-Hollands Landschap.
15. Meulen, F. van der & B. van der Valk, 2010. Memo Verslag werkzaamheden Deltares SPA Advisering Delflandse Kust april oktober 2010. Memo Deltares projectnummer 1203.114.
16. Meulen, F. van der & B. van der Valk, 2011. Memo Veldbezoek Spanjaards Duin, 16 augustus 2011. Memo Deltares Kenmerk 1205030-000-ZKS-0005.
17. Meulen, F. van der & B. van der Valk, 2011. Memo Veldbezoek Spanjaards Duin, 19 maart 2011. Memo Deltares
18. Meulen, F. van der & B. van der Valk, 2011. Memo Invloed Strandhuisjes op zandtransport 25 januari 2011 Memo Deltares
19. Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 2009. Monitorings- en Evaluatieprogramma Duinen, september 2009.
20. Project Bureau Delflandse Kust, 2009. Overeenkomst inzake natuurontwikkeling in het Duincompensatiegebied Delflandse kust, alsmede het beheer en onderhoud gedurende een periode van 30 jaar. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG RWS Zuid-Holland.
21. Putten, W.H. van der, 1989. Establishment, growth and degeneration of *Ammophila arenaria* in coastal sand dunes. Dissertatie Landbouw Universiteit, Wageningen.
22. Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1998. De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala/Leiden.

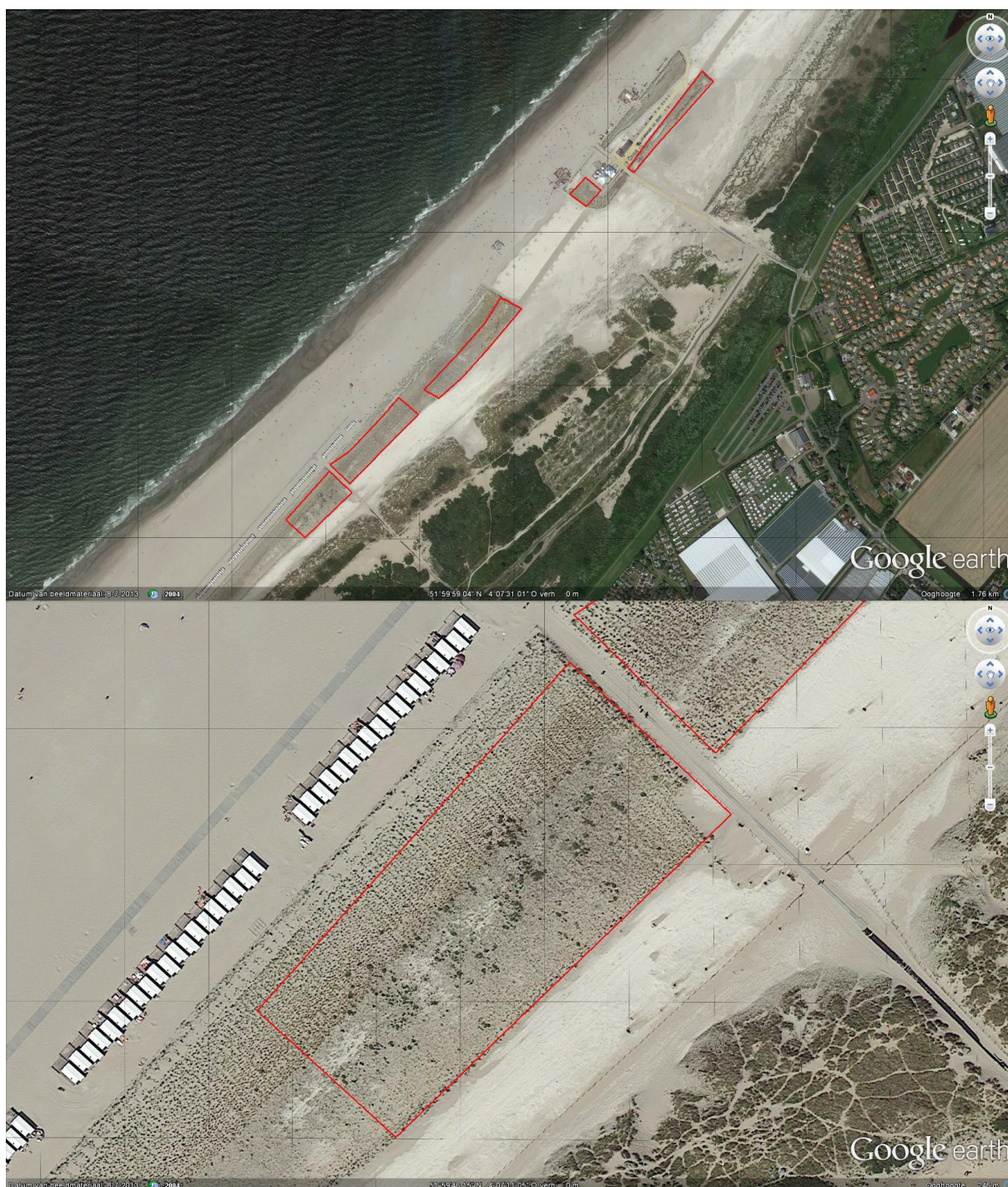
23. Schipper, M.A. de, S. de Vries, R. Ranasinghe, A.J.H.M. Reniers and M.J.F. Stive, 2012. Morphological developments after a beach and shoreface nourishment at Vlugtenburg beach. Jubilee Conference Proceedings, NCK-Days, 2012.
24. Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel, 1999. De vegetatie van Nederland. Deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
25. Terlouw, S., december 2013, Flora- en vegetatiekartering Spanjaards Duin en de Zandmotor 2013, kartering in de terreinen van Het Zuid-Hollands Landschap. Ecoresult i.o.v. ZHL. Rapportnr. ER20131216V02.
26. Valk, B. van der en F. van der Meulen, 2011. Memo invloed strandhuisjes op zandtransport Spanjaards Duin. Memo Deltares aan RWS Waterdienst.
27. Valk, L. van der, 2013. Verslag veldbezoek Spanjaards Duin 23 oktober 2013. Notitie Deltares.
28. Valk, L. van der, 2014. Verslag veldbezoek Spanjaards Duin 25 december 2013. Notitie Deltares.
29. Valk, L. van der & K. Vertegaal, 2013. Advies beheermaatregel helmaanplant Spanjaards Duin. Memo Deltares aan Zuid-Hollands Landschap, 9 januari 2013.
30. Veeken, L., J. ter Hoeven & J. Fiselier, 2007. Ontwerpplan Duincompensatie Delflandse kust. DHV/H+N+S/Alterra. Rapportnr.W 3487-02-001.
31. Vries, S. de, M. de Schipper, M. Stive en R. Ranasinghe., 2010. Sediment exchange between the sub-aqueous and sub-aerial coastal zones. Coastal Engineering 2010.
32. Vertegaal, C.T.M. & S.M. Arens, 2008. Ontwerp Natuurbeheerplan Duincompensatieproject Delflandse kust 2009-2029. Zuid-Hollands Landschap/Vertegaal/Arens, Rotterdam/Leiden/Amsterdam.
33. Woerden, H.van, E.Schoor, 2012. Ontwikkeling van een nieuw duingebied bij de Delflandse kust. Afstudeerrapport Watermanagement Hogeschool Rotterdam/ Deltares (afstudeerperiode februari-april 2012).
34. Zuid-Hollands Landschap, 2010. Beheerplan Spanjaards Duin 2010-2014.
35. Zuid-Hollands Landschap, 2011. Spanjaards Duin Beheersverslag 2009/2010.
36. Zuid-Hollands Landschap, 2012. Spanjaards Duin - Duincompensatie Delfland. Beheerverslag 2011.
37. Zuid-Hollands Landschap, 2013. Jaarverslag Beheer Spanjaards Duin 2012.
38. Zweerts, H.W. 2011. ZHB 25517-061 juni 2011 Monitoring peilbuizen Vlugtenburg. Arcadis, Hoofddorp.
39. Zweerts, H.W. 2011. ZHB 25517-061 Dec. 2011 Monitoring peilbuizen Vlugtenburg. Arcadis, Hoofddorp.

11 BIJLAGEN

Bijlage 1: Luchtfoto met helmaanplant



Bijlage 2: Verwijderde Duindoorn







Bijlage 3: Monitoringstabel met toelichting

Aanpassing op monitoringstabel uit Beheerovereenkomst “Overeenkomst inzake natuurontwikkeling in het duincompensatiegebied Delflandse Kust” [20]

duin element	parameter	deel van het gebied	methode	gemeten sinds, frequentie	verantwoordelijke instantie
Profiel vooroever en strand	1.diepte	vooroever	sonar	2009, 1x/jr	RWS
	2.ligging GHW	strand	sonar	2009, 1x/jr	
	3.hoogte strand	strand	laseralt.	2009, 1x/jr	
	4.zandvolume strand	strand	berekenen		
Morfologie duingebied	5.hoogteligging -vlakdekkend -transecten (n=16)	totaal totaal	laseraltimetrie GPS	2009, 1x/jr 2010, 2x/jr	RWS ZHL
	6.accumulatie Deflatie	totaal	verschillen van 5	2009, 1x/jr en 2x/jr of som daarvan	RWS ZHL
	7.patroon maatregelen	totaal	op kaart zetten	bij uitvoering	ZHL
Grondwater	8.standen	10 peilbuizen in 2 raaien, N-raai en Z-raai Va. aug 2012 16 extra tijdelijke peilbuizen in vallei	opnemen peilbuizen (her)plaatsen en opnemen	alles 1x/mnd aug 2012, maart en september 2013 en januari 2014	HHD* Deltares via opdracht
	9.kwaliteit	8 peilbuizen in 2 raaien	Lab analyse	2x/jr	RWS
Vegetatie en flora*	10.structuur	totaal	Lufo analyse	2-3x/jr	ZHL
	11.locale ruigtes	totaal	veldwerk	1-2x/jr	
	12.vegetatietypen	totaal	Karteren met lufo-interpretatie en vegetatie-opnames	1x/5jr in fase 2	
	13.aandachtssoorten hogere planten en GK-orchis (in vallei)	totaal	Micro-kartering	1x/5jr in fase 2	
Broedvogels (optioneel)	14.aantal territoria / broedparen	totaal	BMP	1x/5jr	ZHL
Recreatie	15.recreatiedruk / betreding	totaal	Vastleggen overtredingen	permanent	ZHL
Zoogdieren	Nader te bepalen				
Bodem	Nader te bepalen				
Data opslag, versiebeheer-analyse en -evaluatie	alle parameters	totaal			ZHL RWS

Profiel vooroever en strand

- De parameters Diepte, Ligging GHW, Hoogte strand en Zandvolume zijn de verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat. De monitoring van kustlijn en vooroever wordt door

Rijkswaterstaat uitgevoerd door de Jaarlijkse Kustmeting (Jarkus). Met een vliegtuig wordt jaarlijks van de Nederlandse kustlijn de maaiveldhoogte vastgelegd door laseraltemetrie metingen: Parameters 1 t/m 3.

- In het kader van Building with Nature zijn sinds voorjaar 2009 maandelijkse metingen uitgevoerd op strand en vooroever van -9 tot +5 meter NAP over een kuststrook van 1750 meter ter hoogte van strand Vlugtenburg en wordt de sedimentuitwisseling tussen de verschillende compartimenten bestudeerd: Parameter 4.

Profiel duingebied

- De parameter Hoogteligging duin is de verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat (RWS) en het Zuid-Hollands Landschap (ZHL). Bij de Jaarlijkse Kustmeting door RWS wordt het aangrenzende achterland vlakdekkend meegenomen. Daarnaast laat ZHL veldmetingen uitvoeren door met GPS apparatuur profielopnames te maken langs raaien vanaf de RijksStrandPalen tot in de oude zeereep. Tot deze werkwijze is besloten ter vervanging van de voorgestelde handmatige inmetingen met erosiepinnen: Parameter 5.
- De beide genoemde metingen gecombineerd met luchtfoto's van RWS geven informatie voor het Patroon verstuingen: Parameter 6. Tot op heden is deze analyse niet uitgevoerd, omdat de benodigde luchtfoto's ontbreken.
- Het patroon van maatregelen heeft ZHL voor het hele gebied op kaart gezet: Parameter 7.

Grondwater

- De grondwaterstanden zijn gemeten door het Hoogheemraadschap van Delfland aan de hand van 10 meetpunten maandelijks de grondwaterstand gemeten. Per 2014 zal Rijkswaterstaat deze verplichting overnemen.
- De grondwaterkwaliteit is gemeten aan de hand van een grondwaterbemonstering in de peilbuizen in het voor- en najaar; behalve pH en geleidingswaarden zijn relevante nutriëntengehaltes in het laboratorium geanalyseerd: Parameter 9.
- Vanaf 2012 worden er middels 16 meetpunten grondwaterstanden opgenomen door Deltares in de duinvallei.
- In januari 2014 is er een CVES-meting gedaan door Artesia om zoetzoutverdeling in de ondergrond te bepalen. Dit geeft een beeld over de opbolling van de zoetwaterlens onder het maaiveld van de duinvallei.

Vegetatie en flora

- De vegetatiestructuur is door luchtfoto's en terreinbezoeken bepaald. Ook de lokale ruigten zijn hierbij vastgesteld (ZHL): Parameters 10 en 11. In 2013 is de vegetatiestructuur niet bepaald en heeft geen luchtfoto-analyse plaatsgevonden.
- De vegetaties en habitattypen zijn nu nog niet vast te stellen; er is een voorlopige 'pre-habitattypenkaart' opgesteld. In fase twee (vanaf ca. 2015) worden deze gemonitord. Parameters 12 en 13.

Broedvogels

- Het aantal territoria broedvogels wordt jaarlijks door vrijwillige vogelaars (T. en C. van Schie en J. Duijndam), in het hele gebied vastgesteld: Parameter 14.

Recreatie

- De recreatiedruk en betreding heeft ZHL zeer regelmatig gevolgd; hierbij is rekening gehouden met een intensiever toezicht tijdens 'strand'dagen: Parameter 15.

Aanvullend op de te monitoren parameters zijn regelmatig door Deltares veldbezoeken afgelegd (met verslaglegging) om een (aanvullend) kwalitatief beeld van de ontwikkeling te krijgen en eventueel ongewenste ontwikkelingen te signaleren.

Bijlage 4: Beschrijving bij profielen

114.225

Aanstuiving basisduin, vooral op de top en de achterzijde. De top van het basisduin is overstoven met een hoogtetoename van circa 2.5 meter. In de vallei vindt erosie plaats, vooral tussen 2010 en 2011. Begin 2013 erosie aan duinvoet, later in het jaar opnieuw aangroei. In 2013 wederom toenemende erosie in de vallei.

114.325

Aanstuiving van het basisduin, aan de duinvoet, top en achterzijde. De grootste aanzanding vindt plaats op de top waar de hoogtetoename circa 2.5 meter bedraagt. In de vallei vindt erosie plaats, circa 50 cm, deze erosie heeft vooral plaatsgevonden tussen 2010 en 2011 en tussen 2012 en 2013.

114.475

Aanstuiving van het basisduin, aan de duinvoet, top en achterzijde. De grootste aanzanding vindt plaats op de top waar de hoogtetoename circa 2 meter bedraagt. Tussen 2010 en 2011 vond er erosie plaats in de vallei. Echter is de vallei tussen 2011 en 2012 weer opgevuld (mogelijk als gevolg van de aanwezigheid van de slag, net ten noorden van dit transect). Daarnaast is de oude zeereep tussen 2011 en 2012 ook lichtelijk aangestoven. In 2013 erosie aan duinvoet van het basisduin, maar depositie op de top en achterzijde. Wederom erosie in de vallei, echter over de vier jaren is de vallei ondieper geworden.

114.575

Aanstuiving van het basisduin, aan duinvoet, top en achterzijde. Tussen 2010 en 2011 was de achterliggende vallei stabiel, echter tussen 2011 en 2012 vond hier aanstuiving plaats. Tussen 2012 en 2013 was de vallei weer redelijk stabiel tot licht erosief. De duinvoet van de oude zeereep grenzend aan de vallei is tussen 2011 en 2012 geërodeerd, maar over de 4 jaren is de top van de oude zeereep met ruim 1 meter toegenomen.

114.675

Lichte aanstuiving van het basisduin, aan de duinvoet, top en achterzijde. De grootste aanzanding vindt plaats aan de duinvoet. Hier ontstaat een nieuwe duinenrij met een hoogte van 7m NAP. In de vallei vindt erosie plaats, voornamelijk tussen 2010 en 2011. Tussen 2012 en 2013 is de vallei redelijk stabiel met uitzondering van de meest westelijke zijde waar erosie plaatsvindt. De oude zeereep, grenzend aan de vallei, is ook aangezand, geleidelijk over de vier jaren.

114.775

Aanstuiving van het basisduin, aan de duinvoet, top en achterzijde. De grootste aanzanding vindt plaats aan de duinvoet. Hier ontstaat een nieuwe duinenrij met een hoogte van circa 7m NAP. In de vallei vindt erosie plaats, geleidelijk over de vier jaren. Op de oude zeereep vindt aanzanding plaats op de westelijke helling, top en oostelijke helling.

114.875

Aanstuiving van het basisduin, aan de duinvoet en achterzijde. De grootste aanzanding vindt plaats aan de duinvoet. Hier ontstaat een nieuwe duinenrij met een hoogte van circa 7,5m NAP. De vallei is vanaf 2010 stabiel. Aan de westelijke kant van de oude zeereep en net achter de top vindt ook aanstuiving plaats.

114.975

Basisduin zeer vlak. Aanzanding aan de duinvoet van het basisduin en in de vallei. Aan de oostelijke kant van de vallei gaat de aanzanding over in erosie. Tussen 2012 en 2013 enige erosie op top van het basisduin met uitzondering van hoogste punt. Daarnaast was de gehele vallei stabiel tot licht erosief. Aanzanding in de aangeplante helmstroken sinds april 2013. Aan de westelijke helling van de oude zeereep vindt aanzanding plaats geleidelijk over de vier jaren.

115.075

Basisduin is zeer vlak, circa 1m hoger dan de vallei. Op het basisduin vindt voornamelijk erosie plaats, echter vanaf april 2013 een groei van bijna 1m in de aangeplante helmstroken. In de vallei, vlak achter het basisduin wordt zand afgezet, maar vanaf 2011 redelijk stabiel. Verder oostelijk verandert de sedimentatie in erosie. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep aanzanding.

115.175

Op het basisduin vindt erosie plaats, vooral op de top. Vanaf 2013 aanzanding aan duinvoet in de aangeplante helmstroken, en stabiel op de top. In de vallei aan de grens van het basisduin vindt aanzanding plaats. Verder oostelijk in de vallei verandert de aanzanding geleidelijk in erosie. Tussen 2012 en 2013 was de gehele vallei redelijk stabiel tot licht erosief. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt aanzanding plaats.

115.275

Erosie aan het basisduin, zeekant en top. Vanaf 2013 aanzanding aan duinvoet van het basisduin in de aangeplante helmstroken, en stabiel op de top. Aan de achterkant van het basisduin aan het aangrenzende deel van de vallei vindt aanzanding plaats, voornamelijk tussen 2010 en 2011. De rest van de vallei is stabiel tot lichtelijk erosief. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt je aanzanding.

115.325

De duinvoet en top van het basisduin eroderen. Vanaf 2013 aanzanding aan duinvoet van het basisduin in de aangeplante helmstroken, en stabiel op de top. Aan de achterkant van het basisduin blijft het oppervlak stabiel, maar licht erosief over de vier jaren. Aan de westelijke zijde van de vallei vindt aanzanding plaats in een kleine zone, voornamelijk tussen 2010 en 2011. De rest van de vallei wordt geërodeerd, echter redelijk stabiel vanaf 2012. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt je aanzanding.

115.375

Erosie aan het basisduin, voornamelijk op de top, Tussen 2012 en 2013 aanzanding aan de voet en op de top van het basisduin in de aangeplante helmstroken. In de vallei vindt erosie plaats, voornamelijk tussen 2010 en 2011, daarna redelijk stabiel. Aanzanding aan de westelijke zijde van de oude zeereep.

115.475

Het basisduin erodeert ter hoogte van de duinvoet, top en achterzijde. Vanaf 2013 aanzanding aan duinvoet van het basisduin in de aangeplante helmstroken, en stabiel op de top. In de vallei vindt erosie plaats, voornamelijk tussen 2010 en 2011, vanaf 2012 redelijk stabiel. Alleen aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt aanzanding plaats.

115.575

Aanstuiving van het basisduin, met name aan de duinvoet en de achterzijde van het basisduin. De top van het basisduin blijft stabiel, omdat hier een strandpaviljoen staat. In de vallei vindt voornamelijk erosie, tussen 2010 en 2011. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt je aanzanding.

115.675

Aanstuiving van het basisduin, met name aan de duinvoet en de achterzijde van het basisduin. De top van het basisduin blijft stabiel, omdat hier een strandpaviljoen staat. In de vallei vind je erosie, voornamelijk tussen 2010 en 2011, maar tussen 2012 en 2013 stabiel. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vind je aanzanding.

115.725

Aanstuiving van het basisduin, met name aan de duinvoet en de achterzijde van het basisduin. De top van het basisduin blijft stabiel, omdat hier een strandpaviljoen staat. In de vallei vindt erosie plaats, voornamelijk tussen 2010 en 2011, maar tussen 2012 en 2013 stabiel. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt aanzanding plaats.

115.775

Aanstuiving van het basisduin, met name aan de duinvoet en de achterzijde van het basisduin. De top van het basisduin blijft stabiel. In de gehele vallei vind je aanzanding. Dit heeft plaatsgevonden tussen 2010 en 2011. Daarna vondde rest van de vallei erosie plaats. Vanaf 2012 toenemende erosie aan de westzijde van de vallei. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt aanzanding plaats.

115.875

Over de gehele basisduin vindt aanzanding plaats. De grootste aanzanding vind je aan de duinvoet. Echter tussen 2012 en 2013 stabiel en erosie onder aan de duinvoet. In de vallei vind je erosie, waaronder de totale erosie van een kleine duin die in 2010 nog aanwezig was, maar in 2011 was verdwenen. In 2013 was de vallei redelijk stabiel met uitzondering van de westzijde waar erosie plaatsvond. Ook aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt erosie plaats.

115.975

Het basisduin blijft redelijk stabiel met uitzondering van de duinvoet die geleidelijk erodeert. Vanaf april 2013 aanzanding aan de voet van het basisduin in de aangeplante helmstroken. Aan de westelijke zijde van de vallei vindt erosie plaats en de oostelijke zijde is voornamelijk stabiel. Vanaf 2012 vrijwel de gehele vallei stabiel. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt aanzanding plaats.

116.025

Het basisduin erodeert lichtelijk aan de duinvoet, top en achterzijde. Vanaf april 2013 aanzanding aan de voet van het basisduin in de aangeplante helmstroken. In de vallei zie je een kleine zone aan de westelijke zijde waar erosie plaats vindt. De rest van de vallei is stabiel. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt aanzanding plaats.

116.075

Het basisduin erodeert lichtelijk aan de duinvoet, top en achterzijde. Vanaf april 2013 aanzanding aan de voet van het basisduin in de aangeplante helmstroken. In de vallei zie je een zone aan de westelijke zijde waar erosie plaats vindt. De rest van de vallei is stabiel. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt aanzanding plaats.

116.175

Aanstuiving over de gehele basisduin van duinvoet tot achterzijde van het basisduin. De grootste aanstuiving vind je aan de duinvoet (circa 3m), hier ontstaat een nieuwe duinenrij. Tussen 2012 en 2013 stabiel aan achterzijde van het basisduin. Aan de westelijke zijde van de vallei vindt erosie plaats, voornamelijk tussen 2010 en 2011. Meer naar het oosten wordt de erosie steeds meer over de vierjaren verdeeld. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt lichtelijke aanstuiving plaats.

116.275

Aanstuiving over de gehele basisduin van duinvoet tot achterzijde van het basisduin. De grootste aanstuiving vind je aan de duinvoet (circa 1m), hier ontstaat een nieuwe duinenrij. Tussen 2012 en 2013 aanstuiving voornamelijk aan duinvoet, top en achterzijde redelijk stabiel. In de vallei vindt erosie plaats. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt lichtelijke aanstuiving plaats.

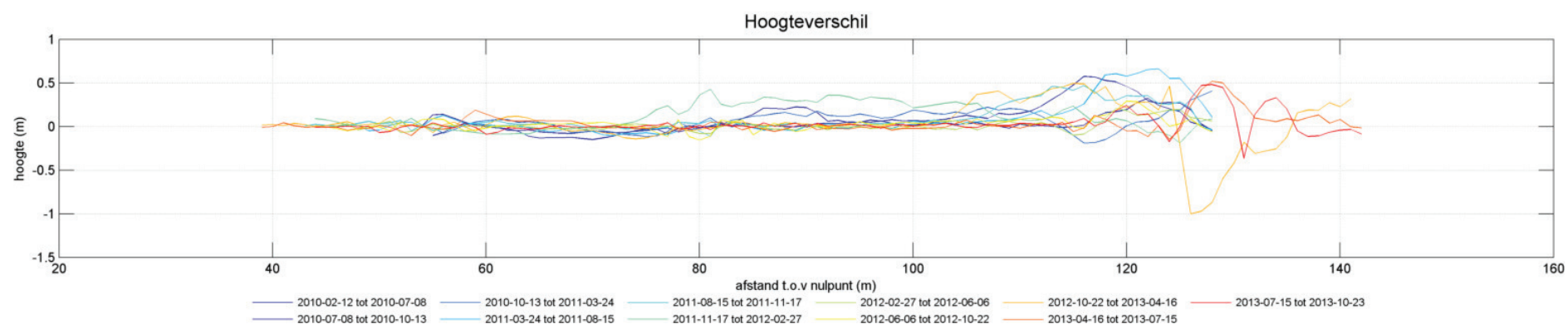
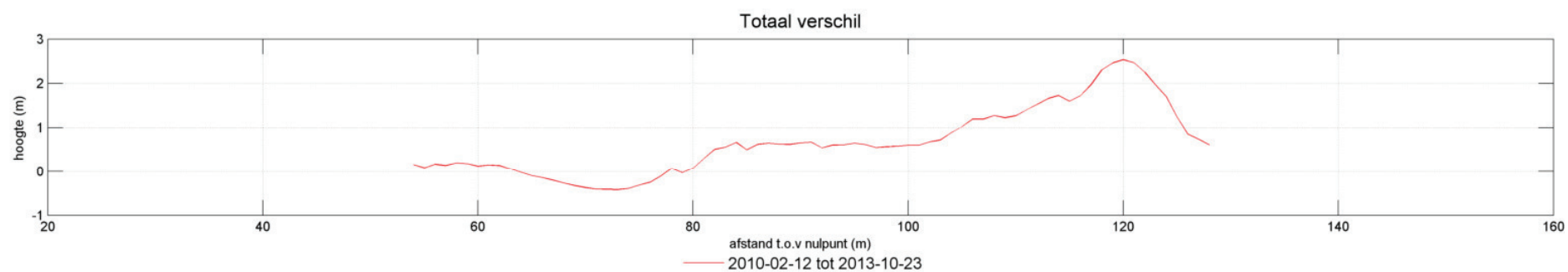
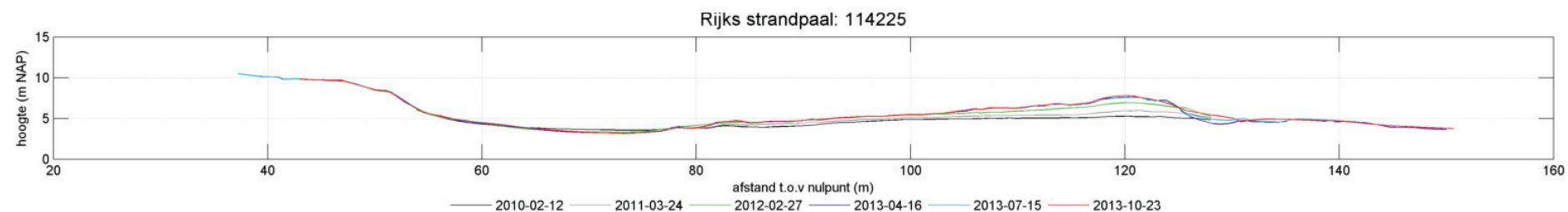
116.375

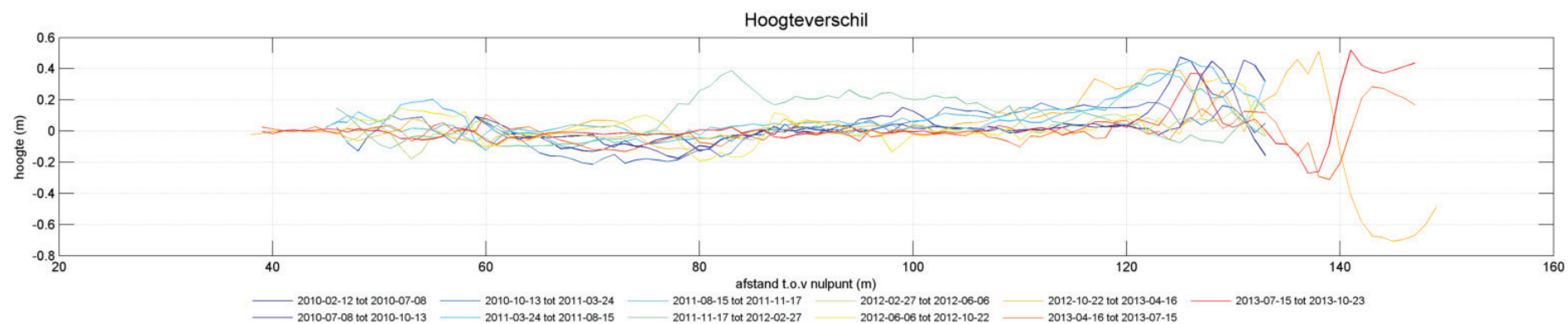
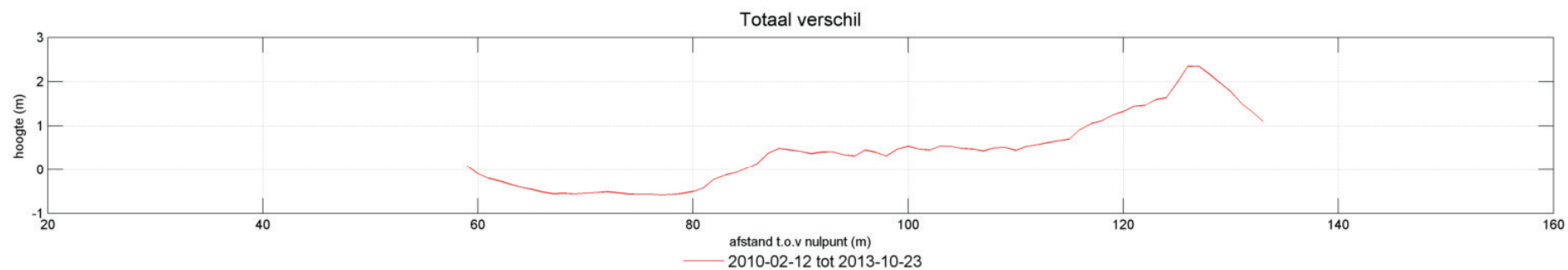
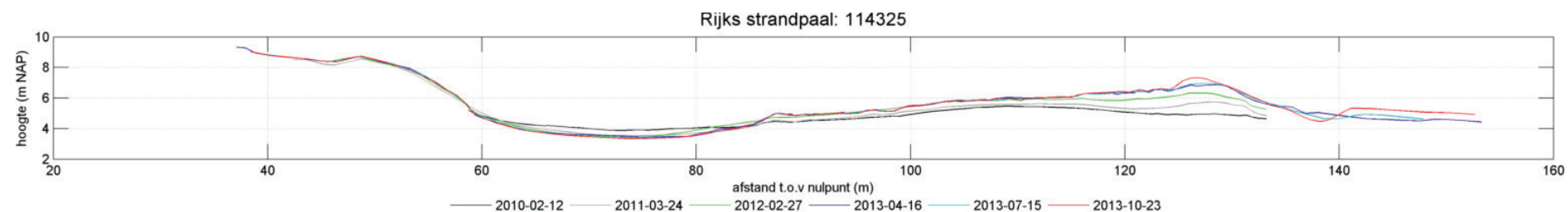
Aanstuiving over de gehele basisduin van duinvoet tot achterzijde van het basisduin. De grootste aanstuiving vind je aan de duinvoet (circa 1m), hier ontstaat een nieuwe duinenrij. De vallei is stabiel met uitzondering van de meest oostelijke zone waar erosie heeft plaatsgevonden tussen 2010 en 2011. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt lichtelijke aanstuiving plaats, echter enige erosie aan de voet.

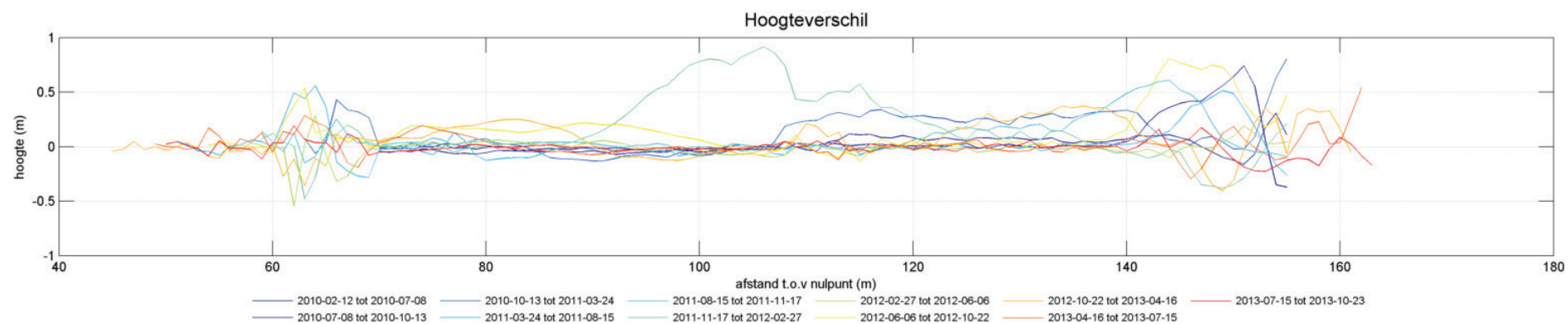
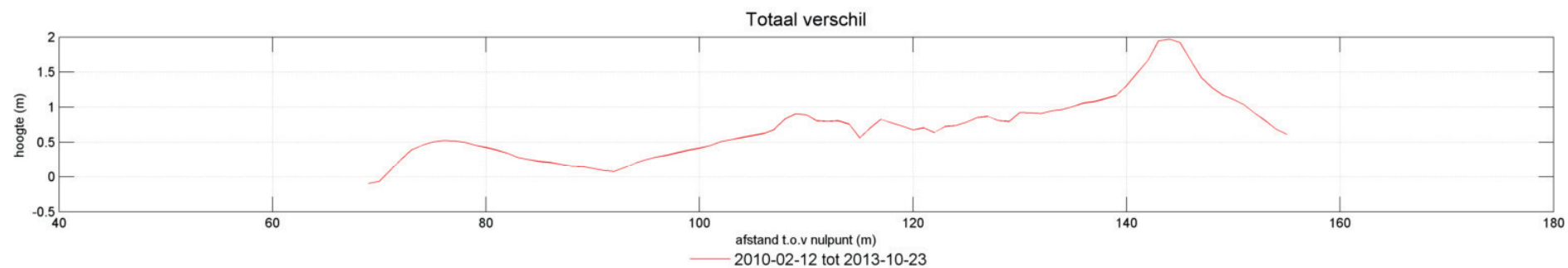
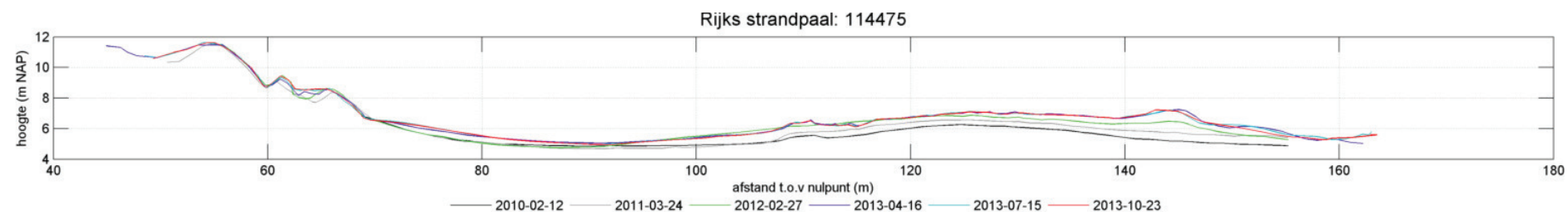
116.475

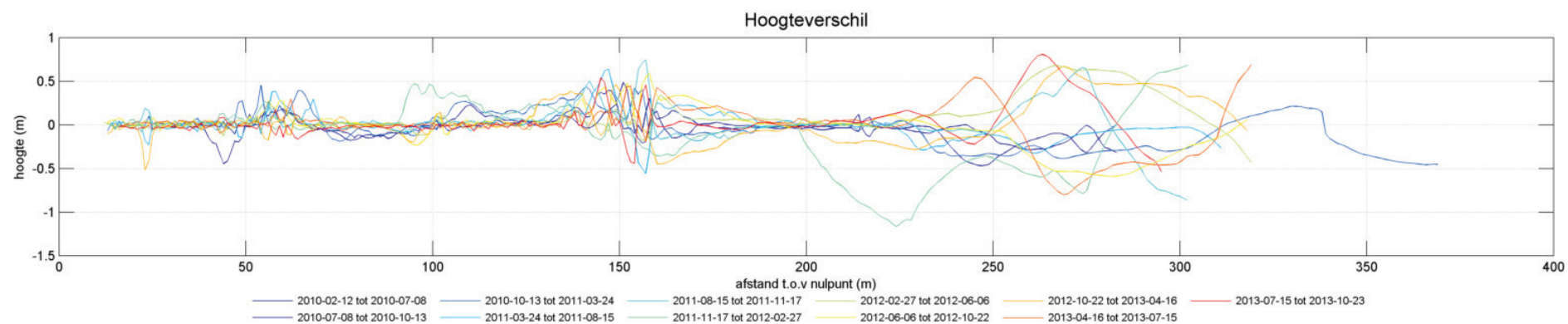
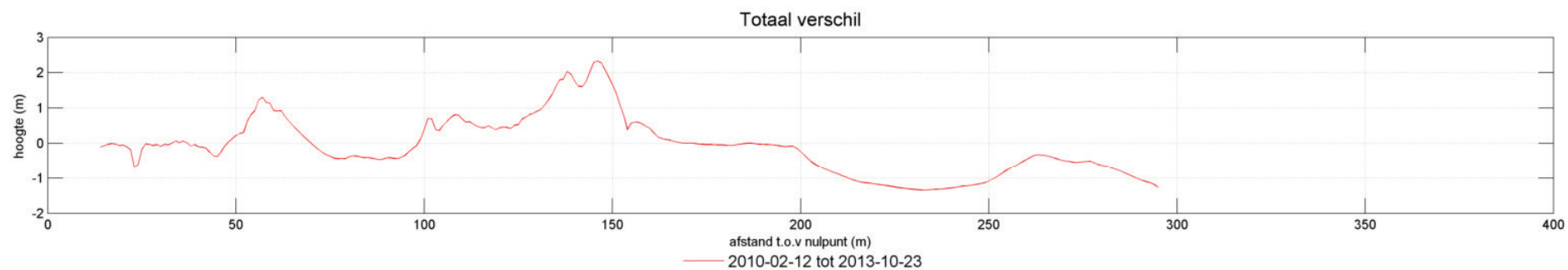
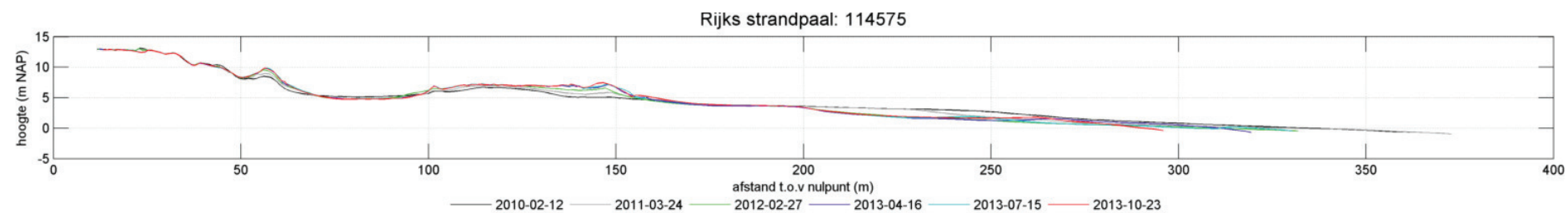
Aanstuiving over de gehele basisduin van duinvoet tot achterzijde van het basisduin. Tussen 2012 en 2013 aan achterzijde vrijwel stabiel. De grootste aanstuiving vind je aan de duinvoet (circa 2m), hier ontstaat een nieuwe duinenrij. De vallei is stabiel met uitzondering van de meest oostelijke zone waar erosie heeft plaatsgevonden tussen 2010 en 2011. Aan de westelijke zijde van de oude zeereep vindt lichtelijke aanstuiving plaats.

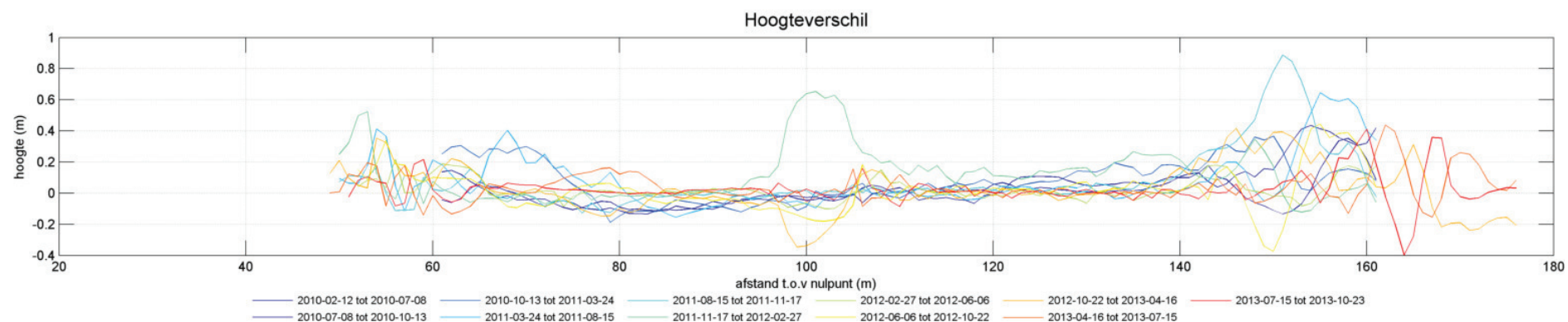
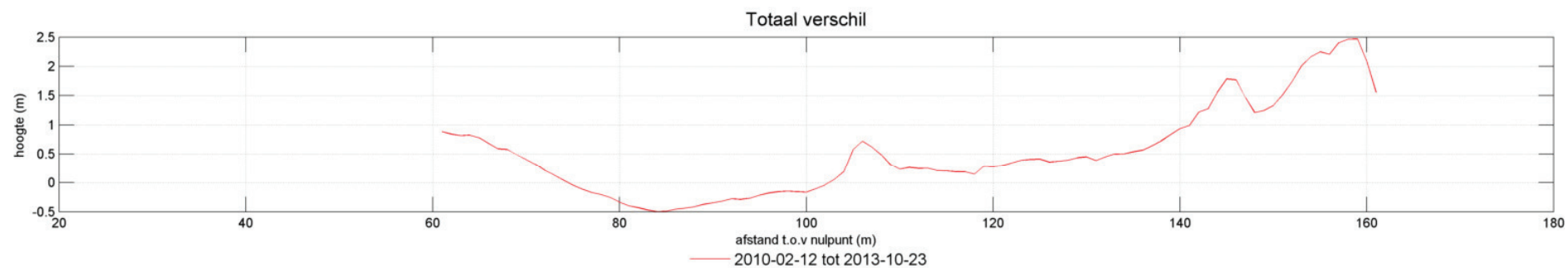
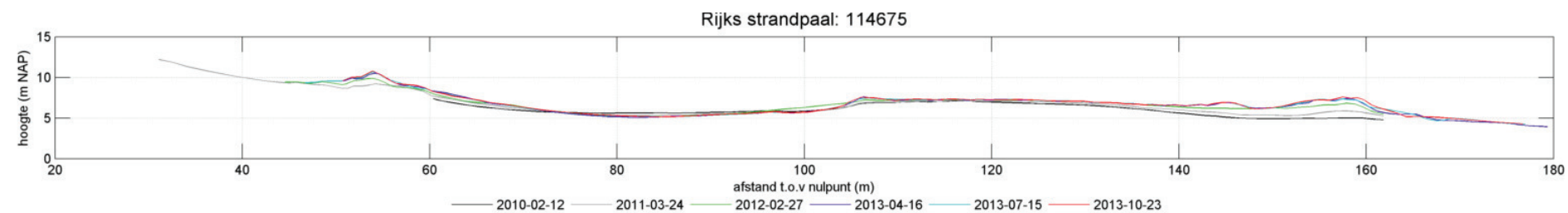
Bijlage 5: Dwarsprofielen; ontwikkeling 2010-2012

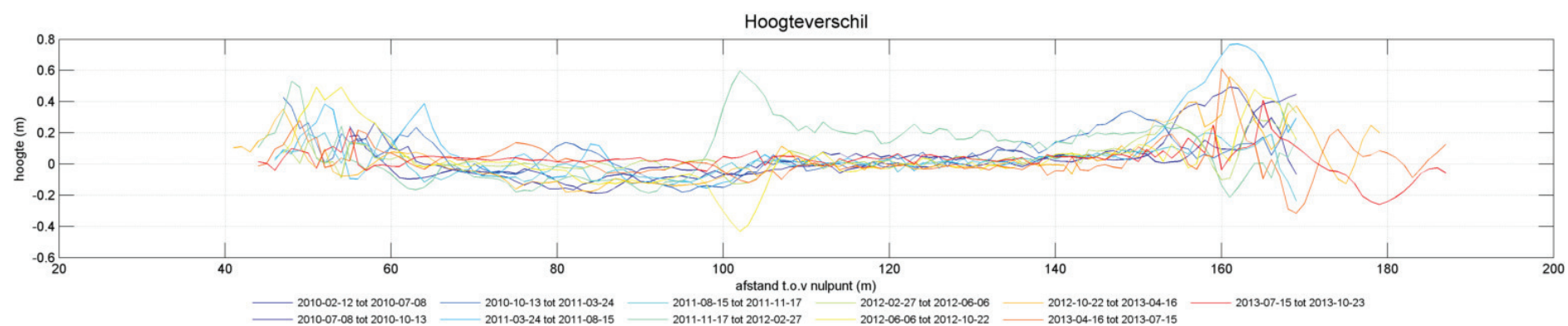
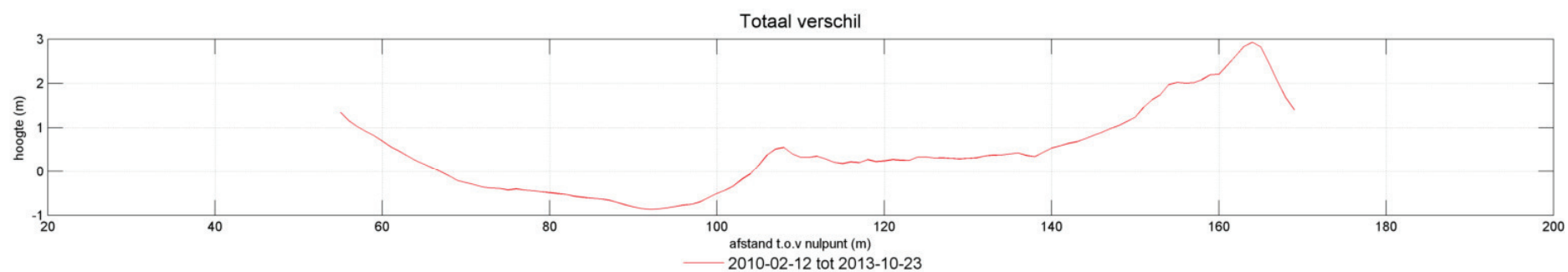
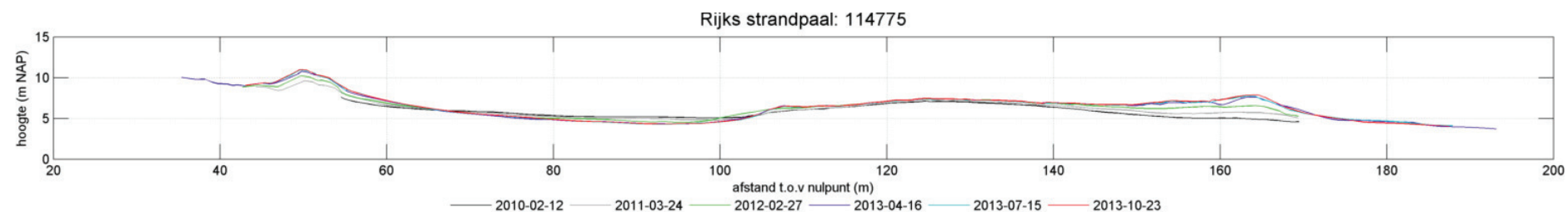


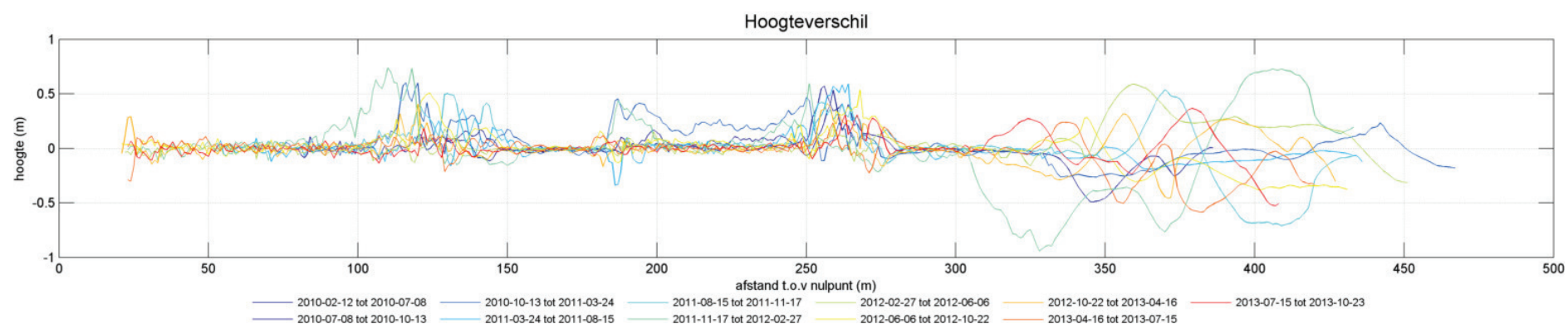
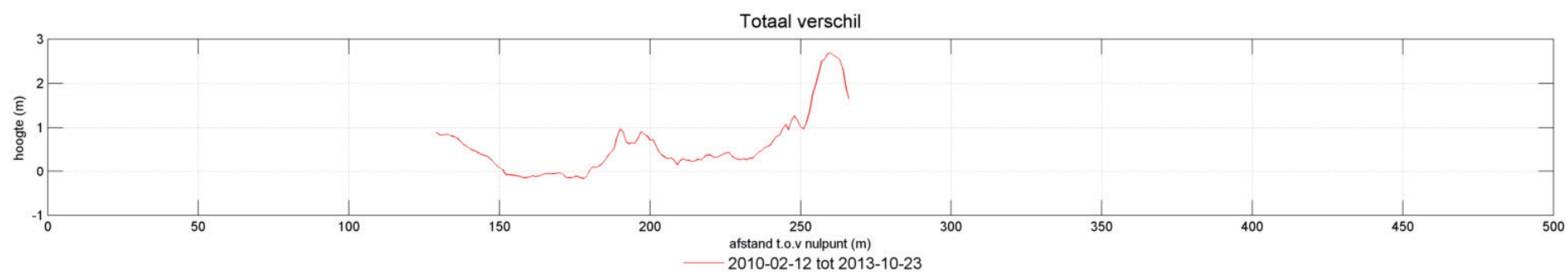
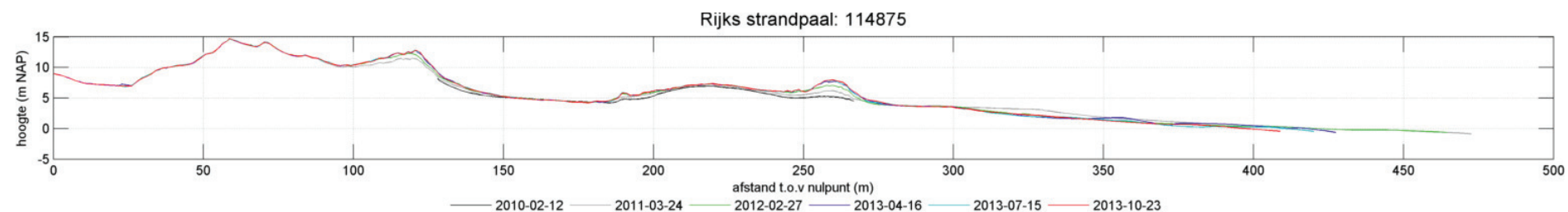


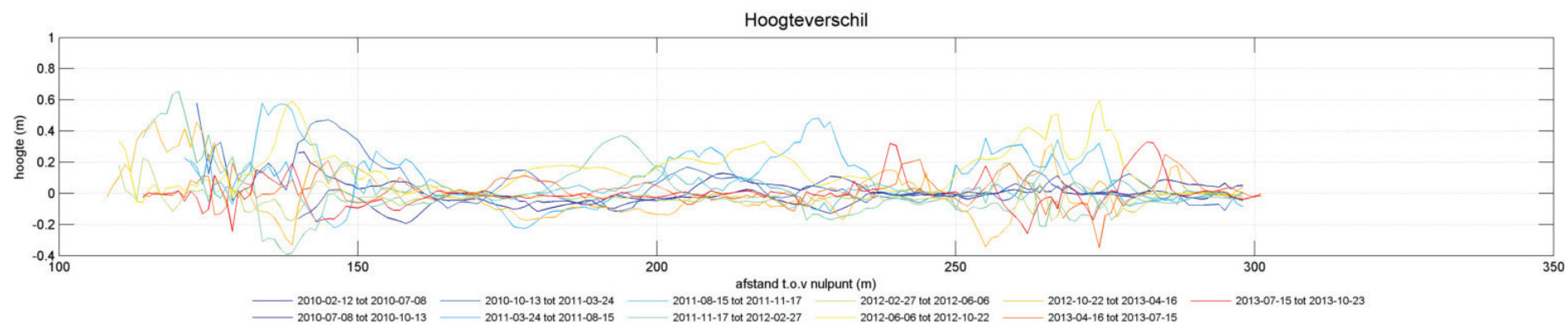
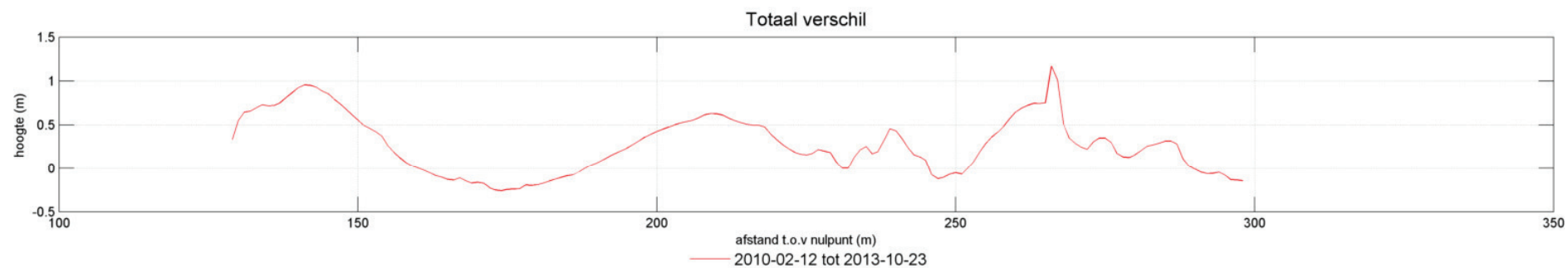
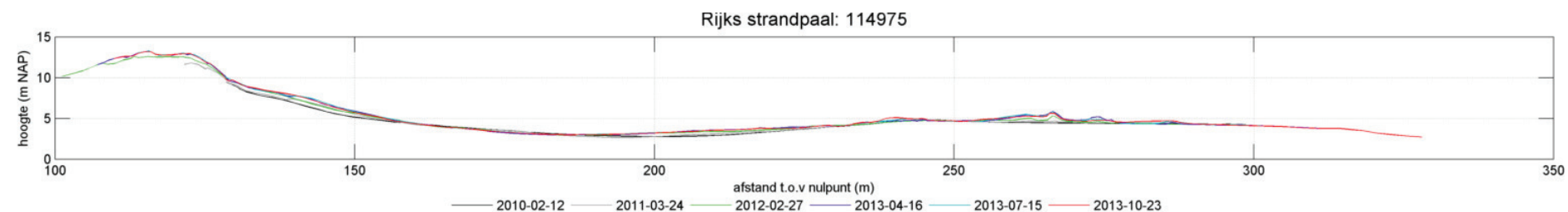


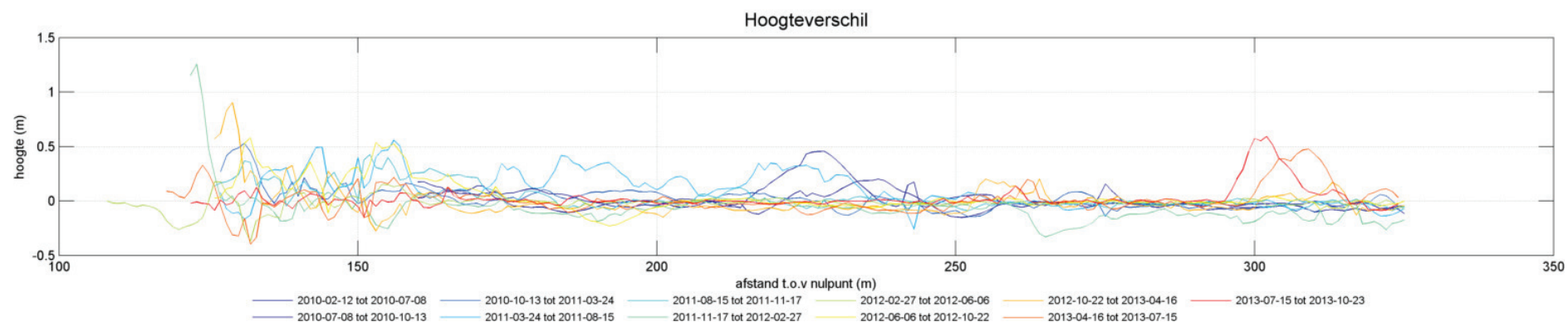
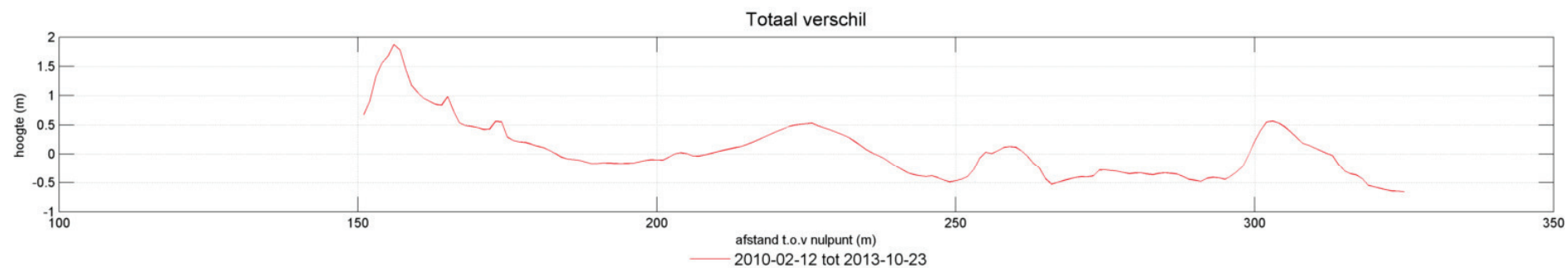
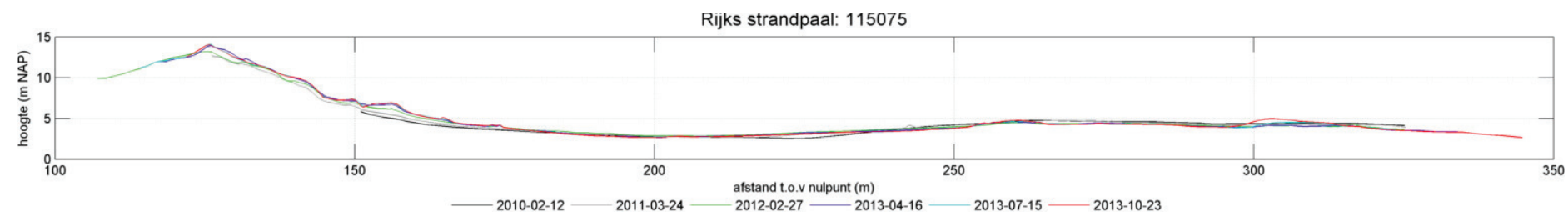


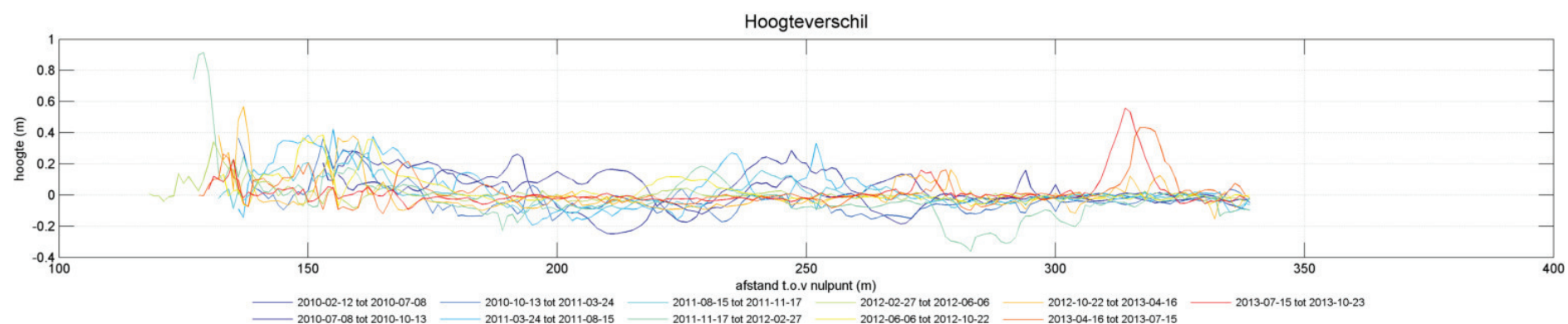
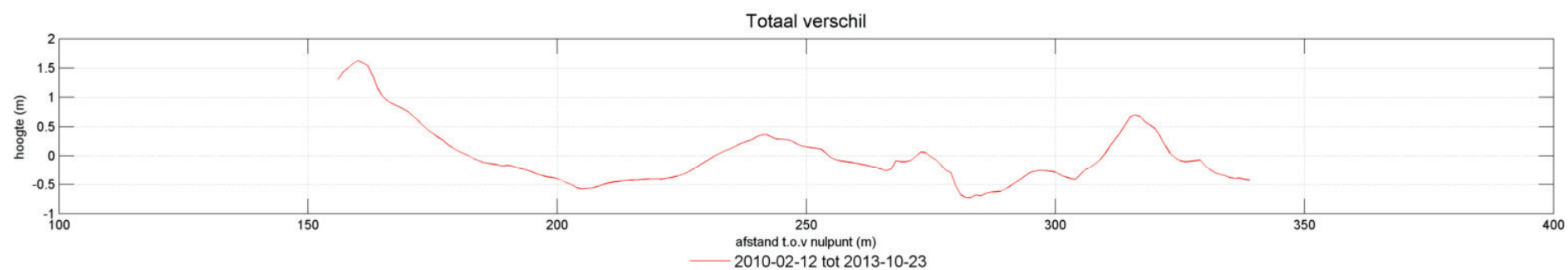
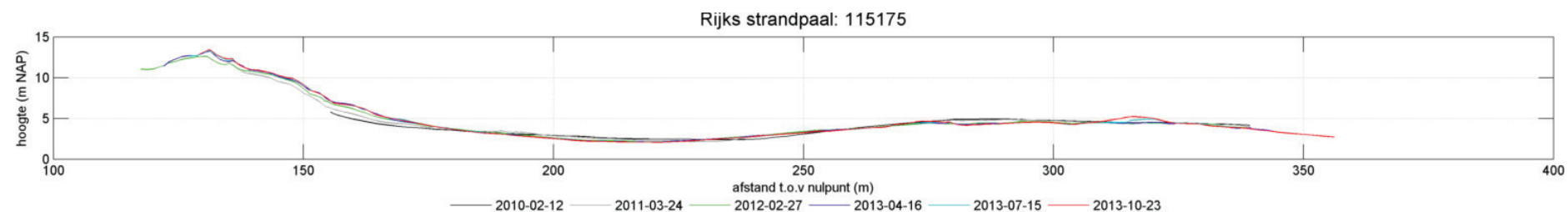


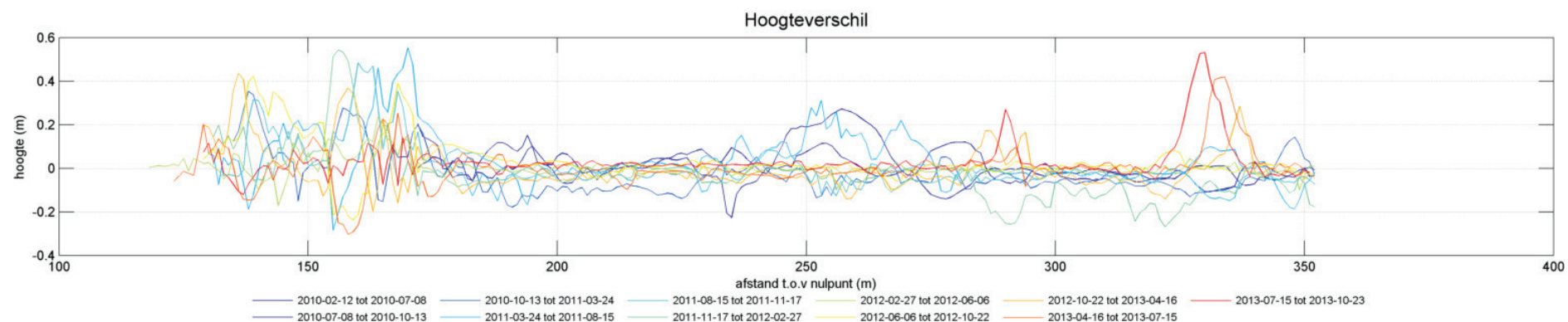
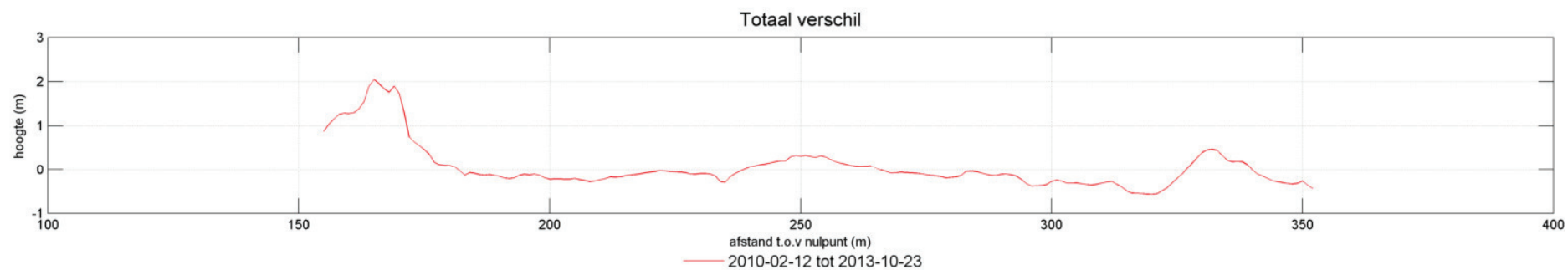
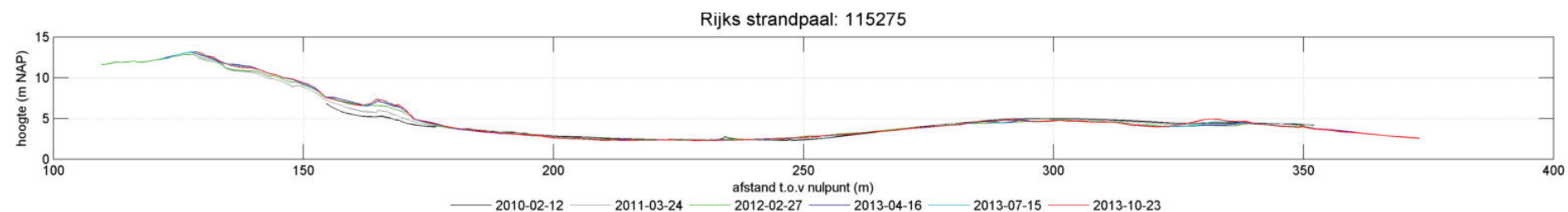


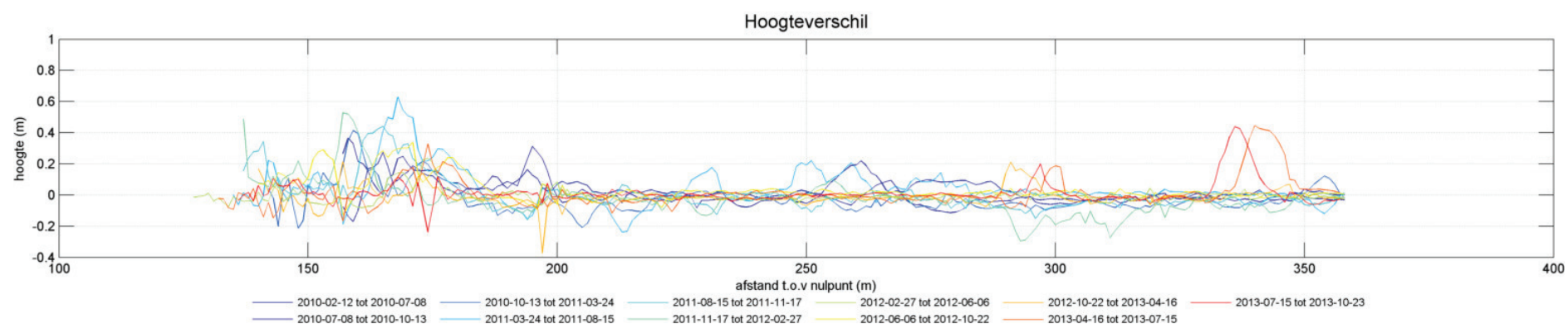
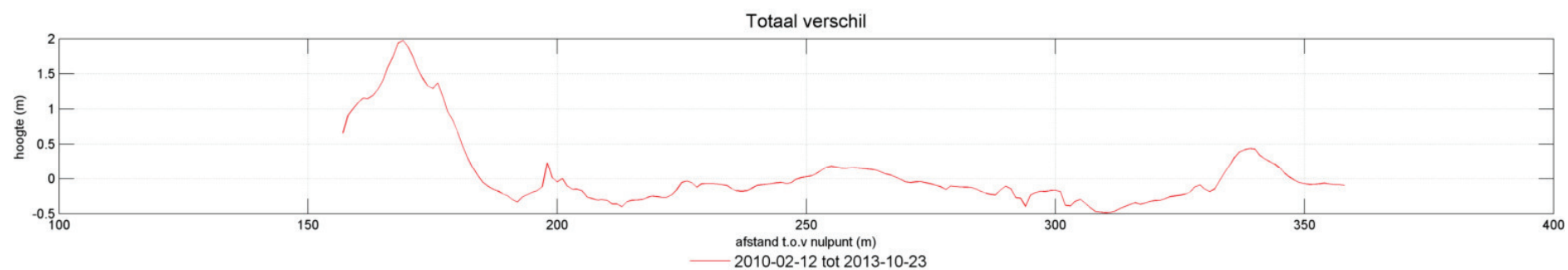
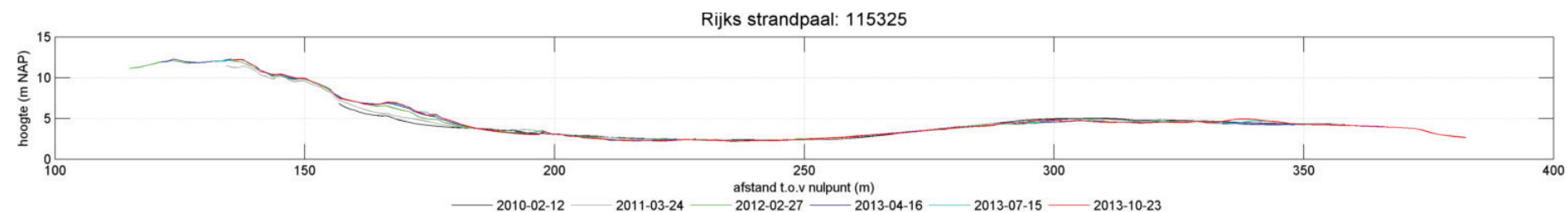


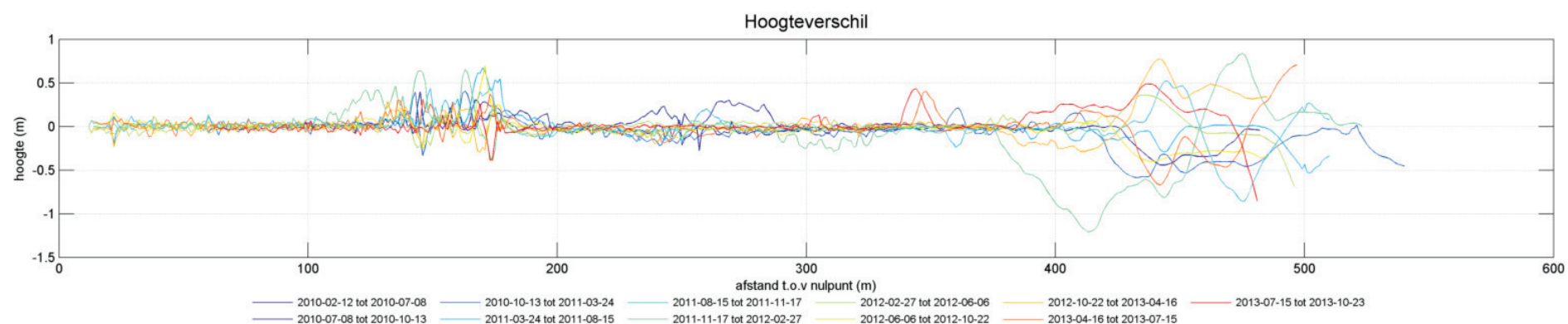
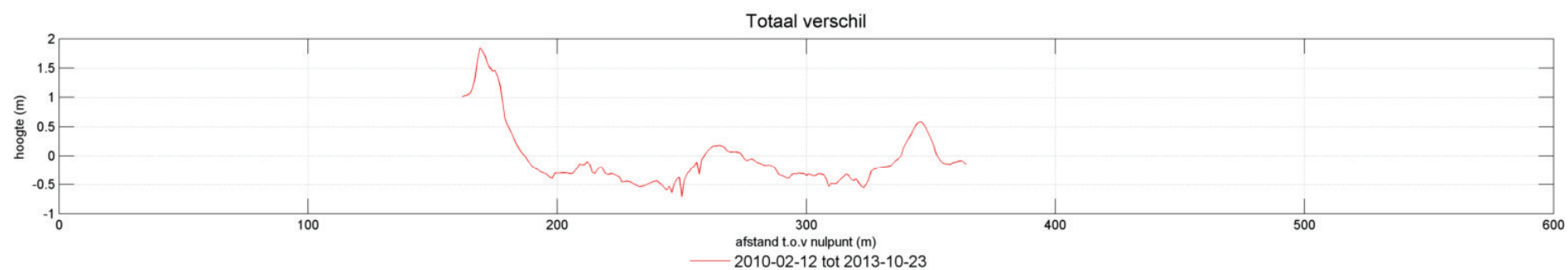
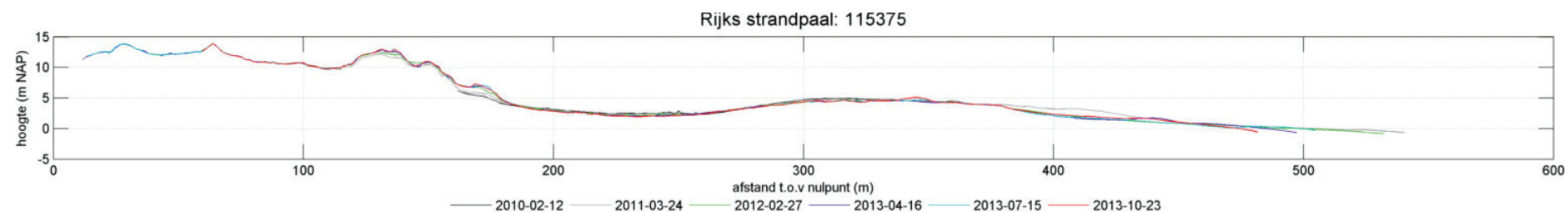


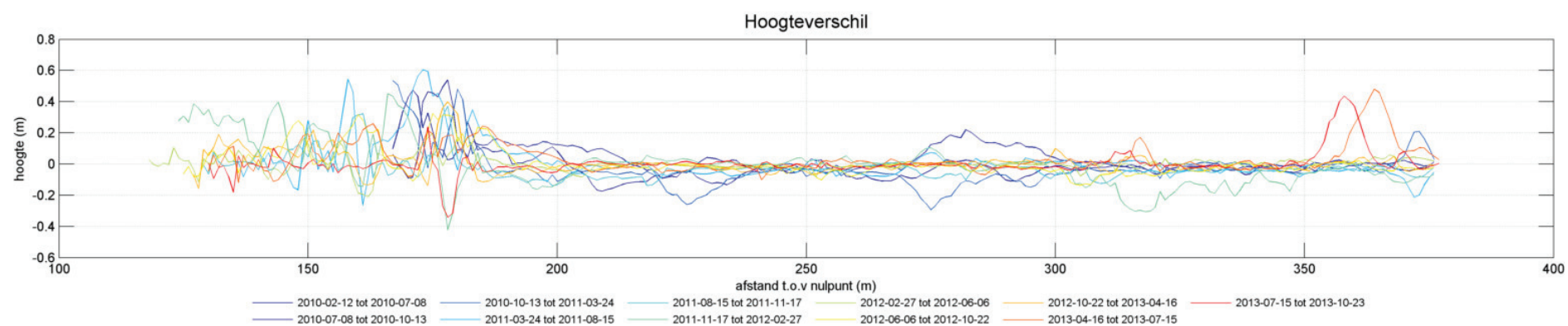
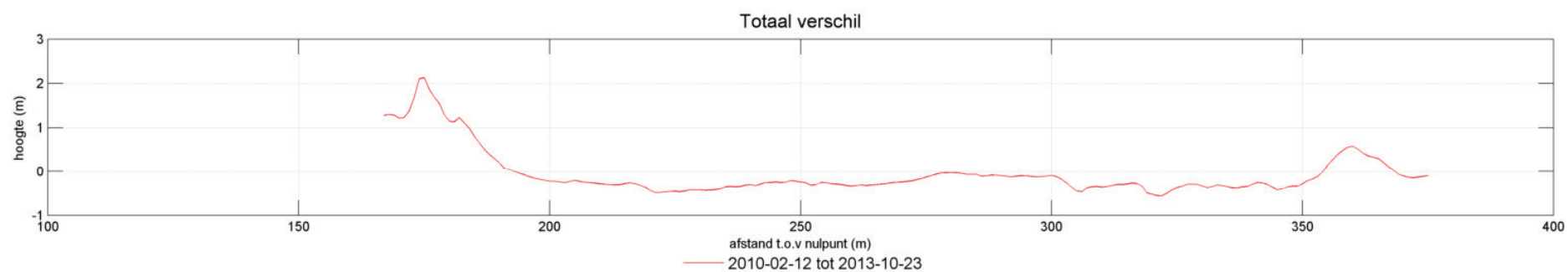
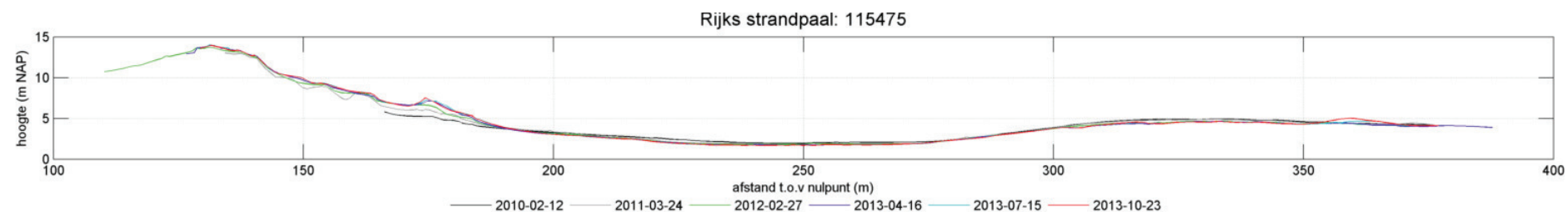


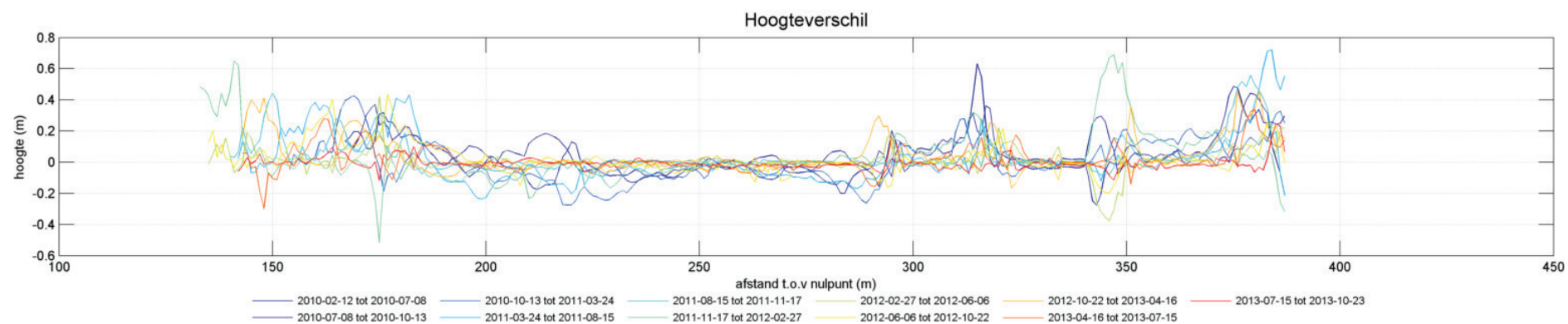
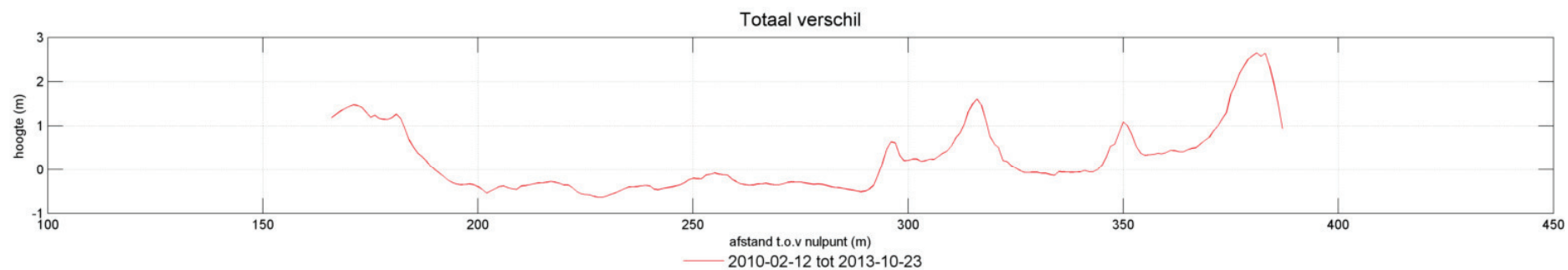
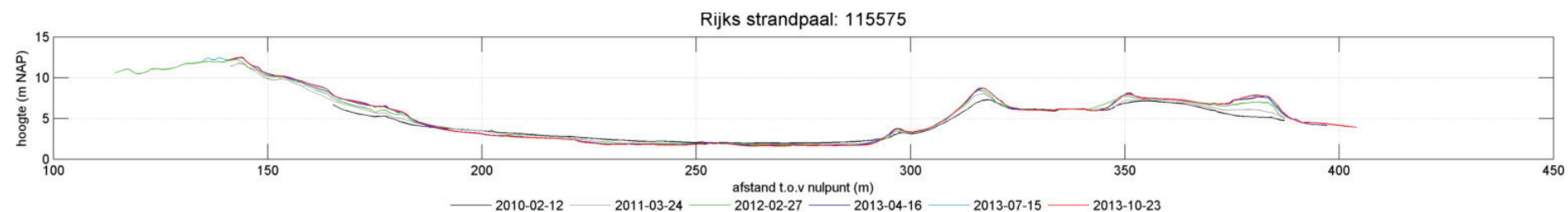


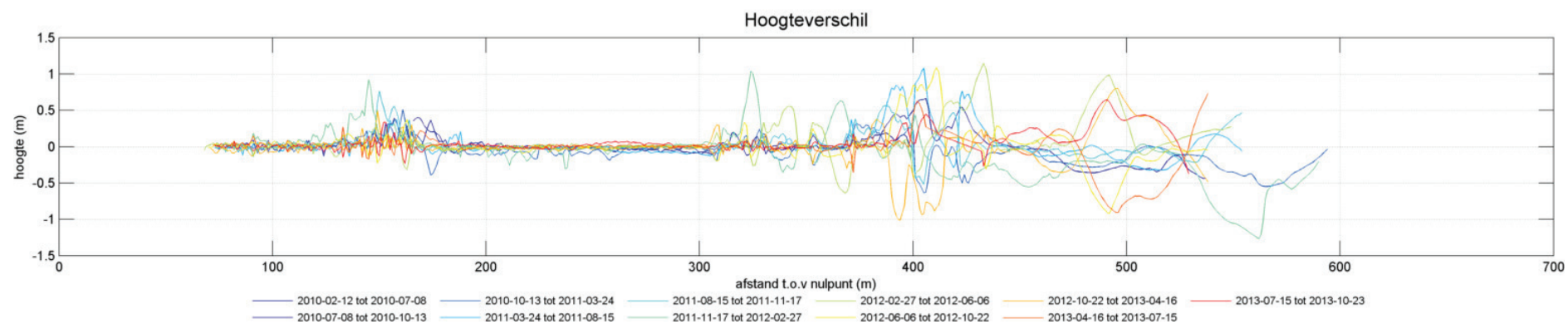
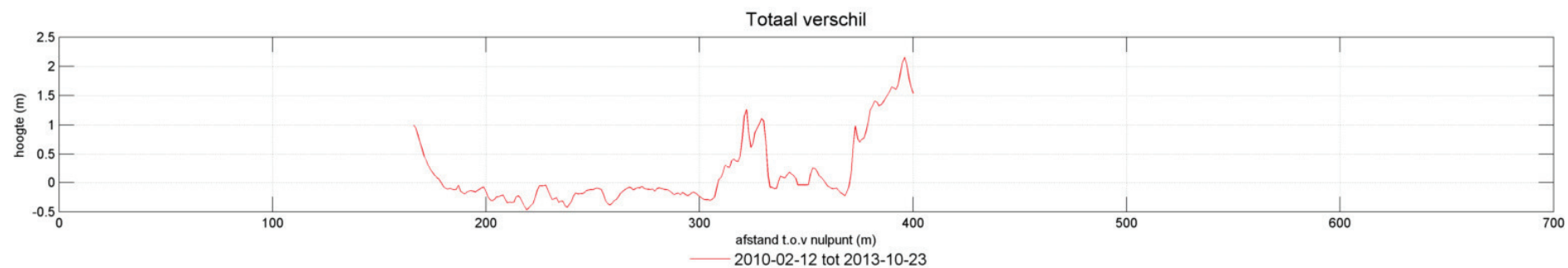
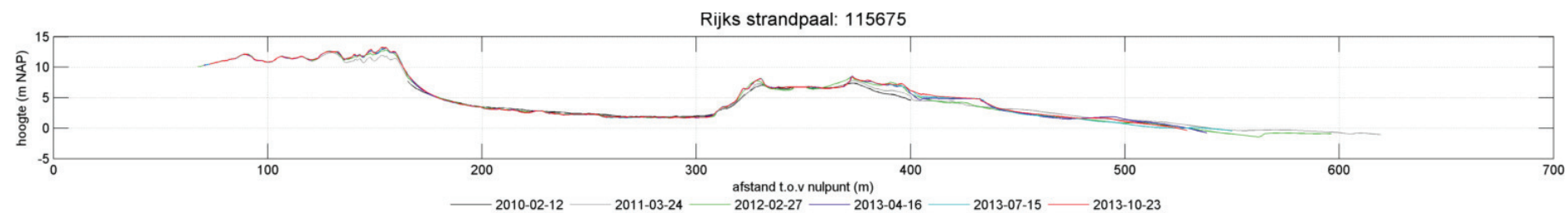


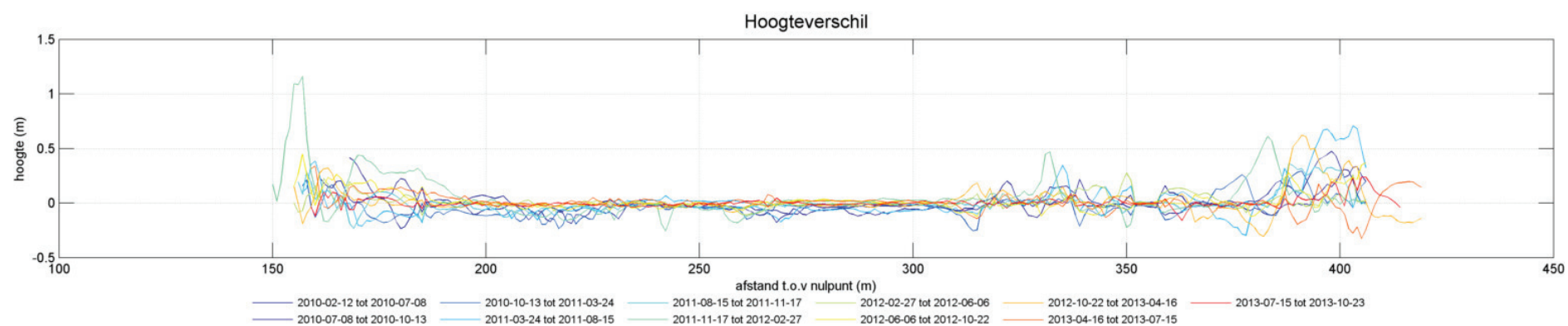
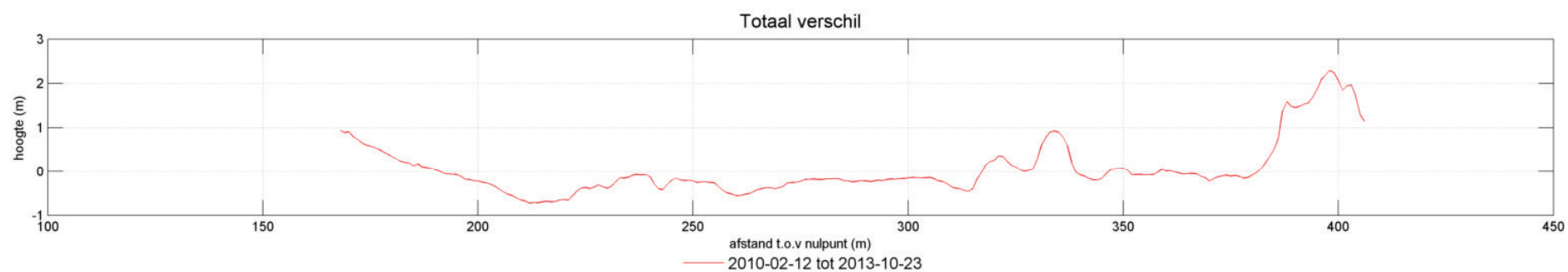
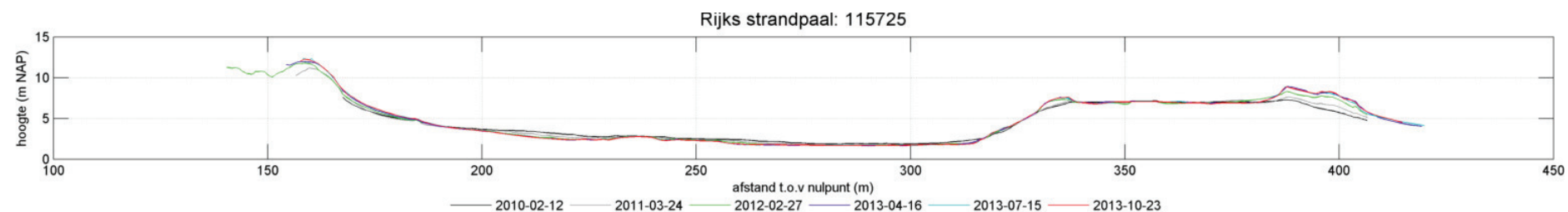


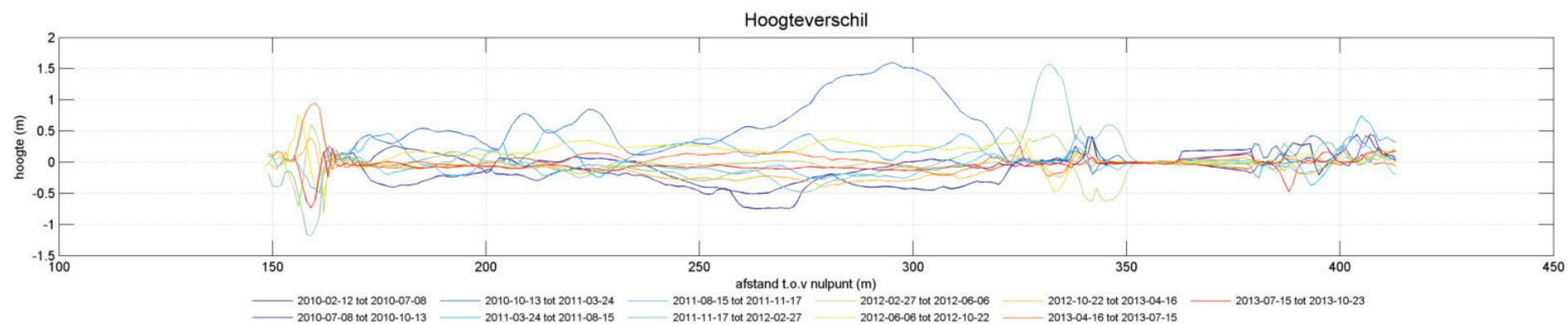
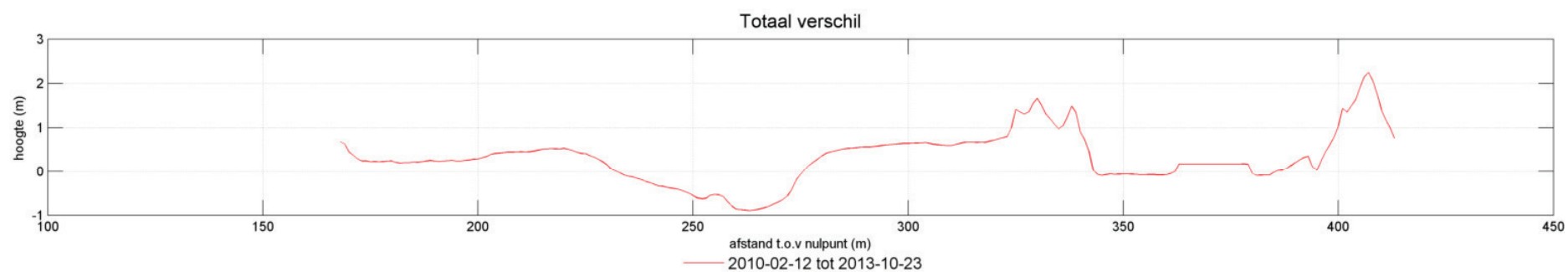
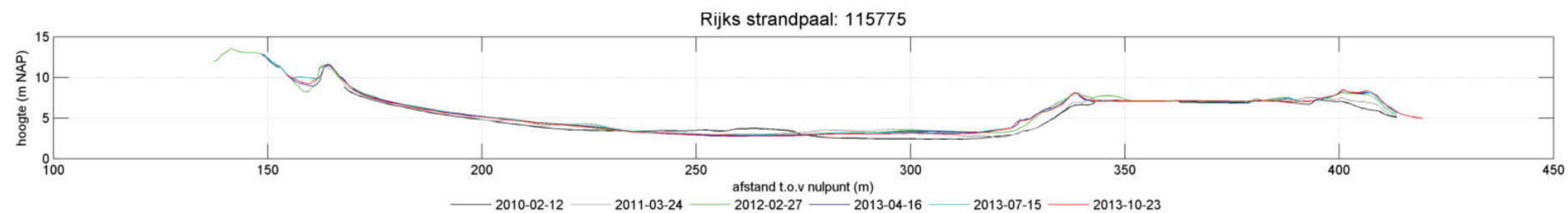


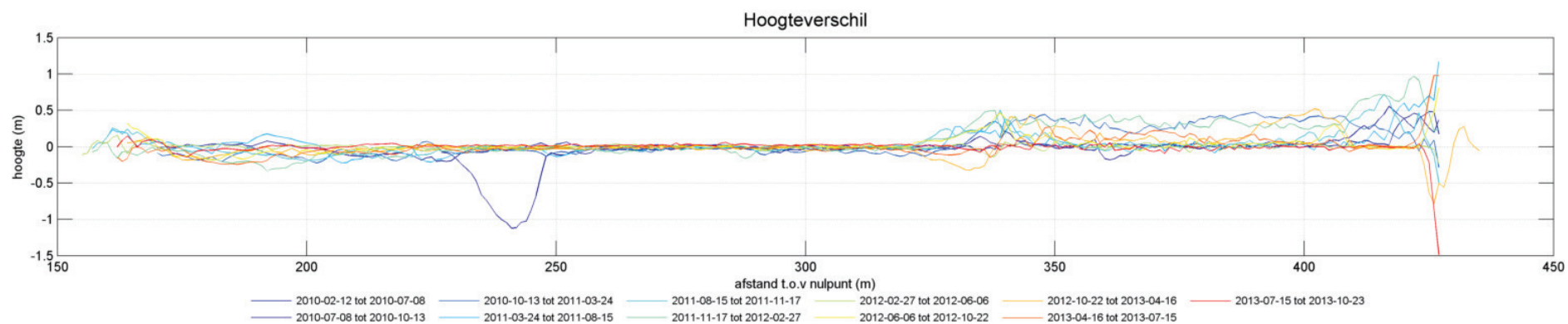
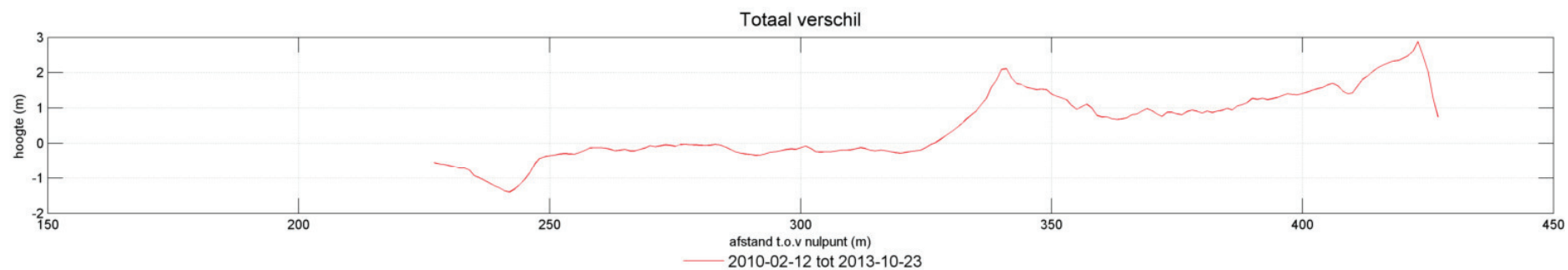
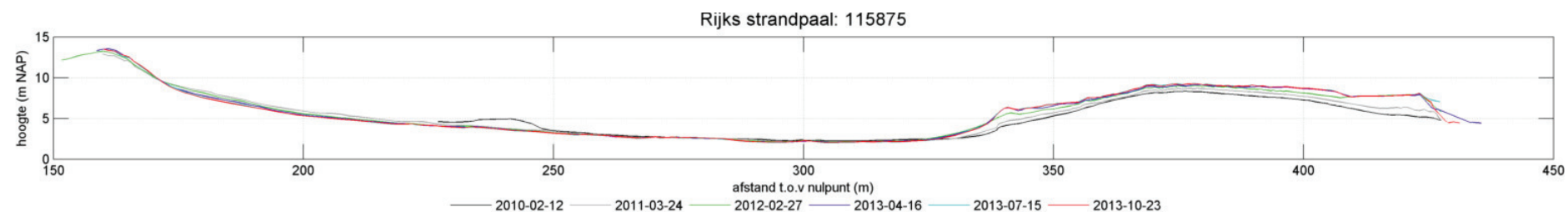


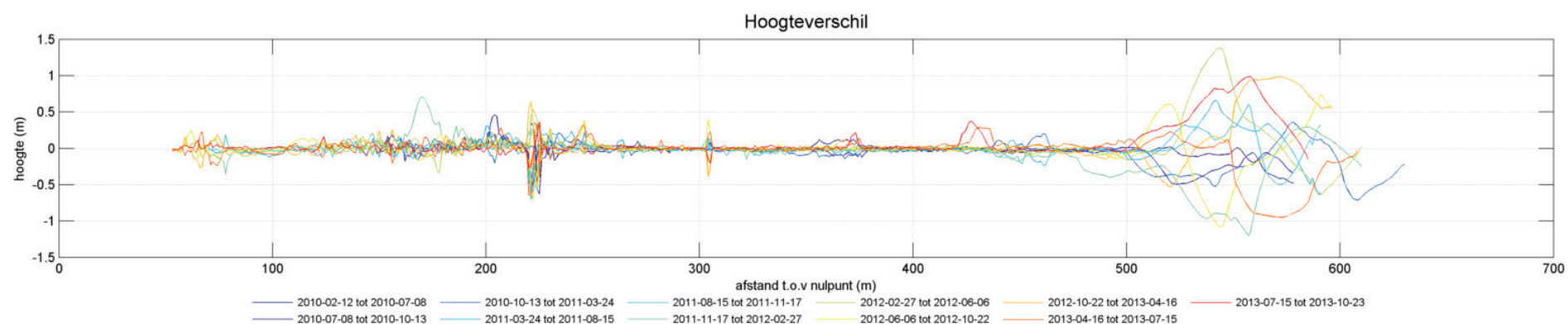
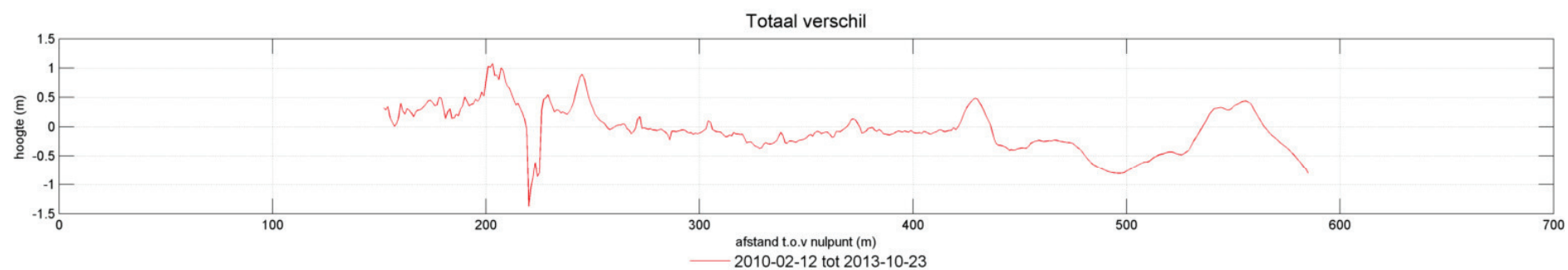
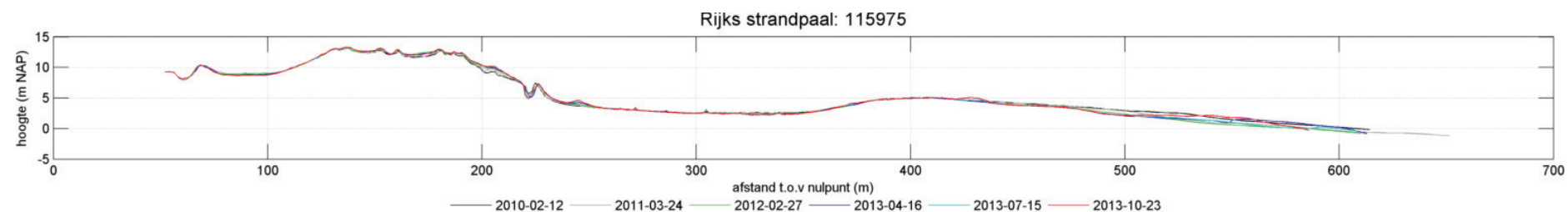


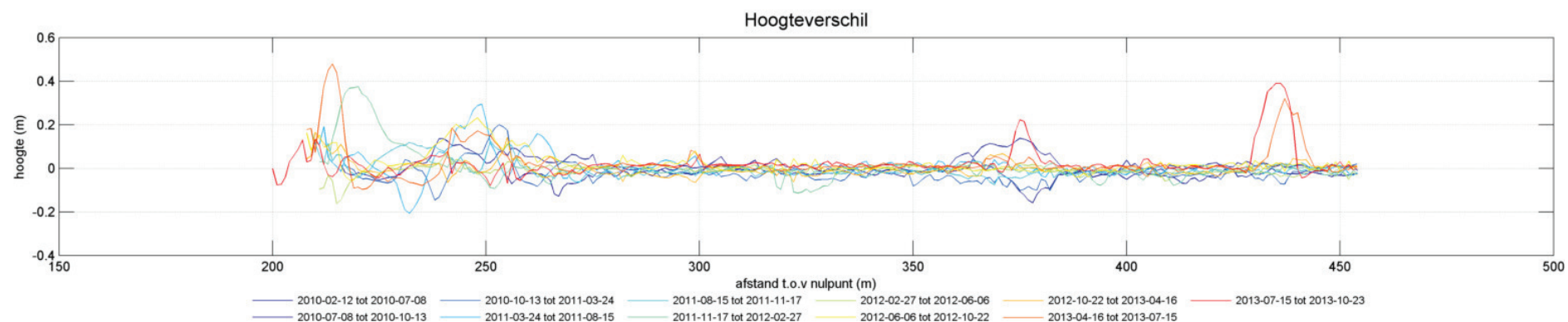
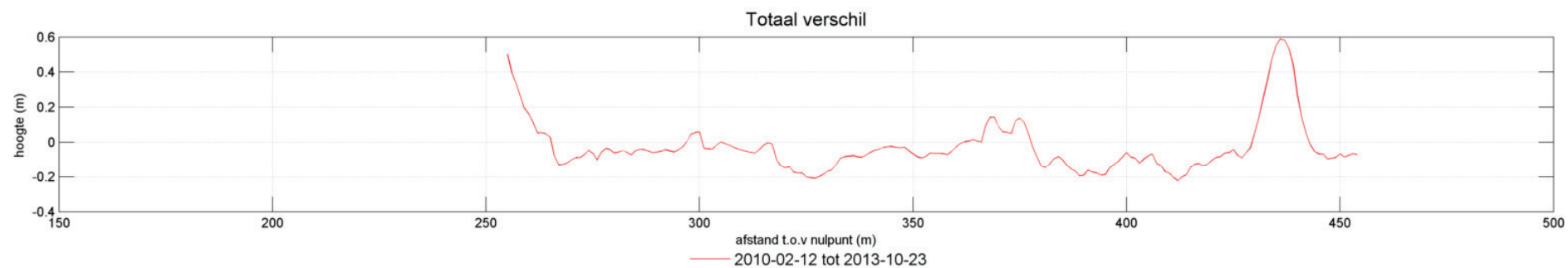
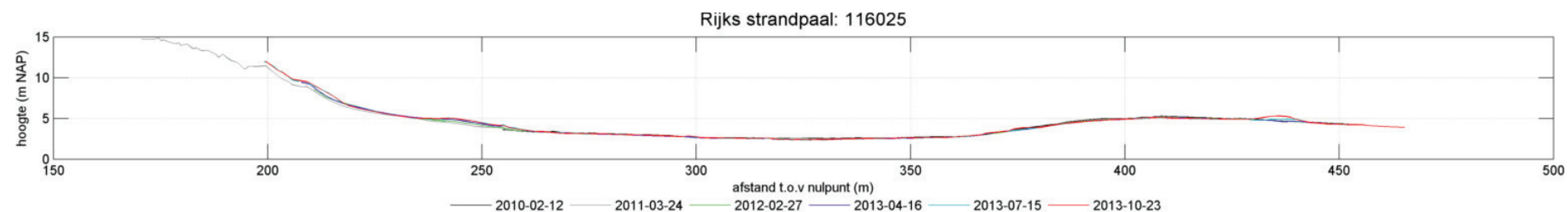


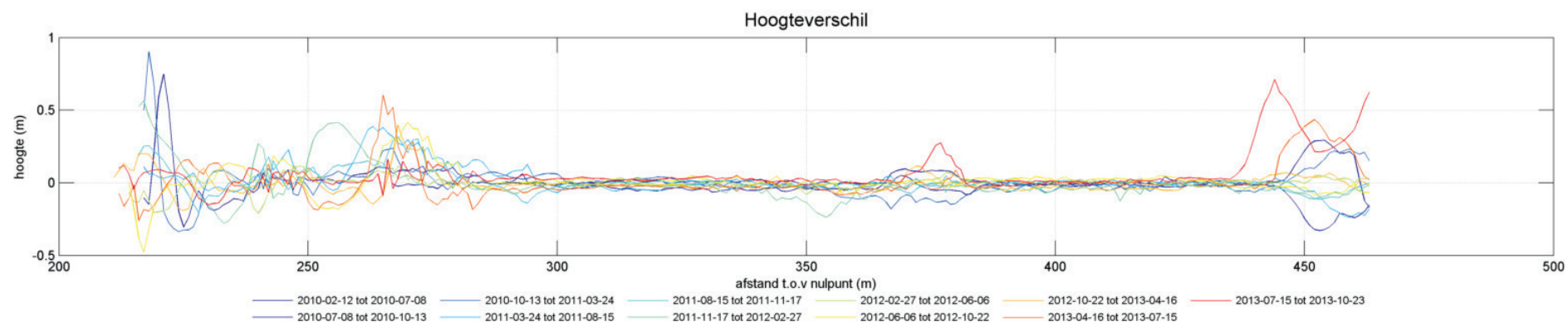
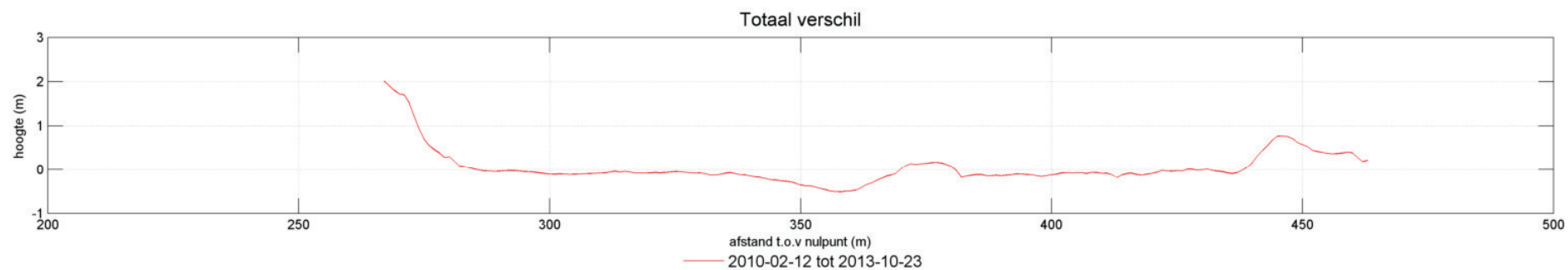
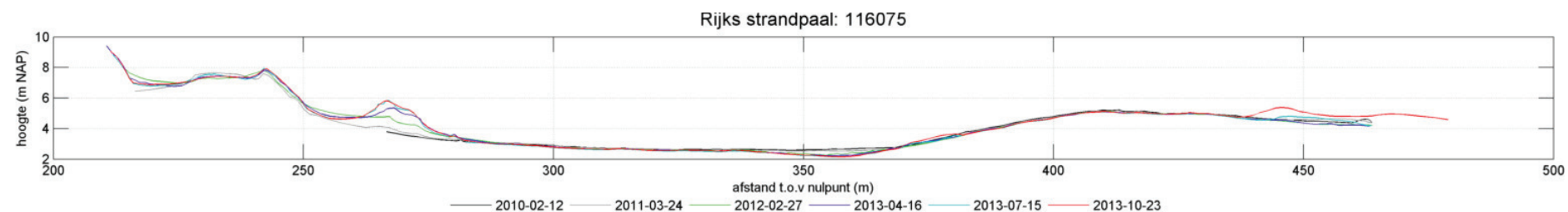


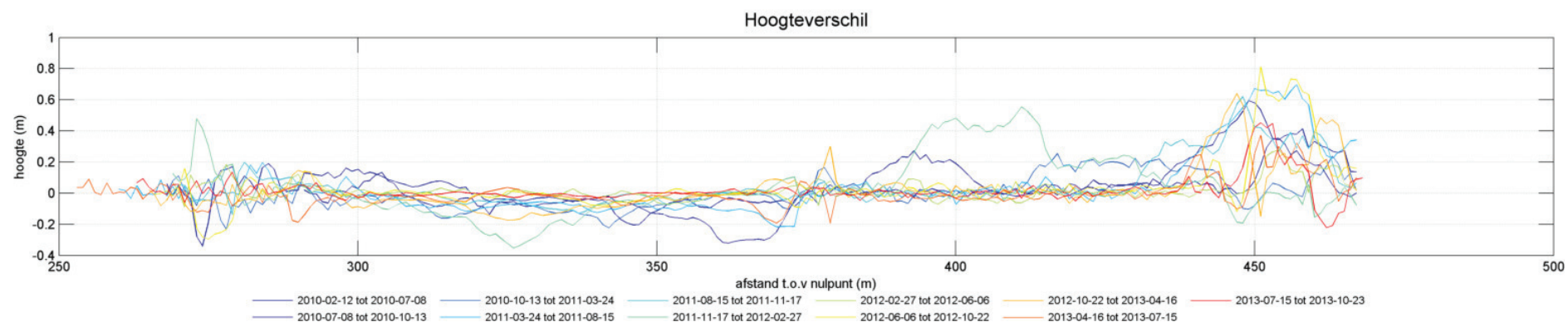
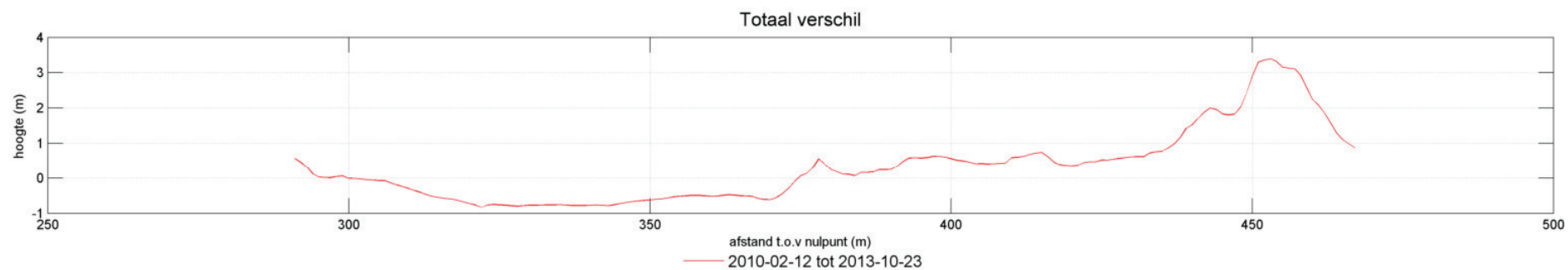
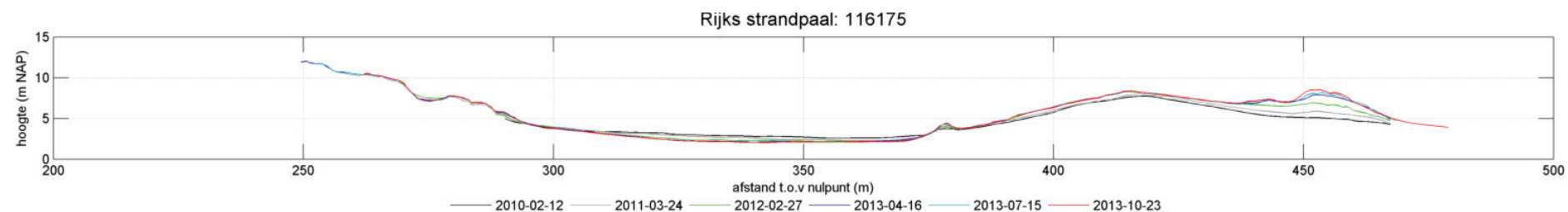


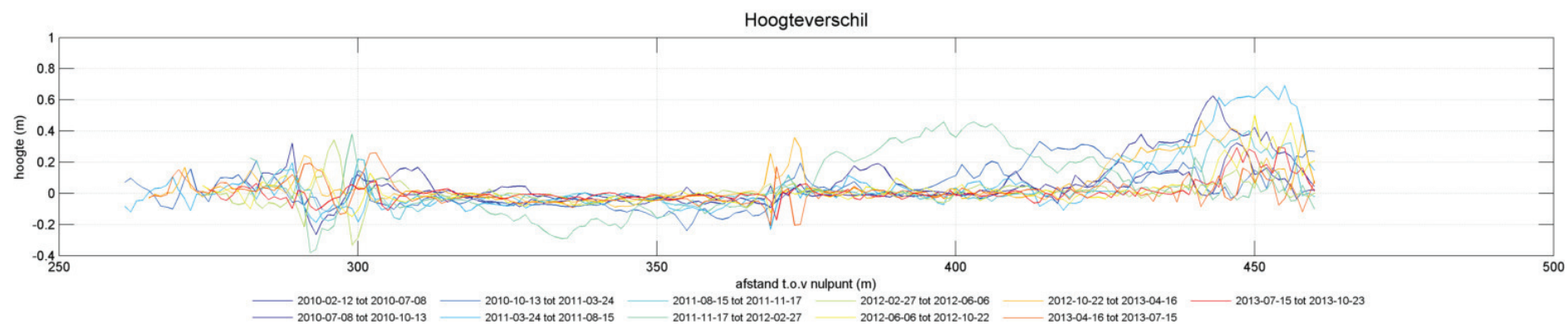
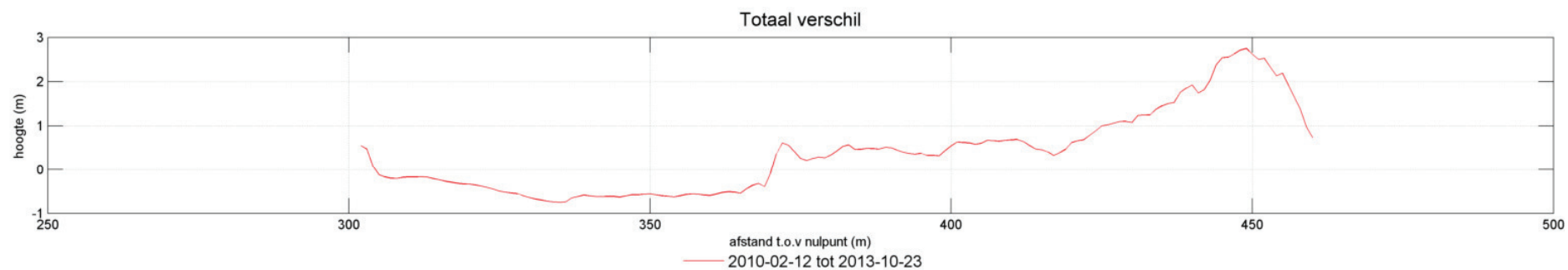
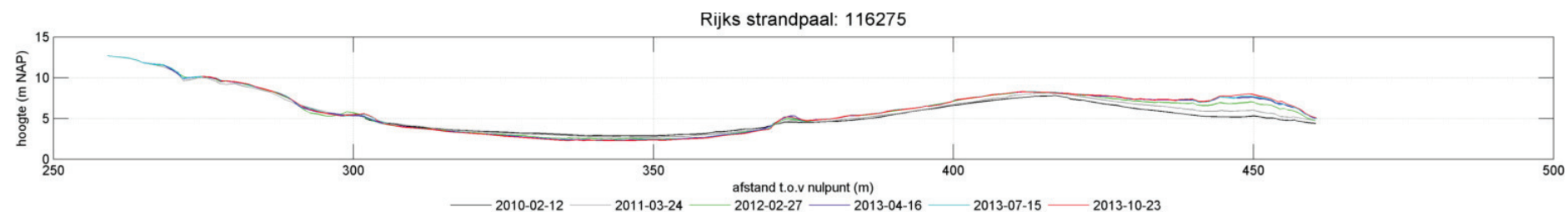


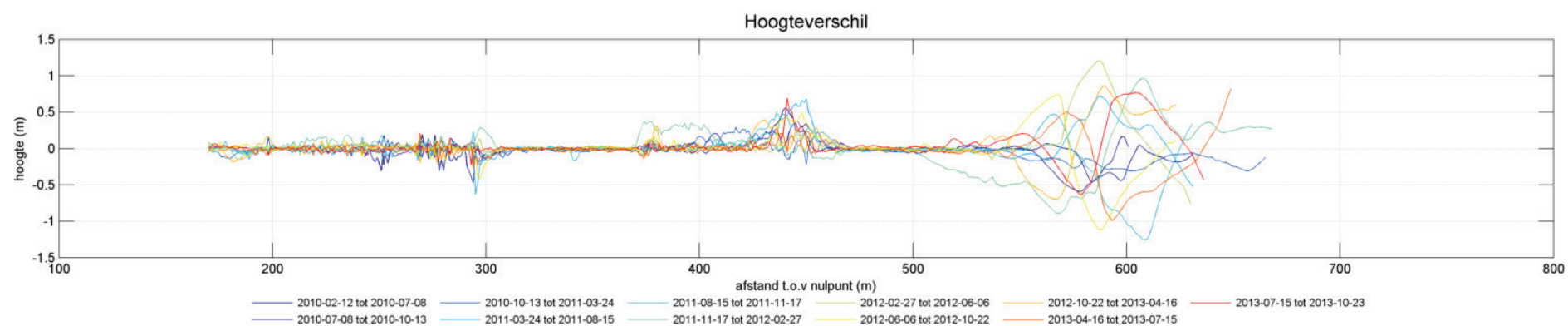
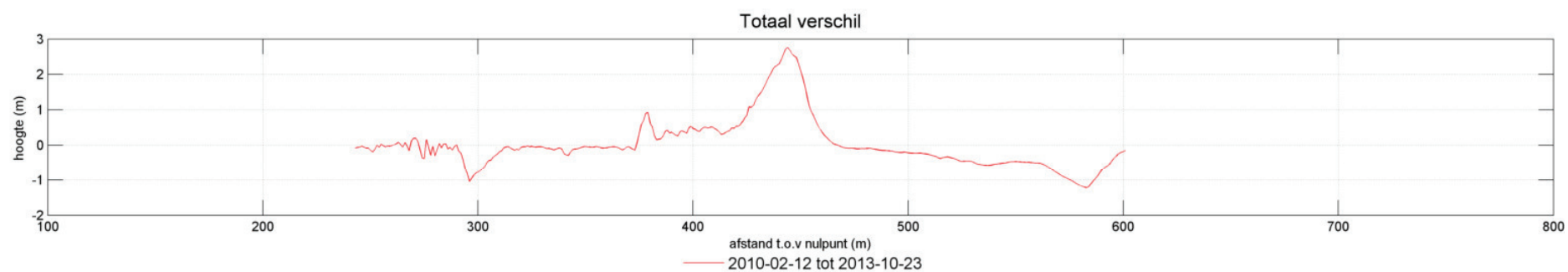
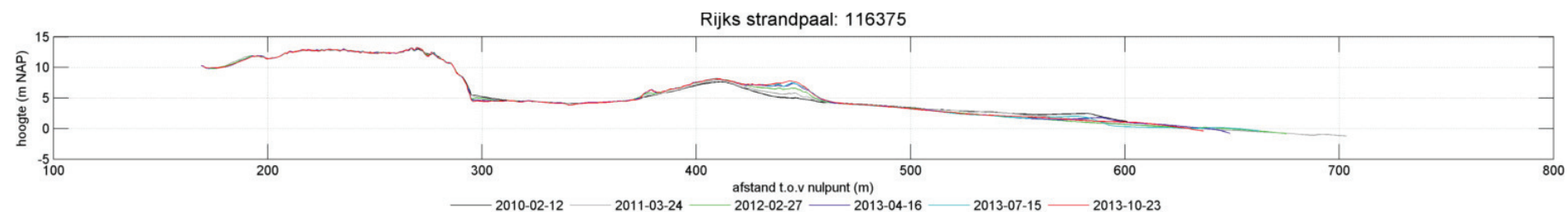


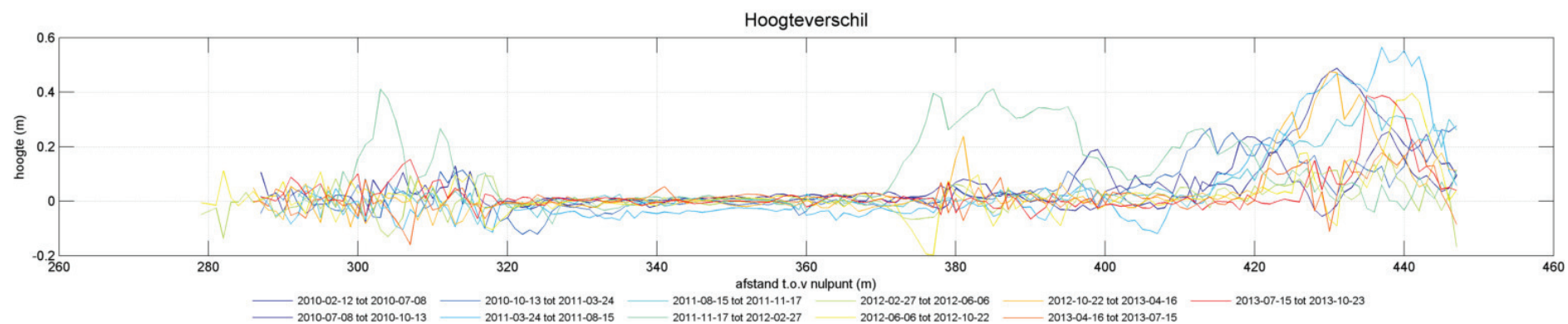
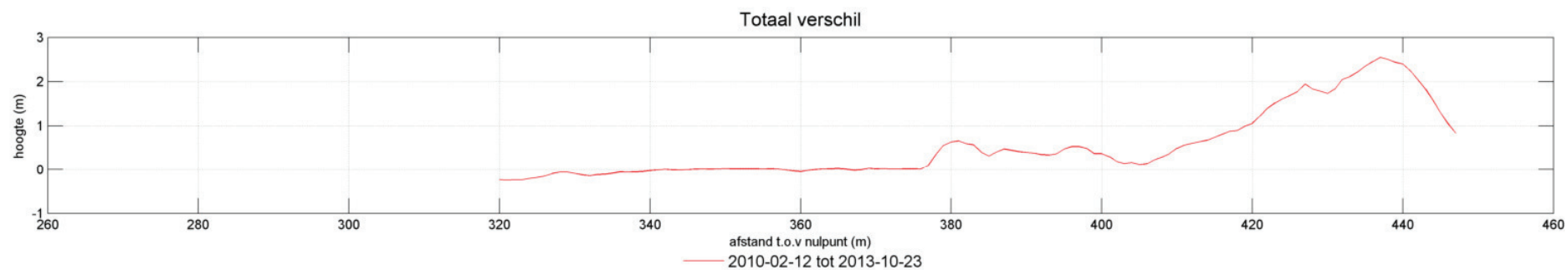
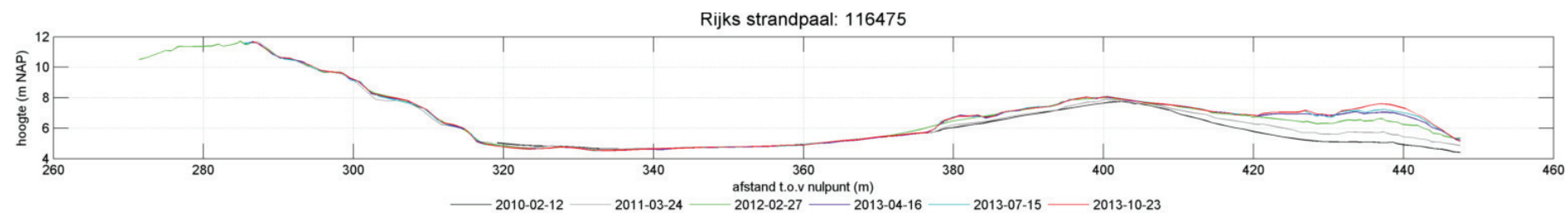




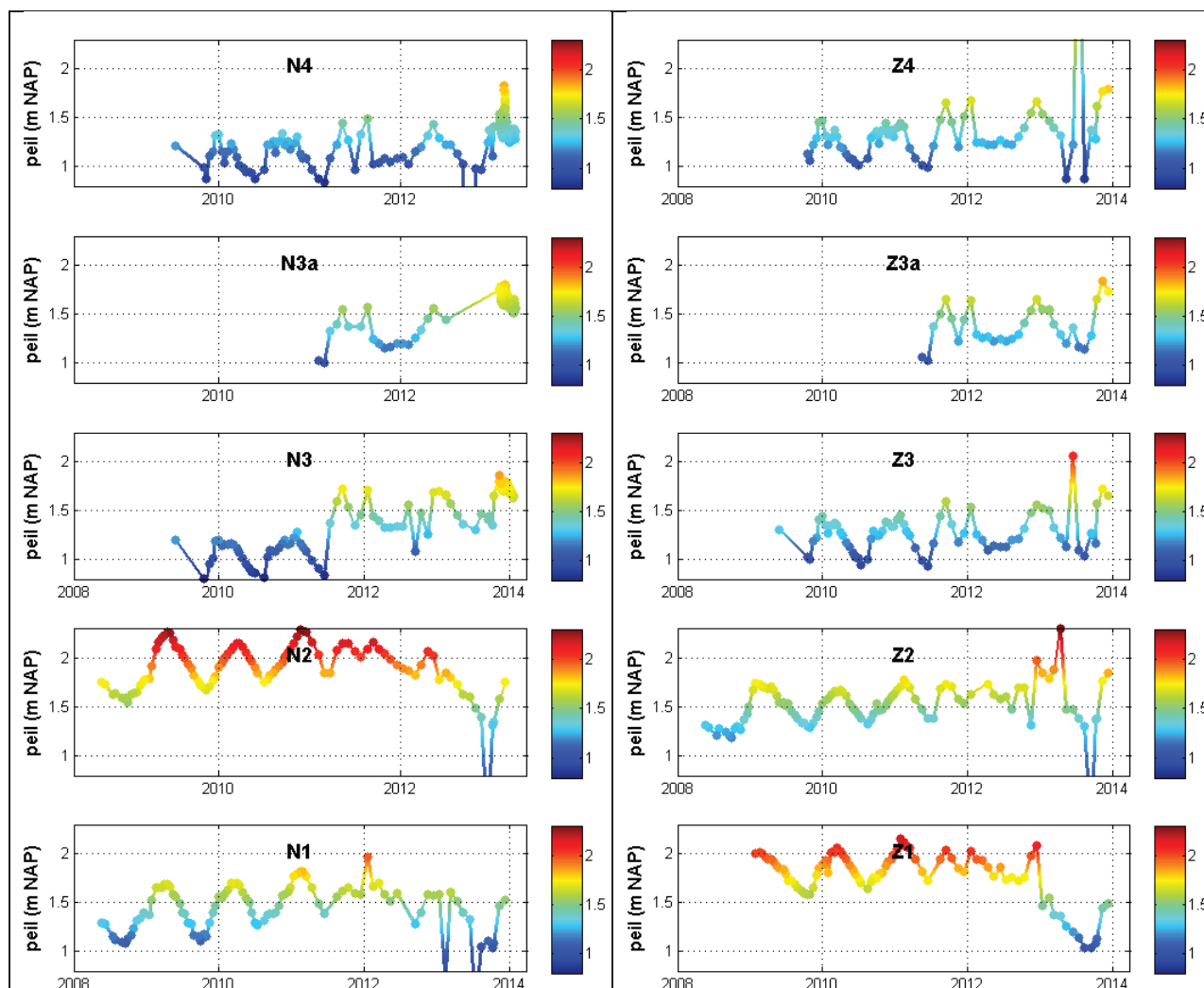








Bijlage 6: Grondwaterstijghoogte



In de noordelijke raai zijn de volgende hydrologisch niet verklaarbare metingen geregistreerd:

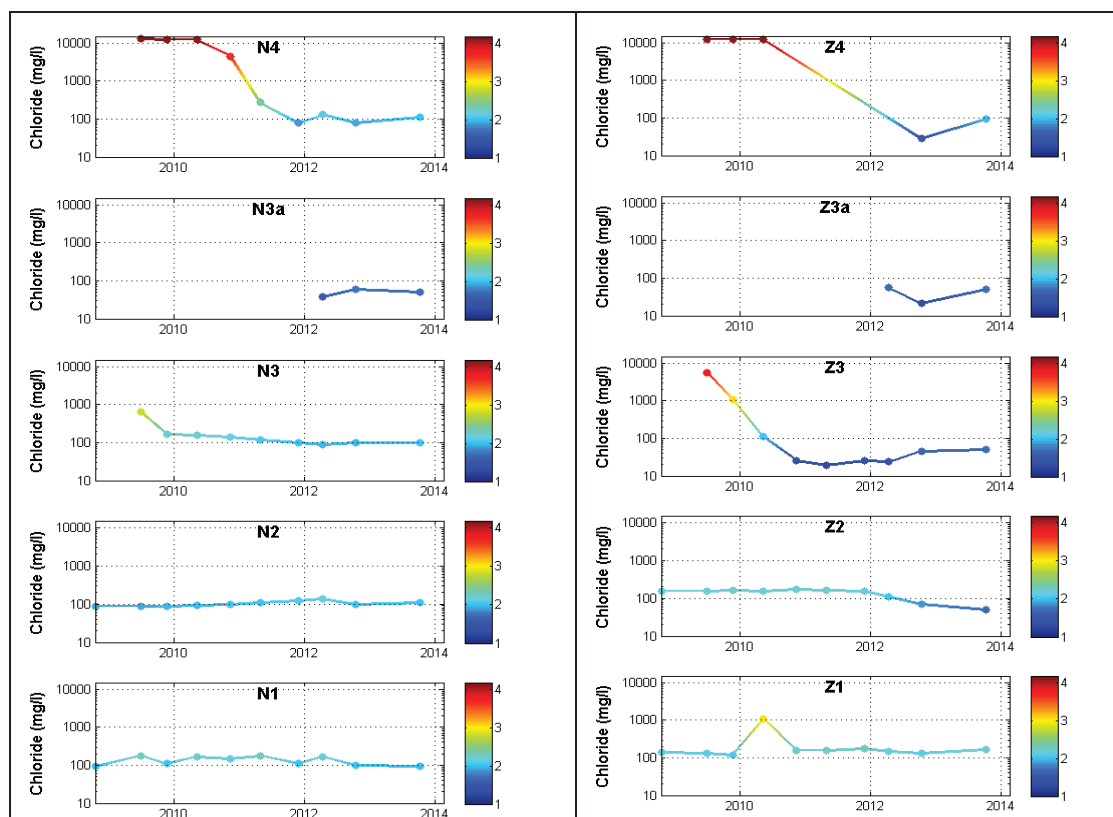
- Te lage meting in meetpunt:
 - N4-januari 2013;
 - N2-september 2013
 - N1-februari en juli 2013

In de zuidelijke raai zijn de volgende sterk afwijkende metingen gedaan:

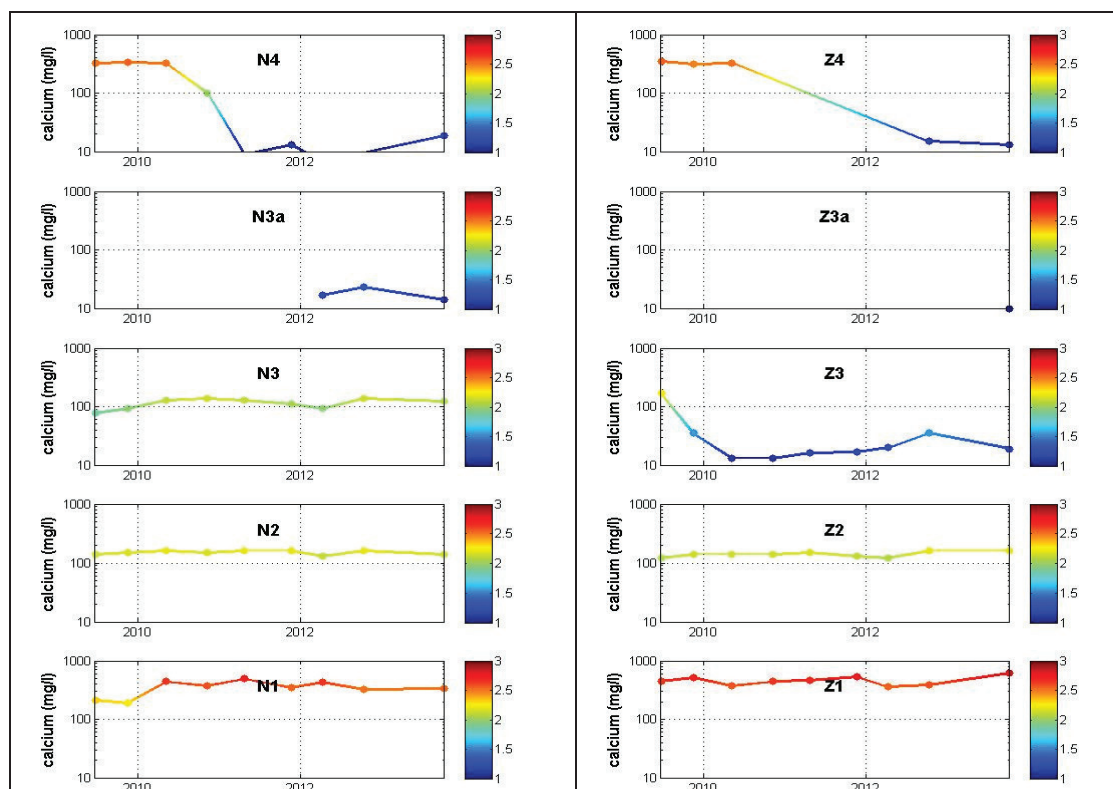
- Te lage meting in meetpunt:
 - Z4-mei en augustus 2013
 - Z2-september 2013
 - Z1: het hele verloop in 2013 wijkt structureel af van de voorgaande jaren
- Te hoge meting in meetpunt:
 - Z4-juli 2013
 - Z3-juni 2013
 - Z2-april 2013

Bijlage 7: Waterkwaliteit

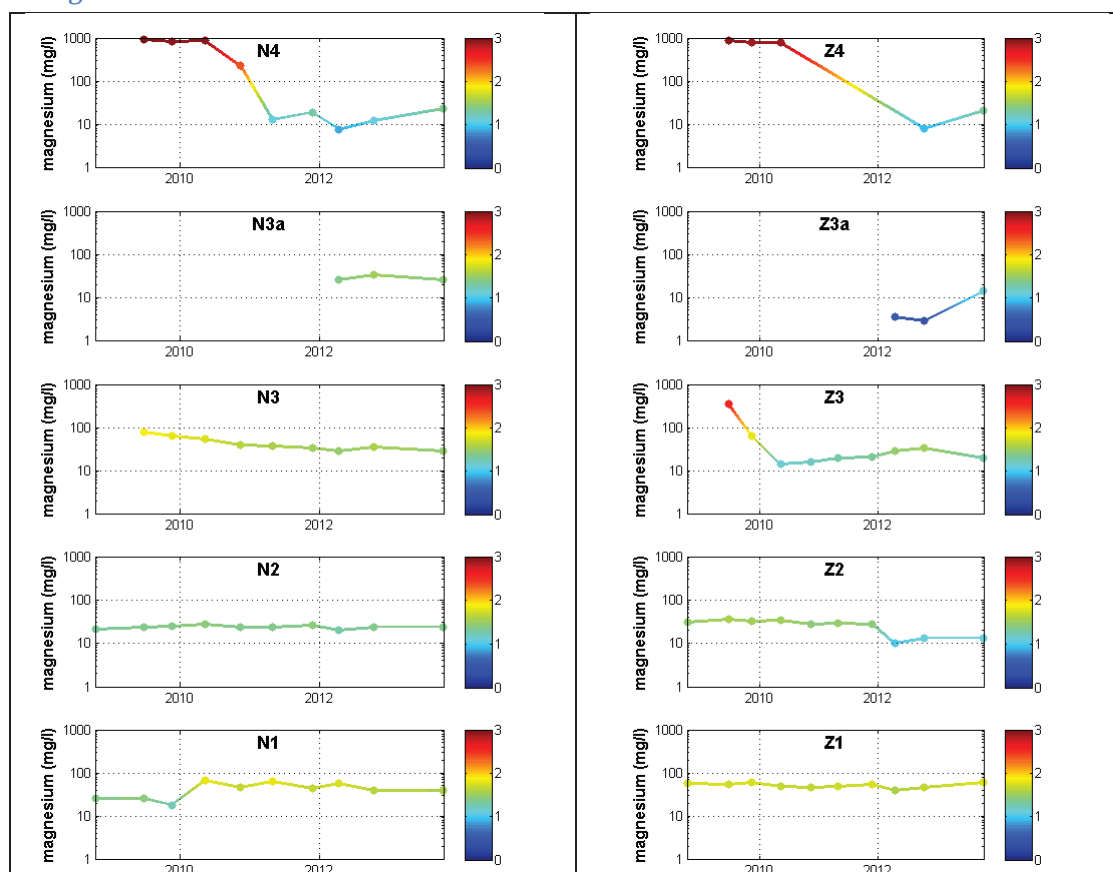
Chloride



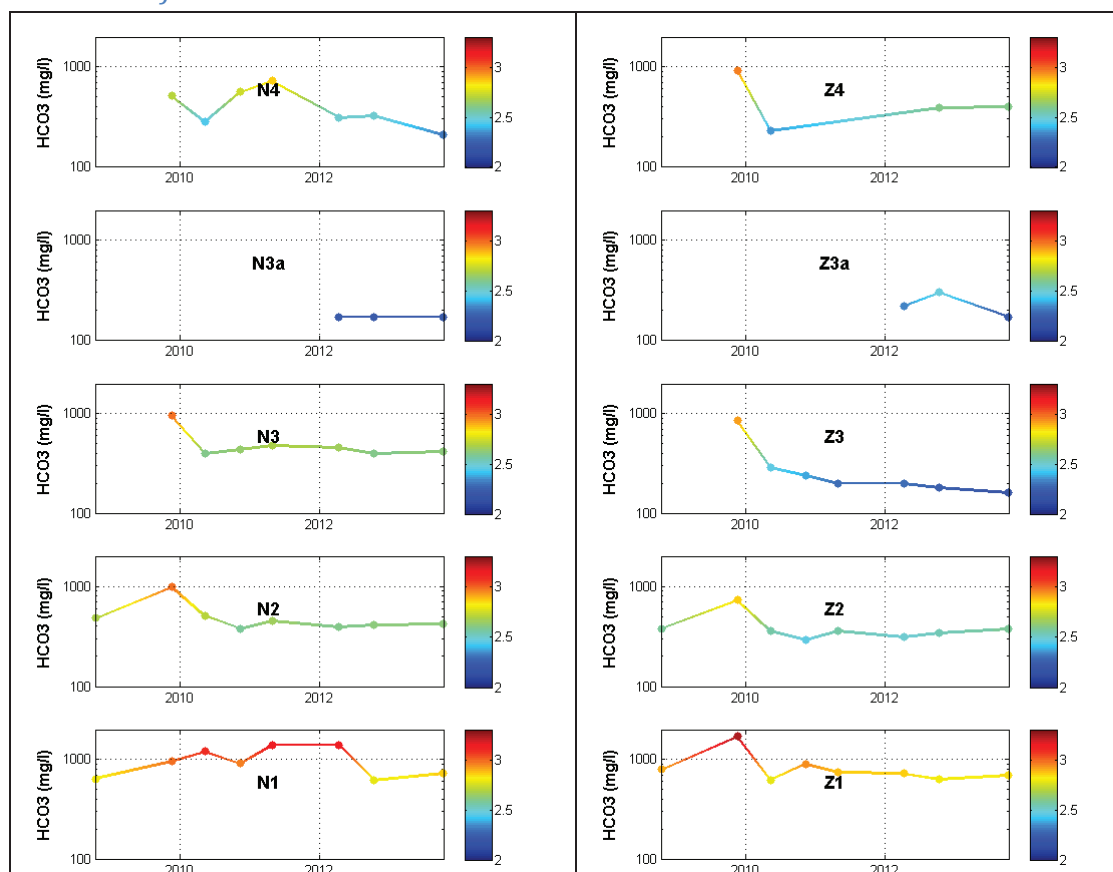
Calcium



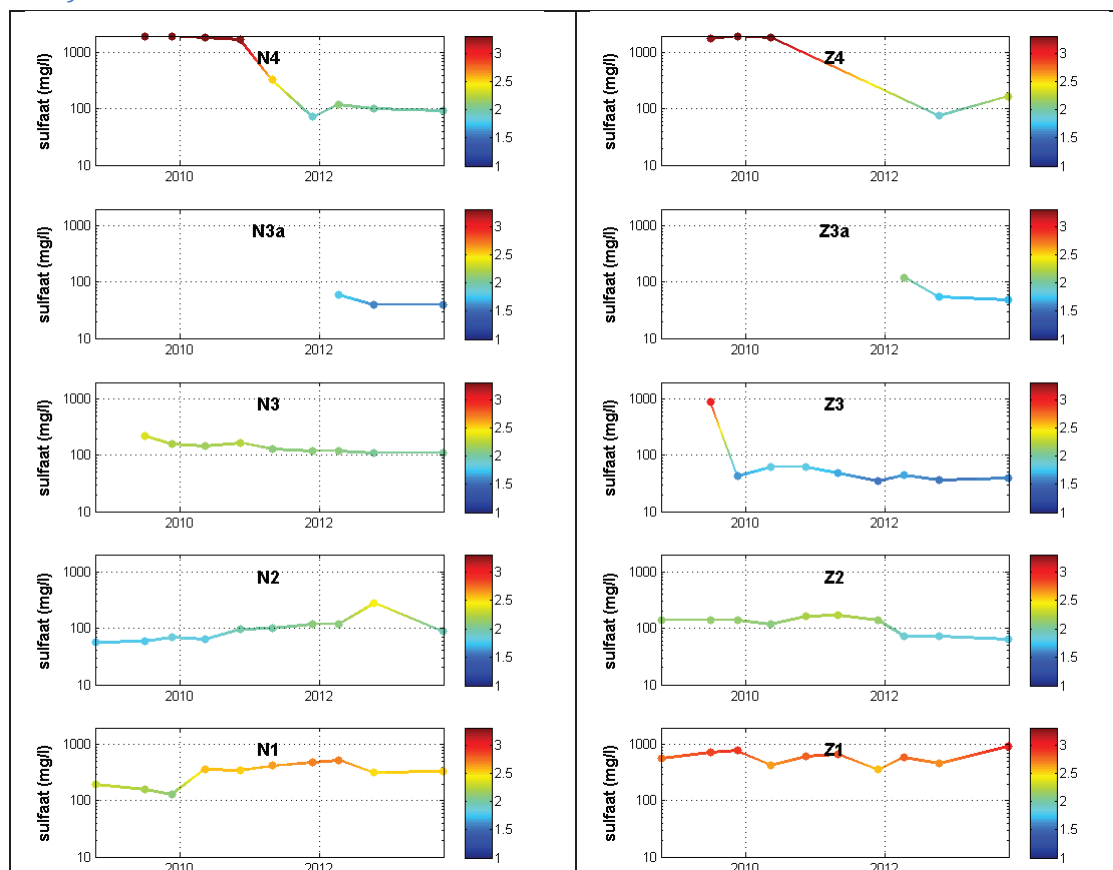
Magnesium



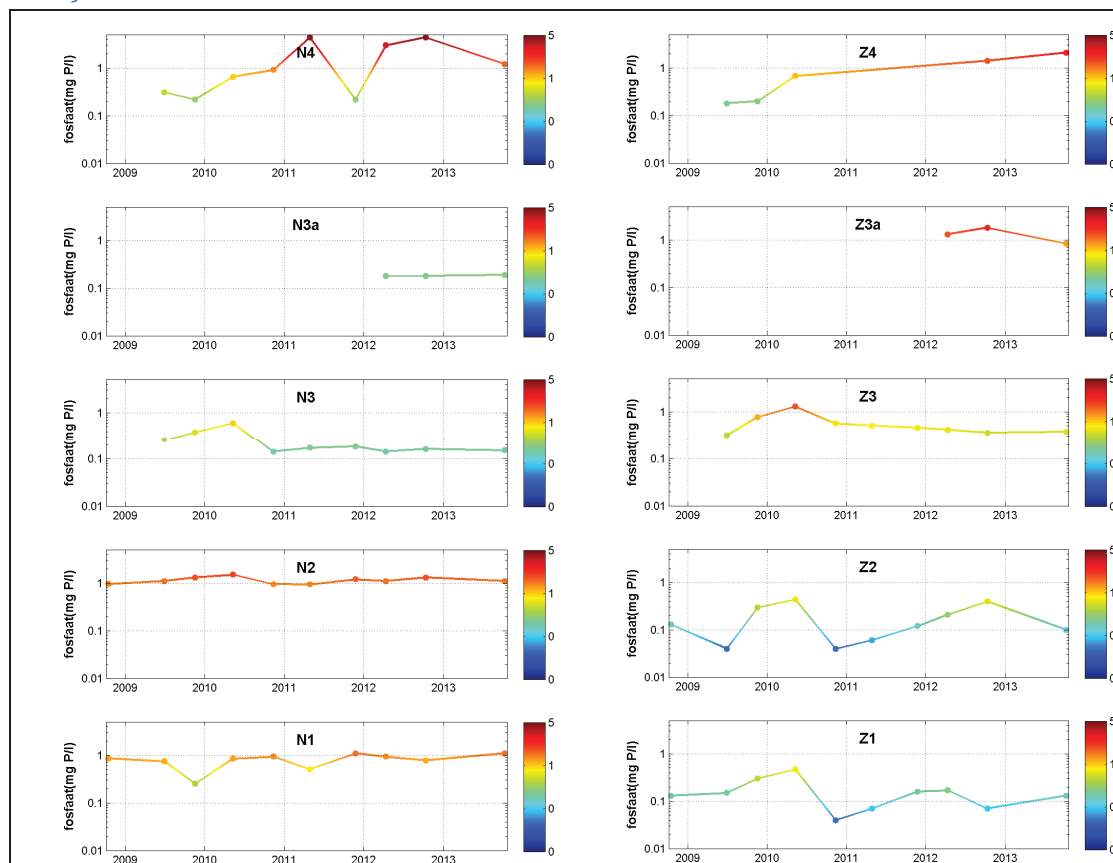
Waterstofcarbonaat



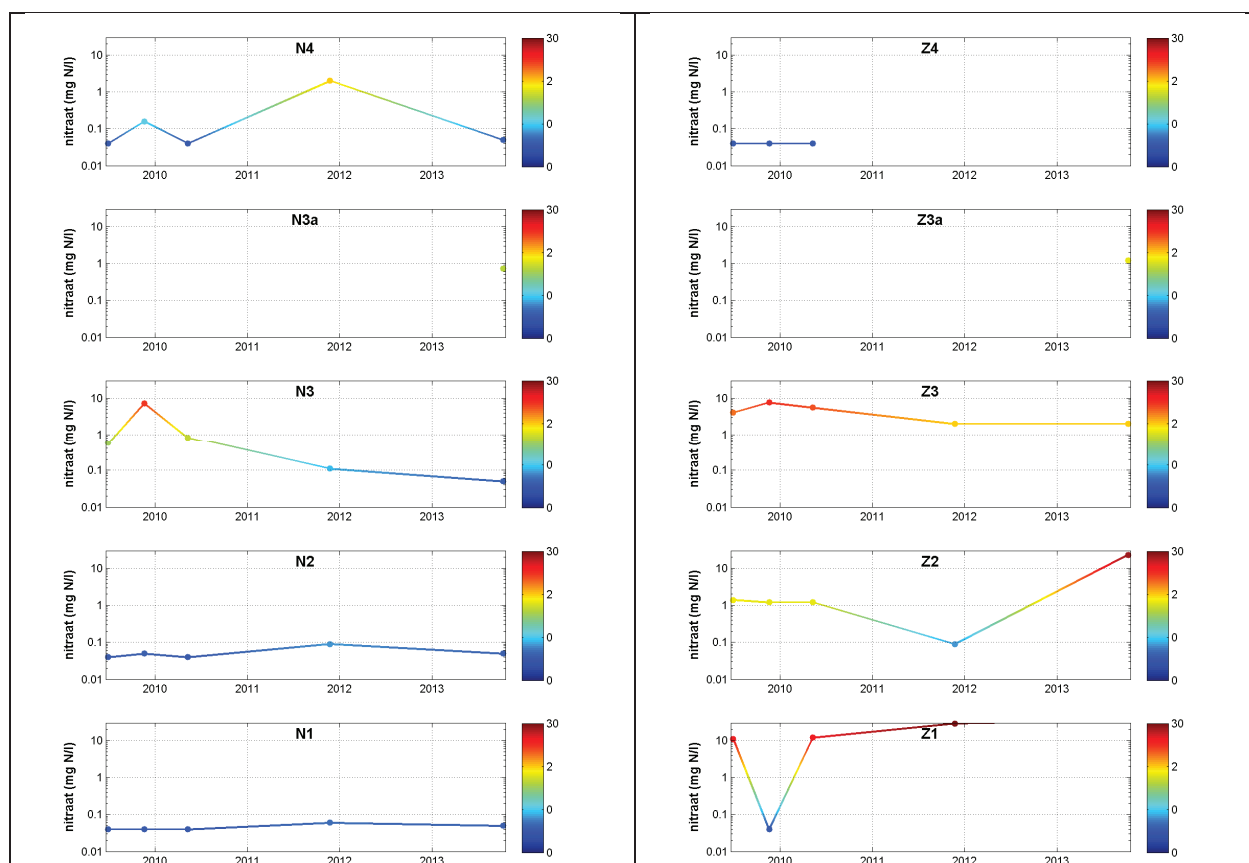
Sulfaat



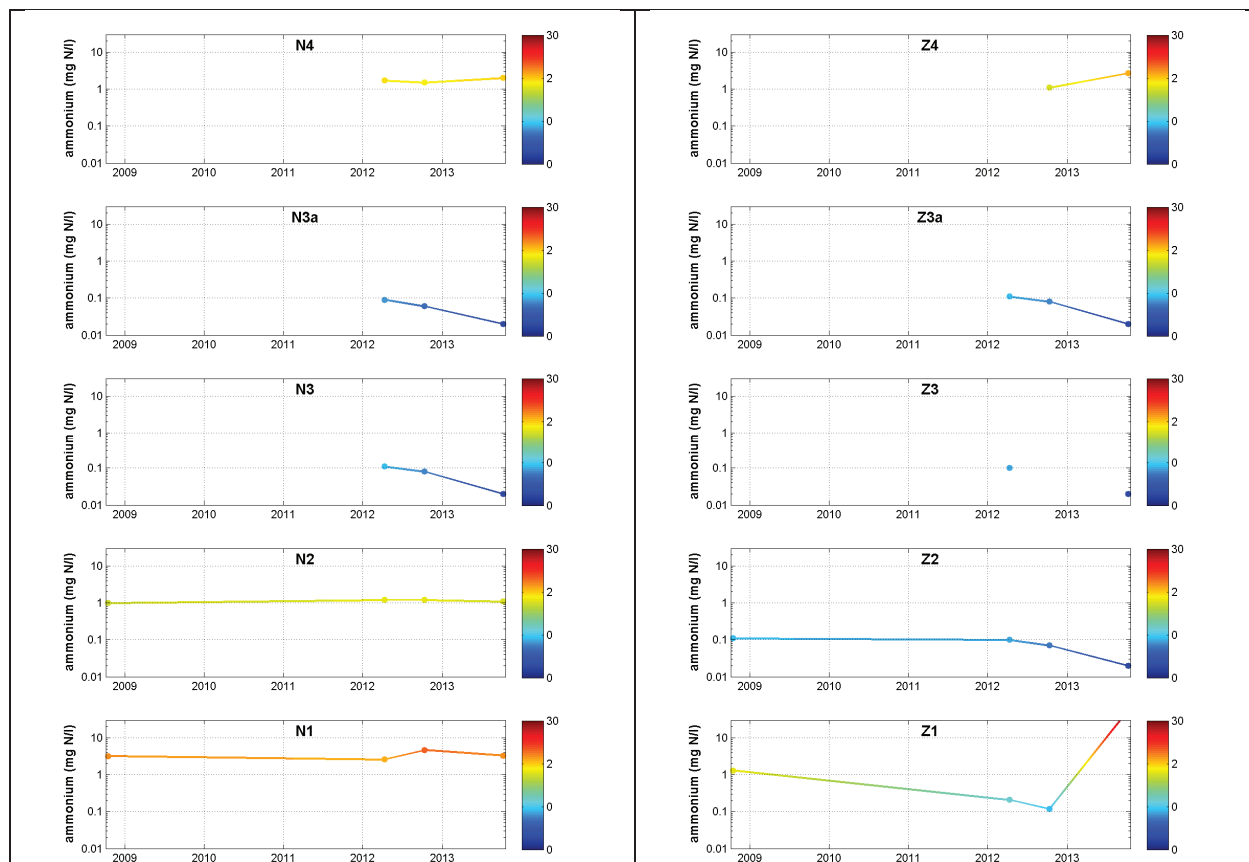
Fosfaat



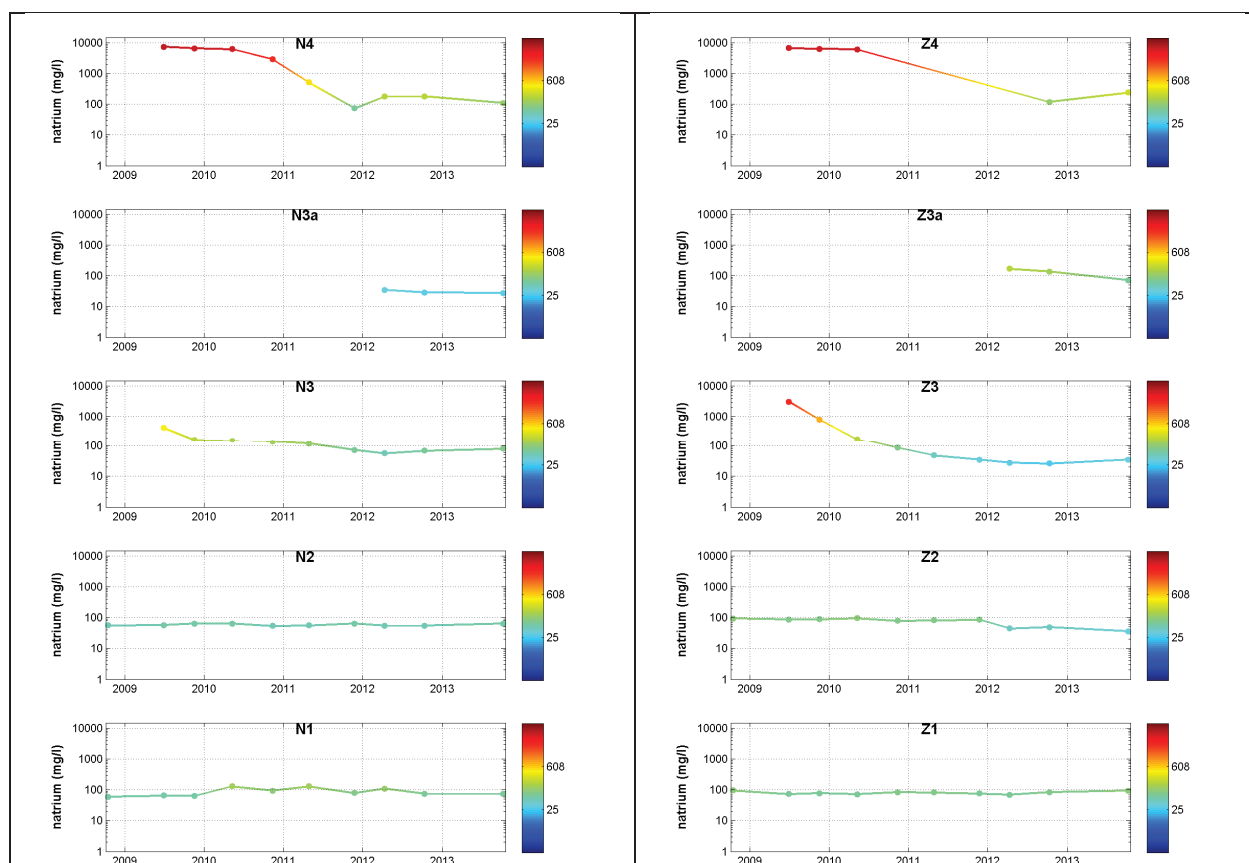
Nitraat



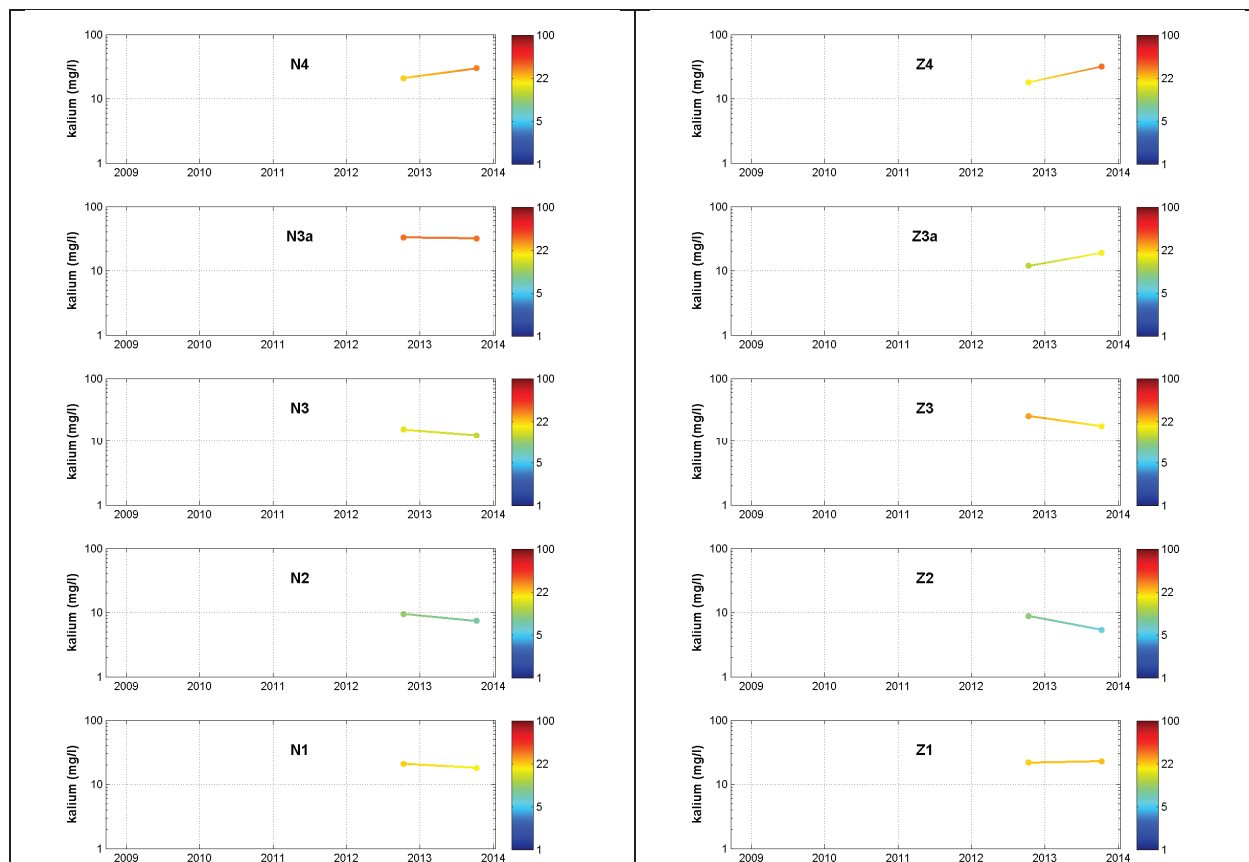
Ammonium



Natrium



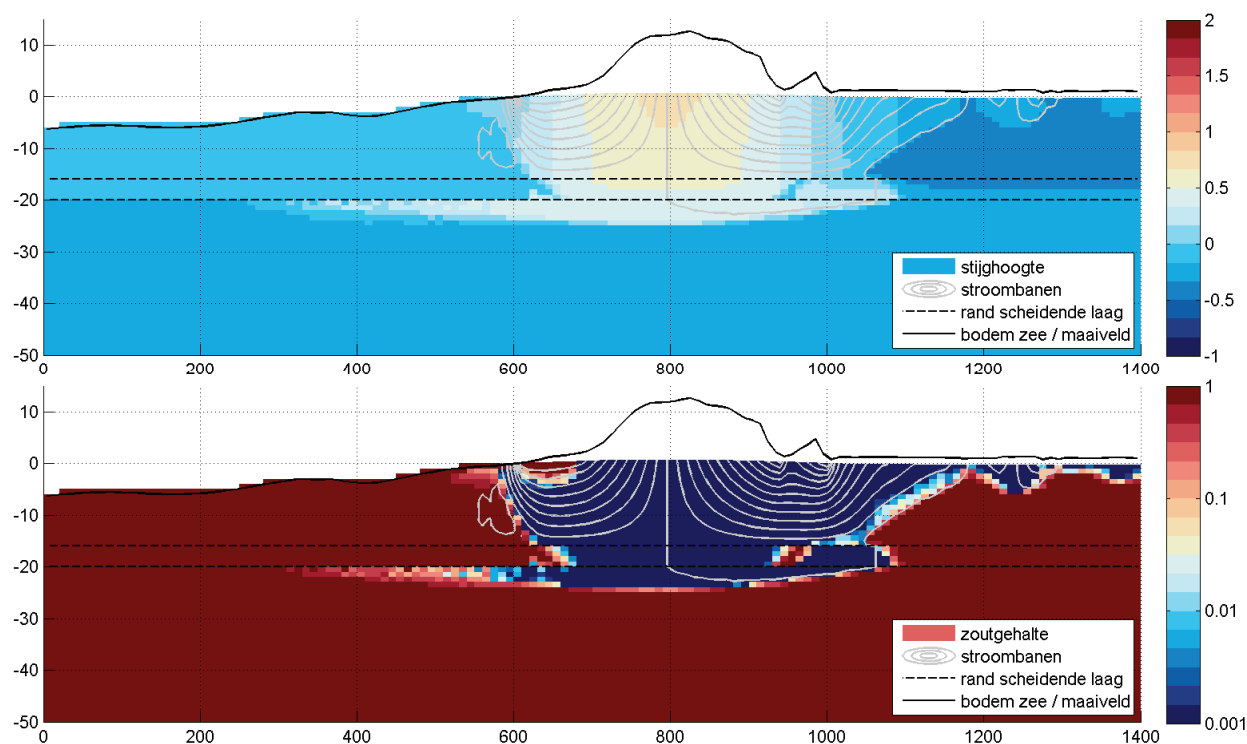
Kalium



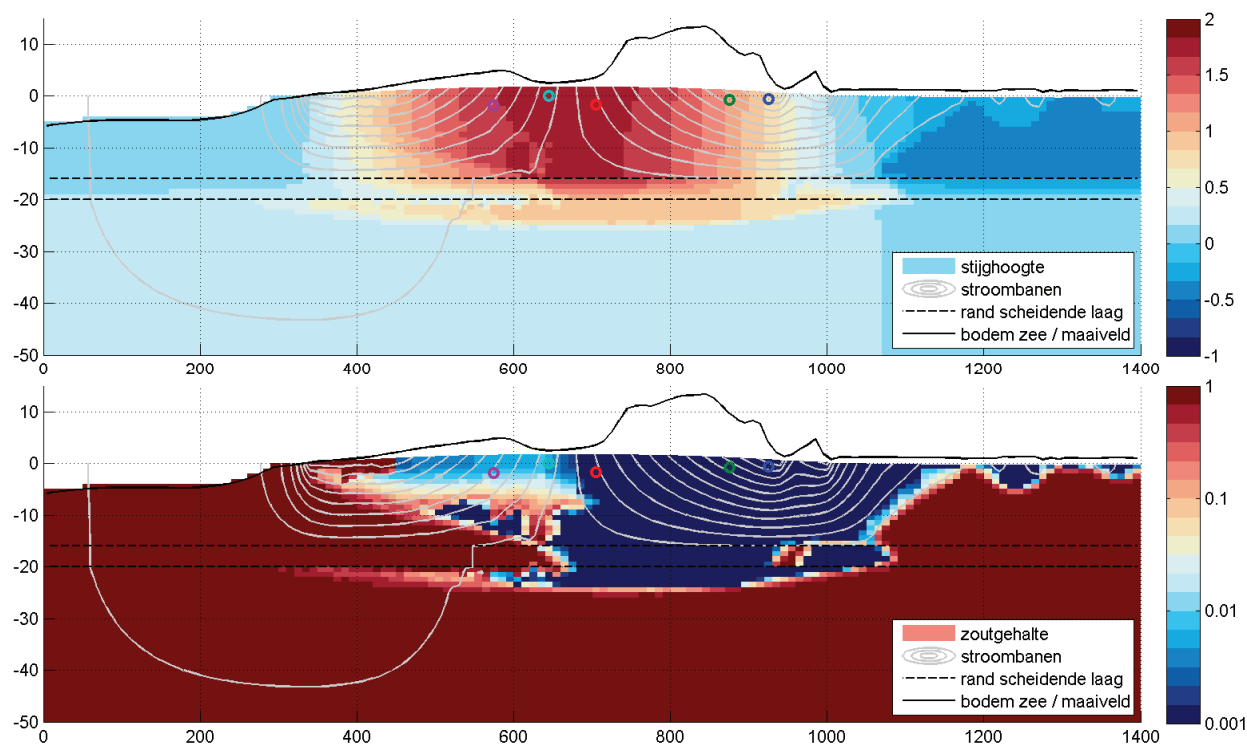
Bijlage 8: Parameter waarden profiel-Model

parameter	waarde	eenheid
Horizontale doorlatendheid	5	m/d
Verticale doorlatendheid	0.5	m/d
Weerstand rond -20 m NAP	4000	d
Bergingscoëfficiënt	0.2	-
Dispersiviteit	1	m
Neerslagoverschot	400	mm/jaar

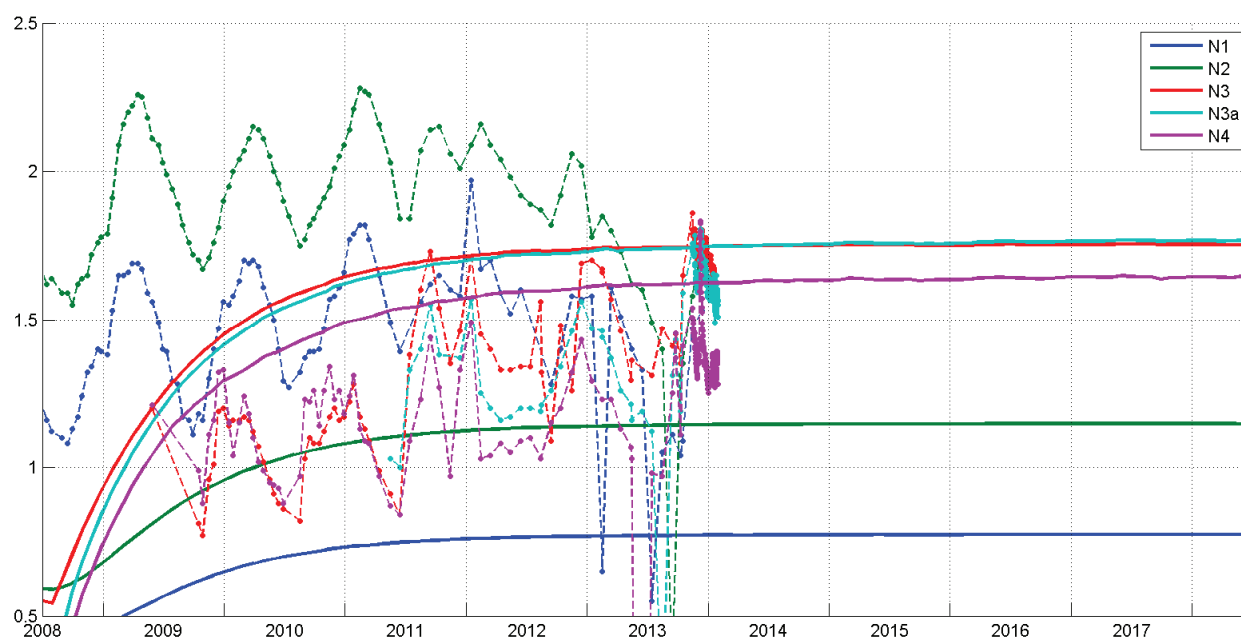
Bijlage 9: Modelresultaten Noordraai



Figuur B9-1: Startsituatie zoet-zout -verdeling Noordraai

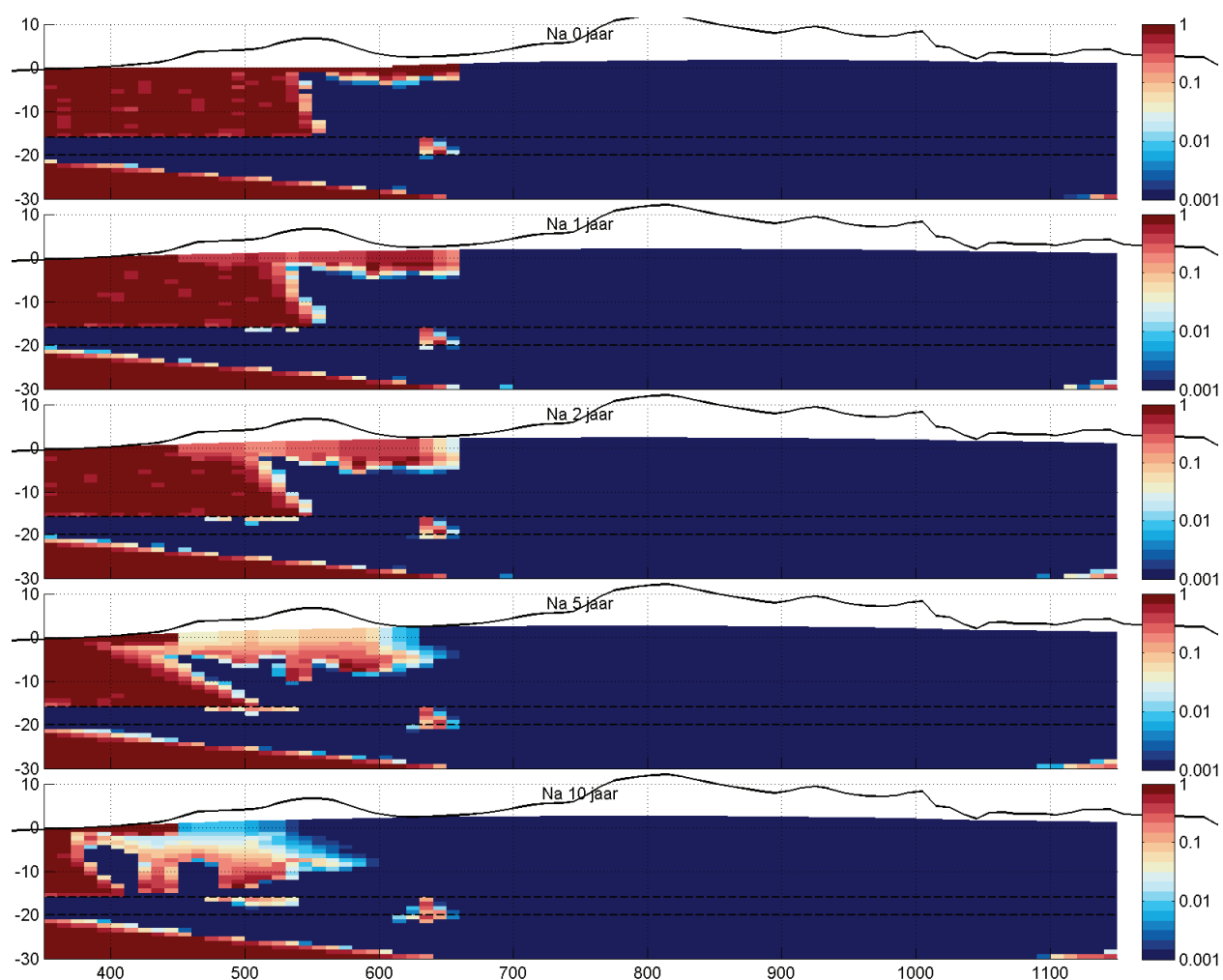


Figuur B9-2: Situatie na 10 jaar na aanleg Spanjaards Duin van de zoet-zout-verdeling in de Noordraai

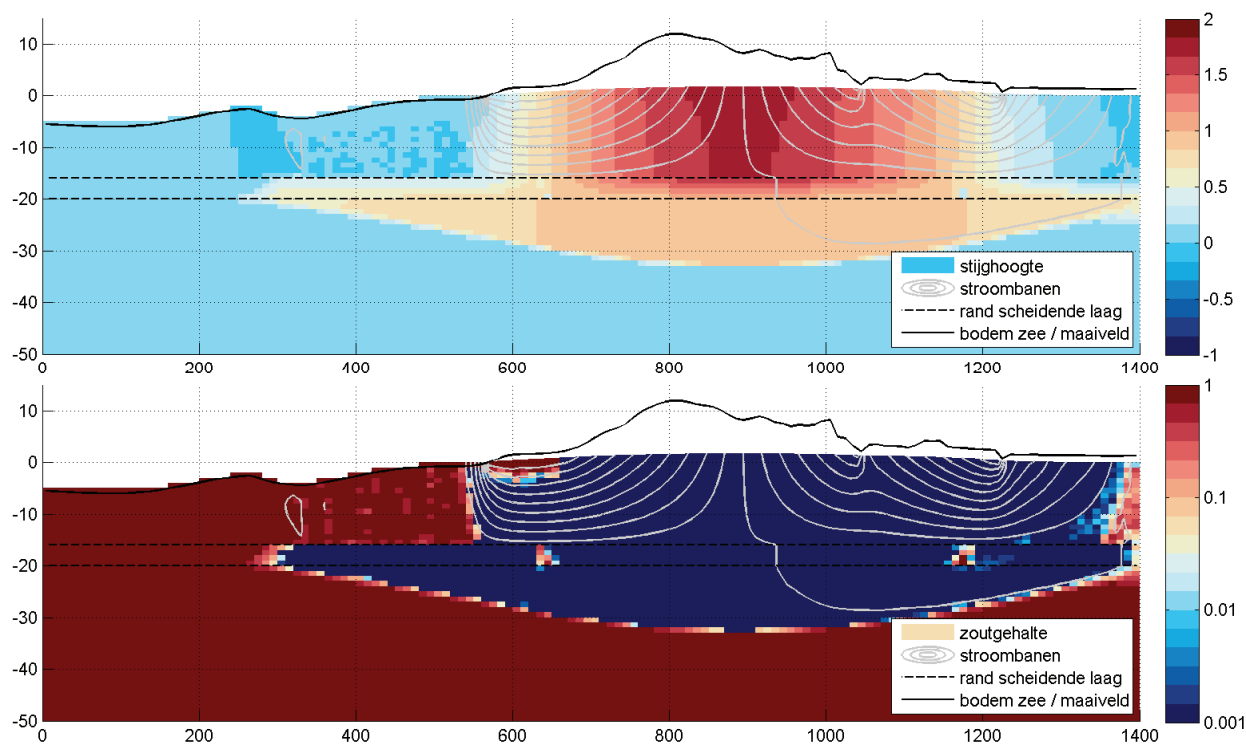


Figuur B9-3: Ontwikkeling van de stijghoogte op de verschillende meetpunten volgens model en volgens metingen in de Noordraai

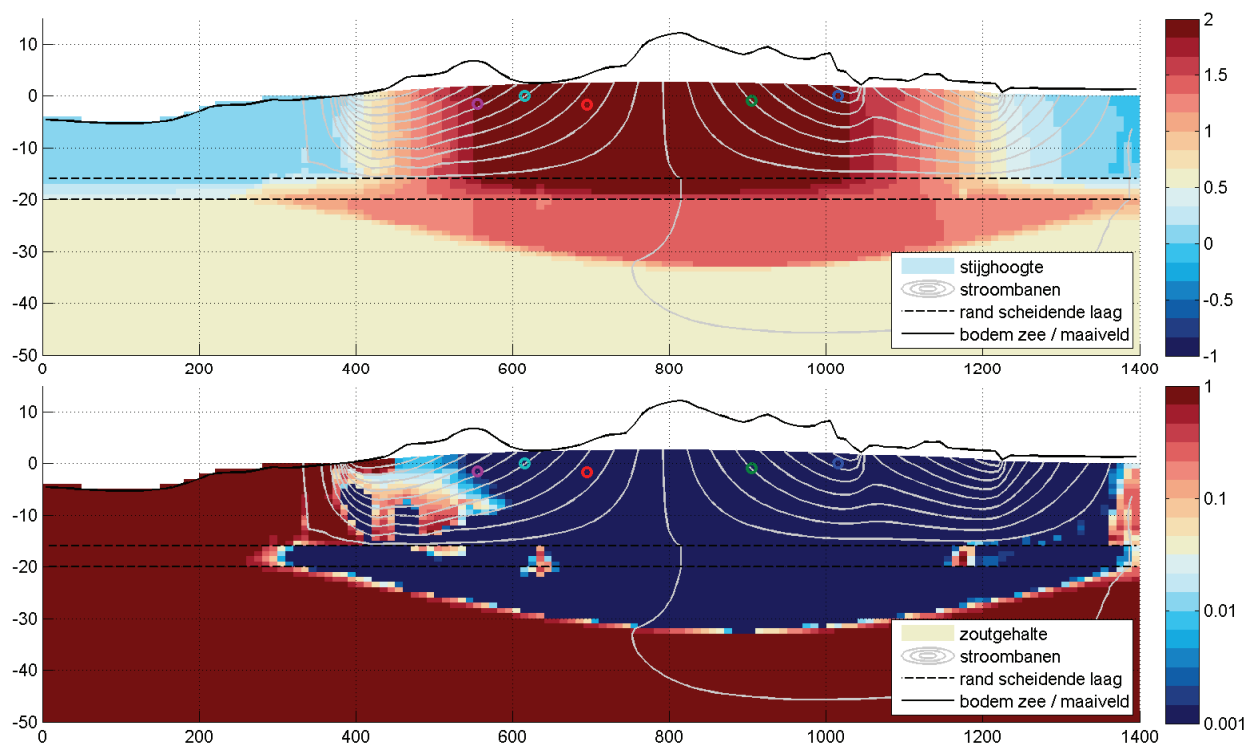
Bijlage 10: Modelresultaten Zuidraai



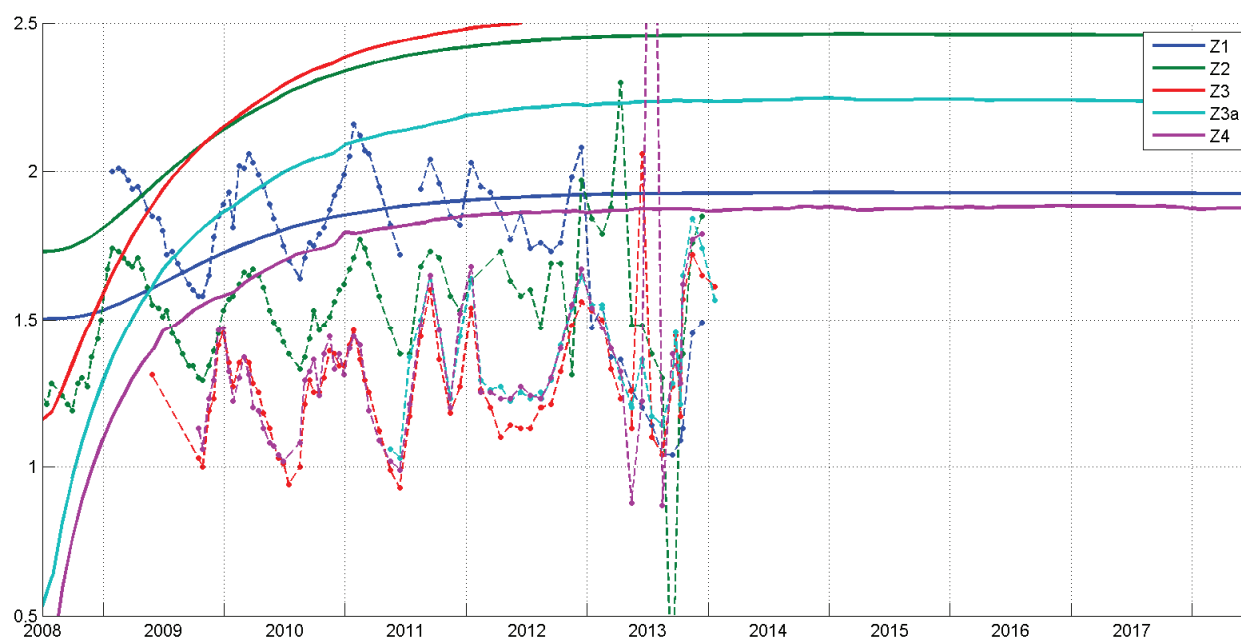
Figuur B10-1: De ontwikkeling van de zoetwaterbel in jaren na de aanleg van Spanjaards Duin (0 is zoet, 1 = zeewater) onder de Zuidraai.



Figuur B10-2: Startsituatie zoet-zout -verdeling Zuidraai



Figuur B10-3: Situatie na 10 jaar na aanleg Spanjaards Duin van de zoet-zout-verdeling in de Zuidraai



Figuur B10-4: Ontwikkeling van de stijghoogte op de verschillende meetpunten volgens model en volgens metingen in Zuidraai

Bijlage 11: Waargenomen plantensoorten

Akkerdistel - Cirsium arvense

Akkerdistel is een pionier en echte cultuurvolger en te vinden door geheel Nederland, met name op zandige, (matig) voedselrijke gronden. In de duinen een indicatie voor verstuiwing en mineralisatie van kalkrijk zand. Er werden drie planten van gevonden.

Bezemkruid - Senecio inaequidens

Bezemkruid komt oorspronkelijk uit Zuid-Afrika en heeft zich begin twintigste eeuw Nederland gevestigd. Pionierssoort die vooral bekend is van wegbermen in het najaar. De soort is met name in het noordelijk en het zuidelijk deel van het Spanjaards Duin veel aangetroffen.

Biestarwegras - Elytrigia juncea subsp. boreoatlantica

Biestarwegras is in het Spanjaards Duin vooral vastgesteld tussen de aanplant van helm en dan ook nog eens vrij sterk geconcentreerd in de randzone het dichtst bij de zee. Door de helmaanplant zijn de opgeworpen duintjes vastgelegd. Het jonge helm is geplant in een vrij open structuur en dat biedt genoeg kansen voor biestarwegras om zich in deze fase te vestigen.

Bijvoet - Artemisia vulgaris

Bijvoet is een pionier die door de wind verspreid wordt. De soort houdt van zandige bodems en is zeer algemeen door heel Nederland. Er is één plant van gevonden. Een algemene soort die voor kan komen in een breed spectrum aan biotopen, voornamelijk voedselrijke standplaatsen. In het gebied werden er op twee locaties in totaal negen exemplaren aangetroffen aan de rand van ingeplante helmduinen.

Blauwe zeedistel - Eryngium maritimum

Deze opvallend pioniersplant van de kuststreek kan goed tegen droge en winderige omstandigheden en is vaak tussen het helm te vinden. De soort is kalkminnend en houdt van iets voedselrijkere omstandigheden. De soort staat als kwetsbaar op de Rode Lijst en is ook beschermd onder de Flora- en Faunawet (tabel 2).

Canadese fijnstraal - Conyza canadensis

Pionier van braakliggende, zandige bodems die in de zeventiende eeuw in Europa is ingevoerd en zeer algemeen is. In het zuidelijke deel van het Spanjaards Duin werden drie exemplaren aangetroffen.

Driebloemige nachtschade - Solanum triflorum

Oorspronkelijk komt de plant uit Noord-Amerika en vermoedelijk begin twintigste eeuw in Nederland aangevoerd. Een pionierssoort van matige voedselrijke, droge en zandige grond. Prefereert stikstofrijke, kalkhoudende grond. Kent in Nederland vooral een sterke verspreiding in het Hollandse kustgebied. Er zijn 16 exemplaren verspreid over het Spanjaards Duin waargenomen.

Duindoorn - Hippophae rhamnoides

Een typische struik van het duingebied die het goed doet op kalkhoudende zandige, humusarme gronden. En vormt van structuur in het open duin. Kan echter in een later successiestadium sterk gaan overheersen. Verspreid zich gemakkelijk via vogels die de bessen eten en weer uitpoepen. De vele jongen planten komen verspreid door het gebied voor, sterk gerelateerd aan de met helm vastgelegde duintjes.

Duinkruid - Jacobaea vulgaris subsp. dunensis

Pionierssoort die voorkomt op kalkhoudende, matig voedselrijke bodems in de duinen. Op twee locaties gevonden in de duintjes tussen de helmaanplant.

Duinriet - Calamagrostis epigejos

Een grassoort van de duinen die door uitgebreide wortelstokken snel grote oppervlakten kan koloniseren, vooral onder invloed van stikstofdepositie. Dan kan duinriet sterk dominant worden en de vegetatie flink overwoekeren. In het Spanjaards Duin is op één locatie een plukje duinriet aangetroffen.

Duinzwenkgras - Festuca arenaria

Duinzwenkgras is vooral te vinden in de duintjes met aangeplante helm ten zuiden van de noordelijke strandovergang. Ook op enkele andere plekken heeft de soort zich gevestigd. Duinzwenkgras is vooral een indicator van matige overstuiving.

Gekroesde melkdistel - Sonchus asper

Een pionierssoort van voedselrijke, vochtige bodems die aan de kust te vinden is in de vloedmerk. In het Spanjaards Duin werden in het noordelijke deel enkele exemplaren aangetroffen tussen de aangeplante helm.

Gewone hoornbloem - Cerastium fontanum

Gewone hoornbloem is een zeer algemene soort en komt voor op open, zonnige en grazige plaatsen. Zowel in bemeste weiden, alsook in duinvalleien. Er werd één exemplaar aangetroffen in het noordelijk deel van het Spanjaards Duin.

Grote teunisbloem - Oenothera glazioviana

Grote teunisbloem is een soort van droge, (matig) voedselarme omstandigheden om een klakhoudende zandige grond, zowel in de duinen als op ruderaal terreinen. Er zijn drie exemplaren van aangetroffen.

Grote zandkool - Diplotaxis tenuifolia

Pioniersplant van zandige, kalkhoudende grond. Zowel in zeeduinen als op ruderaal terreinen algemeen. De soort is vooral in klein aantal redelijk geconcentreerd aangetroffen op de duinrichttjes in het midden van het gebied.

Haagwinde - Convolvulus sepium

Haagwinde is op één locatie in het Spanjaards Duin aangetroffen. Het is een algemene ruigteplant van matig voedselrijke grond in Nederland.

Helm - Ammophila arenaria

Helm is op flinke delen van het Spanjaards Duin aangeplant om de opgeworpen duintjes vast te leggen. Naar schatting is zeker 30-40% van het Spanjaards Duin ingeplant met helm. Helm is niet apart als soort gekarteerd omdat helm ingeplant is en zeer algemeen in het gebied te vinden is. Daarnaast komt het voorkomen van helm goed naar voren uit de vegetatiekaart

Klein kruiskruid - Senecio vulgaris

Klein kruiskruid komt in de duinen voor in de Helm-associatie en wijst op kalkrijke, relatief voedselrijke omstandigheden en zwakke tot matige overstuiving en komt dan vooral voor in de zeereep in pas vastgelegde duintjes. In zulke omstandigheden werden drie exemplaren in het zuidelijk deel van het Spanjaards Duin aangetroffen.

Kleine leeuwentand - Leontodon saxatilis

De soort kan zowel op duinhellingen, in duingraslanden als in duinvalleien voorkomen. Op kalkrijke bodems vaak beperkt tot vochtigere standplaatsen, of standplaatsen onder invloed van salt-spray. In het zuidelijk deel van het Spanjaards Duin zijn enkele planten aangetroffen net achter de zeereep.

Kleverige kruiskruid - Senecio viscosus

Pioniersplant van zandige grond. Zowel in zeeduinen als op ruderaire terreinen vrij algemeen. Op één locatie in het midden van het Spanjaards Duin werden een vijftal exemplaren aangetroffen.

Kromhals - Anchusa arvensis

Vrij algemene plant die overal in Nederland kan voorkomen, maar vooral een sterke verspreiding kent in de duinen. Daar dan vooral in de vloedmerk, langs paden of andere ruderaire plaatsen. In het Spanjaards Duin werd één exemplaar aangetroffen.

Kruipwilg - Salix repens

In de duinen komt kruipwilg voor in relatief droge tot natte biotopen, bij voorkeur op een kalkrijke standplaats. De soort kan zich snel vestigen en lang stand houden. Komt vaak ook voor in duinvalleien, waar de soort met maaibeheer in toom gehouden kan worden. Er zijn twee exemplaren aan de rand van de laagte in het noorden van Spanjaards Duin aangetroffen.

Krulzuring - Rumex crispus

Een landelijk algemene soort van open plekken, graslanden en ruigten. Staat op voedselrijke plaatsen en in het kustgebied vooral op de vloedmerk. In het gebied werd in het noordelijk deel één exemplaar gevonden.

Muurpeper - Sedum acre

Deze pionierssoort staat op erg droge standplaatsen, in de duinen vooral in stuifduinen. Daar heeft de soort de voorkeur voor de kalkrijke, relatief voedselrijkere stukken. De soort is op twee locaties gevonden in de duintjes tussen de helmaanplant in het noorden van het Spanjaards Duin.

Reukloze kamille - Tripleurospermum maritimum

Reukloze kamille staat bij voorkeur op relatief vochtige, zilte tot brakke, voedselrijke grond, bijvoorbeeld de vloedmerk in de zeereep. Er is één exemplaar aangetroffen in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied.

Rode klaver - Trifolium pratense

Een zeer algemene soort in Nederland dat in een breed spectrum aan graslandbiotopen voorkomt. Van eenvormige bemeste graslanden tot soortenrijke matig voedselrijke graslanden. De soort bindt stikstof uit de lucht en werd om die reden vroeger ook als groenbemester gebruikt. In het gebied is er één exemplaar van aangetroffen.

Rood guichelheil - Anagallis arvensis subsp. Arvensis

Soort van matig voedselrijke, kalkrijke grond. In het noorden van het Spanjaards Duin werden drie exemplaren gevonden.

Vertakt schaafstro - Equisetum x moorei

De bastaard van schaafstro (*E. hyemale*) met vertakte paardenstaart (*E. ramosissimum*). Deze bastaard komt veel in de Hollandse duinen voor. Het is een soort van kalkrijke standplaatsen. Er zijn zeven exemplaren aangetroffen in het midden van het gebied.

Smal vlieszaad - Corispermum intermedium

Een soort van vrij droge, voedselarme (maar wel stikstofhoudende), kalkrijke grond. Opgespoten zandige terreinen weet de soort snel te vinden. Er werden in totaal 18 exemplaren verspreid door het zuidelijk deel van het Spanjaards Duin aangetroffen.

Speerdistel - Cirsium vulgare

Speerdistel is algemeen in Nederland en vestigt zich vooral op voedselrijke grond, waar het relatief veel stikstof nodig heeft. In het gebied is de soort in het zuiden op de vastgelegd duintjes aangetroffen.

Spiesmelde - Atriplex prostrata

Een soort die zich op relatief vochtige, voedselrijke plaatsen vestigt. In de duinen bijvoorbeeld in de vloedmerk. In het midden van het Spanjaards Duin werden in totaal vijf planten gevonden.

Stekend loogkruid - Salsola kali

Stekend loogkruid is een van de meest voorkomende planten in het Spanjaards Duin. Stekend loogkruid is een eenjarige plant die op redelijk droge plaatsen in de zeereep zich snel kan vestigen, daar waar door bijvoorbeeld aanspoelsel net iets meer organisch materiaal aanwezig is. De verspreiding is sterk afnemend van zuidwest naar noordoost toe, wat deels zal komen door de verspreiding via de overheersende windrichting en de ligging tot bronpopulaties.

Veldhondstong - Cynoglossum officinale

Soort van kalkrijke grond op open plaatsen, sterk geconcentreerd in het kustgebied. Komt ook veel voor in de omgeving van het onderzoeksgebied. Desondanks heeft de soort zich vooralsnog vooral weten te vestigen in het noordelijk deel.

Zeemelkdistel - Sonchus arvensis var. Maritimus

Variëteit van de akkermelkdistel (*S. arvensis*) die vooral in de duinen voorkomt. Heeft in de duinen een voorkeur voor relatief open, kalkrijke en (matig) voedselrijke standplaatsen en komt vooral in de zeereep voor. Verspreid door het Spanjaards Duin werden vooral in de vastgelegde duintjes vele exemplaren waargenomen.

Zeepostelein - Honckenya peploides

Zeepostelein komt beperkt voor in het Spanjaards Duin, met name in de uitstuvende laagte in het midden van het gebied. De soort staat als kwetsbaar op de Rode Lijst.

Zeeraket - Cakile maritima

Op helm na is zeeraket de meest algemene plantensoort van het Spanjaards Duin met ruim 400 individuen. De soort komt vooral geconcentreerd voor op de lagere duinrichels met spaarzame helmbepplanting dat alleen in het middendeel staat. Daar bevindt zich een vloedmerk en worden de zaden neergelegd van deze soort. Daarnaast is het kaal en zonnig genoeg om te kiemen. Van daaruit verspreidt de soort zich langzaam over de erachter gelegen stuifvlakte.

Zeewolfsmelk - Euphorbia paralias

Een soort van de zeereep, voelt zich met name thuis tussen de helm. In het Spanjaards Duin met meerdere exemplaren op een tweetal locaties aan de rand van de helmbepplanting aangetroffen.

Zwarte nachtschade - Solanum nigrum subsp. Nigrum

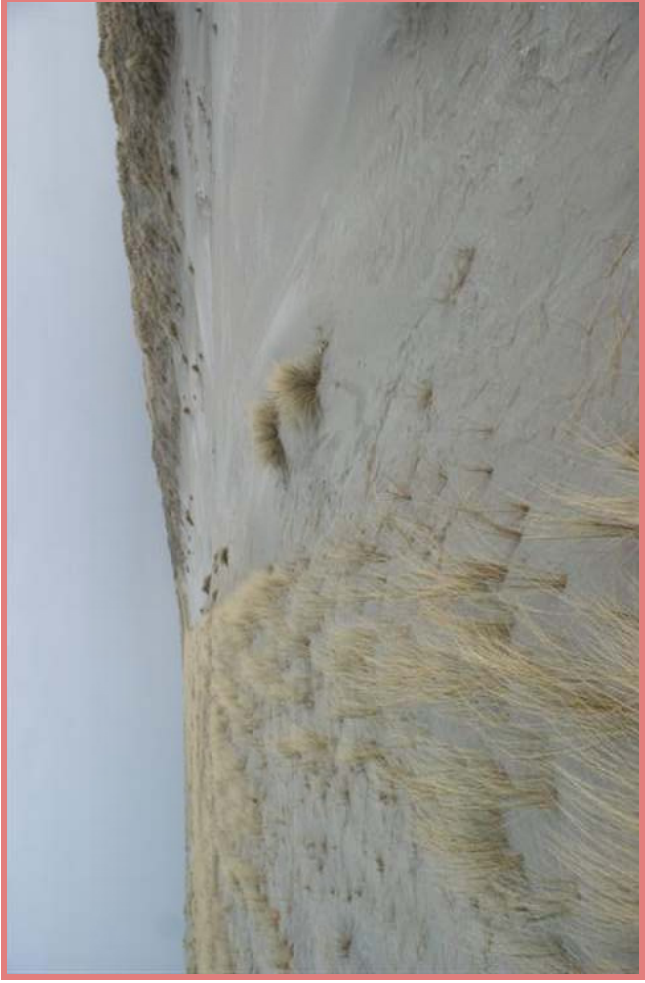
Akkeronkruid van ruderaal plaatsen met een (zeer) voedselrijke bodem. In het noorden van het Spanjaards Duin werd één exemplaar aangetroffen.

Bijlage 12: Foto opname tijdens opname hoogteprofielen

Tijdens het opnemen van de hoogteprofielen in april en oktober 2013 zijn door Van der Helm verschillende foto's gemaakt.



DWP-35-Noord-1 (op basisduin met strandhuisjes)-apr13



DWP-35-Noord-2 (op basisduin met vallei)-apr13



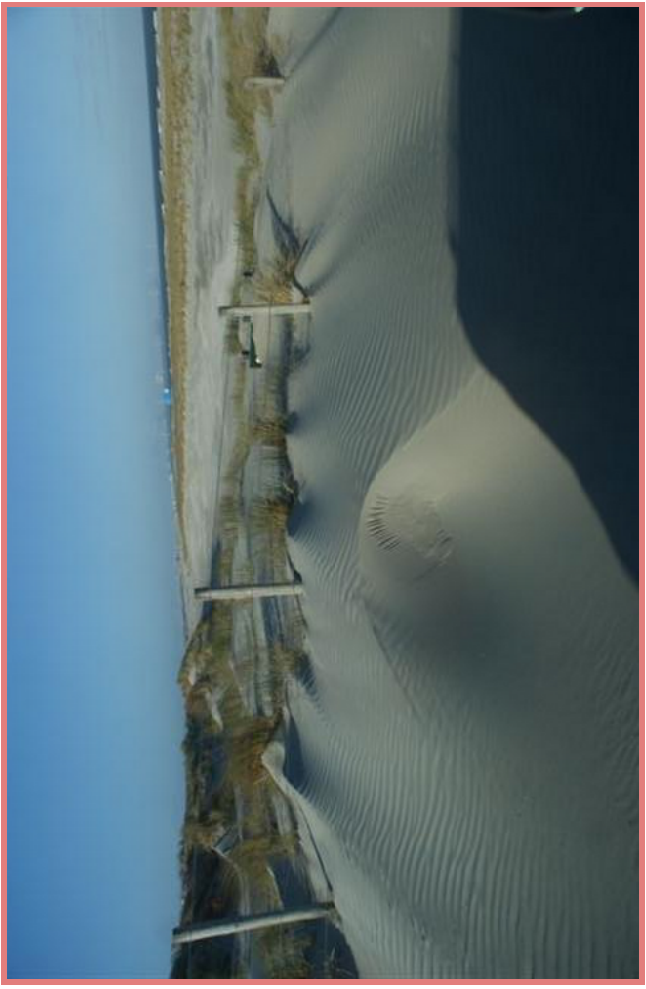
DWP-35-Oost (staande op strandopgang Beukel)-apr13



DWP-35-Zuid-1 (op basisduin met strandhuisjes)-apr13



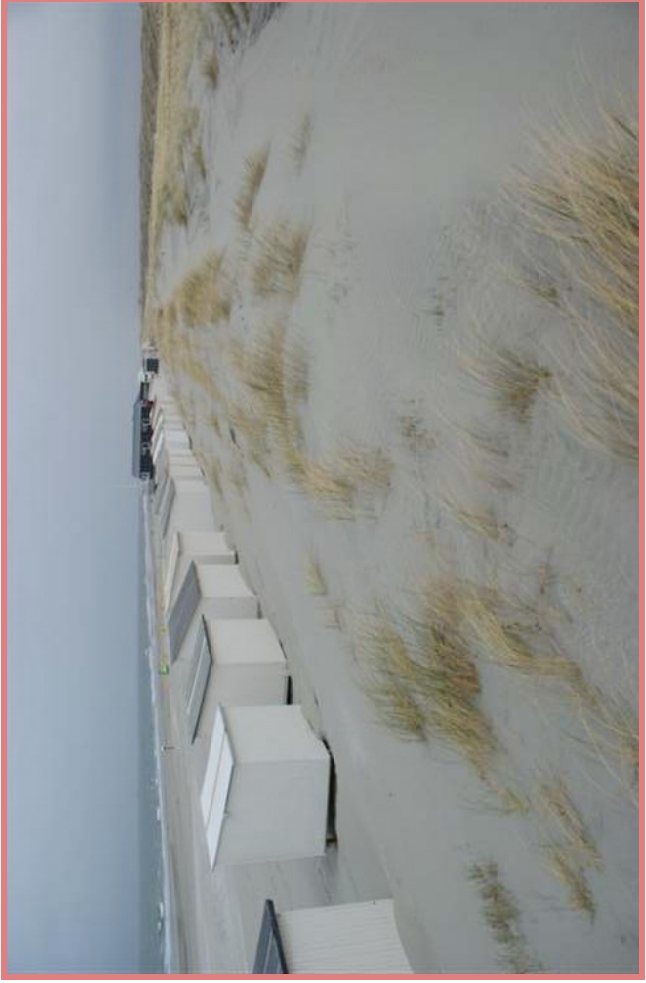
DWP-35-Zuid-2 (op basisduin met vallei)-apr13



DWP-35-Zuid-3 (staande op strandopgang Beukel)-apr13



DWP-55-Noord-1 (op strand met strandhuisjes)-apr13



DWP-55-Noord-2 (op basisduin met strandhuisjes)-apr13



DWP-55-Zuid-1 (achter strandhuisjes, bij basisduin)-apr13



DWP-55-Zuid-2 (op basisduin met strandhuisjes)-apr13



DWP-79-Noord(containers North Sea Surfing)-apr13



DWP-79-Zuid-1 (helmgras op strand)-apr13



DWP-79-Zuid-2 (helmgras op strand)-apr13



DWP-87-Noord-1 (bovenop basisduin tussen 79-87)-apr13



DWP-87-Noord-2 (bovenop basisduin vallei)-apr13



DWP-87-Noord-3 (nieuwe aanplant helmgras+basisduin op achtergrond)-apr13



DWP-87-Oost (op strand + nieuwe aanplant helmgras)-apr13



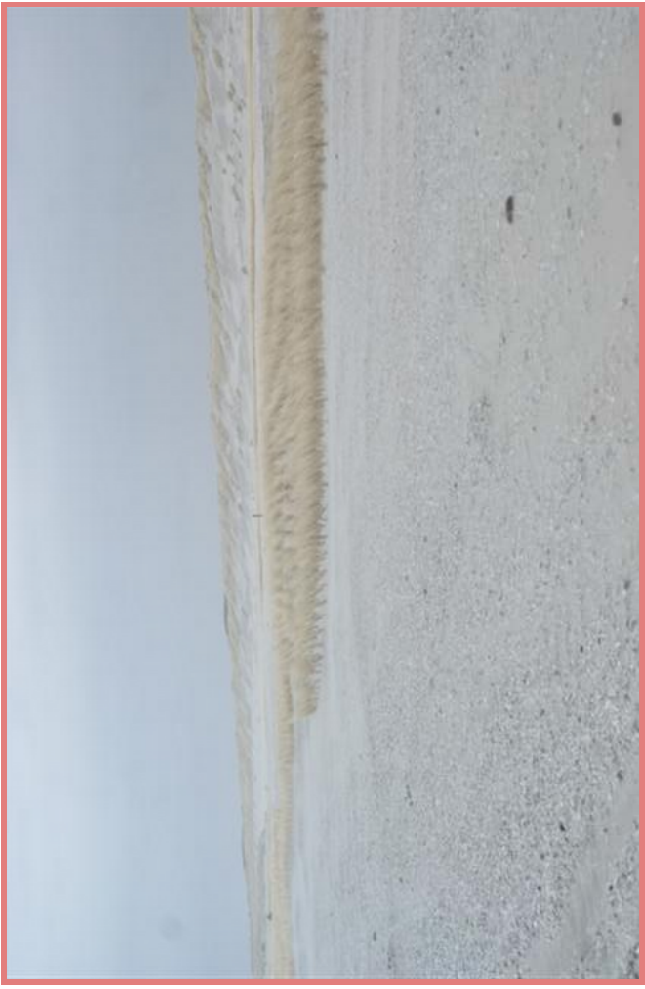
DWP-87-Zuid-1 (op strand + nieuwe aanplant helmgras)-apr13



DWP-87-Zuid-2 (bovenop basisduin+nieuwe aanplant helmgras)-apr13



DWP-87-Zuid-3 (bovenop basisduin+nieuwe aanplant helmgras)-apr13



DWP-119-Noord (op strand+nieuwe aanplant helmgras)-apr13



DWP-119-Zuid (strand+nieuwe aanplant helmgras)-apr13



DWP-143-Noord-1 (strandtent De Pit)-apr13



DWP-143-Noord-2 (achter strandtent De Pit)-apr13



DWP-143-Noord-3 (achter strandtent De Pit)-apr



DWP-143-Oost (op strand-strandtent De Pit)-apr13



DWP-143-Zuid (strandhuisjes+reddingsbrigade op achtergrond)-apr13



DWP-159-Noord-1 (strandtenten naast strandopgang
Vlugtenburg)-apr13



DWP-159-Noord-2 (strandtenten naast strandopgang
Vlugtenburg)-apr13



DWP-159-Noord-3 (bovenop basisduin)-apr13



DWP-159-Zuid-1 (nieuwe strandtent)-apr13



DWP-159-Zuid-2 (bovenop basisduin-zicht nieuwe aanplant)-apr13



DWP-191-Noord (nieuwe strandtent)-apr13



DWP-191-Zuid (strand)-apr13

Bijlage 13: Flora en Fauna opname 2013 door stichting Duinbehoud

Onderwerp	Waarde voor alle waarnemingen
Telonderwerp	levend exemplaar
x-centrum	68795
y-centrum	447058
x-grootte	2335
y-grootte	2657
lat	5.20052E+11
long	4.1317E+11
afkorting status	status
soortexpert	beoordeeld door soortexpert
automatisch	automatisch gevalideerd
te beoordelen	te beoordelen

status	nederlandse naam	wetenschappelijke naam	datum	aantal	stadium	seks	activiteit	determinatie	opmerkingen
automatisch	Zwarte Kraai	Corvus corone	10/12/2013	2	onbepaald	onbepaald	pleisterend	gezien	
automatisch	Kokmeeuw	Larus ridibundus	10/12/2013	~10	onbepaald	onbepaald	zie opmerking	gezien	inde plas
automatisch	Stormmeeuw	Larus canus	10/12/2013	2+	onbepaald	onbepaald	zie opmerking	gezien	badend en drinkend
automatisch	Zilvermeeuw	Larus argentatus	10/12/2013	100+	onbepaald	onbepaald	zie opmerking	gezien	badend en drinkend in de plassen
automatisch	Grote Mantelmeeuw	Larus marinus	10/12/2013	~10	onbepaald	onbepaald	zie opmerking	gezien	badend en drinkend in de plassen
te beoordelen	Bontbekplevier	Charadrius hiaticula	10/12/2013	36	adult	onbepaald	pleisterend	gezien	Noord
te beoordelen	Sneeuwgor	Plectrophenax nivalis	21/11/2013	1	adult	man	foeragerend	gezien	
te beoordelen	Bontbekplevier	Charadrius hiaticula	21/11/2013	16	adult	onbepaald	pleisterend	gezien	
automatisch	Zwarte Kraai	Corvus corone	15/11/2013	3	adult	onbepaald	zie opmerking	gezien	drinkend, er staat nu water
te beoordelen	Sneeuwgor	Plectrophenax nivalis	15/11/2013	1	onbepaald	onbepaald	foeragerend	gezien	
te beoordelen	Bontbekplevier	Charadrius hiaticula	15/11/2013	31	adult	onbepaald	pleisterend	gezien	
te beoordelen	Bontbekplevier	Charadrius hiaticula	07/11/2013	33	adult	onbepaald	pleisterend	gezien	
te beoordelen	Sneeuwgor	Plectrophenax nivalis	07/11/2013	6	adult	onbepaald	foeragerend	gezien	
automatisch	Zilvermeeuw	Larus argentatus	07/11/2013	3	onbepaald	onbepaald	pleisterend	gezien	
automatisch	Vos	Vulpes vulpes	07/11/2013	1	adult	onbepaald	foeragerend	zie opmerking	sporen, en keutels
automatisch	Konijn	Oryctolagus cuniculus	07/11/2013	10+	adult	onbepaald	zie opmerking	zie opmerking	sporen, graverij ,en latrines
automatisch	Haas	Lepus europaeus	07/11/2013	1	adult	onbepaald	rustend	gezien	
te beoordelen	Duinfranjehoed	Psathyrella ammophila	07/11/2013	10+	onbepaald	onbepaald		gezien	
te beoordelen	Duinveldridderzwam	Melanoleuca cinereifolia	07/11/2013	10+	onbepaald	onbepaald		gezien	
te beoordelen	Duinstinkzwam	Phallus hadriani	07/11/2013	1	onbepaald	onbepaald		gezien	
automatisch	Zwarte Kraai	Corvus corone	24/10/2013	1	onbepaald	onbepaald	foeragerend	gezien	
te beoordelen	Bontbekplevier	Charadrius hiaticula	24/10/2013	36	adult	onbepaald	pleisterend	gezien	
automatisch	Kneu	Carduelis cannabina	24/10/2013	6	adult	onbepaald	pleisterend	gezien	
automatisch	Rietgor	Emberiza schoeniclus	24/10/2013	2	adult	onbepaald	pleisterend	gezien	
te beoordelen	Duinfranjehoed	Psathyrella ammophila	16/10/2013	4	onbepaald	onbepaald		gezien	zuid rechtstraat
te beoordelen	Duinveldridderzwam	Melanoleuca cinereifolia	16/10/2013	1	onbepaald	onbepaald		gezien	zuid rechtstraat
automatisch	Blauwe zeedistel	Eryngium maritimum	16/10/2013	1	onbepaald	onbepaald		gezien	zuid rechtstraat
automatisch	Zeewolfsmelk	Euphorbia paralias	16/10/2013	1	onbepaald	onbepaald		gezien	zuid rechtstraat
automatisch	Rugstreeppad	Bufo calamita	16/10/2013	1	subadult	onbepaald	zie opmerking	gezien	onder steen zuid rechtstraat
automatisch	Graspieper	Anthus pratensis	16/10/2013	2	onbepaald	onbepaald	pleisterend	gezien	zuid rechtstraat

[illegible]