

Project Noordwestkern

Nulmetingen wind en zout
Serie 1, 2009-2010



Project Noordwestkern

**Nulmetingen wind en zout
Serie 1, 2009-2010**

ARENS BSDO
RAPPORTNUMMER RAP2010.07
In opdracht van nv PWN
september 2010

VOORWOORD

Deze rapportage doet verslag van de nulmetingen die in het kader van het project Noordwestkern worden uitgevoerd. Veldmetingen vereisen altijd heel wat organisatorische inspanning waarbij de hulp van velen wordt ingeroepen. Voor dit project is het niet anders. Zonder de tomeloze inzet van Ina Roels, boswachter PWN, zouden deze nulmetingen niet uitgevoerd kunnen worden. Zij heeft een heel leger van vrijwilligers bereid gevonden bij te dragen aan het wisselen van potjes en ook deels het uitvoeren van de geleidbaarheidsmetingen. In alfabetische volgorde zijn dat geweest: Antonia Granneman, Bert Hartoch, Nico Jonker, Jan Koster, Jan Oosterveen, Ellen Roosloot, Irma Schoonderwoerd, Henk Telder en Coen Verstand. Doni Planken, student aan de Universiteit, heeft in het kader van haar bachelors thesis een groot deel van de geleidbaarheidsanalyses uitgevoerd. Rienk SLings en Pieter Stuyfzand hebben meegedacht bij de opzet van de zoutmetingen. De leden van het Greenteam stonden steeds paraat om hekjes om opstellingen te plaatsen of andere hand en span diensten te verlenen. Tot slot was het hele onderzoek niet mogelijk geweest zonder de subsidies die Leon Terlouw uit alle hoeken en gaten te voorschijn weet te toveren. Hem wil ik ook bedanken voor de eer om met deze metingen aan de slag te gaan. Veldmeten is leuk, maar het gepuzzel met de data om er zoveel mogelijk uit te halen is nog altijd het leukst!

Bas Arens

Amsterdam, 1 oktober 2010

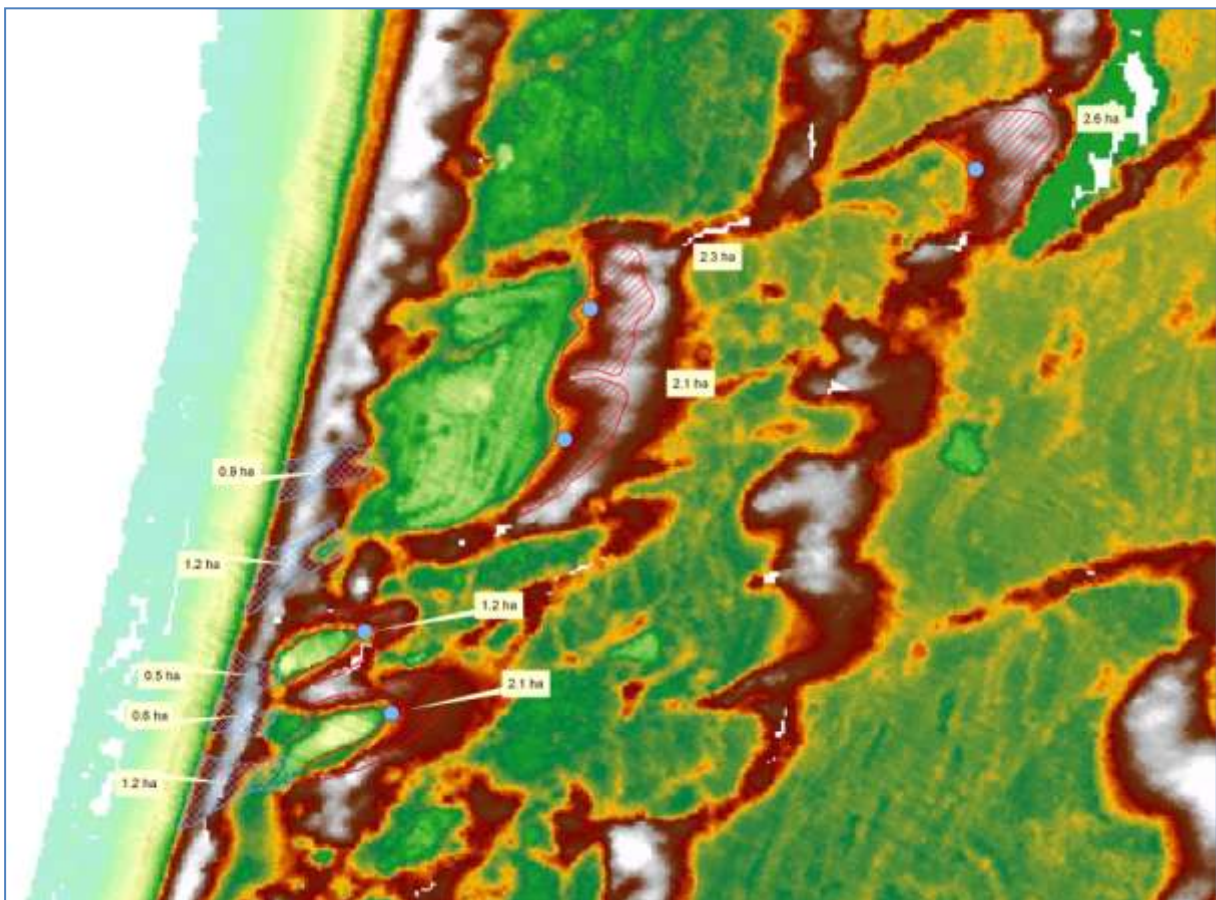
INHOUD

VOORWOORD	III
INHOUD	V
1 INLEIDING	1
1.1 Doel van de metingen	2
2 OPZET MEETPROGRAMMA NULMETINGEN	3
2.1 Windmetingen	3
2.2 Zoutmetingen	3
3 INGEWONNEN DATA WIND	5
4 INGEWONNEN DATA ZOUT	13
5 PLANNING VERVOLG	15
6 CONCLUSIES	17
7 LITERATUUR	19
BIJLAGE 1. WINDGEGEVENS VIA INTERNET	B1.1
BIJLAGE 2. SCHAAL VAN BEAUFORT (KNMI)	B2.1
BIJLAGE 3. RESULTATEN ZOUTMETINGEN	B3.1

1 INLEIDING

Het project “Realiseren Noordwest Natuurkern” is onderdeel van het Beheer- en Inrichtingsplan van het Nationaal Park Zuid-Kennemerland (NPZK). Het project betreft het maken van vijf sleuven in de zeereep tussen Bloemendaal aan Zee en IJmuiden, ter hoogte van strandslag Kattendel en het reactiveren van enkele parabolen. Doel is door middel van deze ingreep de dynamiek in het duingebied te vergroten en zo de voortschrijdende successie een halt toe te roepen. Naar verwachting zal de ingreep eind 2011 uitgevoerd gaan worden.

Een gesloten zeereep houdt niet alleen zand tegen, maar ook wind en zoutspray. Daardoor heeft een gesloten zeereep invloed op de geomorfologische en ecologische ontwikkeling van de achterliggende duinen. Een open, gekerfde zeereep biedt vensters waardoor zand, zout en wind doorgang vinden naar het achterliggende duin en bijdragen aan een meer dynamische ontwikkeling, en een minder snelle vegetatiesuccessie.



Figuur 1.1. Overzicht ingrepen

Het is de verwachting dat de parabolen direct achter de kerven zullen profiteren van een grotere invloed van wind, zand en zout vanuit de zeereep. De parabool van het Houtglop zal aan de zuidkant hier meer profijt van hebben dan aan de noordkant. Het is de vraag of hier een verschillende ontwikkeling gesignaleerd zal worden. Daarnaast is het de vraag in hoeverre bij de parabool bij het Cremermeer, gelegen achter de Houtglop, een effect waarneembaar zal zijn.

De effecten van de ingreep zullen gemonitord gaan worden. Om de uiteindelijke effecten te kunnen vast stellen is het daarom noodzakelijk vóór de ingreep referentiemetingen uit te voeren, de

zogenaamde nulmetingen. Gezien de start van de ingreep in 2011 is het mogelijk om gedurende twee stormseizoenen nulmetingen uit te voeren. Hiermee is in oktober 2009 een begin gemaakt. In deze rapportage wordt verslag gelegd van de eerste serie nulmetingen van oktober 2009 tot september 2010.

1.1 Doel van de metingen

Vaststellen of bij aanwezigheid van grote kerven in de zeereep de invloed van zand, zout en wind op het achterliggende landschap toeneemt.

2 OPZET MEETPROGRAMMA NULMETINGEN

Om de effecten van de ingrepen te kunnen bepalen moeten verschillende metingen uitgevoerd worden vóór de ingreep. Het betreft wind en zout. Andere relevante factoren die gaan veranderen, zandtransport, reliëf, vegetatie moeten onmiddellijk na de ingreep worden opgenomen.

Wind en zout zijn parameters met een extreme ruimtelijke en temporele variatie. Beide kennen een gradiënt: zowel wind- als zoutbelasting zijn aan de kust het hoogste en nemen landwaarts af. Willen veranderingen in wind en zout als gevolg van de ingreep aangetoond kunnen worden, dan zal zowel de temporele als de ruimtelijke variatie bepaald moeten worden. Het is daarom van belang dat over een langere periode vóór de ingreep deze factoren gemeten worden. Alleen dan ontstaat voldoende inzicht in de variatie. Daarom is een eerste serie metingen gestart met het stormseizoen van 2009/2010. Een tweede serie zal volgen tijdens het stormseizoen 2010/2011. Mocht de ingreep later gaan plaatsvinden dan in 2011, dan kan overwogen worden, afhankelijk van de dan ingewonnen data, om nog een stormseizoen door te meten.

2.1 Windmetingen

De windsnelheid is afhankelijk van de positie ten opzichte van de kust en de positie in het terrein. In valleien en onderaan hellingen is de windsnelheid over het algemeen lager dan op loefhellingen en toppen. De windsnelheid wordt gemeten op vijf plaatsen in het duingebied.

Er wordt gebruik gemaakt van elektronische meetapparatuur. De windsnelheid wordt gemeten met een cupanemometer, de windrichting met een potentiometrische vaan. Iedere 5 seconden wordt een meting gedaan, iedere 10 minuten wordt van deze metingen gemiddelde, minimum, maximum en standaardafwijking berekend. Deze gegevens worden opgeslagen in een datalogger. De instrumenten worden per mast uitgelezen door een datalogger, die via GSM dagelijks op afstand wordt uitgelezen. De gegevens zijn te bekijken en te downloaden via een website (zie Bijlage 1).

De masten zijn als volgt geplaatst:

- In Kattendel zijn twee masten geplaatst, één aan de onderkant van de loefhelling en één aan de bovenkant.
- In Houtglop-zuid zijn twee masten geplaatst, één aan de onderkant van de loefhelling en één aan de bovenkant.
- In Houtglop-noord is een mast geplaatst, aan de onderkant van de loefhelling. Deze mast zal een variabele positie hebben.

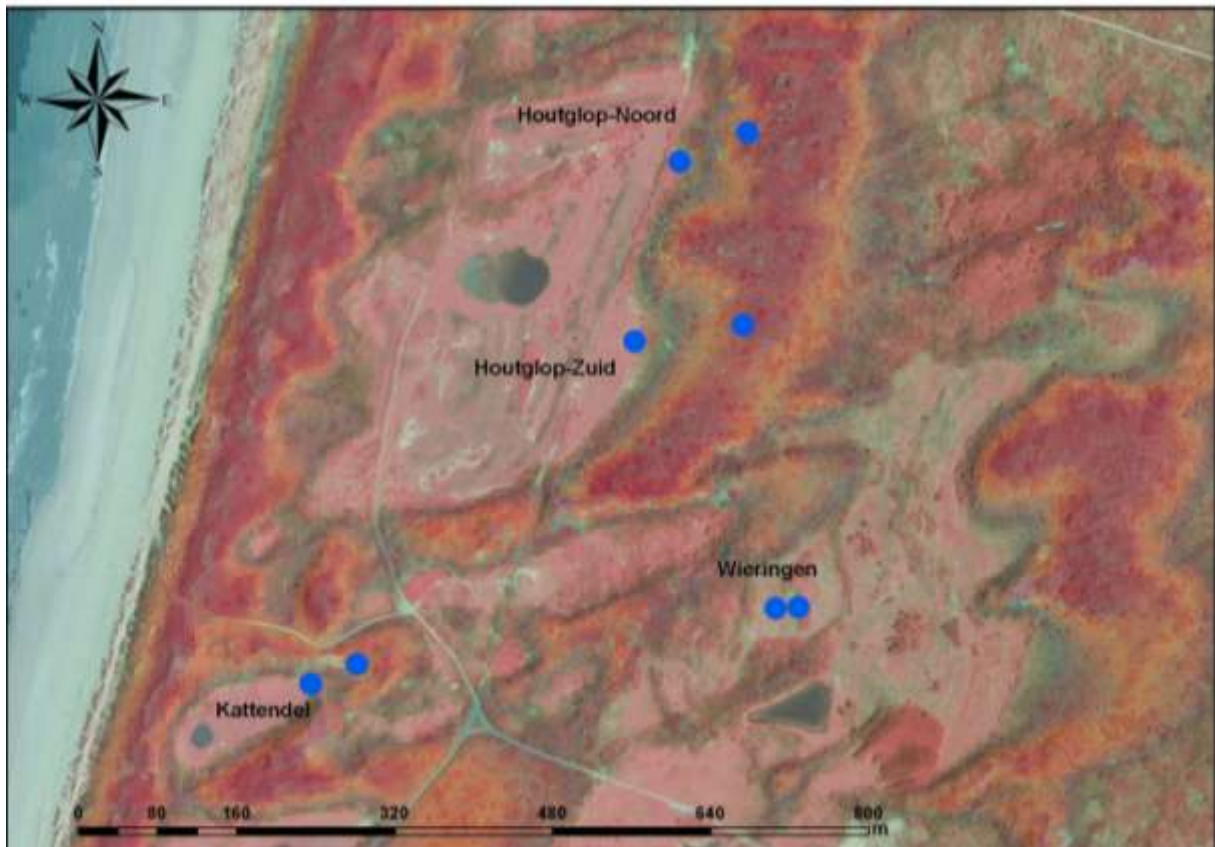
Aangezien de windsnelheid ook nog eens met de hoogte varieert, dicht bij het oppervlak is de snelheid het laagste, wordt in iedere mast op drie hoogtes gemeten, namelijk op 0.5, 1.0 en 2.0m hoogte. Op 2.0m wordt ook de windrichting bepaald. Hiermee wordt ook de gradiënt in windsnelheid ten opzichte van het oppervlak bepaald. Mochten er in de gradiënt veranderingen optreden als gevolg van de ingreep dan kan dit vastgesteld worden.

2.2 Zoutmetingen

Salt spray heeft als stress factor effect op de successie van de vegetatie. In kalkarme situaties is het effect groter dan in kalkrijke situaties. Salt spray is sterk afhankelijk van stormen en optredende branding. De grootste input ontstaat tijdens stormen uit westelijke richtingen. Er bestaat tevens een belangrijke kustdwarse gradiënt. Op het strand en zeereep is de salt spray het grootste, naar het binnenland toe neemt de hoeveelheid sterk af. De temporele variatie groot, daarom moeten de nulmetingen zo lang mogelijk uitgevoerd worden.

Salt spray wordt gemeten door het in te vangen met simpele vangers. Deze techniek is eerder toegepast (Marchand et al., 1999; Verdam, 2001) op verschillende locaties. Mits zorgvuldig uitgevoerd levert de techniek inzicht in de totale salt spray per periode (week). Op verschillende locaties (Figuur 2.1) zijn potjes geïnstalleerd met daarin een staafje met kaasdoek (zie voor beschrijving techniek Verdam et al., 20010). Deze potjes worden wekelijks gewisseld, waarna de inhoud naar een standaardhoeveelheid wordt verdund en hier de elektrische geleidbaarheid van wordt gemeten. De metingen geven inzicht in de hoeveelheid zoutspray (in natte en droge depositie) die per periode, per locatie wordt ingevangen. In een transect over de zeereep ontstaat bovendien inzicht in de gradiënt in zoutspray met toenemende afstand vanaf de kustlijn.

De locaties van de potjes zijn gekoppeld aan de locaties van de windmeters. Kattendel onder en boven, Houtglop-zuid onder en boven en Houtglop-noord onder zijn gecombineerd met een windmast. De windmast bij Houtglop-noord zal bij de volgende serie metingen bij Wieringen geplaatst worden.



Figuur 2.1. Locaties wind- en zoutmetingen

3 INGEWONNEN DATA WIND

De windmetingen zijn gestart op 21 oktober 2009. Sindsdien worden de windgegevens continu gemeten. Aanvankelijk was de bedoeling de metingen, in verband met een verhoogd risico voor vandalisme, in de zomer te onderbreken, maar uiteindelijk is de hele zomer doorgemeten.

De eerste serie loopt tot 31 augustus 2010. De hoeveelheid stormen in de meetperiode was zeer beperkt. De hoogste windsnelheid is gemeten in mast 1.2 op 18 november 2009 en bedroeg 18.4 m/s. De uurgemiddelde windsnelheid bij de pier van IJmuiden (gegevens KNMI) bedroeg op dat tijdstip 24 m/s, wat overeenkomt met 9 Bft. De wind kwam uit zuidwest. Dit is de enige storm die in de hier beschouwde periode is voorgekomen. Alleen op 14, 22 en 23 november 2009 en 30 augustus 2008 bereikte de windsnelheid een uurgemiddelde snelheid van 20m/s (nog net geen 9Bft, data KNMI).

De windrichtingmeters zijn gericht met behulp van een kompas, wat geen erg nauwkeurige methode is. Bovendien moet rekening gehouden worden met het magnetisch noorden ten opzichte van het kaartnoorden. Daarom zijn met GPS de richtingen ingemeten, en kunnen hiermee correctiefactoren worden bepaald. Deze zijn:

	correctie	mast gericht op
mast 1.1	2.5 °	2.5 °
mast 1.2	-10.5 °	349.5 °
mast 2.1	9.1 °	9.1 °
mast 2.2	4.4 °	4.4 °
mast 3.1	-13.1 °	346.9 °

Tabel 3.1 geeft een voorbeeld van de ingewonnen data voor de bovenste windmeter in Mast 1.1. Per 10 minuten wordt dus opgeslagen:

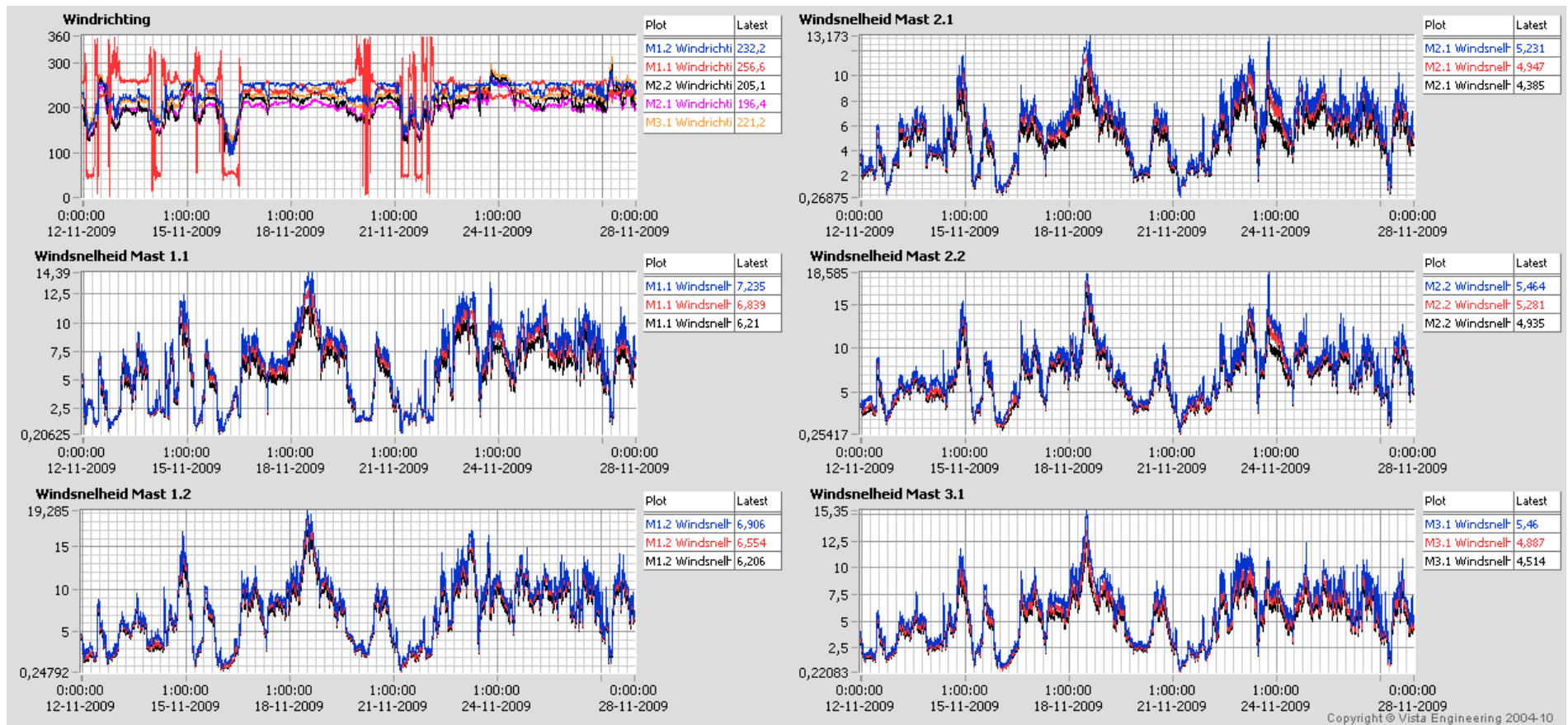
- Windrichting, gemiddelde 5
- Windrichting, standaardafwijking 5
- Windsnelheid, gemiddelde 15
- Windsnelheid, maximum 15
- Windsnelheid, minimum 15
- Windsnelheid, standaard 15

Iedere 10 minuten worden dus behalve de time-stamp 70 getallen opgeslagen.

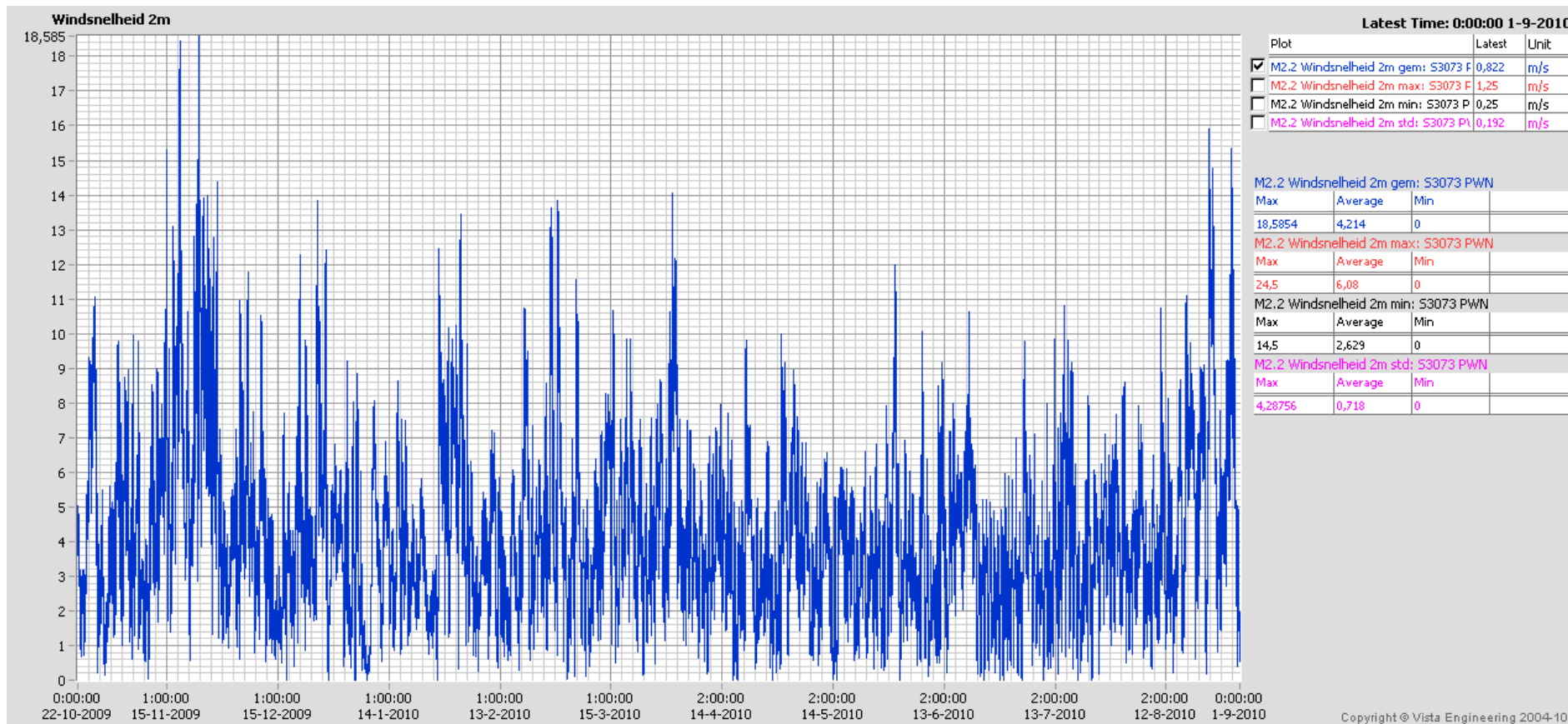
Tabel 3.1. Voorbeeld van ingewonnen data

Time	M1.1 Windrichting 2m gem: S3072 PWN (degrees)	M1.1 Windrichting 2m std: S3072 PWN (degrees)	M1.1 Windsnelheid 2m gem: S3072 PWN (m/s)	M1.1 Windsnelheid 2m max: S3072 PWN (m/s)	M1.1 Windsnelheid 2m min: S3072 PWN (m/s)	M1.1 Windsnelheid 2m std: S3072 PWN (m/s)
21-10-2009 11:20	47.7646	18.4204	3.9875	7	1.5	0.880252
21-10-2009 11:30	48.7099	23.7104	3.71951	5.5	0	1.01392
21-10-2009 11:40	61.4184	13.3721	4.03542	6	2.5	0.80964
21-10-2009 11:50	56.229	15.9252	3.94375	6.25	2	0.668068
21-10-2009 12:00	56.2919	20.2153	3.98542	6.5	1.75	0.876365
21-10-2009 12:10	46.911	22.0926	3.58542	5.5	1.75	0.851772
21-10-2009 12:20	51.5778	16.3678	3.59375	5.25	2	0.669314

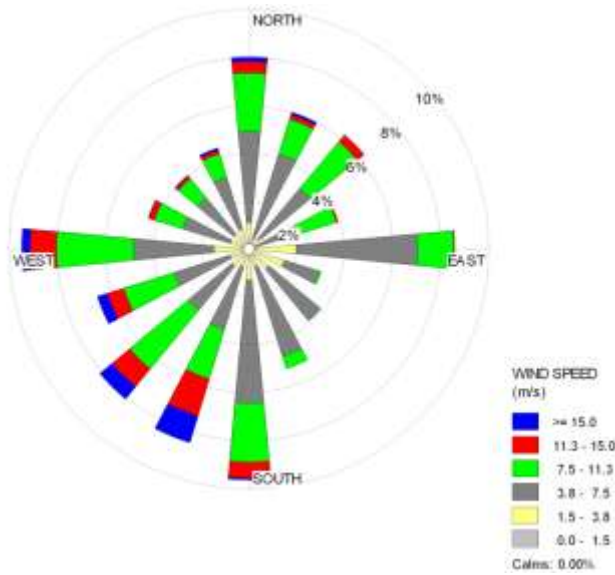
Hieronder zijn in een aantal figuren voorbeelden gegeven van de verschillende metingen.



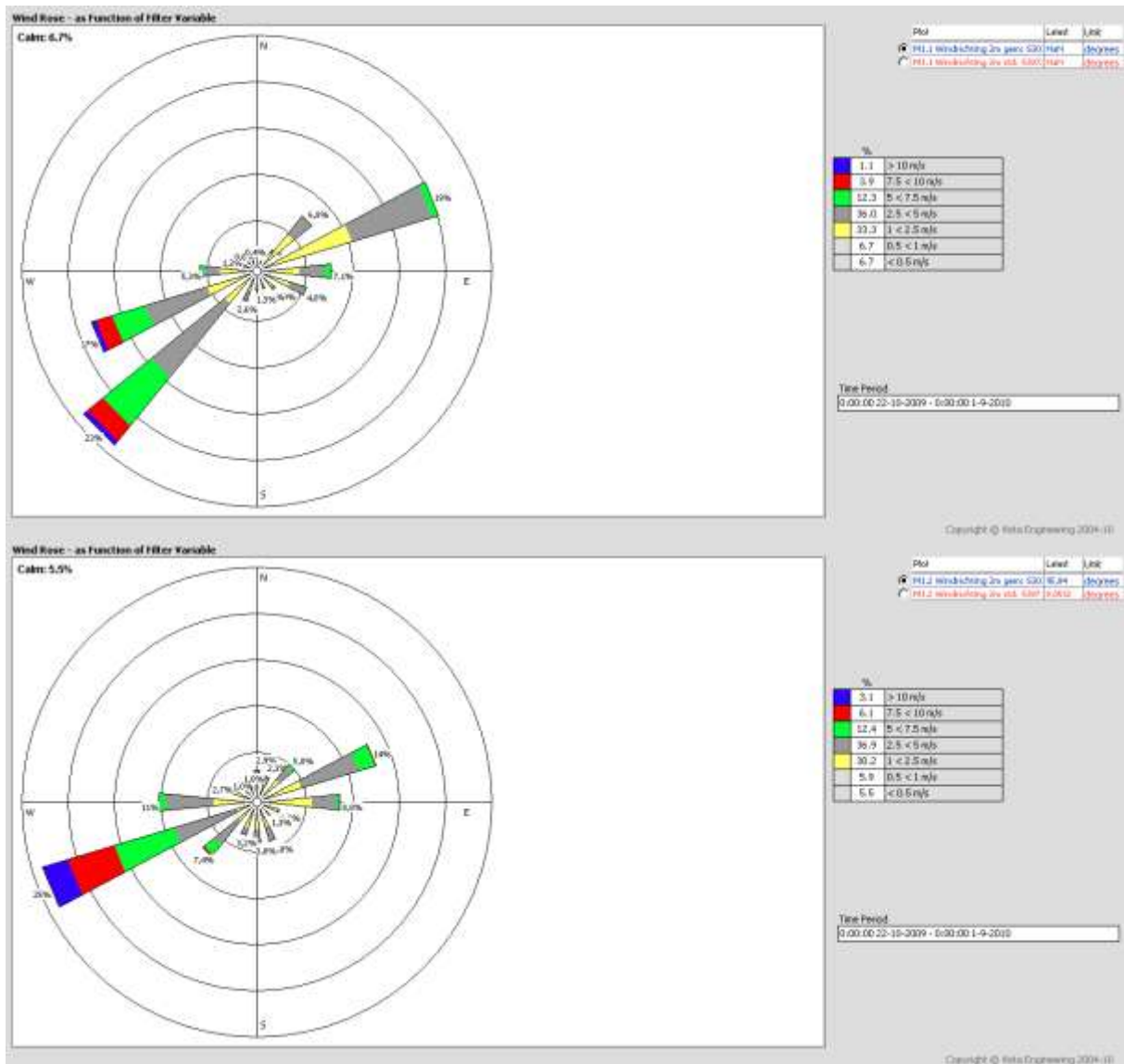
Figuur 3.1. Overzicht metingen in de stormachtige periode rond 18 november 2009



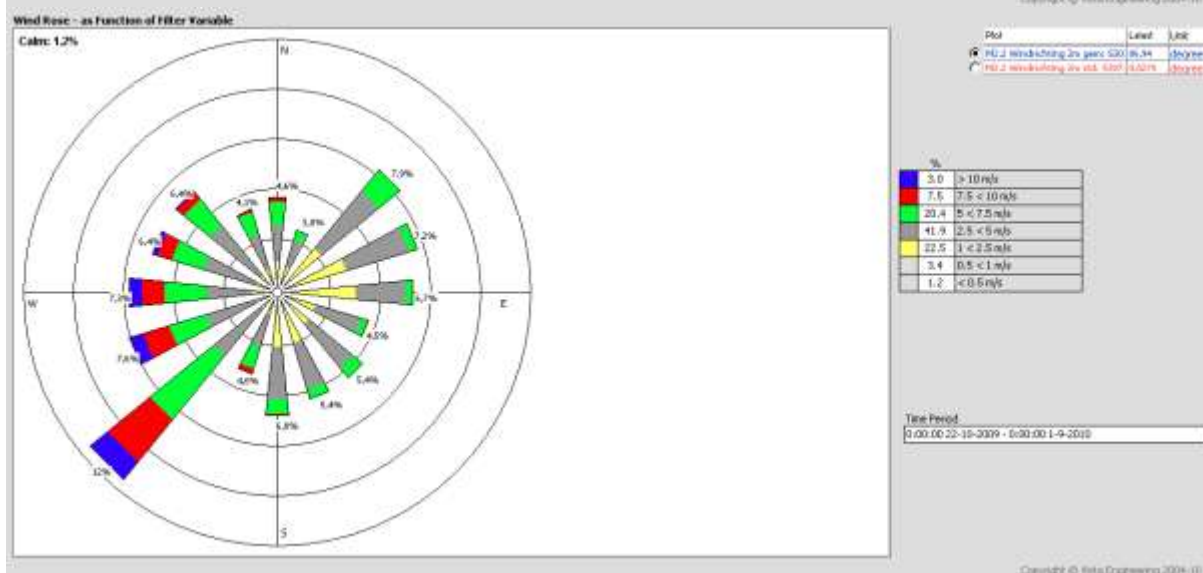
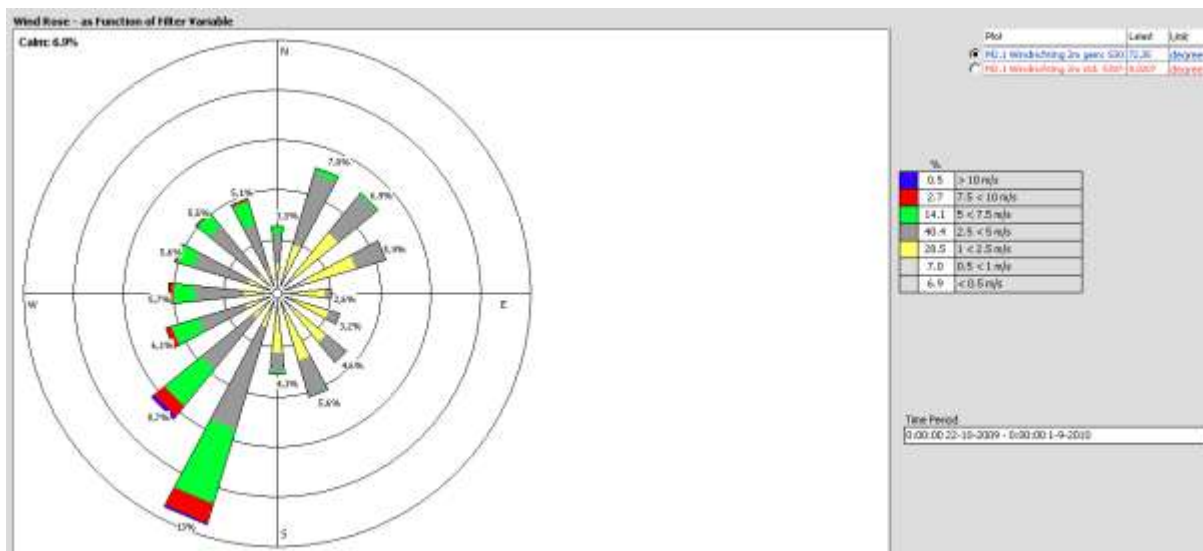
Figuur 3.2. Overzicht van de windsnelheid in Mast 2.2 op 2m hoogte gedurende de gehele periode



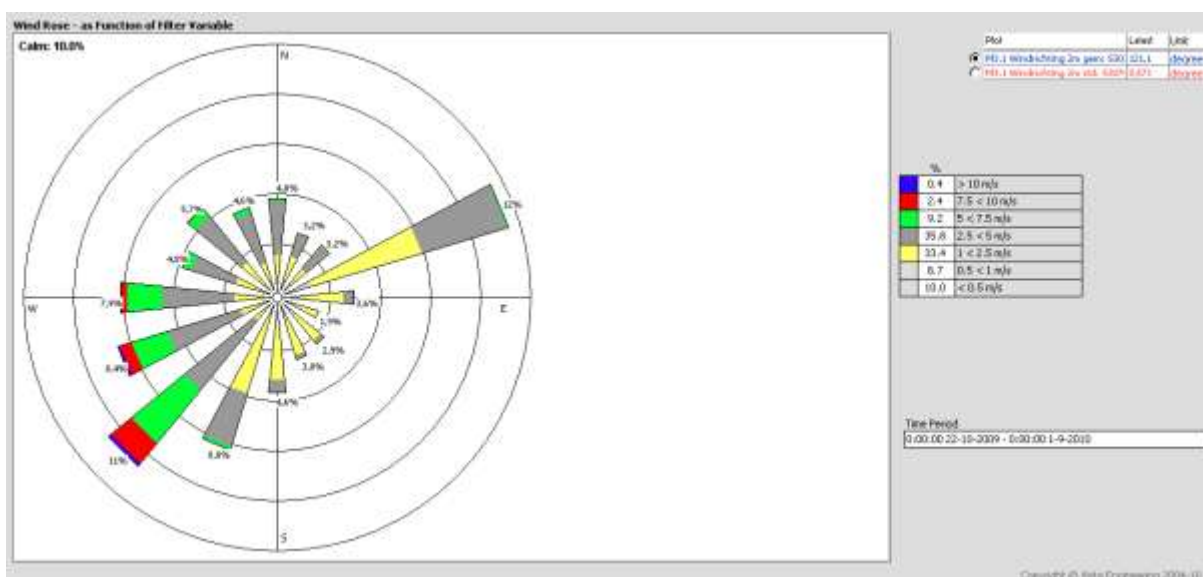
Figur 3.3. Windroos IJmuiden, 21-10-2009 t/m 31-8-2009. Data: KNMI; geplot in WRPLOT View



Figur 3.4. Frequentieverdeling Mast 1.1 (boven) en 1.2 (onder)



Figuur 3.5. Frequentieverdeling Mast 2.1 (boven) en 2.2 (onder)



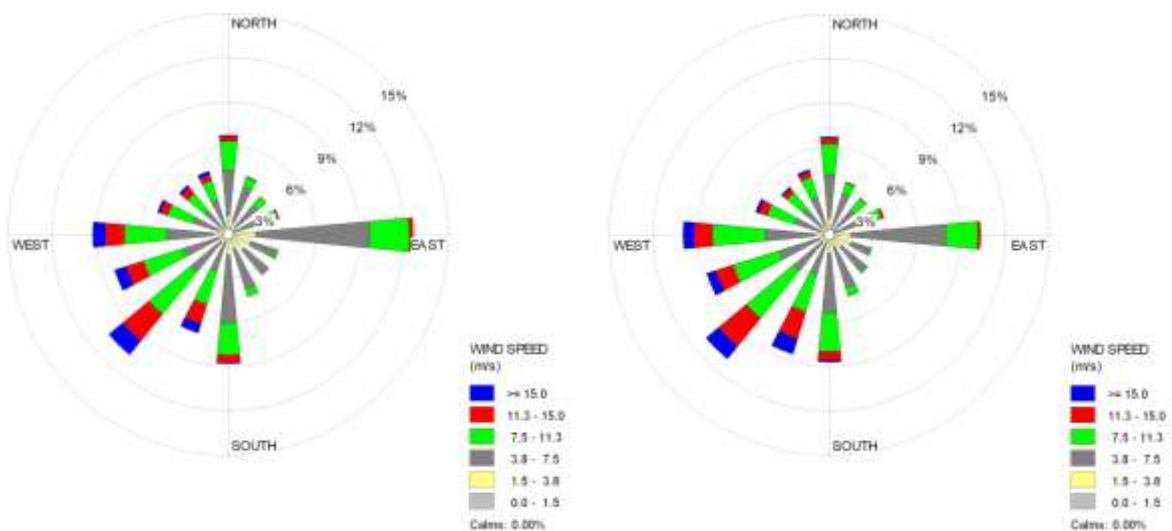
Figuur 3.6. Frequentieverdeling Mast 3.1

Figuur 3.1 geeft een voorbeeld van de meetgegevens rond de stormachtige periode van 18 november 2009. Linksboven zijn de verschillende windrichtingen voor de vijf masten weergegeven. De andere plots geven per mast de windsnelheid op drie hoogtes, ca 0.5, 1.0 en 2.0m boven het oppervlak.

Figuur 3.2 toont voor de gehele meetperiode de windsnelheid in mast 2.2 (Houtglop zuid, bovenaan de helling) op 2m hoogte. Deze figuur geeft een goed beeld van de (beperkte) frequentie van windrijke perioden.

In Figuren 3.3 t/m 3.6 staan de windfrequentieverdelingen voor alle masten afgebeeld voor de periode 22 oktober 2009 tot 1 september 2010 en voor IJmuiden. De metingen bij IJmuiden worden door het KNMI gemeten (en zijn verkrijgbaar via de website) en zullen als referentiemetingen dienen. Omdat de metingen bij IJmuiden op 18.5 m worden uitgevoerd, zijn de windklassen in Figuur 3.3 iets anders ingedeeld, om vergelijking met de masten mogelijk te maken. Voor wat betreft potentieel zandtransport zijn alleen de groene, rode en blauwe klasse van belang, bij de andere klassen wordt überhaupt geen zand getransporteerd. Voor een substantieel transport richting duinen zijn windsnelheden boven 10m/s nodig. De windrichtingen zijn in de figuren niet gecorrigeerd.

Er zijn opvallende verschillen. Ten eerste is er een groot verschil tussen de verdeling in windrichtingen voor de masten in Kattendel (1.1 en 1.2) en in Houtglop (2.1 en 2.2 zuid en 3.1 noord). De wind wordt in Kattendel, een langgerekte maar vrij smalle parabol, getrechterd en is daardoor bijna unidirectioneel. De vallei stuurt dus de windrichting, en beïnvloedt daarmee zijn eigen ontwikkeling (tenminste, als er zand getransporteerd zou kunnen worden, wat gezien de volledige begroeiing op dit moment niet aan de orde is). In de Houtglop is de richting veel gevarieerder. Ten tweede is de windsnelheid aan de top aanmerkelijk hoger dan aan de onderkant van de loefhelling. Behalve een verschil in snelheid is er ook een verschil in richting: aan de top is de richting westelijker dan aan de voet, dus geruimd. Tot slot valt de oostnoordoostelijke uitschieter bij mast 3.1 op (Houtglop noord, onderaan de helling). Dit hangt waarschijnlijk samen met het lokale reliëf. Wanneer de gegevens vergeleken worden met de data van IJmuiden, dan valt op dat bij IJmuiden de windrichting veel gevarieerder is. Ook de wind in de Houtglop wordt gestuurd door het aanwezige reliëf.



Figuur 3.7. Data 2001 t/m 2004 IJmuiden (links) en 2005 t/m 2009 (rechts); bron KNMI

Als we de meetgegevens van IJmuiden vergelijken met gegevens over eerdere perioden (Figuur 3.5) dan lijkt de serie over 2009-2010 redelijk representatief. De windrozen voor 2001-2004 en 2005-2009 zijn opvallend vergelijkbaar. Wat verder aan deze windrozen opvalt is dat westen en oostenwind blijkbaar relatief veel voorkomen. Het is de vraag in hoeverre de pier hier een rol speelt. Door de IJmuiden data te vergelijken met andere KNMI data, bijvoorbeeld Hoek van Holland of de Kooy (Den Helder) zou dit duidelijk kunnen worden.

4 INGEWONNEN DATA ZOUT

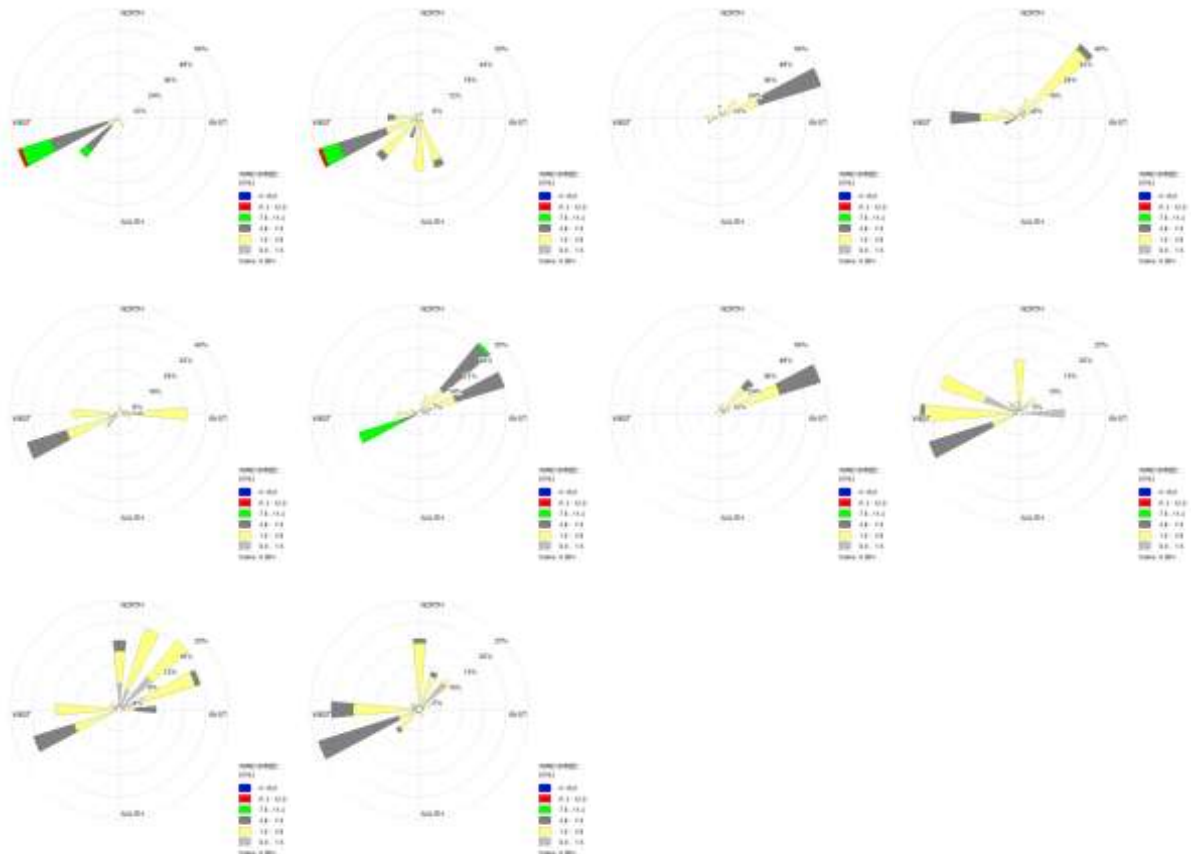
De zoutmetingen betreffen een kortere periode dan de windmetingen. De zoutpotjes zijn geïnstalleerd op 25 maart en hebben gemeten tot 3 juni. De meetgegevens zijn opgenomen in Bijlage 3. Het wisselen van de potjes is door vrijwilligers uitgevoerd. De geleidbaarheidsmetingen zijn in eerste instantie door verschillende personen uitgevoerd, daarna door een student van de Universiteit van Amsterdam, Doni Planken, in het kader van haar bachelors thesis.

De methode is arbeidsintensief, vooral de geleidbaarheidsmetingen kosten veel tijd. De metingen leveren echter wel inzicht. Ondanks dat de methode primitief is, komt er toch een duidelijk beeld naar voren van de zoutbelasting onder de beperkt dynamische condities (weinig wind). Tijdens de meetperiode zijn helaas geen stormen gepasseerd. Maar zowel de ruimtelijke als temporele variatie wordt duidelijk.

De resultaten zijn in overeenstemming met de verwachtingen. Er is een duidelijk afnemende trend vanaf de Kattendel richting Wieringen. De zoutgehalten in Kattendel zijn structureel hoger dan in Wieringen. De zoutgehalten bij Houtglop liggen hier tussen in, met een iets hogere belasting in Houtglop zuid dan in noord.

abel 4.1. Wekelijkse zoutgehalten in microSiemens/m voor Kattendel

	week 1	week 2	week 3	week 4	week 5	week 6	week 7	week 8	week 9	week 10
	25-3-10	1-4-10	8-4-10	15-4-10	22-4-10	29-4-10	6-5-10	13-5-10	20-5-10	27-5-10
	1-4-10	8-4-10	15-4-10	22-4-10	29-4-10	6-5-10	13-5-10	20-5-10	27-5-10	3-6-10
onder	201	158	83	59	27	115	27	34	24	147
boven	255	125	50	95	34	114	33	36	29	149
totaal	228	142	67	77	30	114	30	35	26	148



Het verloop in de tijd lijkt aardig in overeenstemming met de hoeveelheid wind en de richting over de betreffende periode. In Tabel 4.1 zijn de zoutgehalten voor Kattendel opgenomen. Daaronder staan per week de windrozen. De weken met de meeste wind uit zee, week 1, 2 en 6 laten ook een hoger zoutgehalte zien, de weken met bijzonder weinig wind, en voornamelijk aflagdig, week 2, 3, 4 en 6 laten juist een erg laag zoutgehalte zien. De enige discrepantie lijkt tussen week 8 en 10: beide hebben een vergelijkbare windroos, maar in week 8 is de zoutbelasting zeer laag, in week 10 redelijk hoog.

Overigens moet hier benadrukt worden dat de termen hoge en lage zoutbelasting hier relatief worden gebruikt. In vergelijking tot kraanwater is de gemeten zoutbelasting in alle gevallen veel lager.

5 PLANNING VERVOLG

De windmetingen worden continu uitgevoerd. De volgende serie slaat dus naadloos aan op de eerste serie. Inmiddels zijn batterijen vervangen, is onderhoud gepleegd, en is het de bedoeling dat de windmasten in ieder geval tot december 2011 operationeel blijven. Afhankelijk van de planning van de ingreep, en de aard van de verzamelde gegevens kan dan beoordeeld worden of verdere metingen noodzakelijk zijn.

De tweede serie zoutmetingen is ingezet op 16 september. Iedere donderdag zullen de potjes verwisseld worden en de zoutinhoud geanalyseerd. Deze serie zal tot juni 2011 doorlopen. Afhankelijk van de dan verzamelde gegevens zal dan besloten worden of aanvullende metingen nodig zijn.

Inmiddels zijn neerslagmetingen toegevoegd. Op alle locaties zijn simpele regenvangers geïnstalleerd, waaraan verschillende parameters worden bepaald, onder ander EC, Cl-gehalte en pH. Bij Wieringen en Kattendel zijn bovendien twee bulkregenvangers geplaatst, waaraan uitgebreidere chemische analyses zullen plaatsvinden. Deze metingen geven een nuttige aanvulling op de zoutgehalten die in de potjes worden bepaald. Dit onderzoek wordt uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van Pieter Stuyfzand.

Om voor beide bulkregenvangers ook meteorologische gegevens te hebben is mast 3.1 op 27 september verplaatst van Houtglop-noord naar Wieringen. Deze nieuwe locaties geeft meer inzicht in de wind op een iets grotere afstand van de zee, en achter de tweede parabolenserie (verlengde Kattendel). Het is mogelijk deze mast ook op andere locaties in te zetten zodat een uitgebreider beeld van de ruimtelijke variatie in wind ontstaat.

6 CONCLUSIES

De windmetingen geven goed inzicht in de ruimtelijke variatie: er zijn duidelijke verschillen tussen de verschillende locaties. Het patroon dat hieruit komt is consistent en lijkt onafhankelijk van de windsnelheid. De ingrepen zullen naar verwachting een effect hebben op dit patroon en zo aantoonbaar zijn.

De periode waarover gemeten is, oktober 2009 tot september 2010 is weinig windrijk geweest. Er is slechts één storm met windkracht 9 gepasseerd.

De zoutmetingen hebben betrekking op een kortere periode, maart tot juni 2010. De metingen geven inzicht in de ruimtelijke variatie: er is een duidelijke gradiënt in zoutgehalte, het gehalte neemt af met toenemende afstand vanaf zee. Ook is er een duidelijk verband met de windsnelheid. De weken met de hoogste zoutbelasting zijn ook de weken met de sterkste (aanlandige wind), de weken met de laagste zoutbelasting zijn weken met weinig en aflandige wind. Desondanks is in alle weken sprake van een zeer lage zoutbelasting: het zoutgehalte in de monsters is lager dan dat in drinkwater. De metingen zouden in ieder geval zo lang uitgevoerd moeten worden tot tenminste twee stormen zijn gepasseerd.

7 LITERATUUR

- Arens, S.M., Kaam-Peters, H.M.E. Van & Boxel, J.H. Van, 1995. Air flow over foredunes and implications for sediment transport. *Earth Surface Processes and Landforms*, 20: 315-332.
- Arens, S.M., H.F. Everts, J.A. Klijn & N.P.J. de Vries, 2007. Guidelines for the monitoring programme “effects of Maasvlakte 2 on the dunes of Voorne and Goeree”; signals and noise: how to distinguish between Maasvlakte 2 generated effects and other effects? Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2006.09 in opdracht van RWS-RIKZ.
- Doomen, A., P. Van Bodegom, A. Meuleman, D. Assendorp & R. de Bruyne, 2006. Monitoring ecologie van het duingebied van Voorne en Goeree. Nulsituatie voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Rapportnr. KWR 06.060, KIWA, Nieuwegein.
- Gremmen, N.J.M. & O.F.R. Van Tongeren, 1999. De invloed van salt spray op veranderingen in de vegetatiestructuur in het duingebied van Voorne en Goeree tussen 1934 en 1989. Bureau Data Analyse Ecologie, Diever/Westervoort in opdracht van PMR Rotterdam.
- Gremmen, N.J.M. & O.F.R. Van Tongeren, 2000. Salt spray-onderzoek: Advies aangaande de vaststelling van een meetprogramma voor salt spraymetingen in Voorne en Goeree. Bureau Data Analyse Ecologie, Diever/Westervoort in opdracht van PMR Rotterdam.
- Kiwa/VU, 2005. Ecological survey of the dune area of Voorne and Goeree. Project proposal for the Baseline Study Rotterdam Mainport (lot 7). Kiwa N.V. and Vrije Universiteit Amsterdam.
- Leeuw, G. de & M. Moerman, 1999. Zeezout in de lucht aan de kust bij Voorne: concentraties en aanvoer door de lucht in relatie tot de meteorologische omstandigheden. Fysisch en Elektronisch Laboratorium, TNO, Den Haag, i.o. Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten
- Malloch, A.J.C. 1997. Influence of salt spray on dry coastal ecosystems. In: E. van der Maarel (ed.) *Dry coastal ecosystems - General aspects*. *Ecosystems of the World*, 2C, pp. 411-420. Elsevier, Amsterdam.
- Marchand, M., M. Jansen, G. Van Holland en M. Stive, 1999. Veranderingen in de zoutnevel (salt spray) ten gevolge van een gewijzigd golfklimaat in de monding van het Haringvliet (RWS Zuid-Holland/WL | Delft Hydraulics voor Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten).
- M.A. Maun & J. Perumal, 1999. Zonation of vegetation on lacustrine coastal dunes: effects of burial by sand *Ecology Letters* 2: 14-18.
- Verdam, B., 2001. Onderzoek naar de zoutdepositie aan de monding van het Haringvliet en Nieuwe Maas. Rapportnr BL2001.1877.01, Buro Blauw B.V. Luchthygiëne, onderzoek en advies, Wageningen
- Vertegaal, C.T.M., 1999. Effecten van salt spray(reductie) op natuurwaarden in de duinen: Literatuuroverzicht en analyse van leemten in kennis. PMR, rapport 119.

BIJLAGE 1. WINDGEGEVENS VIA INTERNET

Website met de windgegevens voor het project Noordwestkern:

www.koenders-instruments.com

in de rechterbovenhoek klikken op THEMIS database.

Er opent zich een nieuwe pagina. Vul in:

Loginnaam: PWN01

Wachtwoord: bmd2061

Er wordt een pagina geopend met links en rechts een menu. In het linkermenu staan onder "pages" de locaties onder elkaar. Klik op een van de straten en in het rechtermenu komt de grafiek te staan.

Boven in het menu kan een keuze gemaakt worden voor tijdspad, grafiek of tabellen.

BIJLAGE 2. SCHAAL VAN BEAUFORT (KNMI)

kracht*	benaming	wind gemiddelde snelheid 10 minuten	wind gemiddelde snelheid 10 minuten	uitwerking boven land en bij mens
		km/h	m/sec	
0	stil	0-1	0-0,2	rook stijgt recht of bijna recht omhoog
1	zwak	1-5	0,3-1,5	windrichting goed af te leiden uit rookpluimen
2	zwak	6-11	1,6-3,3	wind merkbaar in gezicht
3	matig	12-19	3,4-5,4	stof waait op
4	matig	20-28	5,5-7,9	haar in de war; kleding flappert
5	vrij krachtig	29-38	8,0-10,7	opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen; gekuifde golven op meren en kanalen; vuilcontainers waaien om
6	krachtig	39-49	10,8-13,8	paraplu's met moeite vast te houden
7	hard	50-61	13,9-17,1	het is lastig tegen de wind in te lopen of te fietsen
8	stormachtig	62-74	17,2-20,7	voortbewegen zeer moeilijk
9	storm	75-88	20,8-24,4	schoorsteenkappen en dakpannen waaien weg; kinderen waaien om
10	zware storm	89-102	24,5-28,4	grote schade aan gebouwen; volwassenen waaien om
11	zeer zware storm	103-117	28,5-32,6	enorme schade aan bossen
12	orkaan	>117	>32,6	verwoestingen

BIJLAGE 3. RESULTATEN ZOUTMETINGEN

nummer	afstand t.o.v. zee		EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)
		(m)	do 1-4	do 8-4	do 15-4	do 22-4	do 29-4	do 6-5	do 13-5	do 20-5	do 27-5	do 3-6
WIERINGEN												
W-01	onder	770	x	58	40	68	42	88	32	21	21	101
W-02	onder	770	105	48	23	50	22	72	30	26	27	88
W-03	onder	770	101	46	46	63	19	76	27	24	24	125
W-04	onder	770	68	48	44	61	18	69	30	24	28	121
W-05	onder	770	103	67	62	69	19	70	34	22	22	113
W-06	boven	800	103	47	36	51	15	68	25	23	22	84
W-07	boven	800	87	48	41	52	18	74	26	21	20	80
W-08	boven	800	94	38	38	63	12	70	29	20	16	82
W-09	boven	800	115	49	49	59	9	86	27	19	21	77
W-10	boven	800	x	57	46	41	21	84	30	20	24	77
GEMIDDELD	onder		94	53	43	62	24	75	31	23	24	110
GEMIDDELD	boven		99	48	42	53	15	76	27	21	21	80
GEMIDDELD	totaal		97	51	42	57	20	76	29	22	23	95
KATTENDEL												
K-01	onder	320	129	176	217	65	32	106	28	36	26	153
K-02	onder	320	291	152	46	55	26	134	14	36	25	152
K-03	onder	320	202	158	32	50	23	144	30	30	27	120
K-04	onder	320	183	168	90	66	26	145	26	39	21	158
K-05	onder	320	x	139	31	61	28	48	36	30	20	153
K-06	boven	360	291	111	58	83	26	94	29	33	28	123
K-07	boven	360	158	153	36	78	30	125	38	31	31	153
K-08	boven	360	x	101	44	90	30	105	32	31	24	158
K-09	boven	360	284	132	55	129	57	174	35	51	34	130
K-10	boven	360	286	127	57	95	26	71	34	34	26	182
GEMIDDELD	onder		201	158	83	59	27	115	27	34	24	147
GEMIDDELD	boven		255	125	50	95	34	114	33	36	29	149
GEMIDDELD	totaal		228	142	67	77	30	114	30	35	26	148

nummer	afstand t.o.v. zee		EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)	EC (µS)
		(m)	do 1-4	do 8-4	do 15-4	do 22-4	do 29-4	do 6-5	do 13-5	do 20-5	do 27-5	do 3-6
HOUTGLOP ZUID												
HZ-01	onder	570	187	76	40	98	34	114	36	39	33	158
HZ-02	onder	570	167	74	102	94	27	118	42	36	34	128
HZ-03	onder	570	180	85	55	110	25	98	38	33	36	185
HZ-04	onder	570	202	91	54	102	36	96	33	38	27	144
HZ-05	onder	570	143	65	45	134	22	125	32	36	30	173
HZ-06	boven	680	170	88	53	59	30	139	43	34	24	148
HZ-07	boven	680	153	83	39	87	25	121	39	32	25	131
HZ-08	boven	680	107	81	215	75	21	117	36	28	27	112
HZ-09	boven	680	150	56	43	75	35	105	42	30	31	119
HZ-10	boven	680	147	79	45	66	30	107	32	41	33	106
GEMIDDELD	onder		176	78	59	107	29	110	36	36	32	158
GEMIDDELD	boven		146	78	79	73	28	118	38	33	28	123
GEMIDDELD	totaal		161	78	69	90	29	114	37	35	30	140
HOUTGLOP NOORD												
HN-01	onder	580	152	76	35	67	29	123	36	33	35	129
HN-02	onder	580	111	62	27	71	28	107	42	19	33	116
HN-03	onder	580	167	55	144	63	27	106	35	25	33	123
HN-04	onder	580	132	59	30	78	27	79	32	25	26	120
HN-05	onder	580	158	62	42	71	27	87	34	24	28	120
HN-06	boven	650	209	81	46	56	46	77	26	45	24	92
HN-07	boven	650	153	67	91	62	24	78	28	24	27	91
HN-08	boven	650	165	64	44	61	24	82	33	23	29	101
HN-09	boven	650	137	70	116	52	22	88	79	21	26	98
HN-10	boven	650	156	41	25	53	22	82	130	21	27	100
GEMIDDELD	onder		144	63	56	70	27	100	36	25	31	122
GEMIDDELD	boven		164	65	64	57	28	81	59	27	27	96
GEMIDDELD	totaal		154	64	60	63	27	91	48	26	29	109