



Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer Eerste scenario berekeningen Delft-3D slibmodel versie III

RWS Dienst IJsselmeergebied

19 november 2012

Definitief rapport

9V6742.A2

HASKONING NEDERLAND B.V.
RIVERS, DELTAS & COASTS

Barbarossastraat 35
Postbus 151
6500 AD Nijmegen
(024) 328 42 84 Telefoon
(024) 360 54 83 Fax
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer
 Eerste scenario berekeningen Delft-3D
 slibmodel versie III

Verkorte documenttitel

 Status Definitief rapport

 Datum 19 november 2012

 Projectnaam NMIJ

Projectnummer 9V6742.A2

Oprachtgever RWS Dienst IJsselmeergebied

 Referentie 9V6742.A2/R0159/905366/VVDM/Nijm

Auteur(s) T. van den Berg, MSc

Collegiale toets Ir. T. Vijverberg

 Datum/paraaf 19 november 2012

Vrijgegeven door Ir. R. Moll

 Datum/paraaf 19 november 2012



SAMENVATTING

Als verdere uitwerking van Toekomstagenda Markermeer IJmeer, onderdeel van Programma Randstad Urgent, wordt het Onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer uitgevoerd. Dit project moet uitwijzen welke investeringen in natuurontwikkeling het meest kansrijk zijn voor het realiseren van een robuust ecologisch systeem en een klimaatbestendig watersysteem in het Markermeer en IJmeer.

Om het doel van het Onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer te toetsen is een Delft-3D slibmodel ontwikkeld (Van Kessel et al., 2009) en gevalideerd (Boderie et al., 2012) met als resultaat een nieuwe versie van het slibmodel. Dit model is gebruikt om nieuwe scenario's mee te beoordelen wat betreft de invloed op de slibhuishouding in het meer. Daarbij zijn modelspecificaties vastgelegd om scenario's goed te kunnen vergelijken. Zo is de bodeminvoer en windstatistiek van 2006 gebruikt, en voor het waterpeil is het huidige streefpeil aangehouden. De scenario's bevatten een moeras, lamellen langs de Noord-Hollandse kust en een vooroever Lepelaarsplassen. Het moeras heeft vooral effect aan de oostelijke zijde van het meer op de slibhuishouding. Tussen het moeras en de Houtribdijk is het luwte-effect van het moeras duidelijk zichtbaar. De luwtestructuur in de vorm van lamellen heeft een gewenst effect op het achterliggende gebied en ook op een gedeelte van de Hoornse Hop. De slibconcentraties nemen af waardoor het doorzicht groter zal zijn. Het effect van de vooroever Lepelaarsplassen is zeer beperkt.

Voor het vervolg zijn enkele scenario's interessant waaronder een gedetailleerd moeras om een realistischer beeld rondom het moeras te krijgen, maar ook binnen het moeras. Daarnaast zijn verschillende configuraties van luwtestructuren mogelijk eventueel in combinatie met verdiepingen. Ook het effect van een natuurlijker peilverloop verdient de aandacht.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Kader en achtergrond	1
1.3	Doel rapportage	2
1.4	Leeswijzer	3
2	MODELSPECIFICATIES EN SCENARIO'S	4
2.1	Modelspecificaties	4
2.2	Scenario's	7
3	RESULTATEN	9
3.1	Slibconcentratie in de waterkolom en aan de bodem	9
3.2	Verandering van de bodemlaag (S2)	13
4	CONCLUSIES	16
5	AANBEVELINGEN	17
6	REFERENTIES	20

BIJLAGEN

- A. Gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom (zomer) (mg/l)
- B. Gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom (winter) (mg/l)
- C. Gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem (zomer) (mg/l)
- D. Gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem (winter) (mg/l)
- E. Verschil met referentie, gemiddelde slibconcentratie in waterkolom (zomer) (mg/l)
- F. Verschil met referentie, gemiddelde slibconcentratie in waterkolom (winter) (mg/l)
- G. Verschil met referentie, gemiddelde slibconcentratie aan de bodem (zomer) (mg/l)
- H. Verschil met referentie, gemiddelde slibconcentratie aan de bodem (winter) (mg/l)
- I. Verandering in het jaar van de bodemlaag (S2) (kg/m²)
- J. Verschil met referentie, verandering in het jaar van de bodemlaag (S2) (kg/m²)
- K. Wind statistiek

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Sinds de bouw van de Afsluitdijk is het IJsselmeergebied veranderd van een zoutwatergebied naar een zoetwaterbinnenmeer. Vervolgens heeft de afsluiting van het Markermeer tot gevolg gehad dat de slibconcentraties in het water zijn toegenomen terwijl dit in het resterende IJsselmeer veel minder het geval is. Een groot verschil tussen het Markermeer en IJsselmeer is dat het IJsselmeer dieper is (en daardoor minder last heeft van golfwerking op de bodem) en dat de bodemopbouw verschilt: het IJsselmeer heeft voornamelijk een zandige bodem terwijl de bodem van het Markermeer grotendeels bestaat uit zeeklei en leem, afgezet ten tijde van de Zuiderzee. Deze bodem, en dan voornamelijk het bovenste laagje, komt gemakkelijk in beweging onder de invloed van stroming en golven. Dit heeft tot gevolg dat het meer in zijn huidige staat bijna altijd troebel is en dat het doorzicht beperkt is.

1.2 Kader en achtergrond

Het Onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer (NMIJ) maakt onderdeel uit van het Programma Randstad Urgent (PRU). Eén van de thema's binnen PRU is gericht op de realisatie van een aantrekkelijk woon-, werk-, en leefklimaat. Binnen dit thema wordt het project Toekomstagenda Markermeer IJmeer (TMIJ) uitgevoerd. Voor TMIJ is het "Ontwikkelingsperspectief investeren in Markermeer en IJmeer" opgesteld. Daarin is aangegeven dat geïnvesteerd moet worden in maatregelen voor de ontwikkeling van een robuust en duurzaam functionerend watersysteem, zodat ruimte kan ontstaan voor de ontwikkeling van andere functies, een zogenaamd TBES (Toekomst Bestendig Ecologisch Systeem).

Het NMIJ project, als verdere uitwerking van de TMIJ, wordt uitgevoerd door Royal Haskoning en Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat Dienst IJsselmeergebied. Dit project moet uitwijzen welke investeringen in natuurontwikkeling het meest kansrijk zijn voor het realiseren van een robuust ecologisch systeem en een klimaatbestendig watersysteem in het Markermeer en IJmeer.

Voor het NMIJ project zijn drie hoofddoelen geïdentificeerd:

- Verminderen van het slibgehalte;
- Vergroten van de habitatdiversiteit en hydrodynamiek;
- Verbinden van watersystemen en verbinden van binnen- en buitendijks gebied.

Binnen het NMIJ project zijn 11 typen maatregelen benoemd welke mogelijk tot het bereiken van de hoofddoelen kunnen leiden (overeenkomstig het Definitief programma NMIJ). De 11 maatregelen zijn hierna per hoofddoel/ thema aangegeven:

Verminderen slibgehalte:

- S-A Aanbrengen van geleidingsstructuren/luwtstructuren;
- S-B Aanbrengen van verdiepingen;
- S-C Afdekken van slib.

Vergroten habitatdiversiteit en hydrodynamiek:

- H-A Inrichten van grootschalige land- waterzone/oermoeras;
- H-B Aanleggen van een vooroever Lepelaarsplassen;
- H-C Creeëren van heldere en ondiepe zones;

- H-D Vergroten van de dynamiek (seizoensgebonden peil).

Verbinden van systemen:

- V-A Versterken van de ecologische verbindingen binnen- en buitendijks;
- V-B Aanleggen van ecologische verbindingen voor vismigratie;
- V-C Semi-open verbinding tussen Markermeer en IJsselmeer via de Houtribdijk;
- V-D Visstandbeheer.

Voor het toetsen van maatregelen is een Delft-3D slibmodel ontwikkeld (Van Kessel et al., 2009). Dit model maakt gebruik van de online koppeling van de FLOW module en de SWAN golfmodule voor het berekenen van golf karakteristieken. Echter vanwege de hoge reken-intensiviteit is voor eerdere studies de online koppeling vervangen door een offline methode met een empirische golfgroei benadering volgens Brettschneider (versie I).

Voor validatie (Boderie et al., 2012) van het model op metingen rond de pilot slibscherm volstond de methode van een golfgroei-curve niet meer. De luwtestructuren hebben namelijk invloed op de golfgroei. Daarop is gekozen voor een koppeling van FLOW en SWAN. Om de rekentijden te beperken is daarbij gekozen voor een offline koppeling (versie II). Het gevolg van offline koppeling is dat golf gedreven stroming niet wordt meegenomen.

Bij validatie is gebleken dat met deze versie van het model de stromings condities afwijken van de metingen. Daarop is aanbevolen om in het vervolg binnen NMIJ gebruik te maken van versie III van het model. Dit model is gevalideerd met de metingen, waarbij weer gekoppeld wordt gerekend tussen FLOW en SWAN. Door ontwikkeling op technisch gebied wat betreft rekencapaciteit is het mogelijk om een simulatiejaar in 6 dagen door te rekenen, wat als acceptabel is aangenomen voor vervolgebruik.

Versie III van het model maakt deel uit van een modellentrein om verschillende maatregelen te beoordelen op zowel de slibhuishouding als op ecologische aspecten. De huidige modellentrein bestaat daarmee uit een Delft-3D FLOW module online gekoppeld met SWAN. Vervolgens wordt met Delft-3D WAQ de waterkwaliteit beoordeeld, wat in principe inhoudt dat de slibsituatie hiermee wordt gemodelleerd. De resultaten hiervan worden tweeledig gebruikt. Ten eerste om de slibsituatie te beoordelen aan de hand van post-processing. Ten tweede om de impact op ecologische aspecten te beoordelen met HABITAT (Haasnoot, 2008).

1.3 Doel rapportage

De voorliggende studie is onderdeel van het hoofddoel “verminderen slibgehalte”. Daarbij is echter ook rekening gehouden met het hoofddoel “vergroten van de habitatdiversiteit en hydrodynamiek”. Om de hoofddoelen te bereiken zijn in eerdere studies al verschillende scenario’s bedacht en beoordeeld. Echter vanwege nieuwe inzichten en het beschikbaar komen van versie III van het slibmodel, zijn nieuwe scenario’s bedacht. Het doel van dit rapport is om de resultaten en daarmee de effectiviteit van deze nieuwe scenario’s op de slibhuishouding in het meer te laten zien. Daarbij staan een aantal aspecten centraal zoals het creëren van een slibgradiënt en het verlagen van de slibconcentraties in de ondiepere delen van het meer. Dit rapport beschrijft daarmee de resultaten die verkregen zijn door de modellentrein toe te passen tot en met de postprocessing van Delft-3D WAQ resultaten.

De hier besproken resultaten zijn daarmee ook input voor de vertaling naar HABITAT. Deze laatste stap wordt apart uitgevoerd en is in dit rapport dan ook niet beschreven. Zodoende is het effect van de scenario's op de ecologische aspecten niet opgenomen.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de modelspecificaties zoals gebruikt voor deze modelstudie. Daarnaast wordt een overzicht gegeven van de opgestelde en beoordeelde scenario's.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de scenario's besproken waarin onderscheidt wordt gemaakt in slibconcentraties in de waterkolom en aan de bodem voor de zomer en winterperiode. Daarnaast wordt ook ingegaan op het effect op de bodemlaag. Dit alles in zowel absolute zin als ten opzichte van een referentie situatie.

Hoofdstuk 4 geeft beknopt de conclusies weer, waarna in hoofdstuk 5 aanbevelingen worden gedaan voor vervolgsenario's op basis van huidige resultaten en voorgaande studies.

2 MODELSPECIFICATIES EN SCENARIO'S

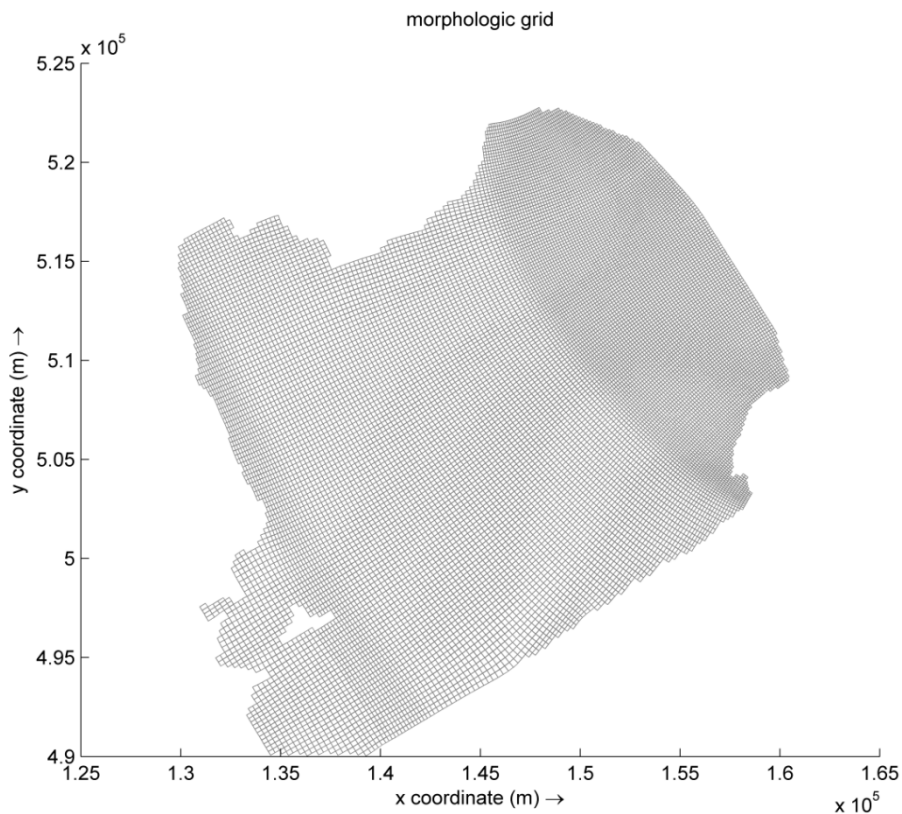
In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de modelspecificaties, opgesteld voorafgegaan aan deze studie. Daarnaast is een overzicht gegeven van de doorgerekende scenario's.

2.1 Modelspecificaties

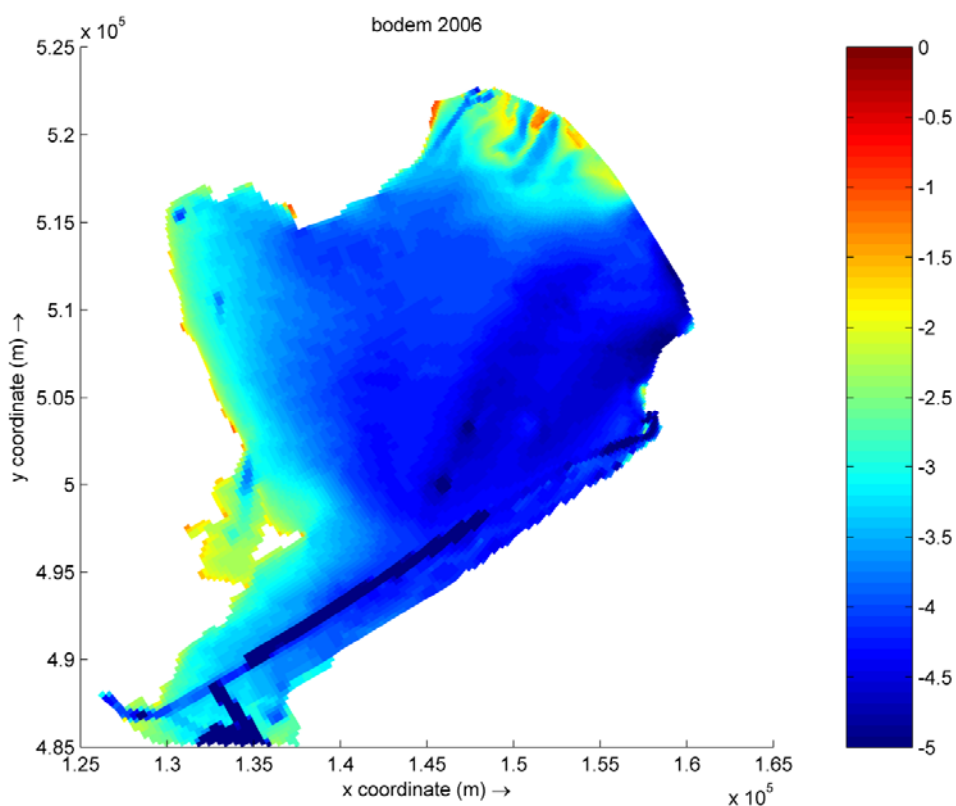
Om onderlinge vergelijking eenvoudig te houden zijn hier de randvoorwaarden en uitgangspunten voor de verschillende berekeningen uiteengezet, zodat het effect van de verschillende scenario's goed kan worden vergeleken.

- Voor verdere berekening is versie III van het slibmodel gebruikt zoals in de inleiding is beschreven. Als basis dient het in 2009 ontwikkelde Delft-3D slibmodel (Van Kessel et al., 2009). Dit model is voor het project NMIJ gekalibreerd door Deltares (Boderie et al., 2012), in dit model wordt gekoppeld gerekend wat betreft flow en waves. Voor de golven wordt SWAN gebruikt.
- De uitkomst van de gekoppelde flow en waves som is gebruikt als invoer voor waterkwaliteits berekeningen met Delft-3D WAQ. Dit geeft de slibsituatie in het meer.
- Voor alle berekeningen is één rekengrid gebruikt. Dit om consistent te zijn voor alle berekeningen waardoor onderlinge vergelijking eenvoudiger is. Dit rekengrid heeft een algemene celgrootte van 200 x 200 m op het midden van het meer. Bij de Noord-Hollandse kust en langs de Houtribdijk is een verfijning aanwezig met een celgrootte van ongeveer 150 x 150 m. Figuur 2.1 geeft het grid weer.
- Als bodeminvoer is de situatie van 2006 het uitgangspunt. Deze bodem is eerder gebruikt, zo ook voor kalibratie van het model (Boderie et al., 2012). Figuur 2.2 geeft de bodemligging weer.
- Voor ruwheid is gekozen om de ruwheden gebaseerd op schelpenkaarten te gebruiken zodat de ruwheid ook ruimtelijk varieert als ook in de gekalibreerde versie van het model is opgenomen. De schelpenkaarten stammen uit ruimtelijke opnames uit 1999-2000 (Noordhuis, 2010) (figuur 2.3).
- Voor windstatistiek is gekozen voor het jaar 2006 vanwege de representativiteit gezien de afgelopen 20 gemeten jaren. Deze representativiteit is belangrijk, wanneer namelijk gekozen wordt voor een rustig of extreem jaar zal dit tot een scheef beeld leiden wat betreft het effect van de maatregelen. Bovendien zijn alle scenario berekeningen sinds de ontwikkeling van het model gemaakt op basis van 2006 (Vijverberg en Boderie, 2009). Deze 2006 wind is gemeten op locatie Berkhout en is daarmee een landwind. Het model is gekalibreerd op een open-water wind. Deze is echter niet beschikbaar voor de gewenste periode. De toepassing van een landwind leidt tot een onderschatting van de slibconcentraties. Als invoer in het model is een uurgemiddelde toegepast.
- Voor het waterpeil op het meer is het huidige streefpeil opgelegd. Het winterpeil (21 september tot en met 20 maart) is NAP -0,40 m. Het zomerpeil (21 maart tot en met 20 september) is NAP -0,20 m. Dit geeft een verschil van 0,20 m. Per 1 januari wordt een peil van NAP -0,40 m opgelegd. Vervolgens wordt door middel van de opgenomen sluizen Krabbersgat en Houtribsluizen water onttrokken of toegevoegd. Daarbij is het oppervlak van het Markermeer bepaald (~700 km²).

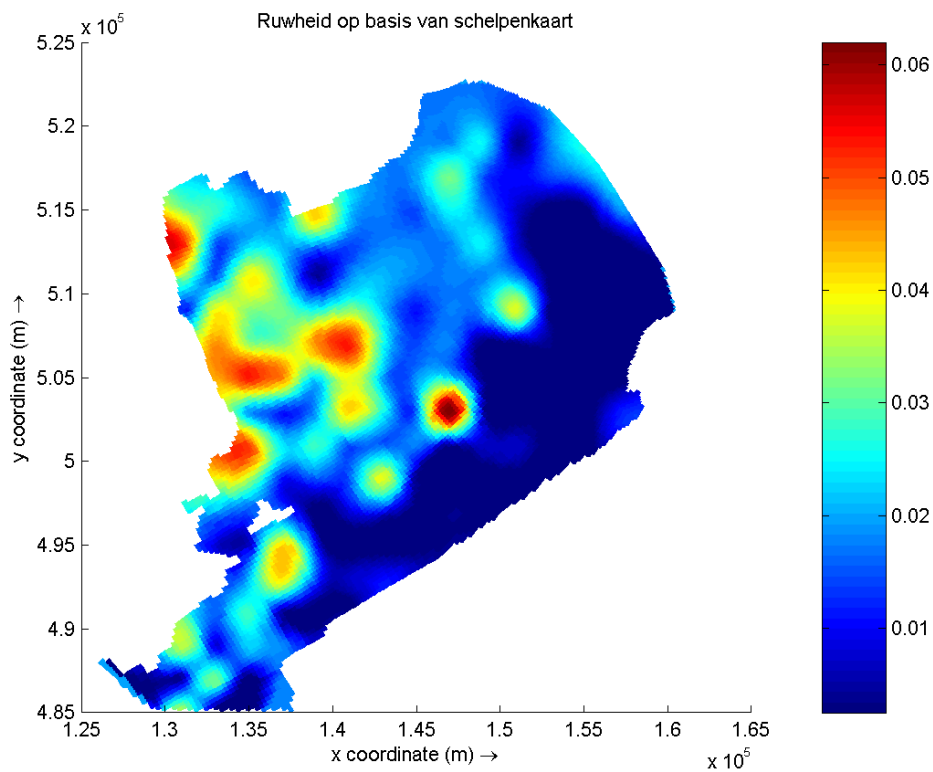
- In combinatie met het verschil in waterpeil tussen winter en zomer geeft dit het volumeverschil dat verdeeld over 14 dagen en de twee sluizen wordt onttrokken of toegevoegd.
- Voor beoordeling van de scenario's op basis van winter en zomerwaarden wordt voor de zomer het zomerhalfjaar gekozen: 1 april tot en met 30 september en voor de winter het winterhalfjaar: 1 oktober tot en met 31 maart.



Figuur 2.1: Te gebruiken rekenrooster



Figuur 2.2: Bodemhoogte in m t.o.v. NAP zoals gemeten in 2006, geprojecteerd op oorspronkelijk rekenrooster

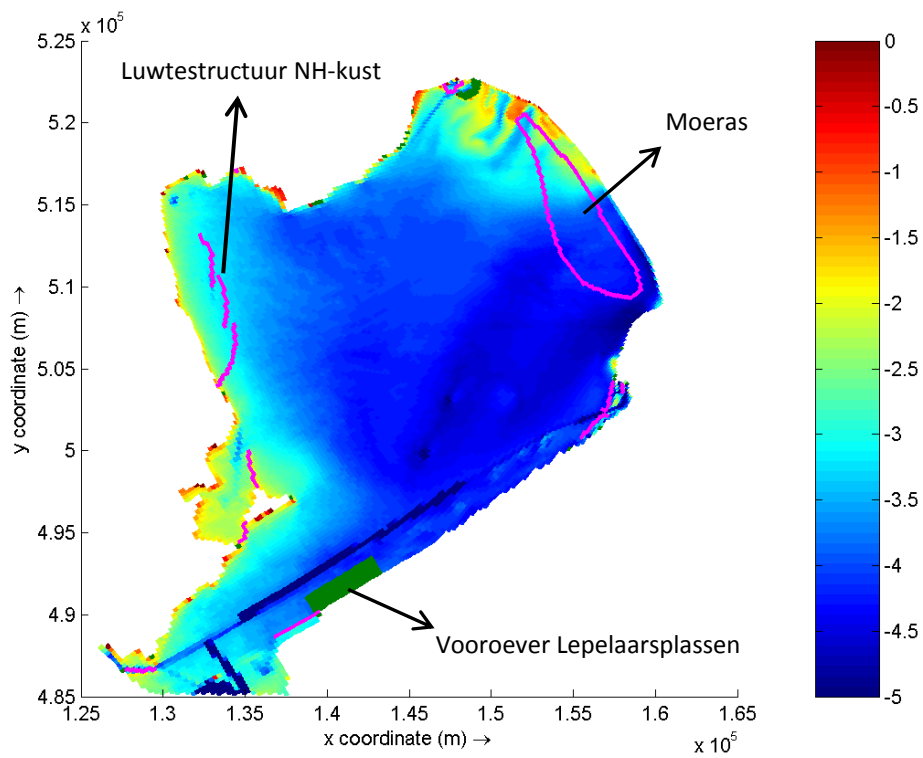


Figuur 2.3: Ruwheidshoogte (m) gebaseerd op schelpenkaarten

2.2 Scenario's

Tijdens een workshop met leden van het projectteam NMIJ zijn een aantal scenario's tot stand gekomen zoals hier besproken:

- Scenario 1: Huidige situatie: huidige situatie zonder enige maatregelen
- Scenario 2: Referentie situatie: huidige situatie inclusief grootschalig moeras. Deze situatie wordt namelijk voorzien waardoor het logisch is om vervolgsenario's te vergelijken met deze situatie. Het moeras is in eerste instantie opgenomen door middel van "thin dams". Hiermee ontstaat een afgesloten gebied. De interne stroming heeft geen invloed op het meer, zodat hier een globaal beeld wordt verkregen van de invloed van een dergelijke maatregel op de rest van het meer als luwtmaatregel. Als gevolg van de huidige manier van schematisatie, kunnen geen conclusies worden verbonden aan de patronen die binnen het moeras optreden. In een later stadium kan het moeras ook in de bodemhoogte worden opgenomen om een gedetailleerder beeld te krijgen. De totale oppervlakte van het moeras zoals nu opgenomen is circa 3.000 ha met een lengte van ongeveer 13,2 km en een gemiddelde breedte van 2,4 km. Er blijft wel een open ruimte van ongeveer 1.300 ha over tussen het moeras en de Houtribdijk. Dit is deels een eis vanuit Rijkswaterstaat zodat hier een onderhoudsschip doorheen kan, waarbij de bodemhoogte gelijk blijft aan de huidige bodemligging. Daarnaast kan dit gebied fungeren als luwtegebied. In figuur 2.4 is de ligging van het moeras aan de Houtribdijk weergegeven.
- Scenario 3: Als Scenario 2 met luwtestructuur van 10 km langs de Noord-Hollandse kust tot in Hoornse Hop om een luwtegebied te creëren van circa 3000 ha. Voor de realisatie van een luwtestructuur moet worden gedacht aan bijvoorbeeld een eiland met een natuur- of recreatiefunctie. Om deze gebieden in het model op te nemen is gerekend met de modeloptie "thin dams". Op deze manier is de functie "niet doorlatende luwtegebieden" gemodelleerd. Het heeft niet de voorkeur om de smalle elementen op te nemen in de bodemhoogte, onder andere vanwege de maasgrootte van het rekenrooster. Een eiland van bijvoorbeeld 50 meter breedte past niet in een cel van 150 m breedte. Daarnaast is de breedte van een structuur over het algemeen een fractie van de lengte ervan, waardoor verfijning in de breedte niet in relatie staat tot de lengte van de structuren. Figuur 2.4 geeft de schematisatie van de luwtestructuur langs de Noord-Hollandse kust zoals opgenomen in dit scenario.
- Scenario 4: Luwtestructuur als scenario 3 met als toevoeging de vooroever Lepelaarsplassen. De vooroever is geschematiseerd als droge punten, dat wil zeggen dat dit een afgesloten gebied is dat niet mee stroomt. Momenteel gaat de interesse namelijk uit naar het grootschalige effect van deze maatregel. In figuur 2.4 is de schematisatie van de vooroever weergegeven.



Figuur 2.4: Bodemhoogte in m t.o.v. NAP met daarin ten opzichte van de huidige situatie het moeras, de luwtestructuur langs de Noord-Hollandse kust en de vooroever

3 RESULTATEN

Om het effect van de maatregelen op de slibhuishouding te bepalen zijn een aantal parameters beoordeeld. Om figuren in het rapport te beperken zijn de model-resultaten opgenomen in bijlagen. Voor verschilfiguren met de referentie moet worden opgemerkt dat het referentie scenario ook is opgenomen en logischerwijs geen verschillen laat zien. Hieronder volgt een overzicht van de bijlagen en beoordeelde parameters:

Bijlage A.	Gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom (zomer) (mg/l)
Bijlage B.	Gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom (winter) (mg/l)
Bijlage C.	Gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem (zomer) (mg/l)
Bijlage D.	Gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem (winter) (mg/l)
Bijlage E.	Vershil met referentie, gemiddelde slibconcentratie in waterkolom (zomer) (mg/l)
Bijlage F.	Vershil met referentie, gemiddelde slibconcentratie in waterkolom (winter) (mg/l)
Bijlage G.	Vershil met referentie, gemiddelde slibconcentratie aan de bodem (zomer) (mg/l)
Bijlage H.	Vershil met referentie, gemiddelde slibconcentratie aan de bodem (winter) (mg/l)
Bijlage I.	Verandering in het jaar van de bodemlaag (S2) (kg/m ²)
Bijlage J.	Vershil met referentie, verandering in het jaar van de bodemlaag (S2) (kg/m ²)
Bijlage K.	Wind statistiek

3.1 Slibconcentratie in de waterkolom en aan de bodem

Alle scenario's laten een relatief hoge slibconcentratie zien in de Gouwee en in de winterperiode langs de Noord-Hollandse kust. Dit komt niet overeen met eerdere studies (figuur 3.1 en figuur 3.2). Het model dat in de eerdere studies is toegepast, gebruikt een vereenvoudigde benadering voor het berekenen van golfontwikkeling. In de verbeterde golfmodellering wordt voor de golfgroei meer gebruik gemaakt van ruimtelijk detail van de waterdiepte. Hierdoor ontstaat in de ondiepe delen eerder opwerveling. Dit effect wordt als een verbetering van het model gezien.

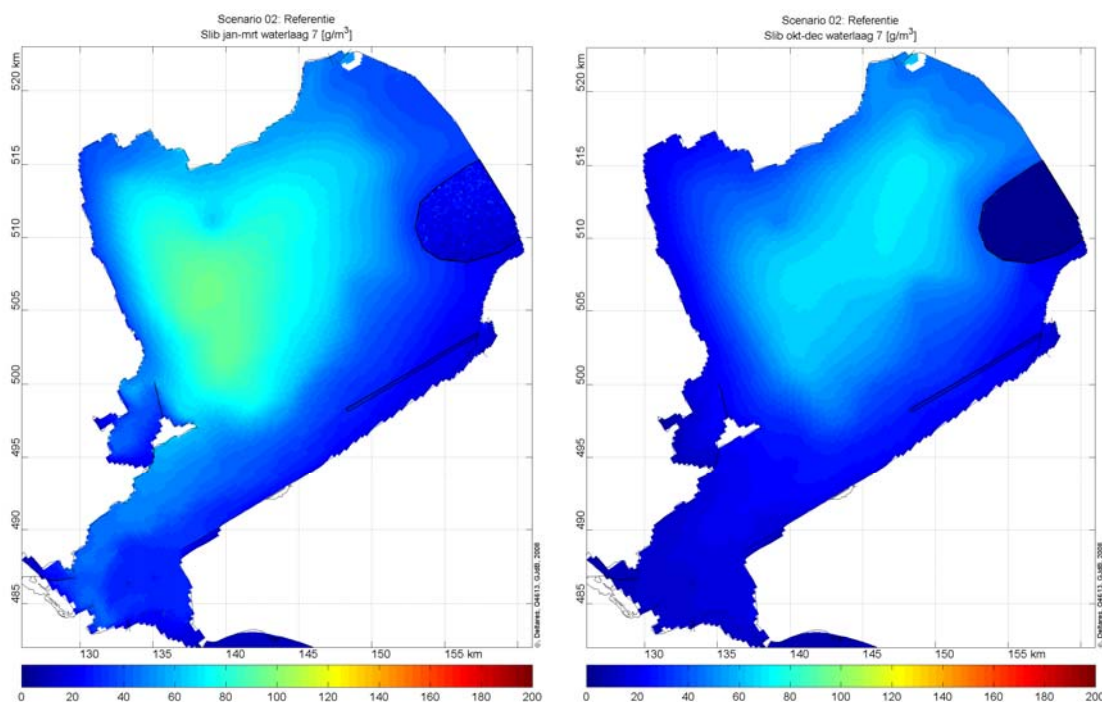
De belangrijkste resultaten zijn:

- Het algemene patroon is dat de hoogste slibconcentraties voorkomen op het midden van het meer en in de Gouwee. Figuur 3.1 tot en met 3.3 geven de winterwaarden weer voor Vijverberg en Boderie (2008) en Genseberger en Boderie (2009) en de huidige studie. Deze zijn opgesplitst in de periode januari tot en met maart en oktober tot en met december. Hoewel Vijverberg en Boderie (2008) en Genseberger en Boderie (2009) een lagere slibconcentratie laten zien, komt de ruimtelijke verdeling op het meer overeen. Echter in de Gouwee, en langs de Noord-Hollandse kust in de periode januari tot en met maart, zijn de slibconcentraties als gevolg van doorontwikkeling van het model substantieel hoger.
- In de winter (zie bijlage B en D) is een patroon met hoge slibconcentraties langs de Noord-Hollandse kust te zien. Dit kan als volgt worden verklaard.

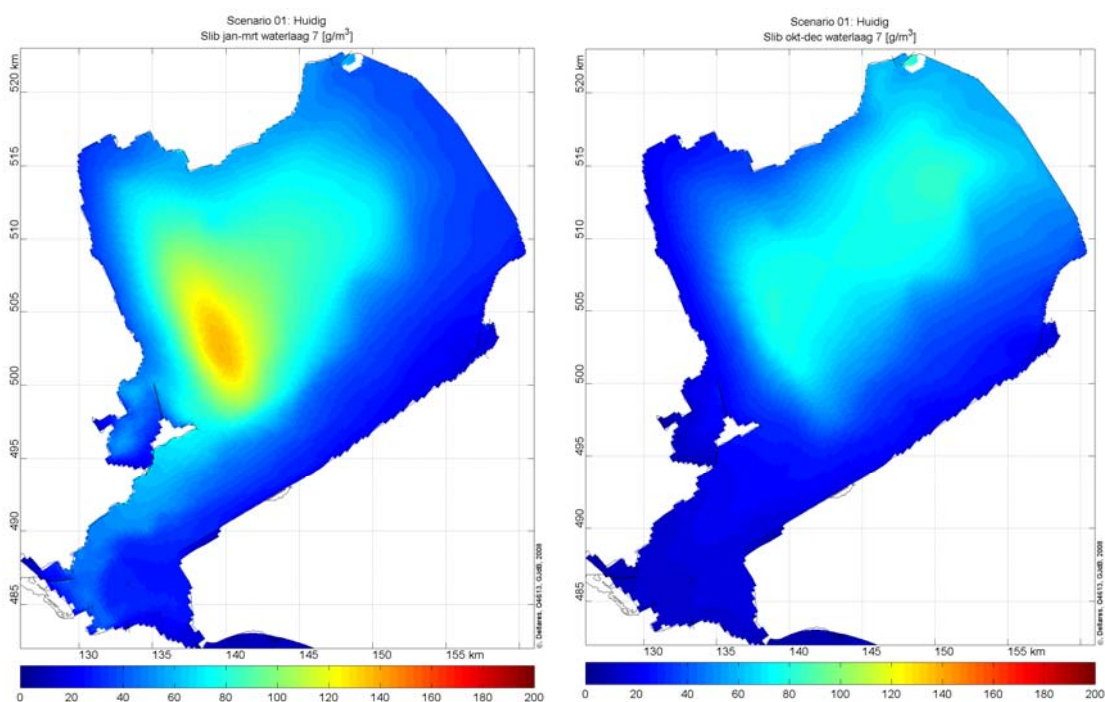
De hoge slibconcentraties ontstaan vooral in de periode januari tot en met maart (zie figuur 3.3). Bijlage K geeft de bijdrage van een bepaalde windrichting en windsnelheid weer voor zowel geheel 2006 als maandelijks. In de periode van januari tot en met maart komen ten opzicht van de periode oktober tot en met december regelmatig perioden voor met een noordelijke tot oostelijke wind (zie figuur K.2, K.3 en K.4). Als gevolg van deze winden ontstaat een circulatiepatroon met een zuidwaartse stroming langs de Noord-Hollandse kust (Visser en Vijverberg, 2010).

- Ook ontstaan bij winden met een oostelijke component golven die de Noord-Hollandse kust bereiken. Beide processen kunnen leiden tot de hoge concentraties direct langs de kust.
Tijdens de periode oktober tot en met december komt de wind voornamelijk uit het zuiden tot westen (zie figuur K.11, K.12 en K.13). Daarbij ontstaat een noordwaartse stroming langs de Noord-Hollandse kust waarbij geen golfgroei mogelijk is die deze kust bereikt. De combinatie van stroming en golfwerking geeft het verschil tussen beide perioden.
- Tijdens de zomerperiode (bijlage A en C) zijn de slibconcentraties een kleine factor 2 lager dan tijdens de winterperioden (bijlage B en D). Figuur K.5, K.6, K.7, K.8, K.9 en K.10 geeft de windstatistiek in de zomerperiode weer. Zoals is af te leiden wisselt de windrichting meer in de zomerperiode dan in de winterperiode. Daarnaast komen lagere windsnelheden vaker voor dan in de winterperiode. Als gevolg hiervan zijn golven en stroming lager en komen beide minder lang aaneengesloten uit één richting. Dit leidt tot lagere slibconcentraties.
- Het beeld van de slibconcentraties in de waterkolom (bijlage A en B) en aan de bodem (bijlage C en D) is gelijk, waarbij de slibconcentraties aan de bodem tot enkele mg/l hoger zijn.
- Een vergelijking tussen de huidige situatie en de referentie situatie geeft het effect van het moeras. De invloed van het moeras is dat de concentraties in het midden van het meer over een groot gebied toenemen met enkele mg/l (figuur E.1, F.1, G.1 en H.1). De circulatie in het meer wordt namelijk afgebogen door het moeras waardoor de stroming niet meer richting en langs de Houtribdijk uit kan waaiëren. De luwte functie van het moeras is vooral zichtbaar tussen het moeras en de Houtribdijk. De slibconcentraties zijn daar in de huidige situatie namelijk ongeveer 5 tot 40 mg/l hoger ten opzichte van de referentie situatie. Door het luwte-effect van het moeras ontstaat in de referentie situatie een stroming met een laag slibgehalte ten zuiden van het moeras. Daardoor is ten zuiden van het moeras de slibconcentratie in de huidige situatie ten opzichte van de referentie situatie hoger.
- Als gevolg van de toepassing van Lamellen langs de Noord-Hollandse kust nemen de slibconcentraties vooral achter deze luwte-structuren af met ongeveer 20 mg/l in de zomer (figuur E.3 en G.3) en 40 mg/l in het winterhalfjaar (figuur F.3 en H.3). Dit is het gevolg van golf en stromingsluwte.
Met name in de winter werkt het effect ook door in een grote zone langs de kust van de Hoornse Hop tot aan Schellinkhout waarbij de concentraties afnemen met ongeveer 10 mg/l. Voor zowel de zomer als winterperiode is een grootschalig effect in het meer waarneembaar als gevolg van de lamellen waarbij de slibconcentratie enkele mg/l afneemt. Als gevolg van de lagere slibconcentraties wordt het doorzicht achter de lamellen en langs de noordelijke kust groter.

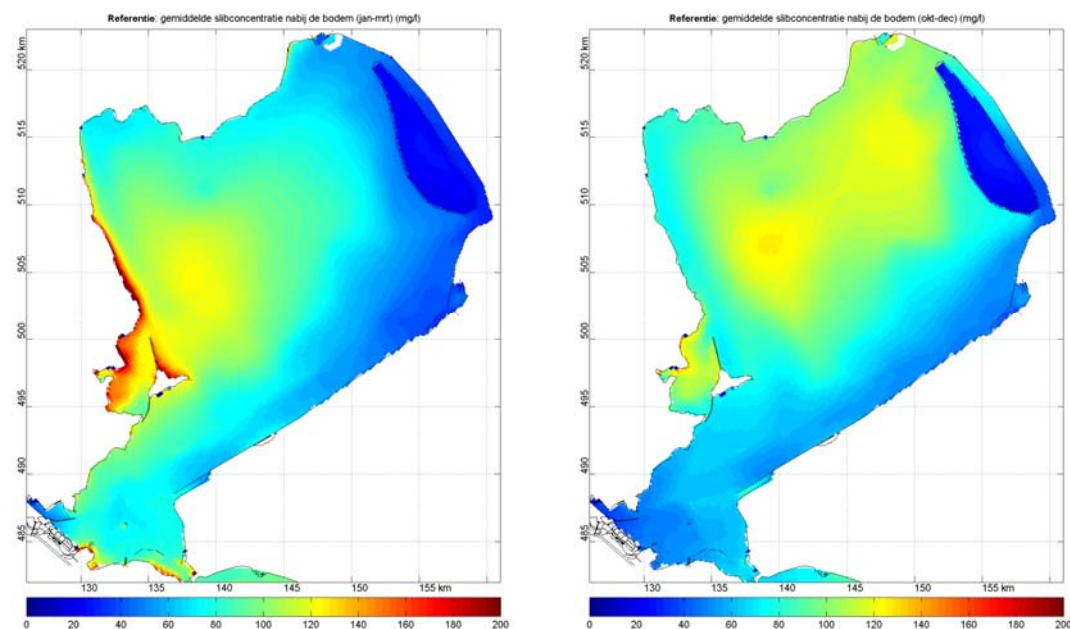
- Door toepassing van de lamellen wordt de stroming en golfwerking langs en op de Noord-Hollandse kust beperkt. Hierdoor verdwijnen ook de hoge slibconcentraties langs de Noord-Hollandse kust ten zuiden van de luwtestructuur.
- De invloed van de vooroever in huidige vorm heeft nauwelijks invloed op de slibconcentraties (figuur E.4, F.4, G.4 en H.4). De effecten zijn vooral lokaal waar te nemen. Zo is ten oosten van Marken een klein effect te zien in vergelijking met het scenario waar alleen lamellen zijn opgenomen. De slibconcentraties nemen lokaal iets af, dit is echter een zeer klein effect en heeft geen gevolgen op ecologisch interessante, ondiepe, gebieden.



Figuur 3.1: Links de gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem voor de periode januari tot en met maart. Rechts de gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem voor de periode oktober tot en met december (Vijverberg en Boderie, 2008). Let op: resultaten met oudere versie slibmodel



Figuur 3.2: Links de gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem voor de periode januari tot en met maart. Rechts de gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem voor de periode oktober tot en met december (Genseberger en Boderie, 2009). Let op: resultaten met oudere versie slibmodel



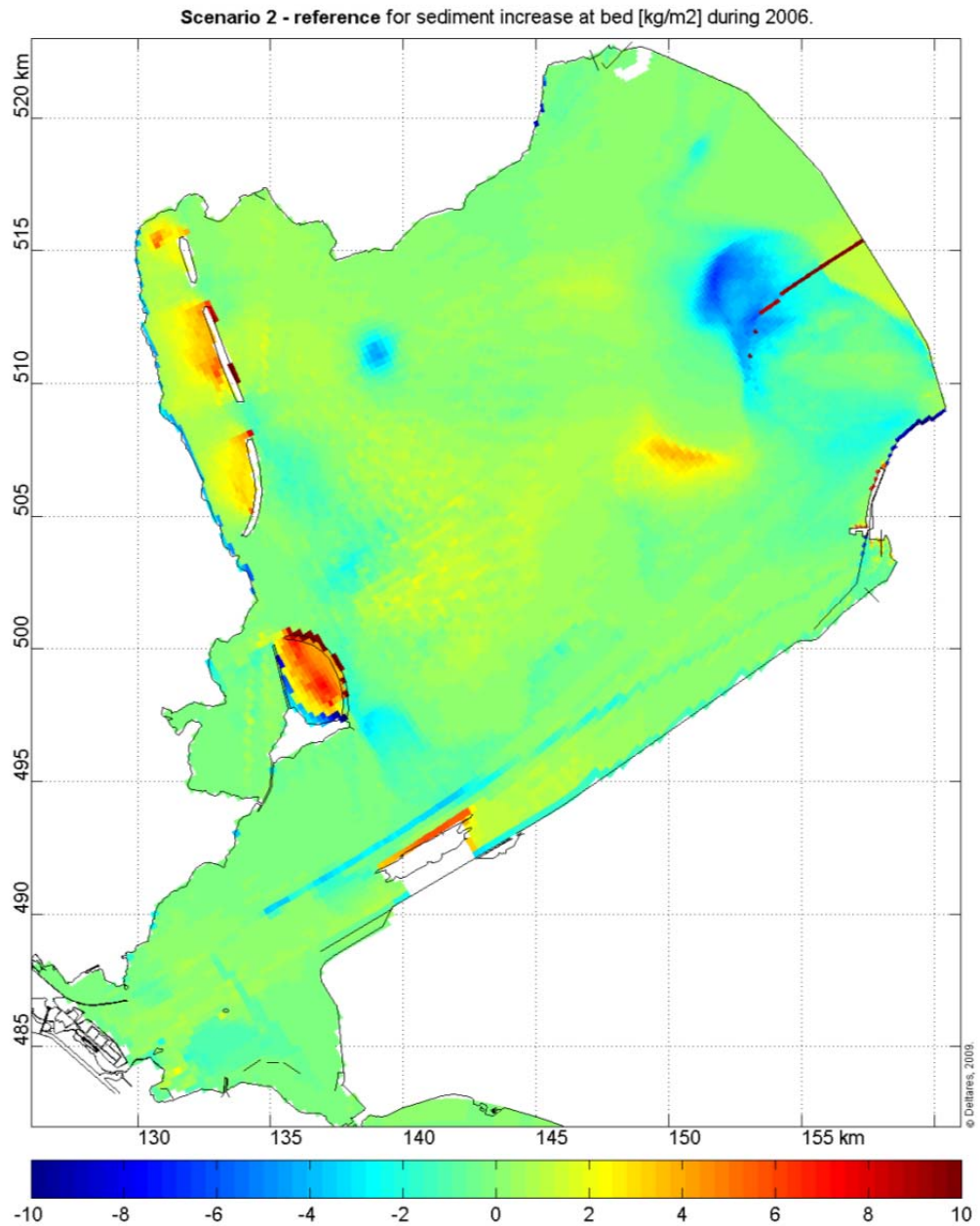
Figuur 3.3: Links de gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem voor de periode januari tot en met maart. Rechts de gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem voor de periode oktober tot en met december

3.2 Verandering van de bodemlaag (S2)

Bijlagen I en J geven respectievelijk de verandering van de bodemlaag (S2) over het simulatiejaar en het verschil hiervan ten opzichte van de referentie weer. In het verlengde van de resultaten zoals besproken in 3.1 zijn de belangrijkste resultaten:

- Het opnemen van het moeras maakt dat er een ander patroon ontstaat in het oostelijk deel van het Markermeer dan in de huidige situatie. Langs de Houtribdijk treedt sedimentatie op in de referentiesituatie (zie figuur J.1). Dan zakt namelijk slib uit als gevolg van golf-luwte en een afname in stroomsnelheid door een toename in diepte van noord naar zuid. In de referentie situatie treedt sedimentatie op van ongeveer 5 a 15 kg/m².
Ten zuiden van het moeras is in de referentie situatie de stroomsnelheid hoger door de ligging van de in en uitstroom opening achter het moeras langs. Als gevolg hiervan treedt in referentie situatie erosie op van ongeveer 10 kg/m². Door opname van het moeras is in het midden van het meer slib beschikbaar waardoor daar sedimentatie optreedt in de referentiesituatie. Een kleinere strijklengte heeft wellicht ook een bijdrage zodat meer slib uit kan zakken. Wanneer een gedetailleerdere versie van het moeras opgenomen wordt, kan wellicht een beter en meer betrouwbaar effect worden verkregen.
- De luwtestructuren in de vorm van lamellen langs de Noord-Hollandse kust hebben voornamelijk effect rond de luwtestructuur wat betreft verandering in de bodemlaag (figuur I.3 en J.3).
- In Genseberger en Boderie (2009) is een variant beoordeeld met dammen min of meer parallel aan de kust (zie figuur 3.8). De grootste verschillen ten opzichte van de hier besproken situatie met lamellen is dat de dammen elkaar niet overlappen en dat de zuidelijke dam niet aansluit op de kust. De orde van grootte tussen de varianten komt overeen, waarbij de maximale sedimentatie ten opzichte van de referentie situatie minder dan 10 kg/m² is in Genseberger en Boderie (2009), terwijl bij het scenario met de lamellen (figuur J.3) de maximale sedimentatie 15 kg/m² is. Dit is waarschijnlijk het gevolg van kleinere openingen tussen de dammen waardoor de sedimenttoevoer lager is. Daarnaast speelt aansluiting van de zuidelijke lamel ook een rol in beperking van sedimenttoevoer. Echter de modelontwikkeling kan hier ook van invloed zijn.
- Direct achter de lamellen treedt ten opzichte van de referentie situatie sedimentatie op (figuur J.3). Deze is achter de zuidelijkste lamel het grootst, deze sluit namelijk aan op de kust waardoor het luwte-effect groot is, terwijl de binnenkomende sedimentflux relatief hoog is. Noordelijker is de slibconcentratie lager, waardoor minder materiaal beschikbaar is om uit te zakken. In het noordelijke deel van de Hoornse Hop resulteert dit zelfs in lichte erosie ten opzichte van de referentie situatie. Maximale aanslibbing achter de luwtestructuur is 15 kg/m².
- Aan de oostelijke zijde van de zuidelijkste lamel is een gebied te zien met erosie ten opzichte van de referentie. Dit is het gevolg van afbuiging van de circulatiestroming in het meer. Waar eerst ruimte was om langs de Noord-Hollandse kust uit te waaieren richting de Hoornse Hop, wordt deze mogelijkheid geblokkeerd door de lamellen. Daarnaast is de sedimentconcentratie in dit gebied lager dan in de referentie situatie.

- Aan de oostzijde van de noordelijkste lamel is juist lichte sedimentatie te zien ten opzichte van de referentie. De stroming langs de lamellen krijgt hier namelijk ruimte om uit te waaiëren waardoor stroomsnelheden afnemen terwijl hier nog een relatief hoge slibconcentratie in de waterkolom aanwezig is.
- In het scenario met de lamellen langs de Noord-Hollandse kust en de vooroever Lepelaarsplassen (figuur J.4) is het globale patroon hetzelfde als met alleen de lamellen. Direct ten noorden van de vooroever ontstaat erosie ten opzichte van de referentie situatie. Het doorstroomprofiel wordt hier namelijk smaller waardoor met name in de vaargeul een hogere stroomsnelheid en minder sedimentatie optreedt. Aan de westzijde treedt beperkte sedimentatie op ten opzichte van de referentie situatie. Dit gebied ligt deels in de luwte van de vooroever en het doorstroomprofiel verbreedt zich hier weer. Genseberger en Boderie (2009) toont ook erosie in de vaargeul ten opzichte van de referentie situatie.



Figuur 3.4: Verandering bodemlaag voor scenario met dammen parallel aan de Noord-Hollandse kust (Genseberger en Boderie, 2009). De rode lijn loodrecht op de Houtribdijk is het gevolg van het opgenomen moeras in desbetreffend scenario. Let op: resultaten met oudere versie slibmodel

4 CONCLUSIES

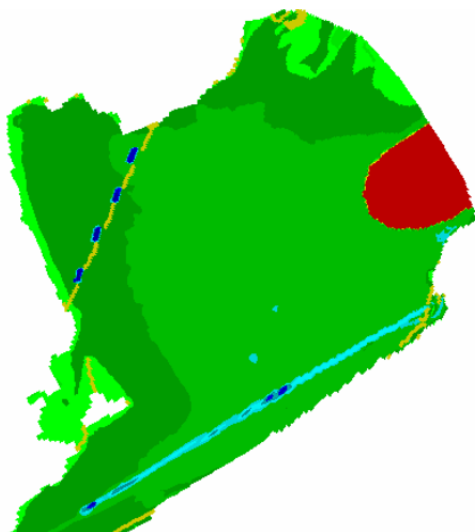
- Het algemene patroon met orden van grootte wat betreft de slibsituatie komt overeen met eerdere studies, behalve langs de Noord-Hollandse kust en in de Gouwzee. De hogere concentraties zijn het gevolg van een gedetailleerdere golfmodellering.
- Het moeras heeft voornamelijk in de oostelijke helft van het meer invloed. Tussen de Houtribdijk en het moeras is het luwte effect goed zichtbaar door lage slibconcentraties en sedimentatie.
- De lamellen langs de Noord-Hollandse kust hebben een positief effect op de slibsituatie. Dit effect treedt vooral achter de lamellen op, maar werkt ook door langs de noordelijke kust van de Hoornse Hop. De slibconcentraties nemen af waardoor het doorzicht groter is. Echter de sedimentatie neemt achter een groot deel van de lamellen toe. In het noordelijk deel van de Hoornse Hop neemt de sedimentatie wel af.
- De vooroever Lepelaarsplassen heeft weinig invloed op de slibhuishouding. Slechts lokaal zijn kleine veranderingen te zien waarbij erosie in de vaargeul ten opzichte van de referentiesituatie wellicht het belangrijkste is.

5 AANBEVELINGEN

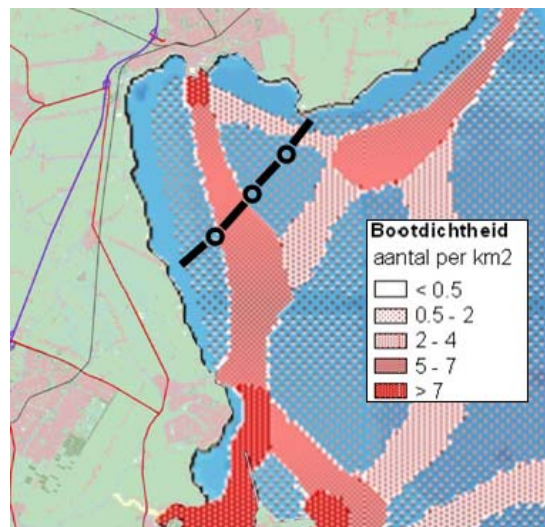
Op basis van huidige resultaten en eerdere studies zijn een aantal vervolgsenario's interessant om te beoordelen. Daarbij is vooral gekeken naar het technische aspect en niet naar bijvoorbeeld de omgevings factoren. Voor enkele maatregelen kan het zijn dat haalbaarheid vanwege de impact op de omgeving beperkt is. Hierbij volgt een overzicht van mogelijke scenario's met toegevoegde waarde wat betreft de slibhuishouding en daarmee ecologie:

- Vijverberg en Boderie (2008) laten een positief effect zien van putten in combinatie met eilanden als begrenzing van de Hoornse Hop (figuur 5.1). Hierdoor treedt sedimentatie op en neemt de slibconcentratie in de waterkolom en nabij de bodem sterk af in de Hoornse Hop. De putten op zichzelf hebben relatief weinig invloed, maar kunnen wellicht wel als materiaal-bron fungeren voor de eilanden. Haarman (2011) beschrijft een dergelijk inrichtingsscenario, zie figuur 5.2. Wellicht is betere afstemming mogelijk tussen locatie en vaarroutes.
- Op basis van de resultaten van scenario 3 (lamellen NH-kust) en van Genseberger en Boderie (2009), is het interessant om te zien wat de invloed is als de zuidelijkste lamel niet op de kust wordt aangesloten. Ook de invloed van grotere openingen tussen de lamellen is interessant om te bepalen voor de uiteindelijke inrichting. Op basis van de resultaten uit Vijverberg en Boderie (2008) zoals hiervoor besproken is deze maatregel wellicht nog effectiever te maken door te combineren met een put aan de oostelijke zijde van de middelste lamel of de zuidelijkste lamel niet aan laten sluiten met een put nabij de kust. De putten dienen dan sediment in te vangen dat anders de Hoornse Hop instroomt. Een andere aanvullende mogelijkheid is om een eiland halverwege de Hoornse Hop aan te brengen om de relatief slibrijke aanvoer naar de Hoornse Hop langs de lamellen af te buigen.
- Zoals verwacht heeft het moeras als opgenomen in de referentie situatie invloed op de slibsituatie in het midden en oosten van het meer. Vanwege de sterk vereenvoudigde schematisatie zijn ook de resultaten schematisch. Een moeras zal wellicht als slibvang dienen, echter komt dat met de huidige manier van schematisatie niet naar voren. Daarom is het interessant om een meer gedetailleerde versie op te nemen. Hierbij moet worden gedacht aan schematisatie van eilanden en kreken in de bodemhoogte. Voor gedetailleerde resultaten brengt dit een verfijning van het rooster met zich mee. Hierdoor kan de slibsituatie binnen het moeras inzichtelijk worden gemaakt, waaronder de hoeveelheid slib die wordt ingevangen door het moeras.
- Vanwege de verwachting dat een natuurlijker peilverloop een positief effect heeft op de ecologische omstandigheden (Maarse en Noordhuis, 2011) is dit een interessante parameter. Om het effect te bepalen moeten meerdere scenario's worden doorgerekend waarbij te denken valt aan het huidige scenario en de referentie situatie waarbij een gedetailleerder moeras wordt opgenomen. Een aantal maatregelen heeft namelijk vooral effect in combinatie met een natuurlijker peilverloop.

- De vooroever Lepelaarsplassen heeft een kleinschalig effect zoals geschematiseerd is deze studie. Echter wanneer een natuurlijker peilverloop wordt opgenomen, kan het een toegevoegde waarde hebben om een gedetailleerdere versie op te nemen, zodat het ecologisch effect nabij en binnen het gebied beter kan worden beoordeeld. De verwachting is namelijk dat een combinatie van de vooroever met een aangepast peilbeheer een grote meerwaarde heeft (Haarman, 2011).
 Afhankelijk van het gewenste detailniveau in zowel invoer als uitvoer zal waarschijnlijk het rooster rond deze locatie sterk moeten worden verfijnd. Het is dan wel noodzaak om een duidelijk beeld te hebben van de gewenste inrichting.
- Het effect van een haak bij Marken is al eerder onderzocht met verschillende inrichtingen waaronder een aansluitende haak in zowel kleine als grote vorm (Vijverberg en Boderie, 2008) en een haak met een doorsteek (Genseberger en Boderie, 2009). Het effect blijft beperkt tot de lokale omgeving van de haak, maar heeft wel als gevolg dat de slibconcentratie achter de haak afneemt waardoor een gradiënt ontstaat. Vanwege de modelontwikkeling is dit wellicht een interessante maatregel om opnieuw te beoordelen, eventueel ook in combinatie met andere maatregelen. Dit is bijvoorbeeld een maatregel waarbij de haalbaarheid vanwege de omgeving wellicht beperkt zal zijn. Daarnaast is afstemming met huidige vaarroutes bij deze maatregel ook een punt van aandacht.



Figuur 5.1: Scenario met eilanden en putten als begrenzing Hoornse Hop, Vijverberg en Boderie (2008)



Figuur 5.2: Mogelijk scenario waarin de Hoornse Hop wordt begrensd door eilanden en putten (Haarman, 2011)

Naast bovenstaande maatregelen die een duidelijk gewenst effect hebben op de slibhuishouding of ecologie, blijven nog enkele andere maatregelen over die minder effectief zijn gezien de doelen van NMIJ:

- Luwtestructuur voor de kust bij Waterland;
- Afsluiting van de zuidelijke opening van de Hoeckelingsdam;
- Verdieping in de vorm van een halterput zoals beoordeeld in Vijverberg en Boderie (2008);
- De aanleg van een oervallei (first impression door Genseberger en Boderie, 2009).

De eerste twee maatregelen hebben een kleinschalig karakter en zullen daarmee ook een kleinschalig effect hebben. De halterput en oervallei zijn grootschalige maatregelen met grootschalige effecten. Echter deze effecten zijn vooral zichtbaar rond het midden van het meer waardoor ze niet bijdragen aan het doel van NMIJ waarbij afname van sedimentconcentratie in de ondiepere delen en het creëren van een gradiënt centraal staat.

Ook is het interessant en aan te bevelen om aan te sluiten op andere initiatieven voor het Markermeer waaronder bijvoorbeeld de Marker Wadden. Hoewel dit geen onderdeel van het NMIJ is, heeft het wel invloed op herindeling van het Markermeer en daarmee ook op het NMIJ project. Aansluiting kan worden bereikt door resultaten van dergelijke initiatieven mee te nemen binnen het NMIJ project, of wanneer mogelijk de schematisatie van deze initiatieven mee te nemen in het opstellen van vervolg scenario's.

6 REFERENTIES

Boderie, P., A. Smale, C. Thiange (2012). *Validation suspended sediment model Markermeer – Version II & Application to silt screen*. Deltares rapport 1201198-010

Gensberger, M., P. Boderie (2009). *Simulaties hydrodynamica & slibtransport scenario's - Toekomstbeeld Markermeer-IJmeer*. Deltares rapport 1200097.007.

Haarman, F. (2011). *Notitie: Hypothese NMIJ 2011*.

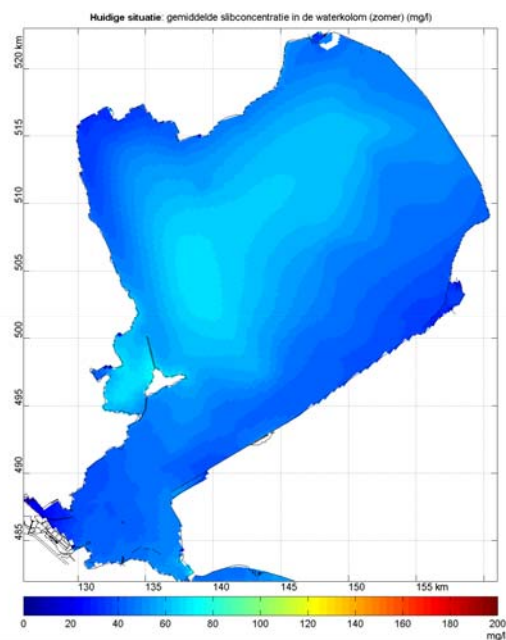
Kessel, T. van, G.J. de Boer, and P.M.A. Boderie (2009). *Calibration suspended sediment model Markermeer*. Deltares rapport Q4612.

Maarse, M., R. Noordhuis. *NMIJ Factsheet. Vergroten van de dynamiek (Natuurlijker seizoensgebonden peil)*.

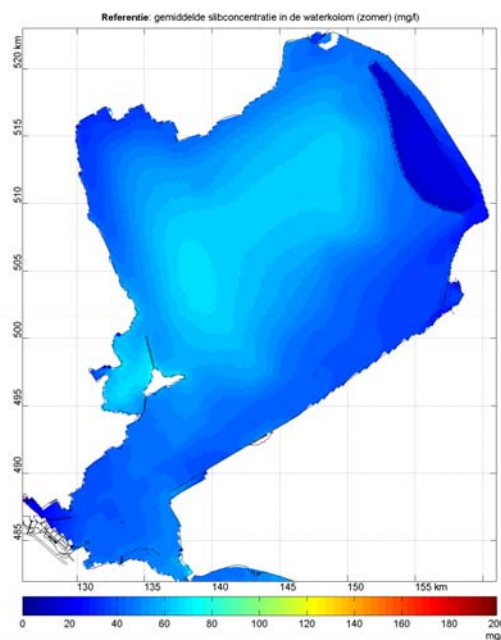
Visser, K.P., T. Vijverberg (2010). *Natuurlijk(er) Markermeer IJmeer – Initiële bureaustudie slib 2010*. Royal Haskoning rapport 9V6742.A5.

Vijverberg, T., P. Boderie (2008). *Analyse scenarioberekeningen Markermeer*. Deltares rapport Q4613.

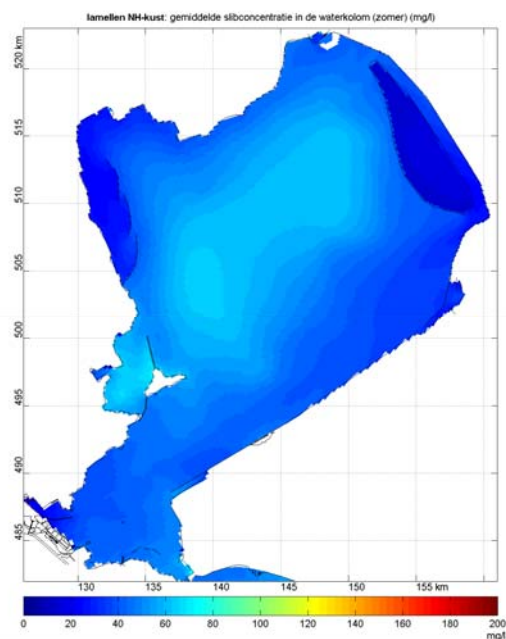
BIJLAGE A:
Gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom (zomer) (mg/l)



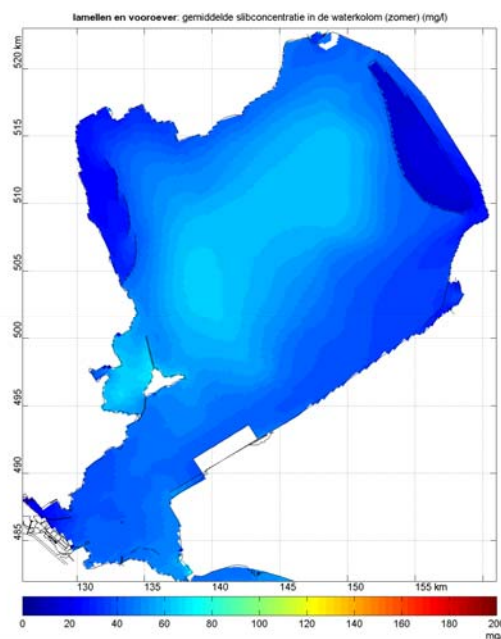
Figuur A.1: Huidige situatie



Figuur A.2: Referentie situatie



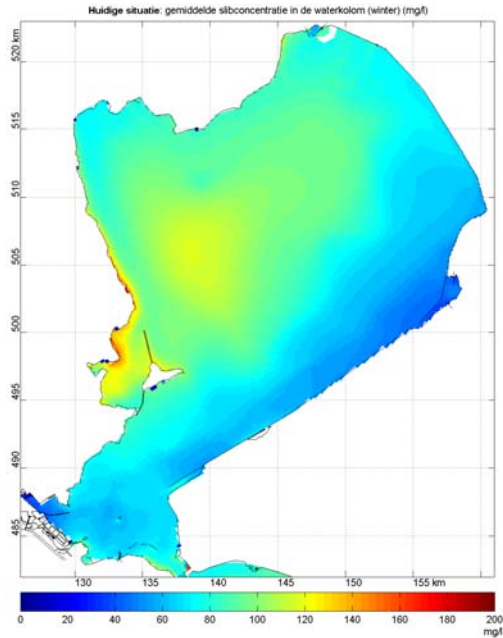
Figuur A.3: Lamellen NH-kust



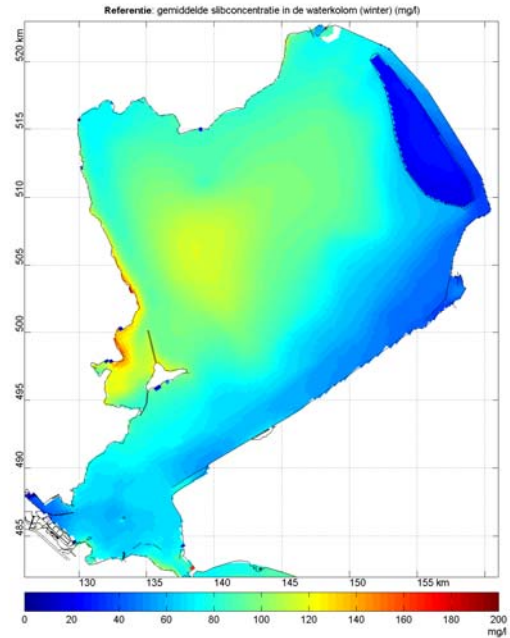
Figuur A.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

BIJLAGE B

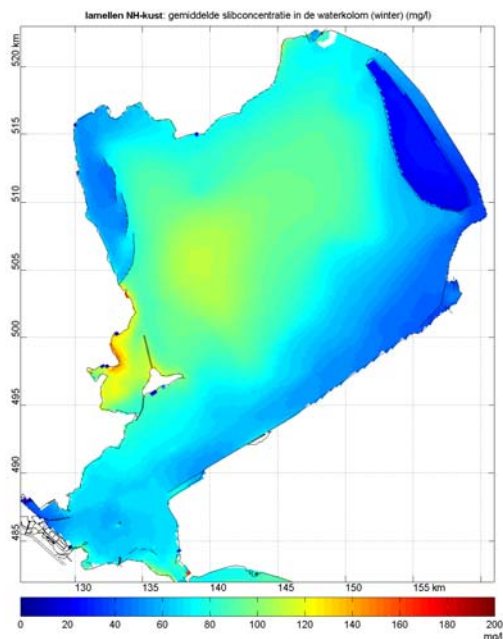
Gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom (winter) (mg/l)



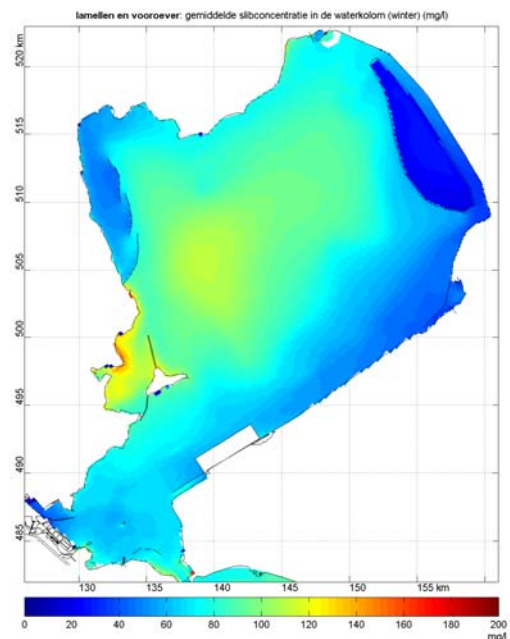
Figuur B.1: Huidige situatie



Figuur B.2: Referentie situatie

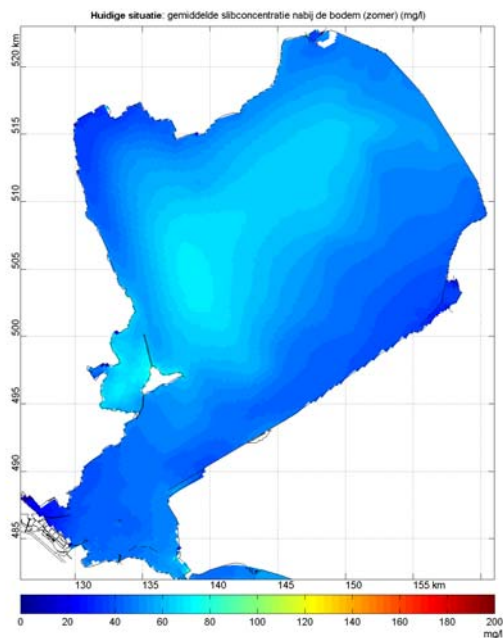


Figuur B.3: Lamellen NH-kust

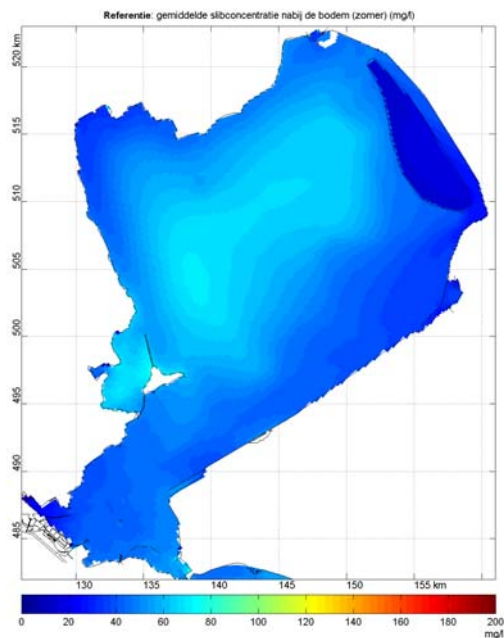


Figuur B.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

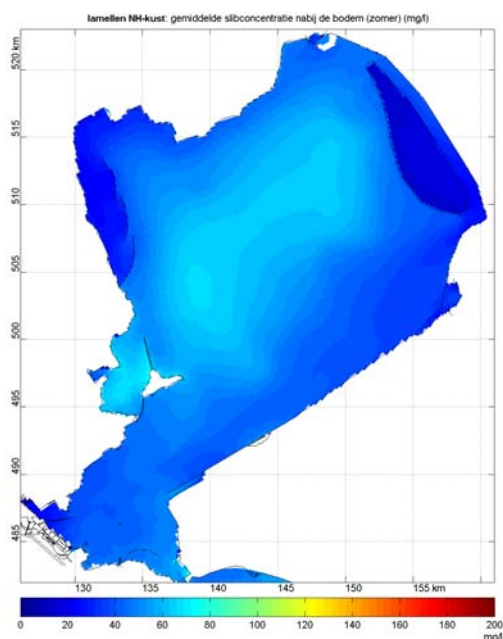
BIJLAGE C
Gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem (zomer) (mg/l)



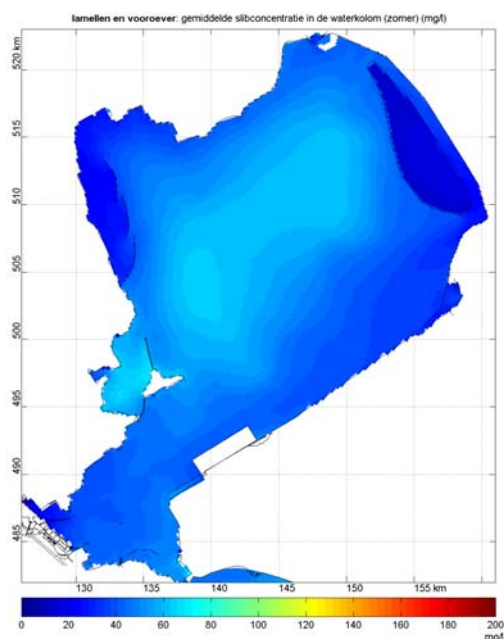
Figuur C.1: Huidige situatie



Figuur C.2: Referentie situatie



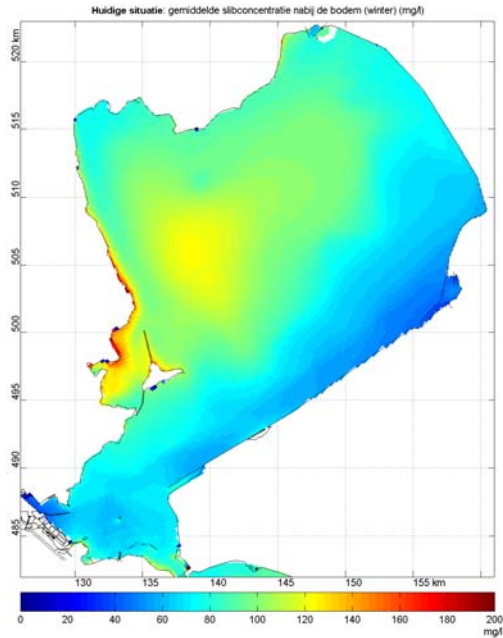
Figuur C.3: Lamellen NH-kust



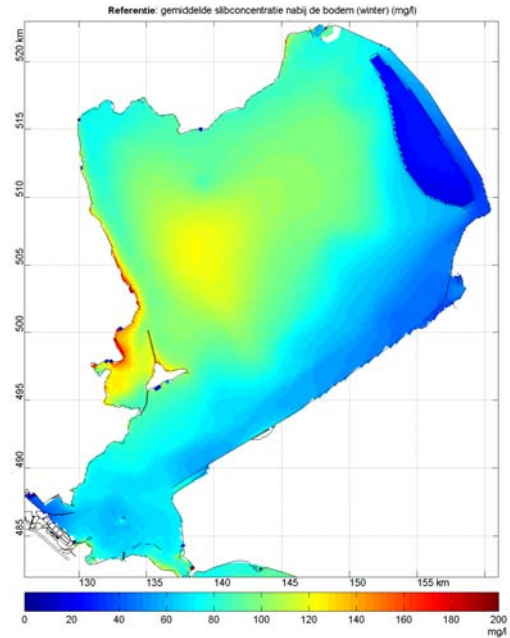
Figuur C.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lelpelaarsplassen

BIJLAGE D

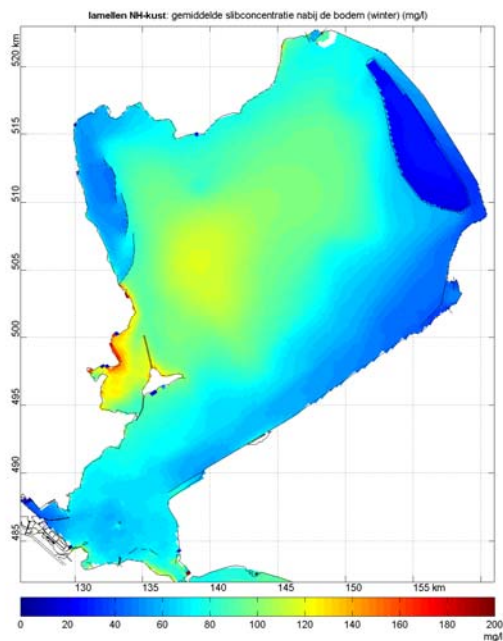
Gemiddelde slibconcentratie nabij de bodem (winter) (mg/l)



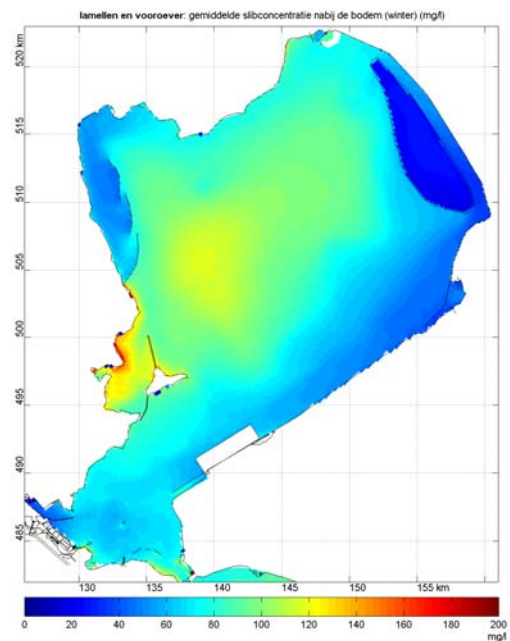
Figuur D.1: Huidige situatie



Figuur D.2: Referentie situatie



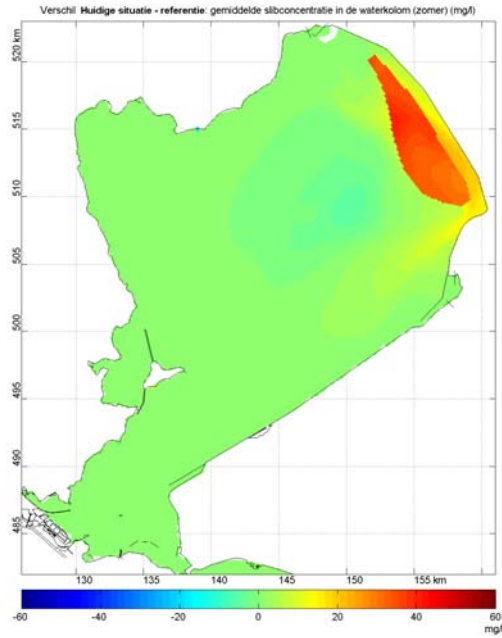
Figuur D.3: Lamellen NH-kust



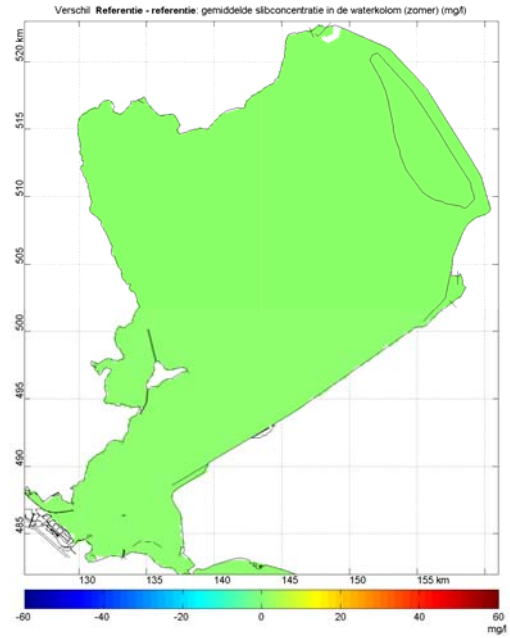
Figuur D.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

BIJLAGE E

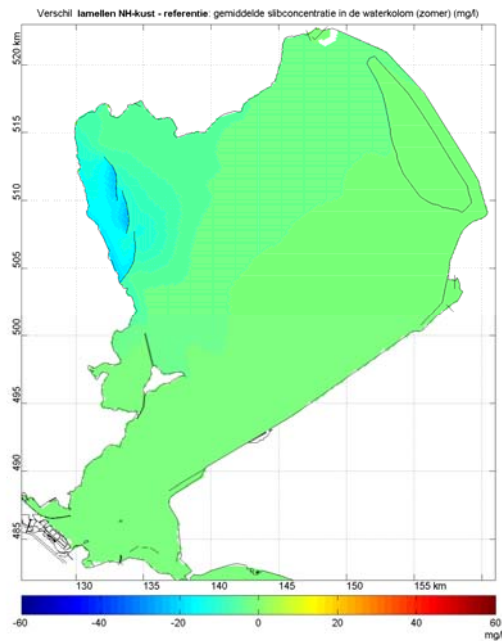
Vershil met referentie, gemiddelde slibconcentratie in waterkolom (zomer) (mg/l)



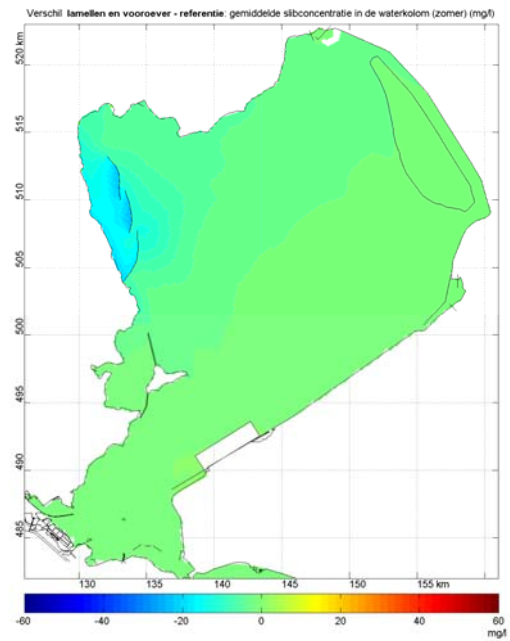
Figuur E.1: Huidige situatie



Figuur E.2: Referentie situatie

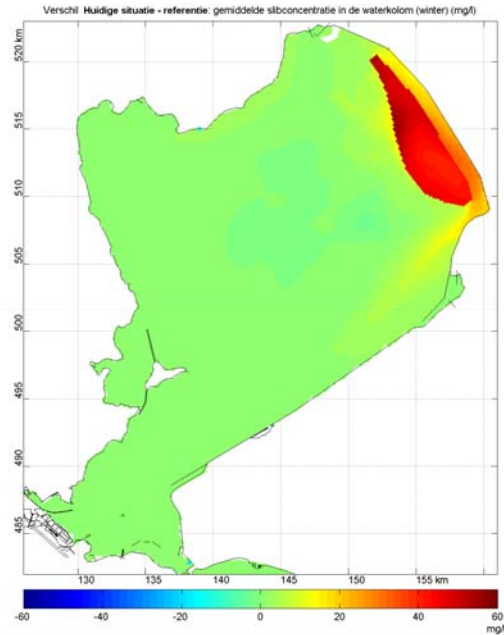


Figuur E.3: Lamellen NH-kust

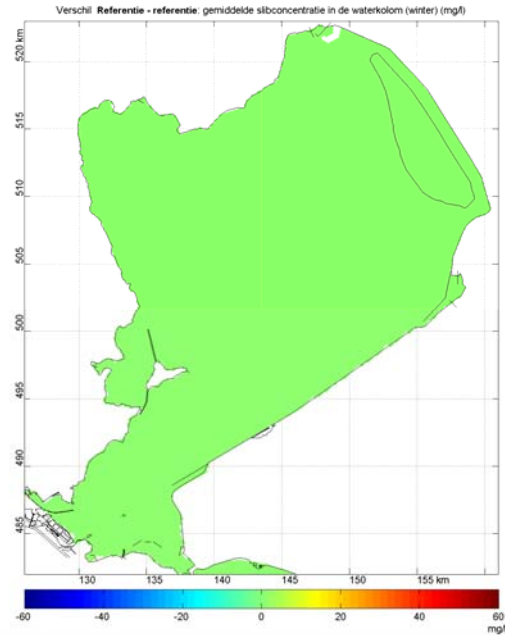


Figuur E.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

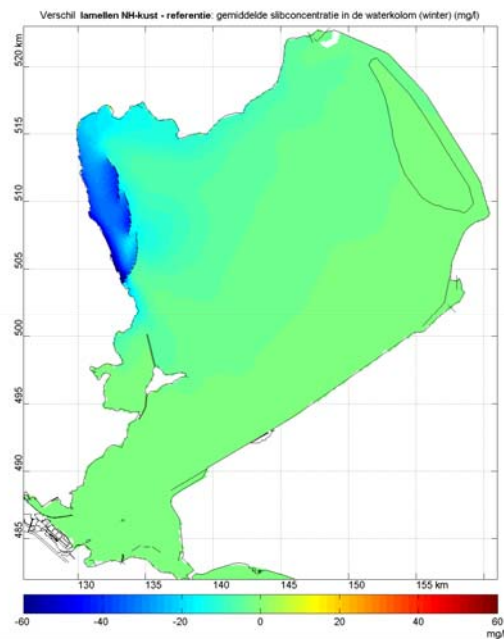
BIJLAGE F
Vershil met referentie, gemiddelde slibconcentratie in
waterkolom (winter) (mg/l)



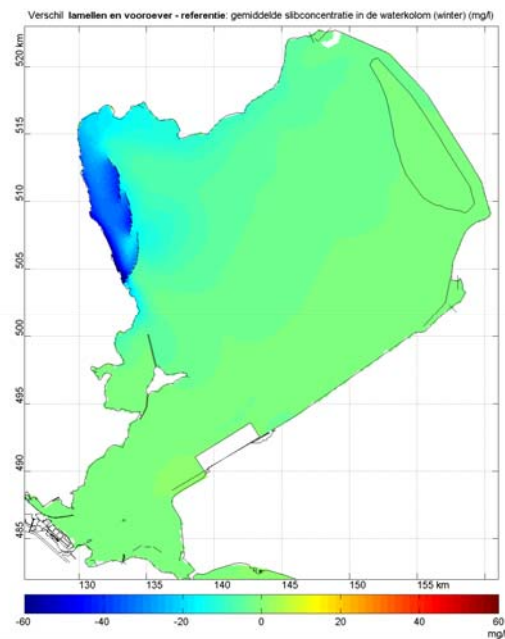
Figuur F.1: Huidige situatie



Figuur F.2: Referentie situatie

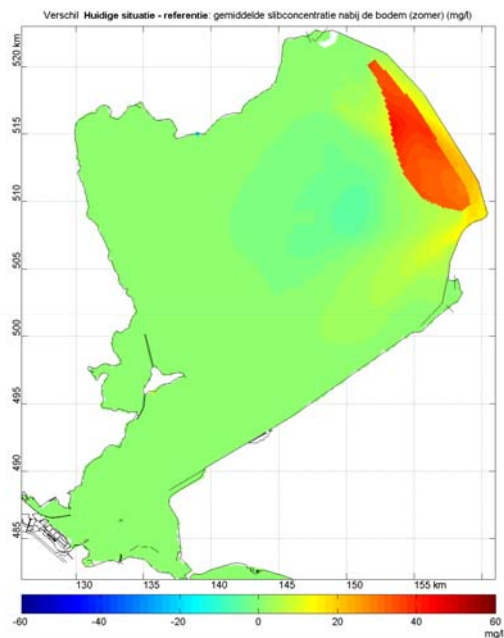


Figuur F.3: Lamellen NH-kust

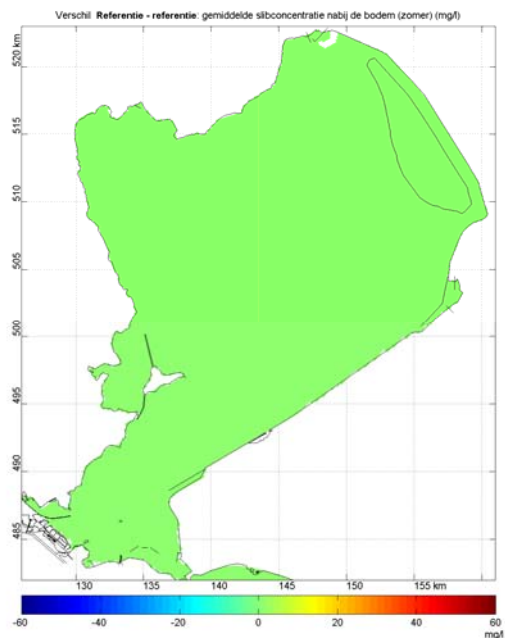


Figuur F.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

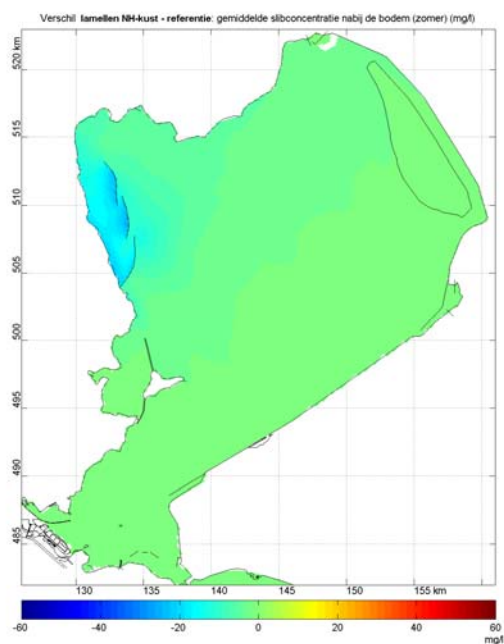
BIJLAGE G
**Verschil met referentie, gemiddelde slibconcentratie aan de
bodem (zomer) (mg/l)**



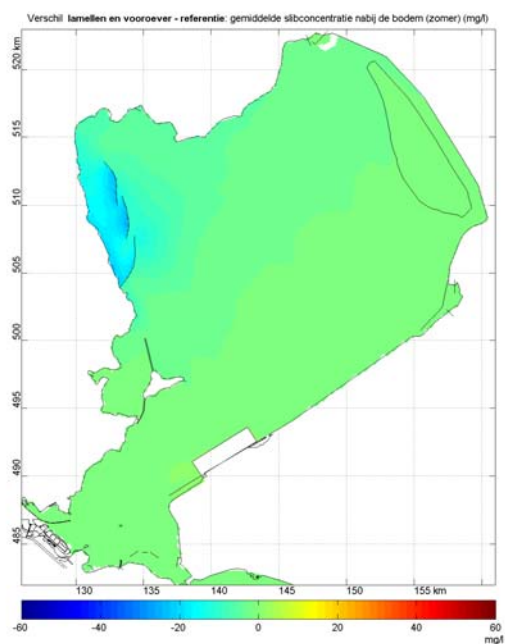
Figuur G.1: Huidige situatie



Figuur G.2: Referentie situatie



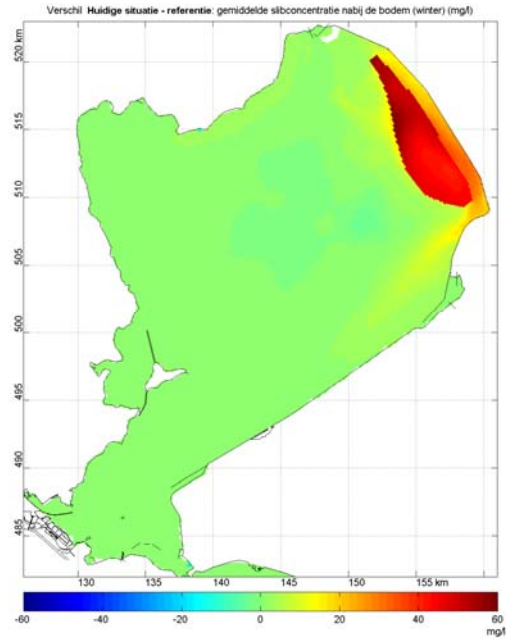
Figuur G.3: Lamellen NH-kust



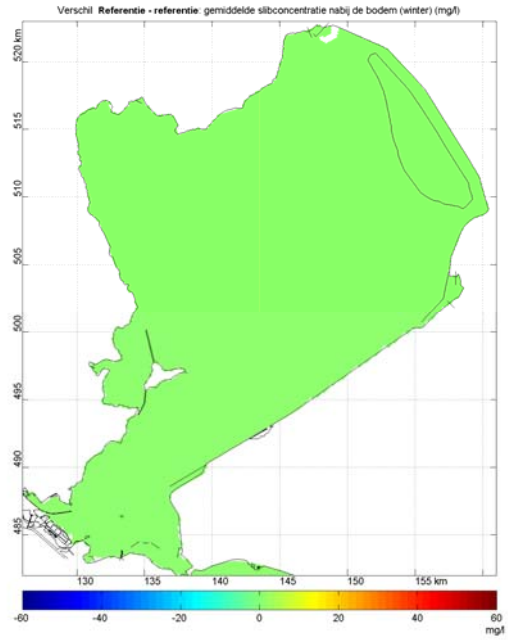
Figuur G.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

BIJLAGE H

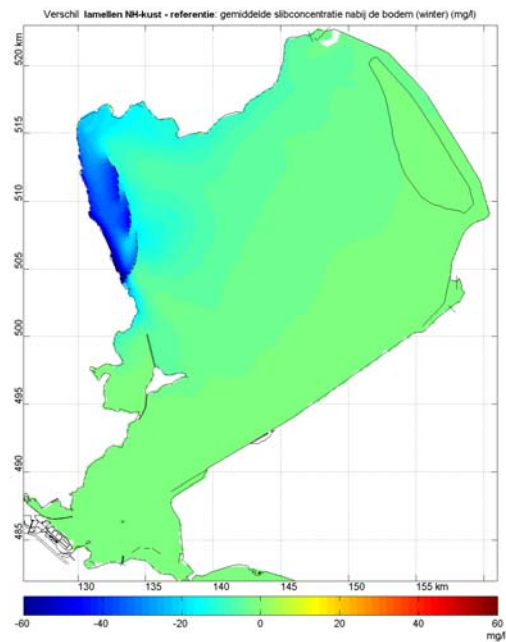
Vershil met referentie, gemiddelde slibconcentratie aan de bodem (winter) (mg/l)



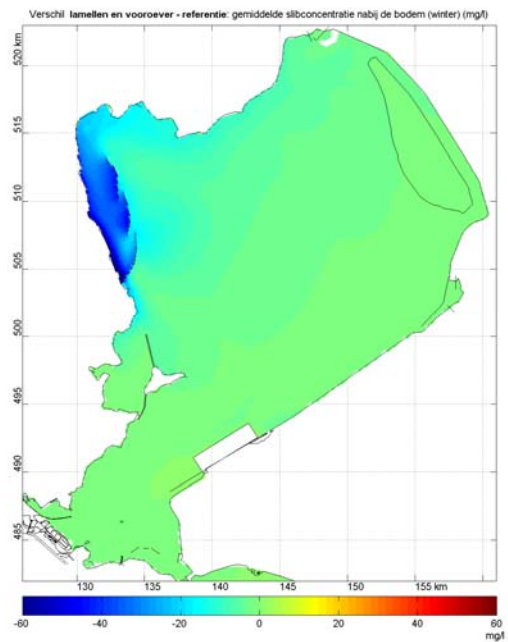
Figuur H.1: Huidige situatie



Figuur H.2: Referentie situatie



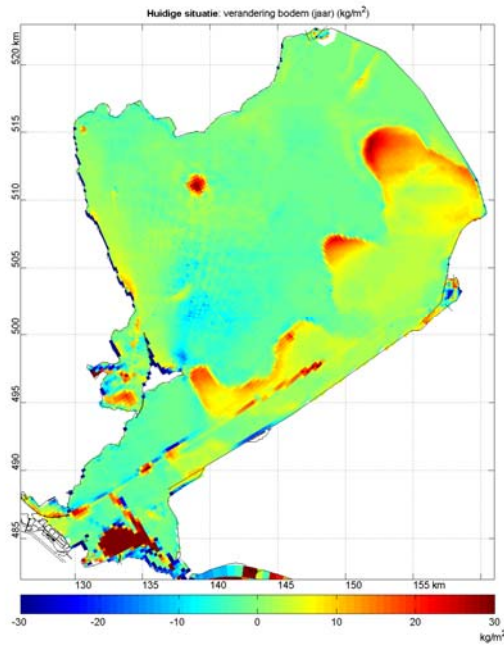
Figuur H.3: Lamellen NH-kust



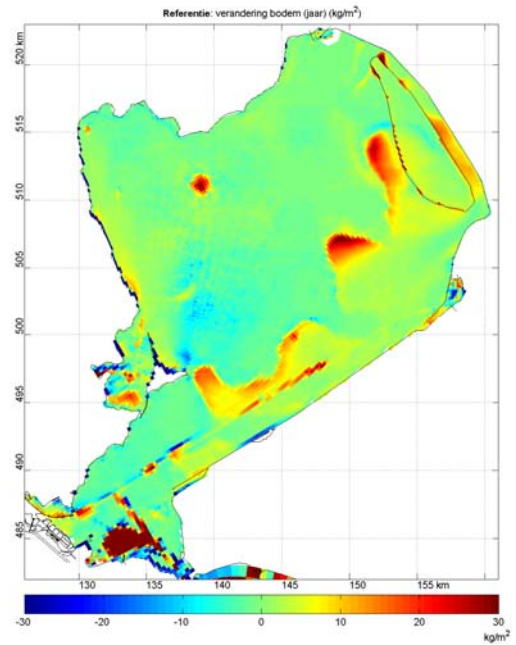
Figuur H.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

BIJLAGE I

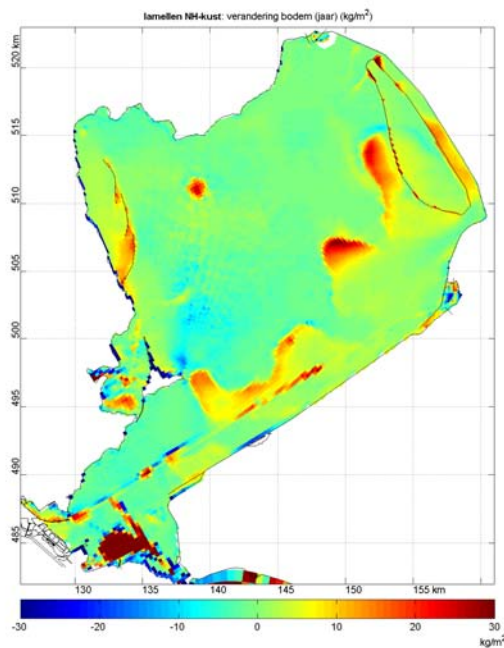
Verandering in het jaar van de bodemlaag (S2) (kg/m²)



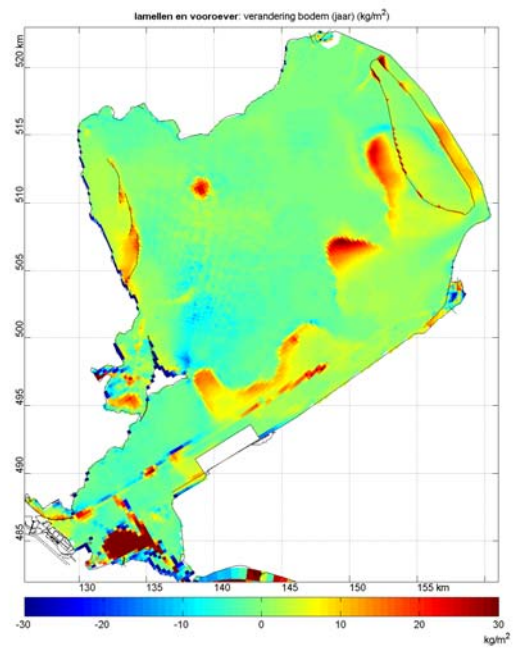
Figuur I.1: Huidige situatie



Figuur I.2: Referentie situatie

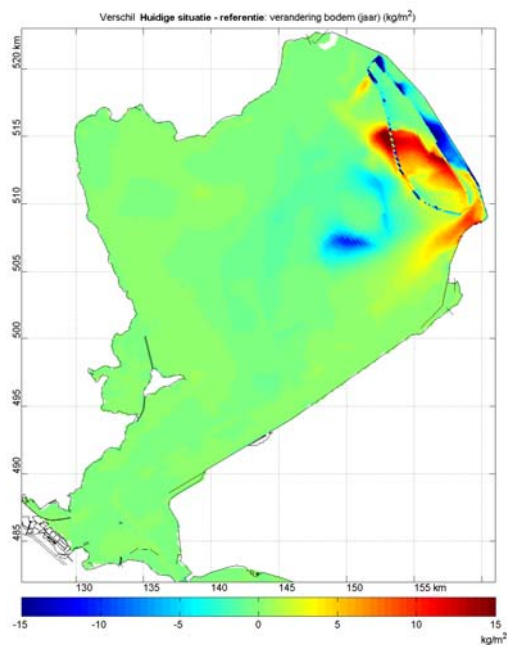


Figuur I.3: Lamellen NH-kust

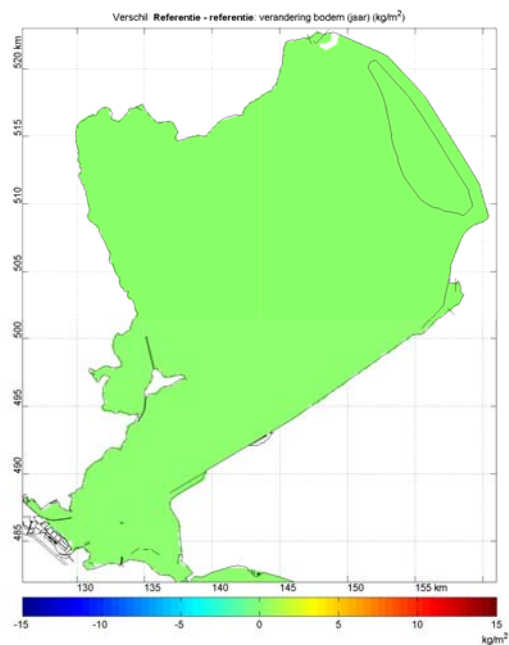


Figuur I.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

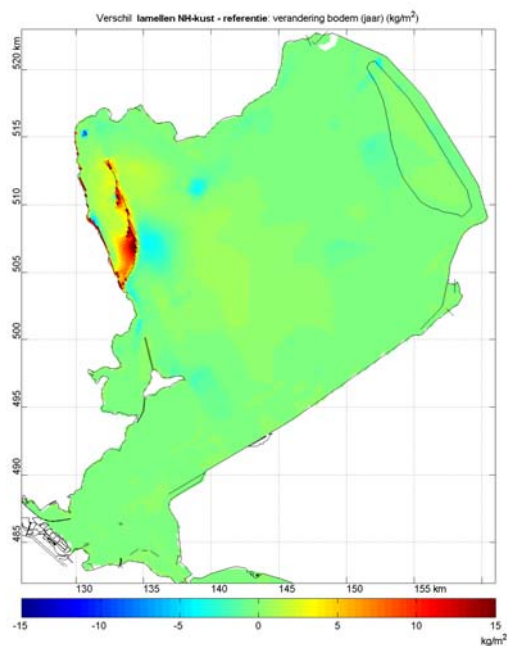
BIJLAGE J
Verschil met referentie, verandering in het jaar van de
bodemlaag (S2) (kg/m²)



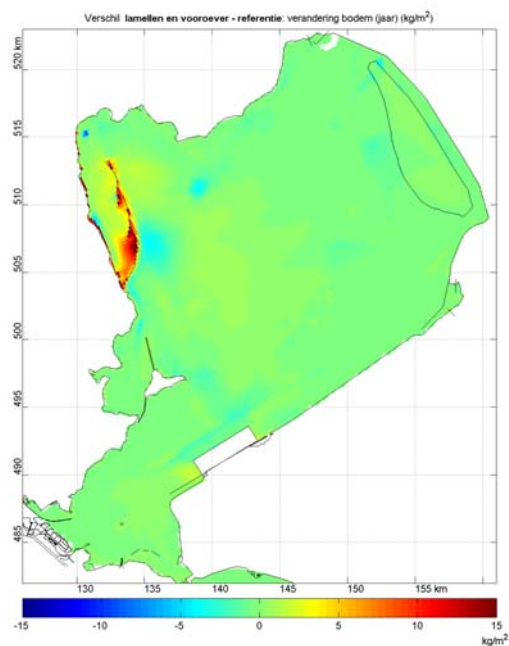
Figuur J.1: Huidige situatie



Figuur J.2: Referentie situatie



Figuur J.3: Lamellen NH-kust

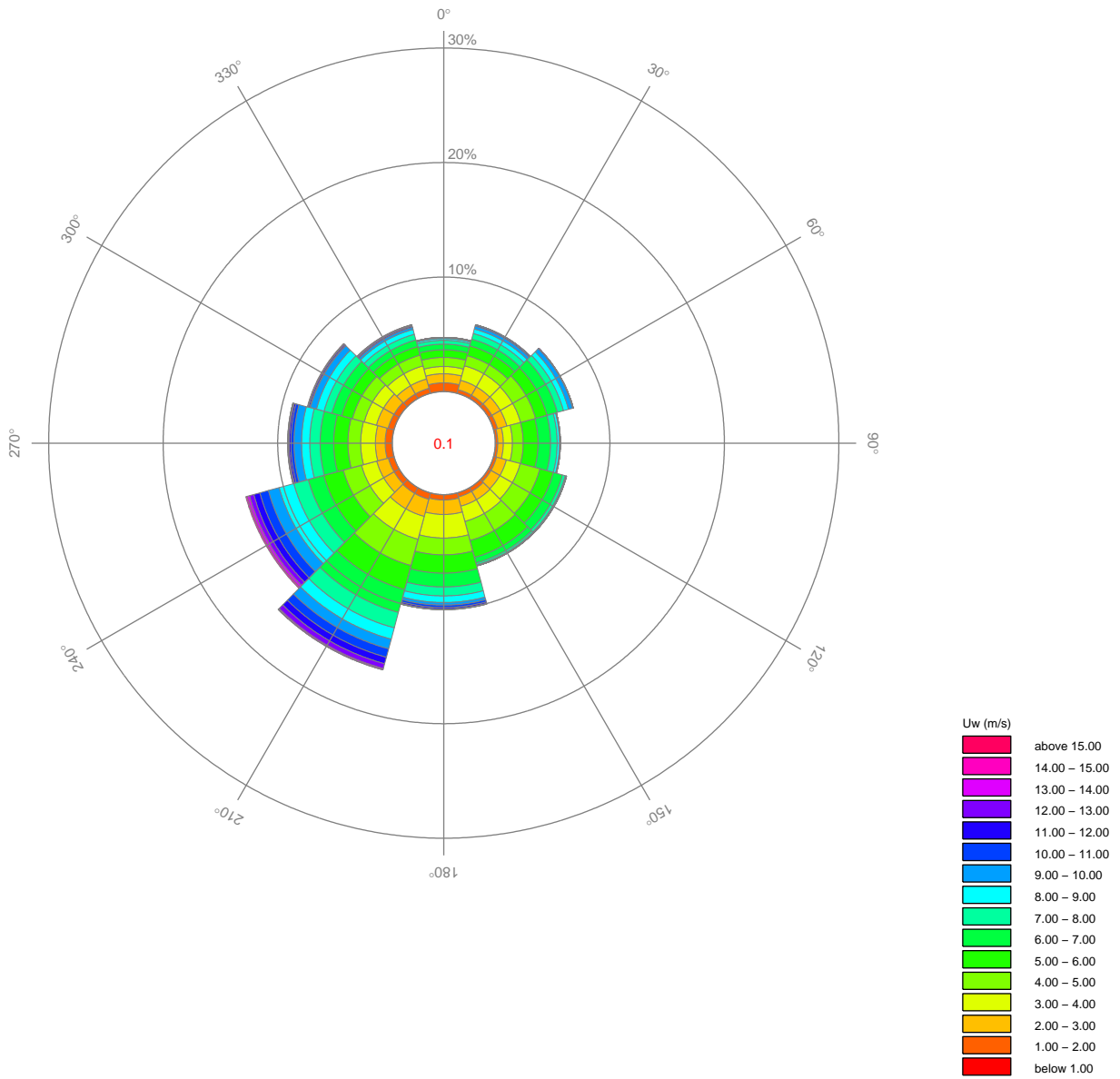


Figuur J.4: Lamellen NH-kust en vooroever Lepelaarsplassen

BIJLAGE K

Wind statistiek 2006 voor de locatie Berkhout

All year



MODEL (LON;LAT) :

wind 2006

LOCATION NAME : Markermeer

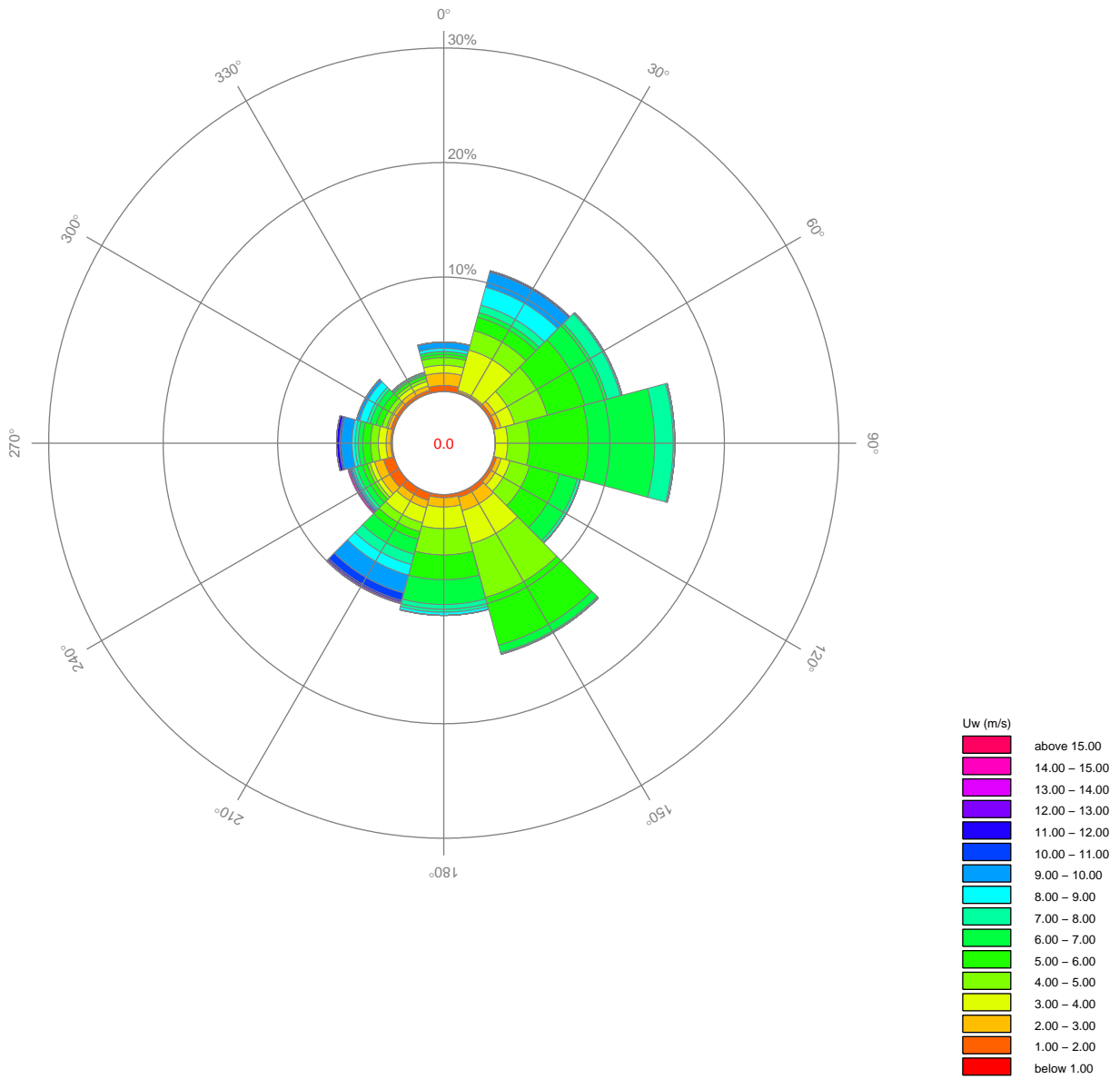
Season :

Meetlocatie Berkhout

Fig. 1



January



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : January

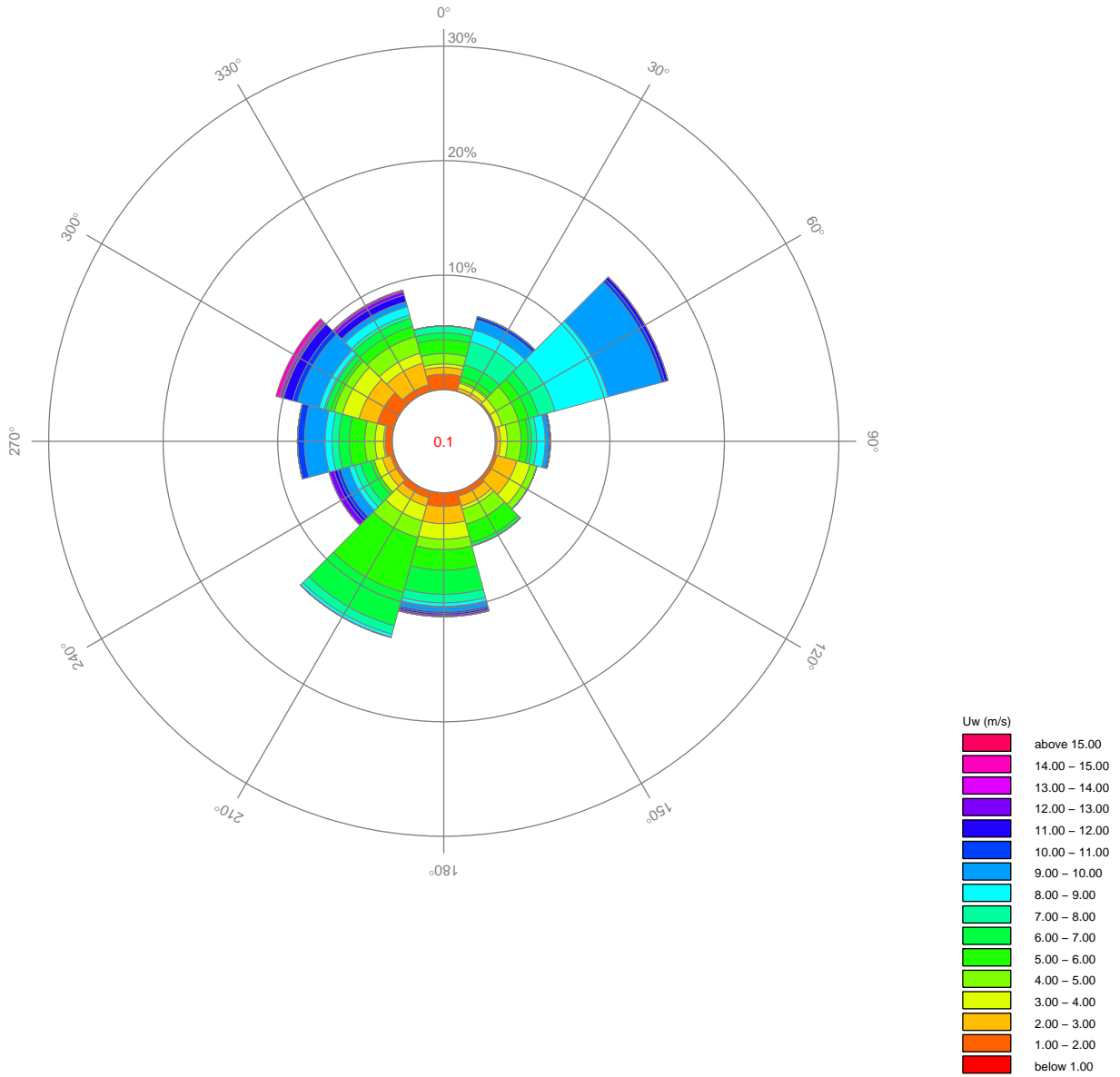
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 2



February



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : February

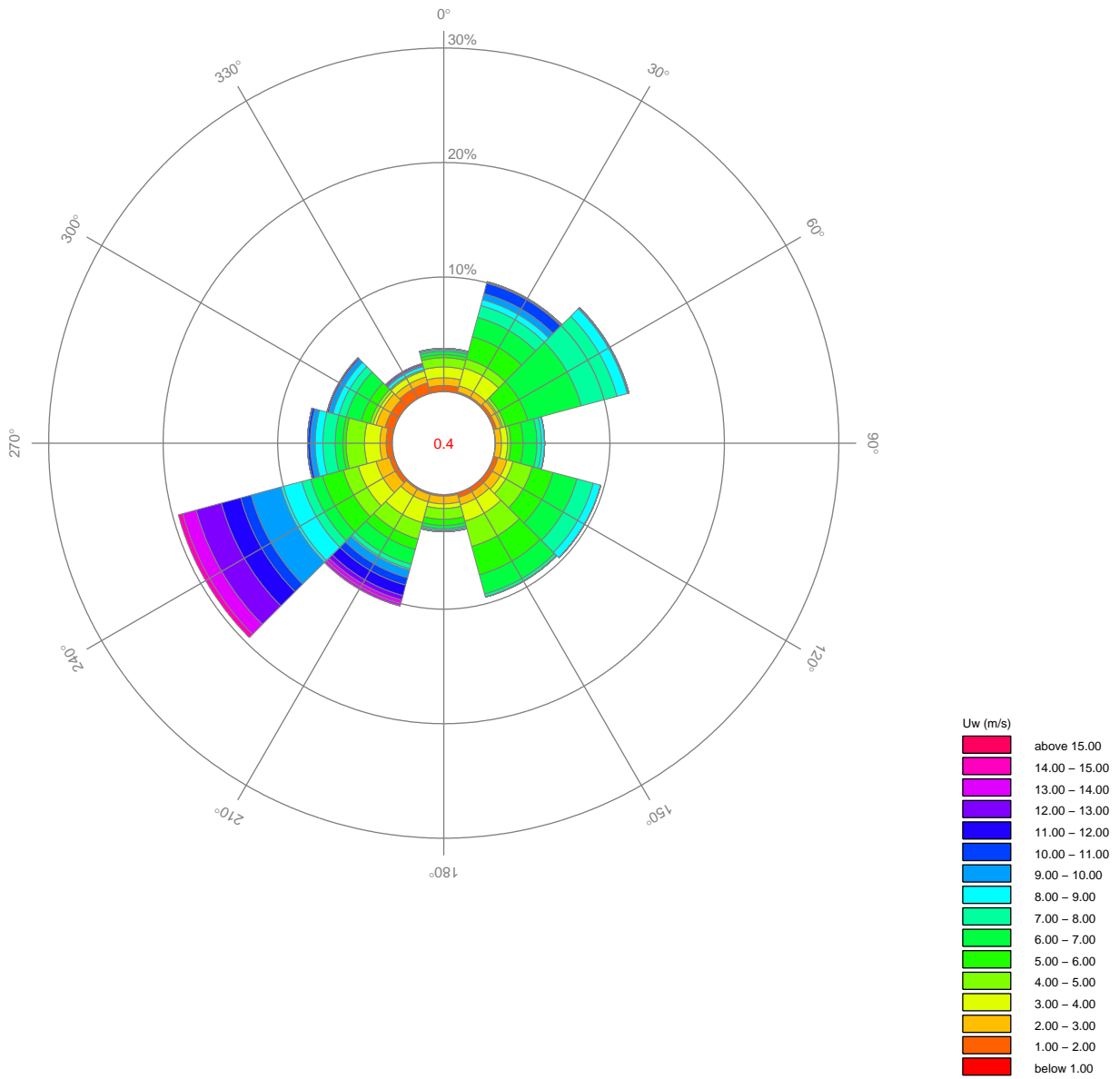
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 3



March



MODEL (LON;LAT) :

wind 2006

LOCATION NAME : Markermeer

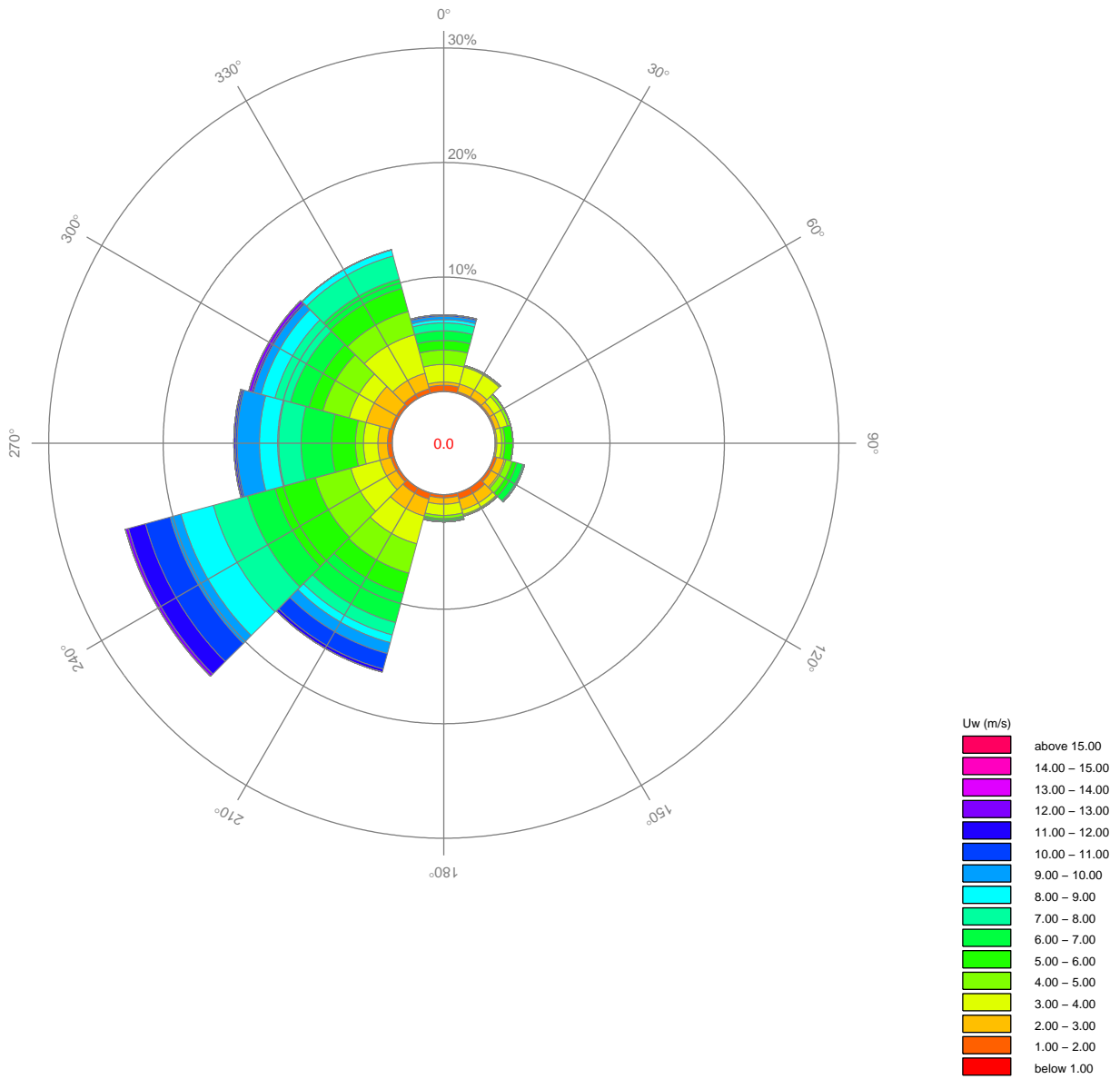
Season : March

Meetlocatie Berkhout

Fig. 4



April



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : April

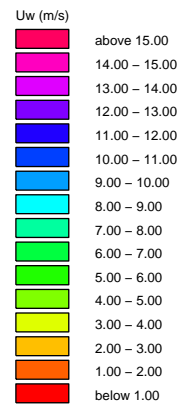
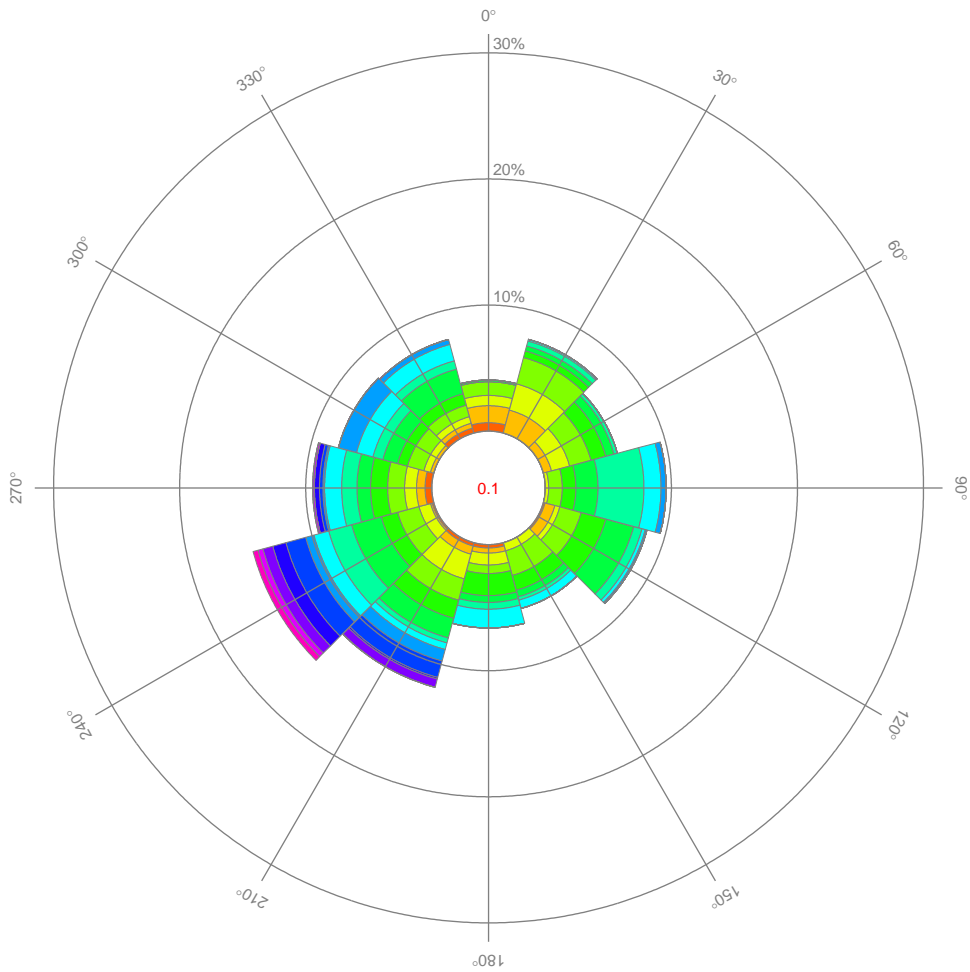
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 5



May



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : May

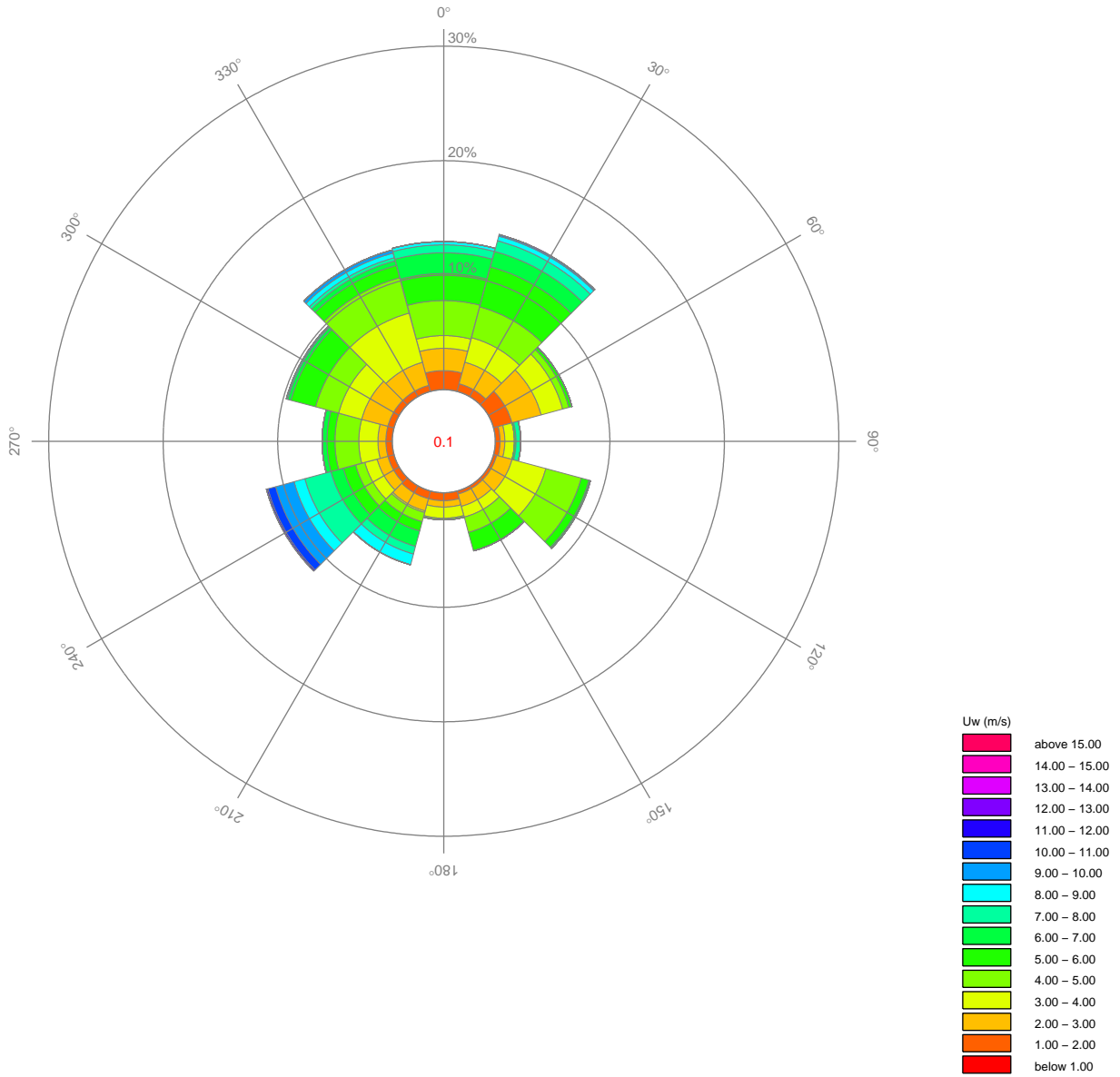
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 6



June



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : June

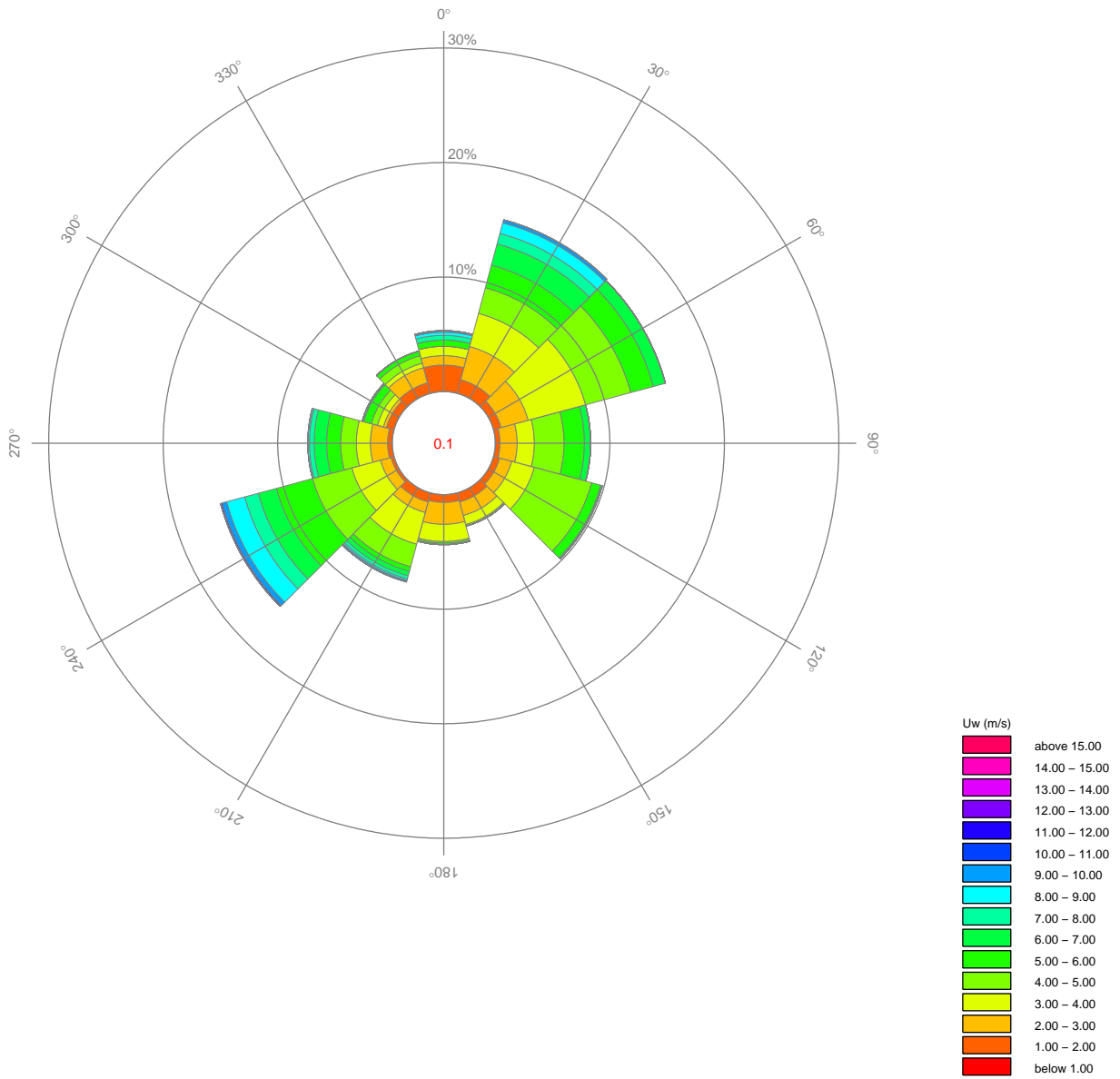
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 7



July



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : July

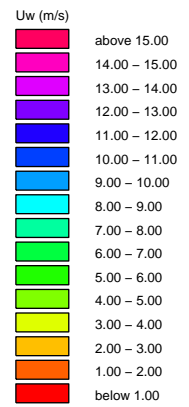
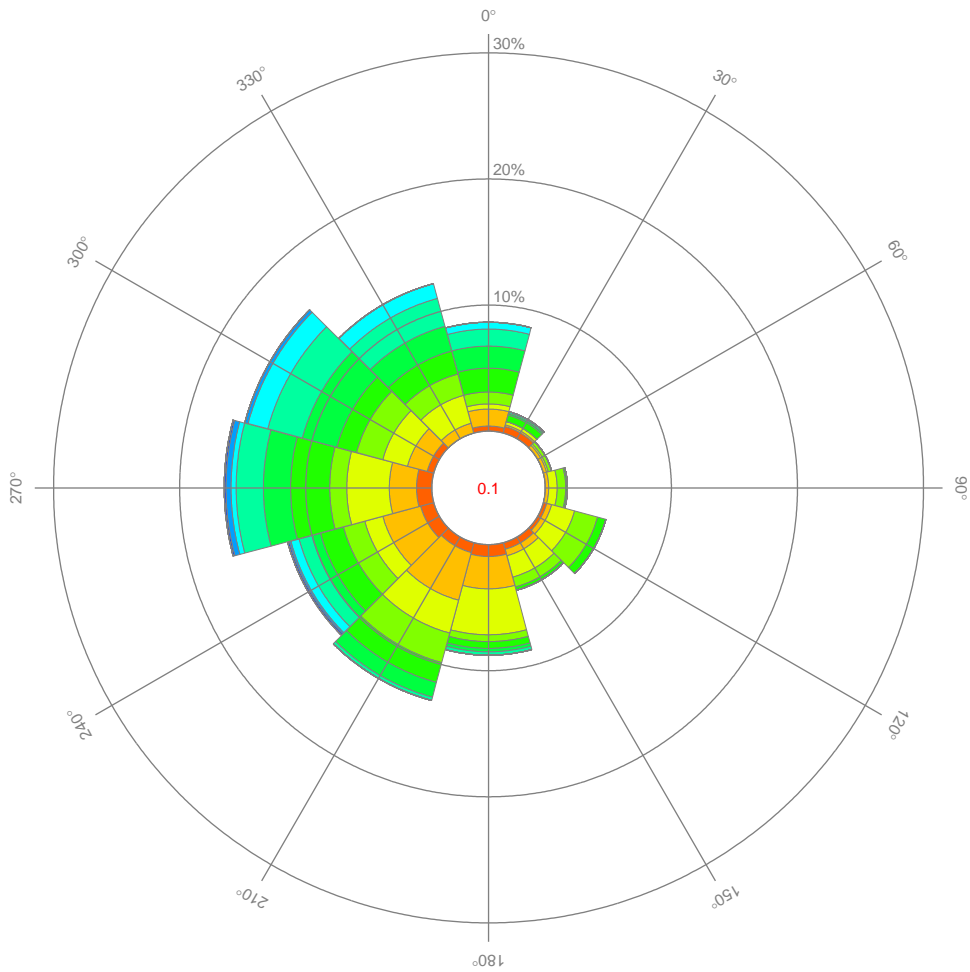
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 8



August



MODEL (LON;LAT) :

wind 2006

LOCATION NAME : Markermeer

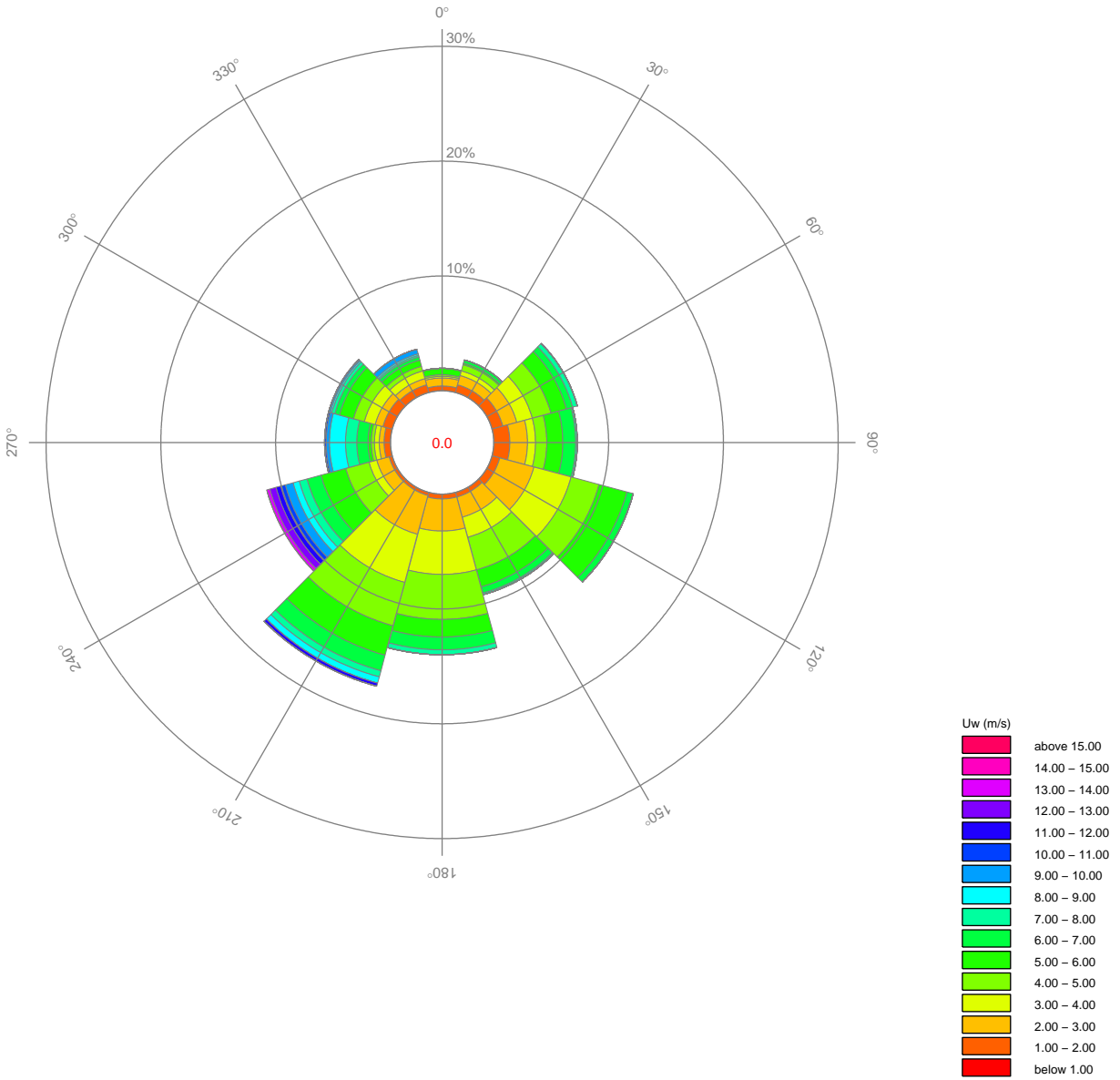
Season : August

Meetlocatie Berkhout

Fig. 9



September



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : September

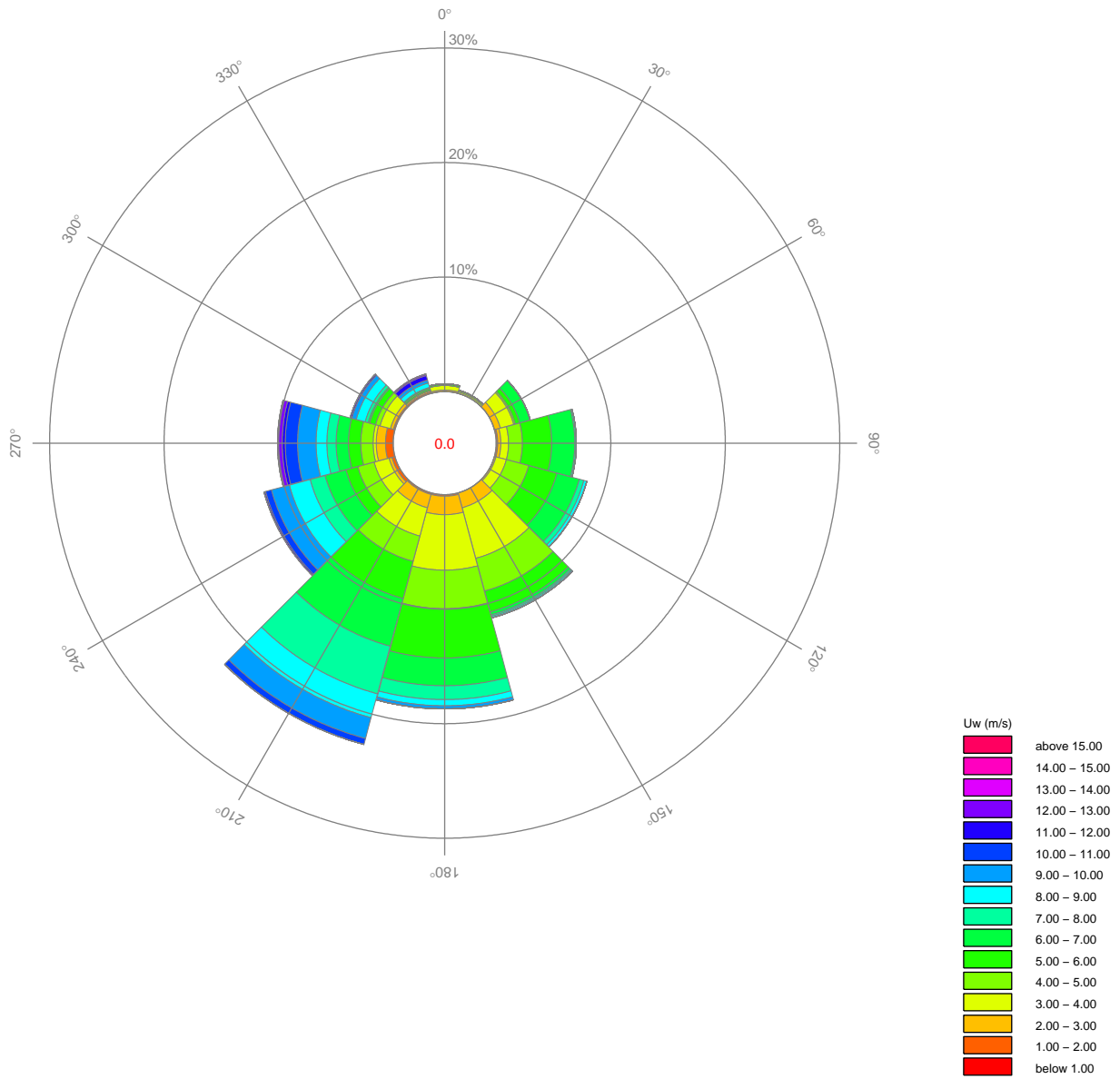
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 10



October



MODEL (LON;LAT) :

LOCATION NAME : Markermeer

Season : October

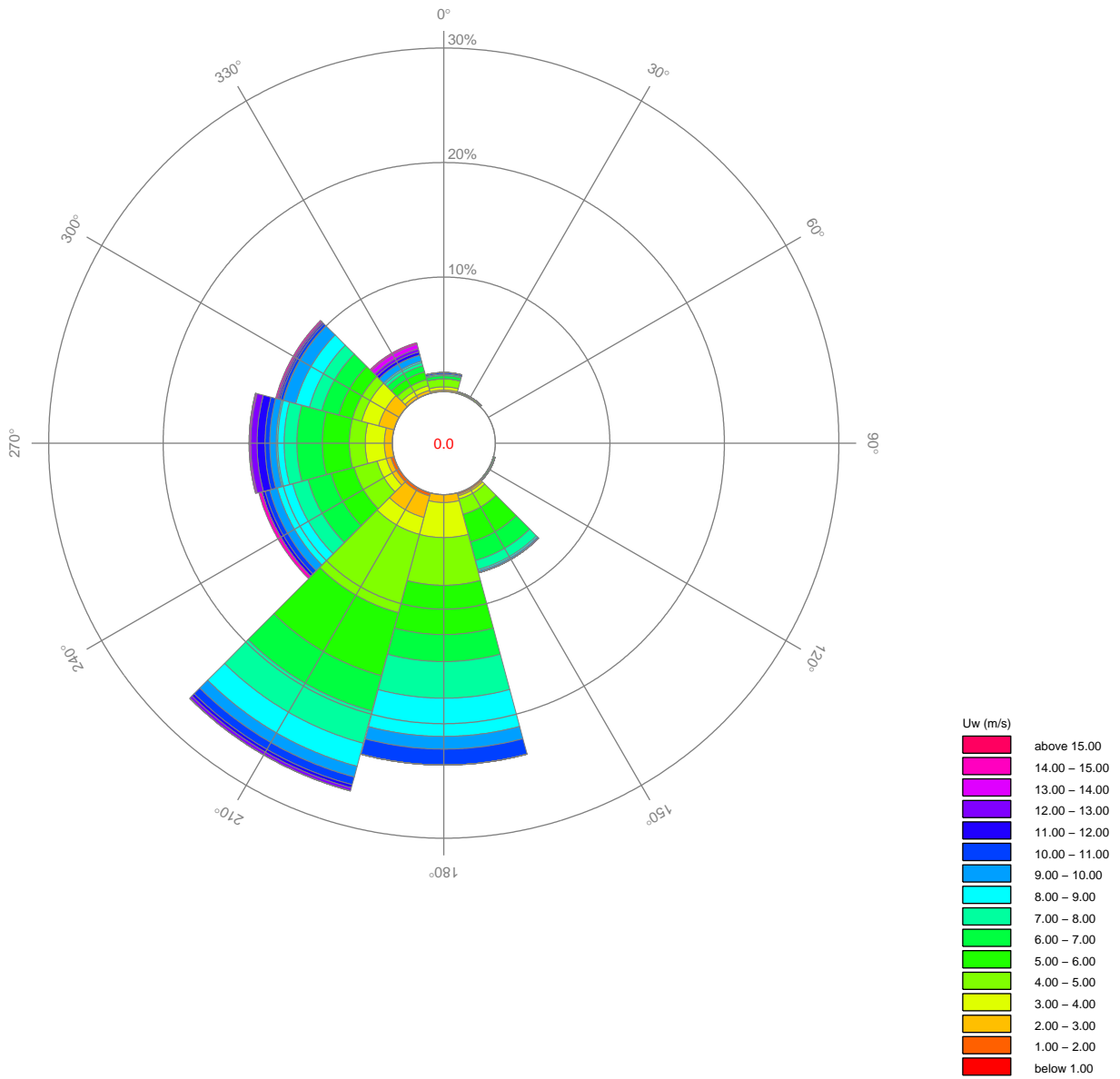
Meetlocatie Berkhout

wind 2006

Fig. 11



November



MODEL (LON;LAT) :

wind 2006

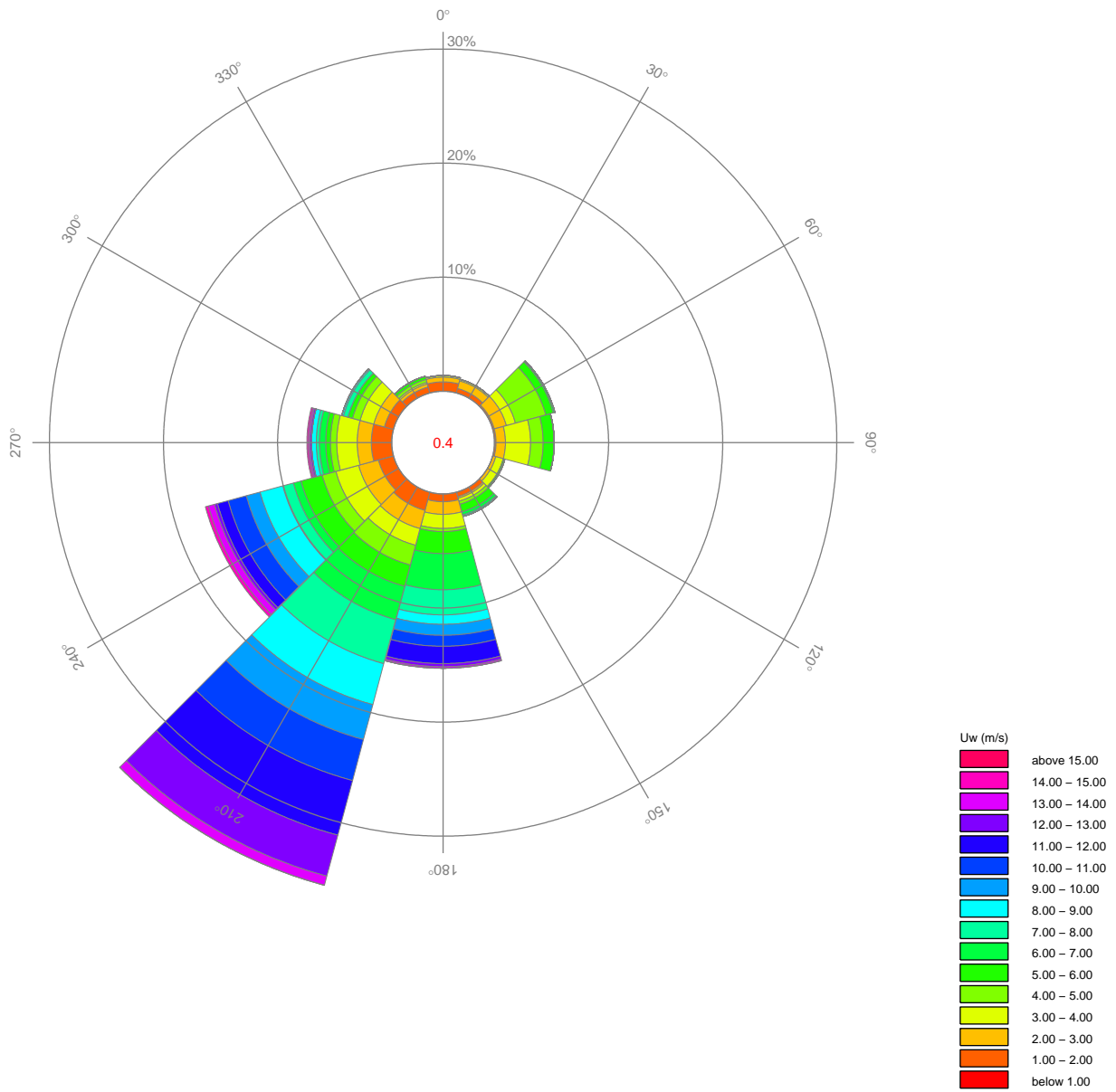
LOCATION NAME : Markermeer

Season : November

Meetlocatie Berkhout

Fig. 12

December



MODEL (LON;LAT) :

wind 2006

LOCATION NAME : Markermeer

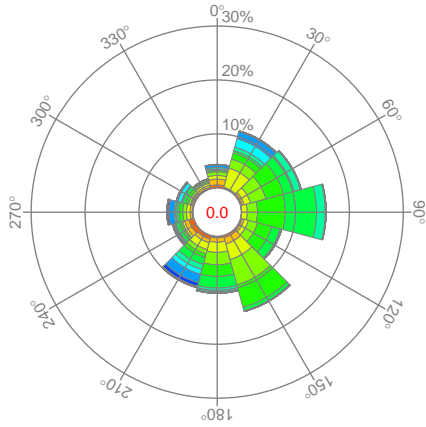
Season : December

Meetlocatie Berkhout

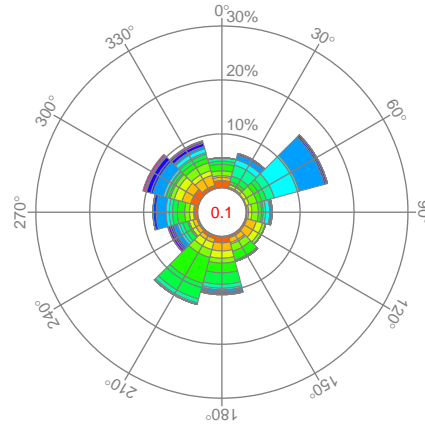
Fig. 13



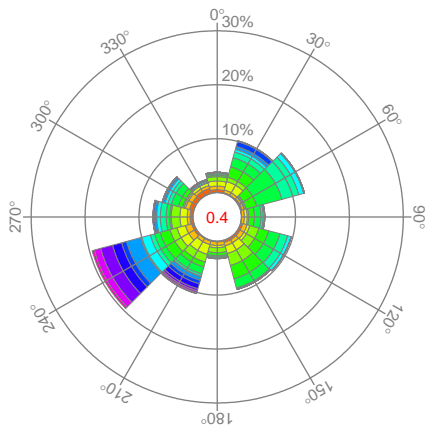
January



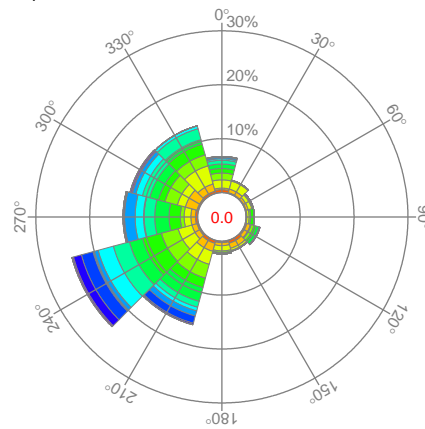
February



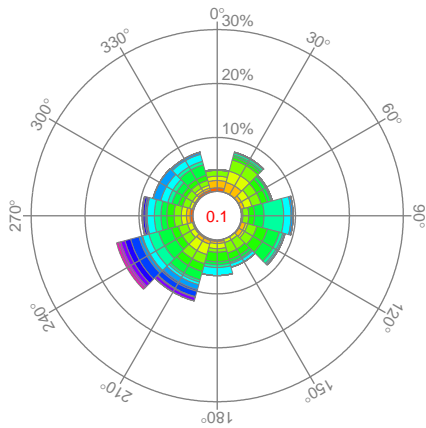
March



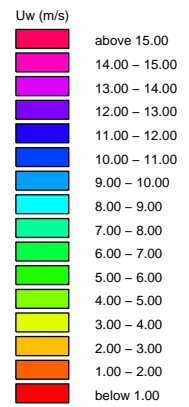
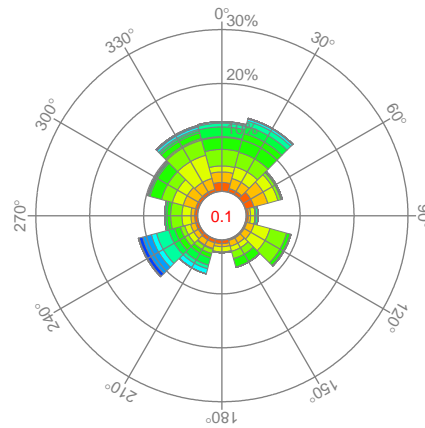
April



May



June



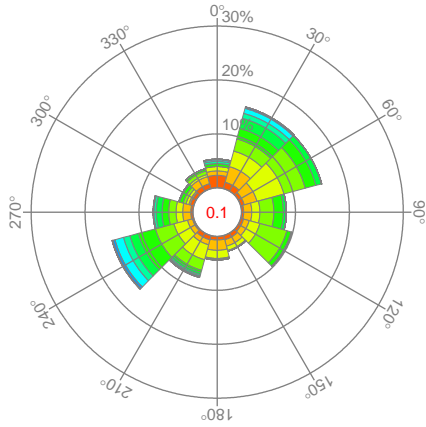
Locatie : Markermeer

Periode : jan - juni

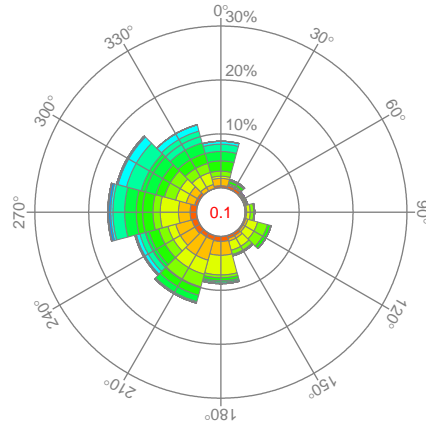
Meetlocatie Berkhout

Fig. K-14

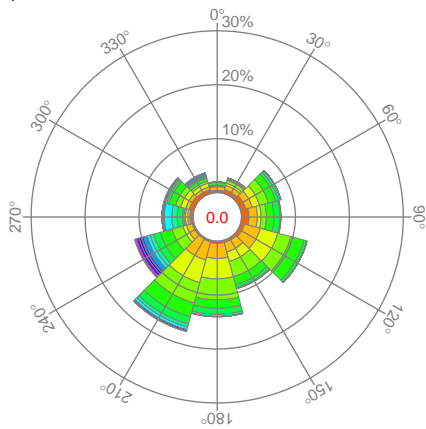
July



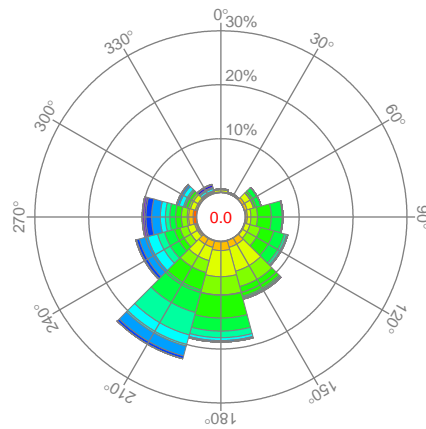
August



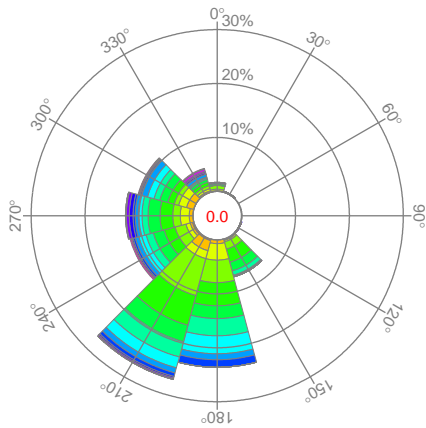
September



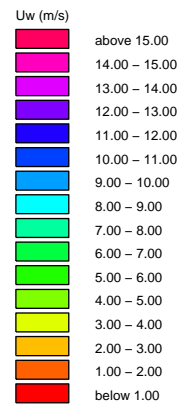
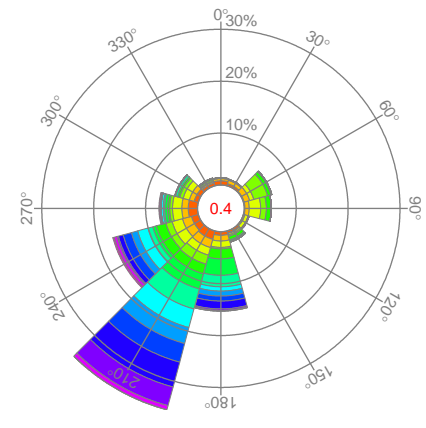
October



November



December



Locatie : Markermeer

Periode : jul – dec

Meetlocatie Berkhout

Fig. K-15