



**Netherlands Geological  
Survey**

Princetonlaan 6  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 30 256 42 56  
F +31 30 256 44 75  
[wegwijzer@tno.nl](mailto:wegwijzer@tno.nl)

**TNO-rapport**

**TNO-034-UT-2010-01827/A**

**REGIS Zeeland**

**Deelrapport A: Maaiveld en waterbodemoogte**

Datum 15 oktober 2010

Auteur(s) R.W. Vernes

Opdrachtgever Provincie Zeeland, Directie Ruimte, Milieu en Water

Projectnummer 005.50204

Aantal pagina's 36 (incl. bijlagen)

Aantal bijlagen 6

Goedgekeurd door Th.H.M. van Doorn

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Th.H.M. van Doorn', written over a horizontal line.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2010 TNO

## Samenvatting

Het maaiveld en de waterbodems vormen de bovenkant van het hydrogeologisch lagenmodel van REGIS. In eerdere REGIS-projecten werd dit grensvlak samengesteld op basis van de hoogtepunten van de Topografische kaart van Nederland 1:25.000 van de Topografische Dienst, aangevuld met waterbodemuhoogte-informatie. In het kader van het project REGIS Zeeland is dit grensvlak voor het eerst vervaardigd uitgaande van het Aktueel Hoogtebestand Nederland (AHN) van de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat. Bodemuhoogteinformatie is door diverse instanties, waaronder de Meetinformatiedienst van Rijkswaterstaat en Rijkswaterstaat Directie Zeeland verstrekt.

De REGIS dataset ‘Maaiveld- en waterbodemuhoogte’ omvat standaard de volgende bestanden:

- Het hoogtepuntenbestand *slmpnt*;
- Het grid *slmtga* en,
- Het contourlijnenbestand *slmtcx*.

Bij het gebruik van het AHN is het hoogtepuntenbestand *slmpnt* echter niet van toepassing.

Twee nieuwe bestanden zijn in het kader van dit project aan standaard toegevoegd, te weten:

- Het grid *slmlwg* met de verdeling land-water dat toegevoegd wordt ten behoeve van het gebruik van het grid *slmtga* en,
- Het grid *slmsrc* waarin de herkomst van de maaiveld- en waterbodemuhoogte-informatie is vastgelegd.

Bij de uitvoering is het projectgebied in twee deelgebieden opgesplitst, te weten:

- de Rijkswateren en,
- het ‘land’, i.e. het overige deel van het projectgebied.

De bestanden van deze deelgebieden, die door TNO-NITG en de Provincie zijn samengesteld, zijn uiteindelijk samengevoegd.

Het grid *slmtga* vormt de bovenste begrenzing van het pakket klastische gesteenten. Het is hierbij niet van belang of het maaiveld kunstmatig door menselijk ingrepen is opgehoogd of verlaagd. Opgespoten terreinen, dijken en weglichamen dienen daarom onderdeel uit te maken van het grid. Dit geldt niet voor bebouwing, begroeiing en wateroppervlakten. In het projectgebied bestaan er binnen het AHN verschillen in opnamedatum en bewerking. In welke mate de bestanden daardoor verschillen in nauwkeurigheid en kwaliteit is niet geheel duidelijk. In de bestanden van de provincie Zeeland zijn dakhoogten van gebouwen uitgefilterd. In het Brabantse deel van het projectgebied is echter geconstateerd dat nabij Bergen op Zoom nog relatief hoge waarden voorkomen, afkomstig van bebouwing, die niet volledig uit het AHN-bestand zijn gefilterd. Bij de gebruikte opschalingsmethode om uit het AHN het grid *slmtga* af te leiden, blijven enkele gebouwen in dit deel van het projectgebied zichtbaar. Een filteralgorithme zou hiervoor dienen te worden ontwikkeld, hetgeen echter buiten het kader van de werkzaamheden valt.

# Inhoudsopgave

	<b>Lijst van tabellen en figuren .....</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Samenstellen GIS-bestanden verdeling land-water .....</b>	<b>6</b>
2.1	Algemeen .....	6
2.2	Bewerkingen .....	7
<b>3.</b>	<b>GIS-bestanden maaiveld- en waterbodemhoogte.....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Samenstellen GIS-bestanden Rijkswateren.....</b>	<b>11</b>
4.1	Digitale dieptegegevens Meetinformatiedienst Rijkswaterstaat .....	11
4.2	Aktueel Hoogtebestand Nederland .....	13
4.3	Aanvullende gegevens .....	15
4.4	Samenvoegen bestanden .....	16
4.5	Conversie naar invoerformaat interpolatieprogrammatuur .....	17
4.6	Interpolatie .....	17
4.7	Controle van de resultaten .....	18
4.8	Opschaling .....	19
<b>5</b>	<b>Samenstellen GIS-bestanden 'Land' .....</b>	<b>20</b>
5.1	Bodemhoogte-informatie .....	20
5.3.	Digitale terreinmodellen van de dammen .....	22
5.4	Topografische informatie.....	23
5.5	Samenvoegen deelbestanden .....	24
5.6	Afleiden contourlijnen .....	24
<b>6.</b>	<b>Literatuur .....</b>	<b>25</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Verdeling land en water, grid slmlwg	
	B Ligging meetvakken Meetinformatiedienst Zeeland	
	C Bronnen van de gebruikte bestanden en gegevens, grid slmsrc	
	D Jaar van opname van de dieptemetingen van de door Rijkswaterstaat beschikbaar gestelde dieptegrids	
	E Parameterinstellingen Surfer	
	F Maaiveld- en waterbodemhoogte, grid slmtga	

## Lijst van tabellen en figuren

### Tabellen

Tabel 1	Betekenis attribuut 'CODE' van het ArcINFO-bestand slmlwp .....	8
Tabel 2	Bewerkingsvolgorde van de deelbestanden van het Aktueel Hoogtebestand Nederland (1= kwalitatief beste bestand). ....	14

### Figuren

Figuur 1	Werkwijze samenstellen GIS-bestanden verdeling land-water slmlwp (polygonen) en slmlwg (grid). ....	6
Figuur 2	Werkwijze samenstellen GIS-bestanden maaiveld- en waterbodemoogte bij gebruik van het Aktueel Hoogtebestand Nederland. ....	10
Figuur 3	Verloop van de contourlijnen bij de interpolatie van bathimetrische gegevens, zonder en met gebruik van een anisotropie ratio (Bron: lit. 2). 12	



# 1. Inleiding

De Provincie Zeeland neemt deel in het project Aktueel Hoogtebestand Nederland (AHN) en wenste dat de nauwkeurige maaiveldhoogtebestanden van het AHN zouden worden gebruikt bij het samenstellen van het lagenmodel van REGIS. Ook bij andere provincies waarvan de REGIS-bestanden in de onderhoudsfase verkeren, leeft deze wens. Het project REGIS Zeeland loopt op dit punt echter vooruit en vormt het eerste REGIS-project waarin het AHN zal worden gebruikt. Vanwege de gewenste landelijke consistentie van de REGIS-bestanden worden bijzondere eisen gesteld aan de werkwijze. De gevolgde werkwijze dient in de toekomst als 'standaard' te kunnen worden verheven voor de overige REGIS-projecten.

TNO-NITG heeft in september 1999 een voorstel (kenmerk GW 99-10.597) opgesteld voor te volgen werkwijze voor het samenstellen van de REGIS dataset 'Maaiveld- en waterbodemoogte'. In overleg met de Provincie Zeeland is besloten om de daaruit voortvloeiende werkzaamheden deels door de Provincie Zeeland en deels door TNO-NITG uit te laten voeren. In november 1999 is door TNO-NITG een offerte (kenmerk GW 99-10.696) uitgebracht voor deze activiteiten. In december 1999 heeft de Provincie Zeeland voor de uitvoering opdracht verleend.

Er is een fasering aangebracht in de door TNO-NITG uit te voeren werkzaamheden:

- Fase A: activiteiten met betrekking tot de waterbodemoogten van de Rijkswateren, i.e. de (voormalige) zeearmen, enkele kanalen en de daarmee in verbinding staande havens.
- Fase B: activiteiten met betrekking tot de afwerking en afronding van de dataset 'Maaiveld- en waterbodemoogten', i.e. het samenvoegen van de door de Provincie Zeeland samengestelde grid- en contourlijnenbestanden van de maaiveldhoogte en de bodemoogten van wateren breder dan 50 meter die niet onder de Rijkswateren vallen en de in Fase A door TNO- NITG samengestelde grid- en contourlijnenbestanden van de Rijkswateren.

Het voorliggende document vormt de eindrapportage van deze activiteiten. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de wijze waarop de GIS-bestanden van de verdeling land-water zijn samengesteld. Een overzicht van de GIS-bestanden die 'Maaiveld- en waterbodemoogte' informatie bevatten, wordt gegeven in hoofdstuk 3. De wijze waarop in Fase A de GIS-bestanden van de Rijkswateren zijn samengesteld, is beschreven in hoofdstuk 4. Aansluitend wordt in hoofdstuk 5 de werkwijze beschreven waarop de GIS-bestanden van het overige deel van het projectgebied, aangeduid als het 'land', zijn vervaardigd en met de bestanden van de Rijkswateren zijn samengevoegd.

Bij deze rapportage is uitgegaan van het verslag 'REGIS Dataset 'Maaiveld- en waterbodemoogte', Rapportage Fase A: verwerking gegevens Rijkswateren' (kenmerk GW 01-10.192).

## 2. Samenstellen GIS-bestanden verdeling land-water

### 2.1 Algemeen

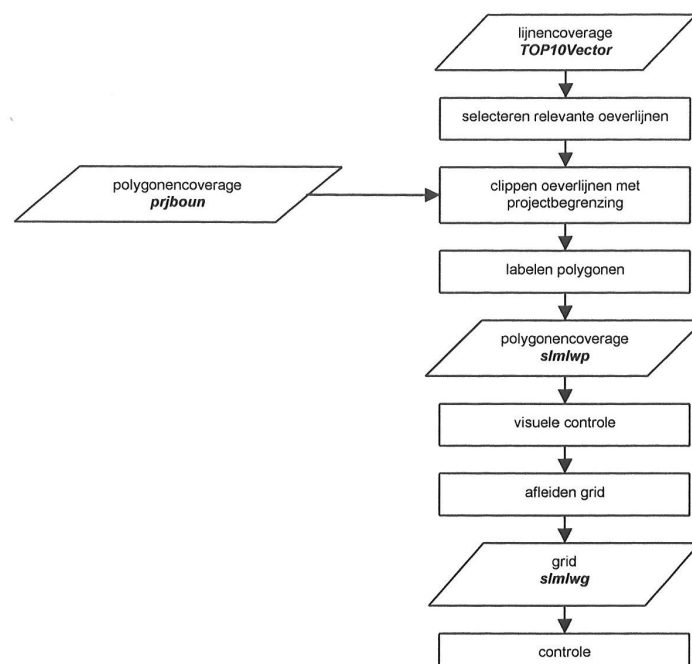
Om bij het gebruik van de maaiveld- en waterbodemhoogtebestanden een onderscheid te kunnen maken in ‘maaiveld’ en ‘waterbodems’ wordt uitgaande van een polygonenbestand (*slmlwp*) het grid *slmlwg*<sup>1</sup> met de verdeling land-water samengesteld.

De Provincie Zeeland heeft voor het samenstellen van deze bestanden aan TNO-NITG de volgende ArcINFO-bestanden ter beschikking gesteld:

- *grens\_zld*: de oeverlijnen en de hartlijnen van de hoofdwaterkeringen;
- *water92*: de oeverlijnen van de binnendijkse wateren.

Beide bestanden zijn door de Provincie Zeeland afgeleid uit het bestand NLNET10 van Teleatlas en de Topografische kaart 1:10.000 van de Topografische Dienst.

In Figuur 1 zijn de bewerkingen aangegeven die worden uitgevoerd bij het samenstellen van de GIS-bestanden *slmlwp* (polygonen) en *slmlwg* (grid).



Figuur 1 Werkwijze samenstellen GIS-bestanden verdeling land-water *slmlwp* (polygonen) en *slmlwg* (grid).

<sup>1</sup> In het kader van REGIS II is bij de samenstelling van een landelijke dataset van maaiveld- en waterbodemhoogten het grid *slmlwg* hernoemd in *mvlwg*.

## 2.2 Bewerkingen

Voor het samenstellen van het polygonenbestand *slmlwp* en het grid *slmlwg* zijn achtereenvolgens de volgende bewerkingen op de bestanden *grens\_zld* en *water92* uitgevoerd:

- 1) Uit het bestand *grens\_zld* is op basis van het ArcINFO-bestand *prj\_boun*, waarin de projectbegrenzing van REGIS Zeeland is vastgelegd, een uitsnede gemaakt van het voor het projectgebied relevante deel.
- 2) Uit het aldus verkregen bestand zijn strekdammen en pieren van geringe breedte verwijderd.
- 3) De oeverlijnen zijn systematisch gecontroleerd op basis van de Topografische kaart van Nederland 1:25.000, uitgave 1989-1995 (lit. 10) en uitgave 1997 (lit. 11), en de Hydrografische Kaart voor kust- en binnenwateren (lit. 6, 7 en 8). Geconstateerd is dat in enkele gebieden de oeverlijnen ontbreken. Deze gebieden zijn:

- de noordkust van Sint Philipsland;
- het Noord-Brabantse deel van het projectgebied.

Tevens is geconstateerd dat de oeverlijnen in een aantal gebieden niet meer actueel zijn. Deze gebieden betreffen met name:

- de oostelijke oever van de Philipsdam en de Krammer;
- de oostelijke oever van de Oesterdam, inclusief het Tholensche gat voor zover gelegen ten oosten van de Oesterdam;
- het Markiezaatsmeer;
- de platen De Bol en Hooge Springer in de Westerschelde.

In het bestand lijkt verder de oeverlijn in zuidelijke richting verschoven te zijn ter hoogte van het Zoommeer en de Theodorus haven van Bergen op Zoom. Op basis van de Topografische kaart van Nederland 1:25.000, uitgave 1997 zijn de oeverlijnen toegevoegd, geactualiseerd of verbeterd.

- 4) Alle binnen het projectgebied gelegen oeverlijnen van het bestand *water92* zijn aan het bewerkte bestand *grens\_zld* toegevoegd. Aan de hand van de Topografische kaart 1:25.000 (lit. 10) is gecontroleerd of dit bestand voor REGIS volledig is, dat wil zeggen alle wateren bevat breder dan 50 meter. Er bleek slechts één wateroppervlakte ontbreken, een bassin gelegen ten oosten van een stikstofbindingsbedrijf te Sluiskil.
- 5) De polygonen van het aldus verkregen bestand zijn gelabeld, waarbij de volgende codering is aangehouden:

Tabel 1 Betekenis attribuut 'CODE' van het ArcINFO-bestand *slmlwp*

Code	Omschrijving
1	Land, gelegen boven de hoogwaterlijn
2	Water, al dan niet droogvallend tijdens eb

- 6) Uit het aldus verkregen polygonenbestand *slmlwp* is een grid afgeleid met een resolutie van 100 meter. Dit 100 meter grid vormt de basis van het eigenlijke grid *slmlwg*, hetgeen wel standaard deel uitmaakt van de dataset 'Maaiveld- en waterbodemoogte'. De toekenning van gridcellen aan de categorie 'land' of 'water' vindt plaats op grond van het grootste oppervlak binnen de gridcel.
- 7) Het ontbrekende bassin te Sluiskil is handmatig in beide grids als 'water' verwerkt.
- 8) De ligging van de grenzen tussen 'land' en 'water' vallen soms ongunstig uit ten opzichte van de grenzen van de gridcellen. Hierdoor worden met name bij een resolutie van 100 meter lijnvormige elementen zoals kanalen soms versnipperd. Om deze lijnvormige elementen toch in het uiteindelijke maaiveldhoogtegrid als continue elementen tot uiting te laten komen is het grid *slmlwg* gecontroleerd en waar nodig handmatig bijgesteld.
- 9) Het grid *slmlwg* zou consistent moeten zijn met het grid *watbodemoogtegrid* dat door de Provincie Zeeland is samengesteld en dat de waterbodemoogten bevat van de geselecteerde relevante binnendijkse wateren. Bij controle bleek dit op enkele plaatsen niet het geval. Het betroffen enkele gebiedjes waar bodemoogtegegevens in het grid *watbodemoogtegrid* bleken te ontbreken. Besloten is om de land-water verdeling niet aan te passen maar waar mogelijk een beste schatting te maken van de bodemoogte op grond van bekende gegevens, zie paragraaf 5.1.2.

In Bijlage A is de ruimtelijke verdeling van 'land' en 'water' binnen het grid *slmlwg* weergegeven.

### 3. GIS-bestanden maaiveld- en waterbodemhoogte

REGIS bevat standaard een drietal GIS-bestanden die betrekking hebben op de maaiveld- en waterbodemhoogte. Deze bestanden zijn:

- Het puntenbestand *slmpnt* dat de gedigitaliseerde hoogtepunten van de Topografische kaart 1:25.000 en eventuele hulppunten bevat;
- Het grid *slmtga*;
- Het contourlijnenbestand *slmtcx*.

In verband met het gebruik van het AHN binnen REGIS komt het puntenbestand *slmpnt* te vervallen. Er wordt echter een vierde bestand, het grid *slmsrc*<sup>2</sup>, aan de dataset toegevoegd. In dit grid wordt de herkomst van de gegevens vastgelegd.

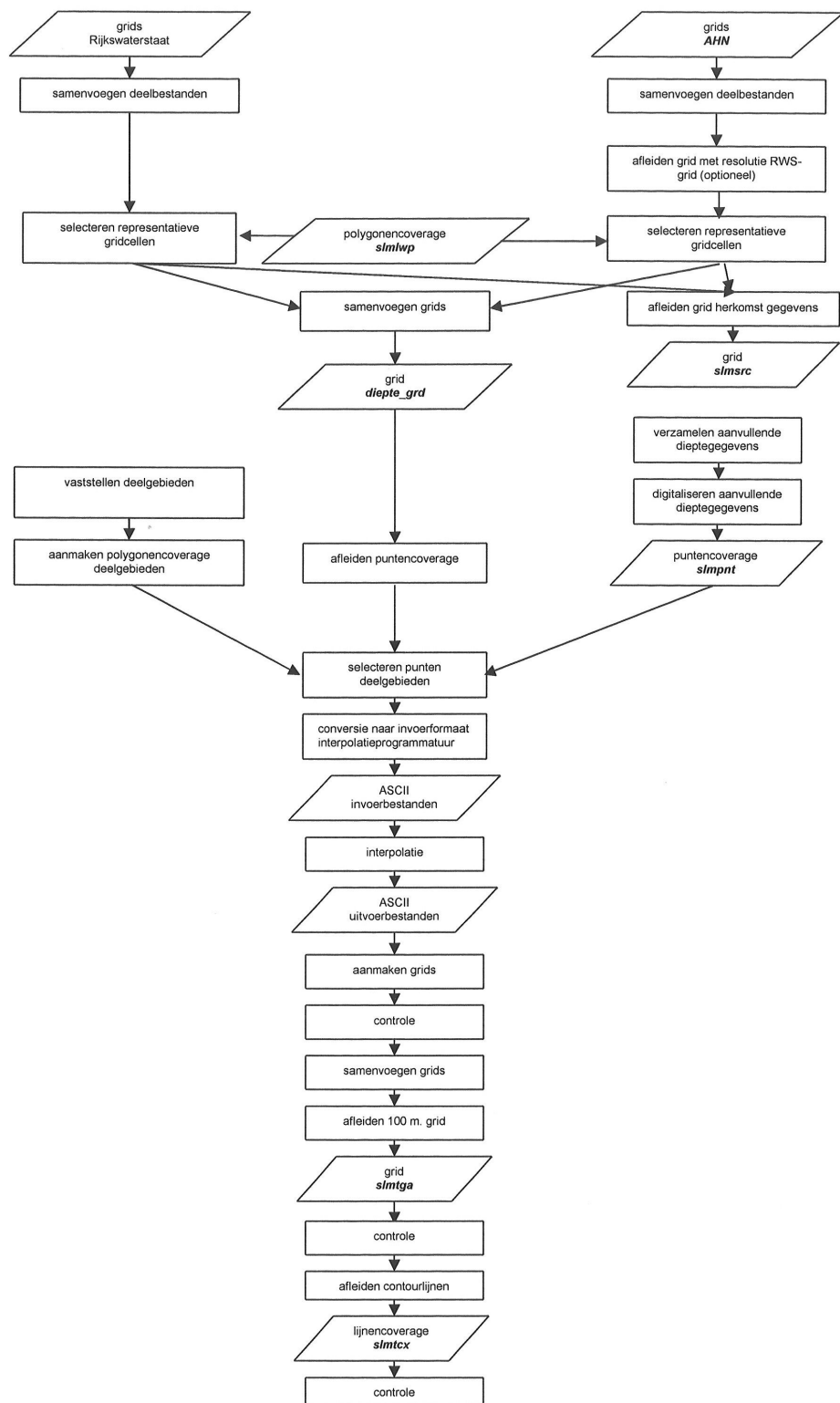
In Figuur 2 is de algemene werkwijze weergegeven die voor het samenstellen van deze GIS-bestanden wordt gevolgd.

Bij de uitvoering is het projectgebied opgesplitst in twee deelgebieden:

- De Rijkswateren, i.e. de (voormalige) zeearmen, enkele kanalen en de daarmee in verbinding staande havens, alsook de aangrenzende , buitendijks gelegen platen en kwelders. De deelbestanden van dit gebied zijn door TNO-NITG samengesteld.
- Het 'Land', i.e. het overige deel van het projectgebied, waarvan de deelbestanden door de Provincie Zeeland en TNO-NITG zijn vervaardigd.

---

<sup>2</sup> In het kader van REGIS II is bij de samenstelling van een landelijke dataset van maaiveld- en waterbodemhoogten het grid *slmsrc* hernoemd in *mvbron*.



Figuur 2 Werkwijze samenstellen GIS-bestanden maaiveld- en waterbodemb hoogte bij gebruik van het Aktueel Hoogtebestand Nederland.

## 4. Samenstellen GIS-bestanden Rijkswateren

De maaiveld- en waterbodemhoogte bestanden van de Rijkswateren zijn gebaseerd op:

- Digitale dieptegegevens van Rijkswaterstaat;
- Het Aktueel Hoogtebestand Nederland (AHN);
- Hydrografische en topografische kaarten en documenten.

### 4.1 Digitale dieptegegevens Meetinformatiedienst Rijkswaterstaat

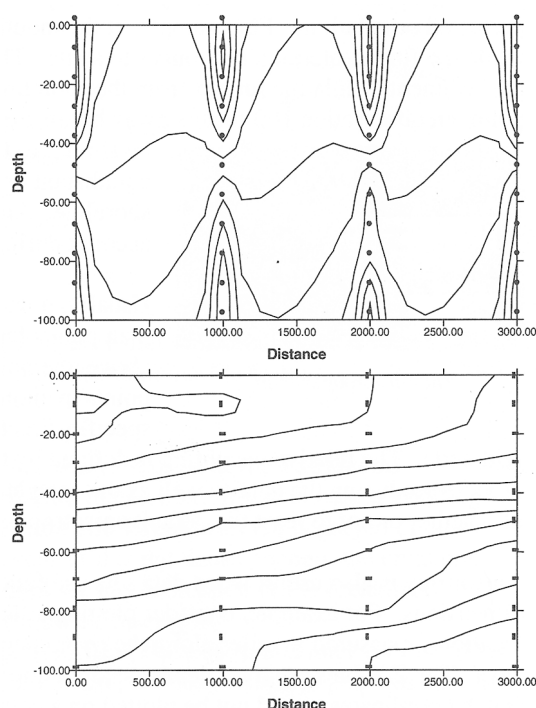
#### 4.1.1 Gegevensbeschrijving

De in de provincie gelegen Rijkswateren vallen onder het beheer van de Directie Zeeland van Rijkswaterstaat. Bodemhoogtemetingen worden uitgevoerd door de Meetinformatiedienst Zeeland (voorheen Meetdienst Zeeland). De wateren zijn daartoe opgedeeld in meetvakken, zie Bijlage B. De meetfrequentie verschilt per gebied en is onder meer afhankelijk van de dynamiek van de waterbodem. Binnen een vak worden de metingen langs evenwijdige raaien uitgevoerd. De richting van de raaien staat loodrecht op de gemiddelde richting van de hoofdgeul. De onderlinge afstand tussen de raaien varieert binnen het projectgebied van 25 tot 200 meter. De onderlinge afstand tussen de metingen is afhankelijk van de vaarsnelheid en de gebruikte opnametechniek. Gemiddeld zijn ca. 4 metingen per seconde verricht (mondelinge mededeling M. Daniëlse, Meetinformatiedienst Zeeland).

De metingen zijn echter niet gebiedsdekkend:

- Platen en ondiepe oevers zijn soms niet bemeten;
- Havens zijn uitgezonderd de monding eveneens niet bemeten;
- In sommige vakken beperken de metingen zich tot de vaargeul.

De Meetinformatiedienst Zeeland heeft van de relevante vakken de meest actuele meetgegevens ter beschikking gesteld. Van nagenoeg alle vakken konden deze gegevens in digitale vorm (ASCII-formaat) worden aangeleverd. Een uitzondering hierop vormen de Binnenschelde en het Markiezaatsmeer. Alhoewel voorheen onderdeel van de Oosterschelde, zijn de Binnenschelde en het Markiezaatsmeer geen Rijkswateren meer. Deze wateren vallen thans onder beheer van het Waterschap Het Scheldekwartier en zijn daardoor niet recentelijk door de Meetinformatiedienst bemeten. Wel kon van het Zoommeer een kaart ter beschikking worden gesteld met dieptecijfers en dieptelijnen op schaal 1:10.000 (lit. 9).



Figuur 3 Verloop van de contourlijnen bij de interpolatie van bathimetrische gegevens, zonder en met gebruik van een anisotropie ratio (Bron: lit. 2).

De Provincie Zeeland en TNO-NITG hebben bij aanvang van het project navraag gedaan bij Rijkswaterstaat of bodemhoogteinformatie van de Rijkswateren ook in de vorm van een grid voorhanden was. Dit was toen niet het geval. Om die reden is in het document ‘Voorstel aanpak samenstellen dataset Maaiveld- en waterbodembreedten’ (kenmerk GW 99-10.597) voorgesteld om uit te gaan van de toen wel in digitale vorm beschikbare dieptemetingen voor het samenstellen van het grid.

Voor het vaststellen van een optimaal interpolatiealgoritme is een proef gedaan met de meetgegevens van een van de vakken. De beschikbare algoritmes gaven echter geen bevredigend resultaat. De structuur van de meetgegevens, dicht op elkaar, langs raaien gelegen metingen, en de anisotropie, i.e. richtingsafhankelijkheid, van het verloop van de bodemhoogte, bleek hiervan de oorzaak, zie Figuur 3.

Indien de anisotropie binnen de set gegevens dezelfde richting heeft, kan de interpolatie met algemeen verkrijgbare software zoals Surfer (lit. 2) worden geïnterpoleerd. De anisotropierichting varieert echter sterk binnen de vakken. TNO Technisch Fysische Dienst (TNO-TPD) heeft in opdracht van Rijkswaterstaat een speciaal algoritme DIGIPOL (lit. 5) ontwikkeld voor het interpoleren van gegevens met variërende anisotropierichtingen.



Deze programmatuur wordt door Rijkswaterstaat, waaronder de Meetinformatiedienst Zeeland, gebruikt voor de interpolatie van bodemhoogtemetingen. De Meetinformatiedienst Zeeland voert dergelijke berekeningen uit in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland. Rijkswaterstaat Directie Zeeland beschikt over ArcINFO-grids van een deel van de meetvakken. Om de gegevensinhoud van de dataset ‘Maaiveld- en waterbodemhoogte’ zo consistent mogelijk te laten zijn met de informatie van de beheerder, Rijkswaterstaat, is besloten om in plaats van de meetgegevens uit te gaan van deze grids. Op verzoek zijn deze grids ten behoeve van het project REGIS Zeeland beschikbaar gesteld. De Meetinformatiedienst Zeeland is daarnaast bereid gevonden de meetgegevens van de vakken waarvan nog geen ArcINFO-grid beschikbaar was te interpoleren. In Bijlage C is het gebied aangegeven waarvan de bodemhoogte in de vorm van een grid is aangeleverd.

De grids hebben een resolutie van 20 meter. De hoogteinformatie betreft de waterdiepte in centimeters nauwkeurig. Bijlage D geeft een overzicht van het jaar van opname van de grids.

#### **4.1.2 Bewerkingen**

Achtereenvolgens zijn de volgende bewerkingen op de door Rijkswaterstaat aangeleverde grids uitgevoerd:

- 1) Net als de meetraaien, overlappen ook de grids van de vakken elkaar. Om te komen tot een gecombineerd grid zijn de afzonderlijke grids samengevoegd. Alhoewel aangrenzende vakken soms van opnamejaar verschillen, doen zich nagenoeg geen aansluitproblemen voor langs de grenzen.
- 2) Bij de ruimtelijke interpolatie van de dieptemetingen met DIGIPOL is geen sprake van extrapolatie. Indien echter de meetraaien tot dicht onder de oever zijn doorgezet en tussen de uiteinden van de meetraaien hoger gelegen droge gebieden zijn gelegen, kunnen niet-representatieve gridwaarden voor deze gebieden worden geïnterpoleerd. Met behulp van de polygonencoverage *smlwp*, zie hoofdstuk 2, zijn de representatieve gedeelten van het grid geselecteerd.

## **4.2 Aktueel Hoogtebestand Nederland**

### **4.2.1 Gegevensbeschrijving**

De grids van Rijkswaterstaat bevatten slechts ten dele waarden in ondiepe, droogvallende gebieden en geen waarden in de permanent boven de hoogwaterlijn gelegen gebieden.

Van een deel van deze gebieden zijn gegevens voorhanden in het Aktueel Hoogtebestand Nederland (AHN). De Provincie Zeeland, die deelneemt in het AHN, beschikte ten tijde van de uitvoering van Fase A echter nog niet over een definitieve versie van de bestanden. De voor het project REGIS Zeeland vereiste nauwkeurigheid is echter zodanig dat volstaan kon worden met een reeds beschikbare, tussentijdse versie. Het AHN is door de Provincie Zeeland aangeleverd in de vorm van ArcINFO-grids met een resolutie van 5 meter. Hierbij kunnen op grond van de opnamedatum en bewerking vier deelgebieden worden onderscheiden, te weten:

- Noord (Schouwen-Duiveland, Tholen en Sint Philipsland, opname december 1997 - april 1998<sup>3</sup>);
- Midden (Walcheren, Noord- en Zuid-Beveland, opname december 1997 - april 1998);
- Zeeuwsch-Vlaanderen (opname december 1998 - april 1999);
- Kuststrook van de deelgebieden Midden en Noord (opname voorjaar 1999), het duingebied van Schouwen-Duiveland (opname 1996-1997) en het Noord-Brabantse gedeelte van het projectgebied (opname 1996-1997).

Het AHN bestrijkt evenwel niet het gehele buitendijkse gebied, zie Bijlage C.

#### 4.2.2 Bewerkingen

Achtereenvolgens zijn de volgende bewerkingen op de door de Provincie Zeeland aangeleverde grids uitgevoerd:

- 1) Per deelgebied zijn de gridbestanden van de afzonderlijke kaartbladen samengevoegd.
- 2) Uit de samengestelde grids zijn grids met een resolutie van 20 meter afgeleid, overeenkomstig de resolutie van de grids van Rijkswaterstaat. Deze grids zijn vanwege hun omvang niet samengevoegd tot één gebiedsdekkend grid. De vier verkregen grids overlappen elkaar ten dele. In overleg met de Provincie Zeeland is bij het verdere gebruik van de grids onderstaande volgorde aangehouden:

Tabel 2      Bewerkingsvolgorde van de deelbestanden van het Aktueel Hoogtebestand Nederland (1= kwalitatief beste bestand).

Volgorde	Deelbestand
1	Deelgebied Zeeuwsch-Vlaanderen
2	Deelgebied Kust
3	Deelgebied Noord
4	Deelgebied Midden

<sup>3</sup> Bron: Meetkundige Dienst, Rijkswaterstaat

- 3) De deelbestanden van het AHN bevatten in sommige gebieden gridwaarden ter hoogte van water. Geconstateerd is dat het AHN in een deel van de getijdengebieden bruikbare hoogte-informatie bevat van de bij eb droogvallende delen. Van deze gebieden zijn vaak geen nauwkeurige, gebiedsdekkende bodemhoogtegegevens voorhanden bij de Meetinformatiedienst Zeeland. Om die reden is het gewenst ook deze AHN-gegevens in de dataset te verwerken. Voor de selectie van deze deelgebieden uit de deelbestanden van het AHN dient in plaats van de oeverlijn de uiterste begrenzing tot waar de AHN-gegevens betrouwbaar zijn, te worden gehanteerd. Deze begrenzing is vastgesteld door van zowel het samengevoegde bodemhoogtegrid van Rijkswaterstaat (resolutie 20 m) als de uit het AHN afgeleide grids (resolutie 20 meter) contourlijnen te genereren en deze patronen met elkaar te vergelijken. Daar waar sprake is van een overlap van beide bestanden, is de begrenzing van het bestand van de Meetinformatiedienst Zeeland als begrenzing voor de AHN-gegevens aangehouden indien beide contourbeelden met elkaar in overeenstemming zijn. Indien de contourbeelden inconsistent zijn, of indien beide bestanden elkaar niet overlappen, zijn de begrenzingen vastgesteld op basis van plausibiliteit: consistentie van de gridwaarden met andere bronnen zoals de Hydrografische kaart voor kust- en binnenwateren 1999, de gemiddelde (laagste) waterstand en consistentie van het contourlijnenbeeld (zit er een patroon in). Op basis van deze begrenzingen zijn de relevante delen van de AHN-deelbestanden geselecteerd, zie Bijlage C.

## 4.3 Aanvullende gegevens

### 4.3.1 Gegevensbeschrijving

Zoals uit Bijlage C valt op te maken zijn er gebieden buiten de hoofdwaterkering waar geen (bodem)hoogtegegevens van voorhanden zijn in het gridbestand van Rijkswaterstaat noch in het AHN. Deze gebieden betreffen vooral:

- Platen en ondiepe oevers;
- Havens;
- De Binnenschelde en het Markiezaatsmeer.

Voor deze gebieden dienen de ontbrekende gridwaarden te worden afgeleid. Hiertoe is informatie ontleend uit een aantal bronnen, te weten:

- De Hydrografische Kaart voor kust- en binnenwater van de Dienst Hydrografie van de Koninklijke Marine, Kaartnummers 1803, 1805 en 1807, jaar van uitgave 1999.  
Deze kaarten bevatten aanvullende gegevens met betrekking tot het diepteverloop langs de oevers en platen in de vorm van dieptepunten en dieptelijnen. Daarnaast is de diepte van de meeste havens op deze kaarten aangegeven.
- De Topografische Kaart van Nederland 1:25.000 van de Topografische Dienst, uitgave 1989-1995 en uitgave 1997.

Deze topografische kaart bevat in vergelijking tot de Hydrografische kaart meer gedetailleerde informatie van het verloop van de laagwaterlijn.

- De Wateralmanak, Deel 2, uitgave 2000 van de ANWB.  
Deze bron is uitsluitend gebruikt indien geen dieptegegevens van havens konden worden ontleend aan de Hydrografische Kaart.
- Kaart nr. 89.110, schaal 1:5000 met dieptecijfers en –lijnen van het Zoommeer-Binnenschelde, opneming maart 1989, van de Meetinformatiedienst Zeeland.  
Deze kaart is gebruikt voor het bodemhoogteverloop van de Binnenschelde.
- Digitaal hoogtebestand *mkhoogte* van het Markiezaatsmeer.  
Van het Markiezaatsmeer waren bij het Waterschap Het Scheldekwartier geen bodemhoogtegegevens voorhanden. Het digitale bestand, dat bestaat uit contourlijnen, is door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) van Rijkswaterstaat ter beschikking gesteld. De dieptemetingen waaruit deze contourlijnen zijn afgeleid en de opnamedatum konden niet worden achterhaald. De metingen dateren echter van na 1989 (mondelinge mededeling Y. Röling, RIZA).

Van een aantal belangrijke dammen (Grevelingendam, Philipsdam, Oesterdam) en de aangrenzende opgespoten gedeelten ontbreekt thans hoogteinformatie in het AHN. Verondersteld is dat van deze delen in de toekomst aanvullende AHN-gegevens beschikbaar komen. Van de opgespoten (recreatie)eilandjes in de Grevelingen, het Volkerak en het Zoommeer is op grond van de beperkte beschikbare AHN-gegevens een gemiddelde hoogte van +75 cm NAP verondersteld.

#### 4.3.2 Bewerkingen

De aanvullende bodemhoogte-informatie is vastgelegd in de vorm van punten in het bestand *slmpnt*. In totaal zijn ca 12900 aanvullende bodemhoogtepunten in het bestand opgenomen.

De aanvullende bodemhoogte-informatie is vastgelegd in de vorm van punten in het bestand *slmpnt*. In totaal zijn ca 12900 aanvullende bodemhoogtepunten in het bestand opgenomen.

### 4.4 Samenvoegen bestanden

De geselecteerde delen van het samengestelde grid met de waterbodemhoogten en het AHN zijn samengevoegd in het grid *diepte\_grd*.

#### 4.5 Conversie naar invoerformaat interpolatieprogrammatuur

Het interpolatieprogramma SURFER kan meerdere invoerformaten aan. Als invoerformaat is een 'comma separated ASCII'-formaat gebruikt met de volgende bestandsopbouw:

x-coördinaat,y-coördinaat,bodemhoogte,broncode  
...

Voor het samenstellen van de invoerbestanden is het samengestelde grid *diepte\_grd* omgezet naar een ArcINFO-puntencoverage. Het totale aantal punten en de gewenste gridresolutie maken het noodzakelijk om het projectgebied op te splitsen in min of meer uniforme deelgebieden. Deze deelgebieden zijn:

- 1) Grevelingen;
- 2) Krammer en Volkerak;
- 3) Schelde-Rijnkanaal, traject Volkerak-Bergse Diep;
- 4) Schelde-Rijnkanaal, traject Bergse Diep –Belgische Grens, Binnenschelde en Markiezaatsmeer;
- 5) Keten, Mastgat en Krabbenkreek;
- 6) Oosterschelde, gedeelte vanaf de Oosterscheldekering tot aan Kattendijke;
- 7) Oosterschelde, gedeelte Kattendijke-Oesterdam
- 8) Veerse meer
- 9) Westerschelde;
- 10) Kanaal van Gent naar Terneuzen;
- 11) Kanaal door Walcheren en de Sloehaven
- 12) Kanaal door Zuid-Beveland.

Van deze deelgebieden zijn polygonencoverages gemaakt waarmee per deelgebied uit de bovenvermelde ArcINFO-puntencoverage en de puntencoverage *slmpnt* de punten zijn geselecteerd. Deze punten zijn vervolgens geconverteerd naar het vereiste invoerformaat.

#### 4.6 Interpolatie

Om een bodemhoogtegrid te verkrijgen dat op een min of meer uniforme werkwijze is samengesteld zou het wenselijk zijn om gebruik te maken van het programma DIGIPOL. DIGIPOL heeft als groot voordeel dat rekening wordt gehouden met de anisotropie van de gegevens. Het programma gaat uit van lineaire interpolatie. Bij een hoge gegevensdichtheid, zoals de meetgegevens van de Meetinformatiedienst is het gebruik van een lineair interpolatiealgoritme verantwoord. Bij een geringe gegevensdichtheid, zoals in de gebieden waarvoor gridwaarden dienen te worden berekend, kunnen bij lineaire interpolatie echter driehoekige structuren in het kaartbeeld voorkomen. Bovendien is een deel van de aanvullende bodemhoogtepunten uit dieptelijnen afgeleid, waardoor bij lineaire interpolatie 'flat triangles', i.e. vlakke gebieden met dezelfde diepte, kunnen ontstaan.

Het anisotropie algoritme van DIGIPOL heeft een duidelijke meerwaarde bij de interpolatie van (hydro)geologische gegevens. Om die reden heeft TNO-NITG in overleg met TNO-TPD bij wijze van proef het algoritme ingebouwd in de programma's OKBTD en KTB3D van de geostatistische softwarebibliotheek GSLIB (lit. 1). Deze software verkeert thans in een testfase. Vanwege de grote hoeveelheid invoergegevens en de gewenste gridresolutie vergen de berekeningen echter zeer veel rekentijd. Om die reden is besloten om als alternatief gebruik te maken van het algoritme 'Radial Basis Function'. Deze methode is flexibel en geeft net als Kriging voor de meeste datasets de beste interpretatie (lit. 2).<sup>4</sup> Dit algoritme bezit echter niet de functionaliteit om rekening te houden met variaties in anisotropie. De gebruikte parameterinstellingen zijn in Bijlage E vermeld. De parameters zijn zodanig gekozen dat bij benadering sprake is van een exacte interpolatie, dat wil zeggen dat ter plaatse van de ingevoerde bodemhoogtepunten de geïnterpoleerde waarden overeenkomen met deze invoerwaarden.

De geïnterpoleerde grids zijn in GS ASCII-formaat weggeschreven. Deze bestanden zijn met behulp van een programma geconverteerd naar GRIDASCII-formaat van ArcINFO waarna ArcINFO-grids zijn aangemaakt.

#### 4.7 Controle van de resultaten

Van de geïnterpoleerde grids zijn binnen ArcView contourlijnen afgeleid. Vervolgens zijn het grid en het contourlijnenpatroon op schaal 1:25.000 geplot. Het diepteverloop is vervolgens gecontroleerd aan de hand van de Hydrografische Kaart, de Topografische kaart van Nederland 1:25.000 en de Wateralmanak.

Bij deze controles zijn de volgende onvolkomenheden geconstateerd:

- Onvoldoende aanvullende (hulp)punten;
- Onjuiste dieptewaarden van aanvullende punten;
- Foutieve gridwaarden in het bestand van Rijkswaterstaat.

De geïnterpoleerde gridwaarden geven niet altijd een correct beeld van het verloop van de bodemhoogte. Dit is met name het geval indien zich tussen twee opeenvolgende meetraaien strekdammen bevinden. Ook is gebleken dat bij havenmondingen vaak een 'drempel' wordt berekend indien er geen meetraai is ter hoogte van de havenmonding. Sporadisch komen onverklaarbare extreme waarden in het grid voor. De niet betrouwbare gridwaarden zijn uit het grid *diepte\_grd* verwijderd. Waar nodig zijn in het bestand *slmpnt* extra hulppunten toegevoegd.

Op basis van de verbeterde en aangevulde bestanden *diepte\_grd* en *slmpnt* zijn nieuwe invoerbestanden gegenereerd waarna de interpolatie opnieuw is uitgevoerd. Dit proces is herhaald totdat een bevredigend resultaat was verkregen.

---

<sup>4</sup> Een onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van het algoritme van DIGIPOL in de (hydro)geologie is in 2001 bij TNO-NITG gestart. Indien mogelijk zal bekeken worden of de dataset alsnog kan worden geïnterpoleerd met dit algoritme.

Op basis van de geïnterpoleerde gridwaarden zijn vervolgens de ‘no data’ cellen in het buiten de hoofdwaterkering gelegen deel van het grid *diepte\_grd* opgevuld.

#### 4.8 Opschaling

Het grid *diepte\_grd* heeft een resolutie van 20 bij 20 meter. Conform de landelijke standaard dient het grid opgeschaald te worden naar een grid met een resolutie van 100 bij 100 meter om onderdeel te kunnen vormen van het grid *slmtga*. In overleg met de Provincie Zeeland, die zorgdraagt voor het samenstellen van het grid van het overige deel van het projectgebied, is hiervoor een uniforme opschalingsmethode vastgesteld, zie paragraaf 5.2.2. Bij deze methode worden opgeschaalde gridwaarden berekend op basis van de mediaan van de inliggende gridcellen.

## 5 Samenstellen GIS-bestanden 'Land'

De maaiveld- en waterbodemoogte bestanden van het 'Land' zijn gebaseerd op:

- Bodemoogte-informatie van de waterbeheerders;
- Het Aktueel Hoogtebestand Nederland (AHN);
- Digitale terreinmodellen van Rijkswaterstaat van de dammen;
- Topografische kaarten.

### 5.1 Bodemoogte-informatie

#### 5.1.1 Gegevensbeschrijving

Het maaiveld- en waterbodemoogtegrid *slmtga*<sup>5</sup> heeft een resolutie van 100 meter. De bodemoogten van wateren breder dan 50 meter zijn derhalve relevant. De Provincie Zeeland heeft een inventarisatie gemaakt van deze wateren. Bodemoogtegegevens van deze wateren zijn door de Provincie Zeeland in samenwerking met het Waterschap Zeeuwse Eilanden en het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen verzameld. Van een deel van de wateren zijn weinig harde gegevens bekend. De bodemoogte van deze wateren is in overleg met de beheerders geschat.

#### 5.2.1 Bewerking

Uitgaande van het bestand *water92* dat de begrenzingen van oppervlaktewateren bevat, zie paragraaf 2.1, heeft de Provincie Zeeland het grid *watbodemoogte* als volgt samengesteld:

- 1) Aanmaken van een grid met een resolutie van 100 meter van de oppervlaktewateren breder dan 50 meter op basis van het polygonenbestand *water92*;
- 2) Toekennen van representatieve bodemoogten aan de gridcellen van de afzonderlijke oppervlaktewateren op basis van de verzamelde bodemoogtegegevens.

Bij vergelijking van het grid *watbodemoogte* met het grid *slmlwg*, zie paragraaf 2.2, dat de verdeling land-water beschrijft, bleken van enkele 'water'-gridcellen van het grid *slmlwg* de bodemoogten te ontbreken. Deze ontbrekende waarden zijn geschat op basis van de omliggende gridcellen.

---

<sup>5</sup> In het kader van REGIS II is bij de samenstelling van een landelijke dataset van maaiveld- en waterbodemoogten het grid *slmtga* hernoemd in *mv*.



## 5.2 Aktueel Hoogtebestand Nederland

### 5.2.1 Gegevensbeschrijving

Tijdens de uitvoering van Fase A waren van de deelgebieden Noord (Schouwen-Duiveland, Tholen en Sint Philipsland) en Midden (Walcheren, Noord- en Zuid-Beveland) nog geen definitieve bestanden van het AHN beschikbaar, waardoor is uitgegaan van tussentijdse versies (zie paragraaf 4.2). Medio december 2001 zijn de definitieve versies van deze deelgebieden opgeleverd. De maaiveldhoogten van het 'land' zijn gebaseerd op deze definitieve versies.

Zoals in paragraaf 4.2 reeds is aangegeven verschillen de bestanden van de vier deelgebieden in opnamedatum en bewerking. In welke mate de bestanden daardoor verschillen in nauwkeurigheid en kwaliteit is niet geheel duidelijk. In de bestanden van de provincie Zeeland zijn dakhoogten van gebouwen er uitgefilterd (informatie verstrekt door André van de Straat). Binnen de provincie Zeeland zijn derhalve geen probleem te verwachten bij het afleiden van representatieve hoogten bij de opschaling van het AHN naar een grid met een resolutie van 100 meter. In het Brabantse deel van het projectgebied is echter geconstateerd dat nabij Bergen op Zoom nog relatief hoge waarden voorkomen, afkomstig van bebouwing, die niet volledig uit het AHN-bestand zijn gefilterd.

Het AHN dekt niet het gehele projectgebied. Om begrijpelijke redenen ontbreekt informatie van de meeste (voormalige)zeearmen waardoor echter ook de gegevens van de Oesterdam, Markiezaatskade, Grevelingendam, Philipsdam/Krammersluizen en Oosterscheldekering geheel of ten dele ontbreken. Het ten zuiden van Hulst gelegen Belgische deel van het projectgebied maakt eveneens geen uit van het AHN. Om uiteindelijk een gebiedsdekkend bestand te kunnen samenstellen is van deze gebieden aanvullende informatie verzameld. In paragraaf 5.3 en 5.4 wordt hier nader op ingegaan.

### 5.3.1 Bewerking

Conform de landelijke REGIS-standaard dienen de AHN-bestanden te worden opgeschaald naar een grid met een resolutie van 100 bij 100 meter. Bij het bewerken van de bestanden zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Het grid *slmtga* vormt de begrenzing van het ondergrondmodel van REGIS. Het betreft derhalve de bovenste begrenzing van het pakket klastische gesteenten. Het is hierbij niet van belang of het maaiveld kunstmatig door menselijk ingrepen is opgehoogd of verlaagd.
- Het grid, dat een resolutie heeft van 100 bij 100 meter, dient een zo representatief mogelijk beeld te geven van de gemiddelde maaiveldhoogte in elke gridcel.

Dit betekent:

- Het AHN-grid, dat een resolutie heeft van 5 bij 5 meter, mag geen gridwaarden bevatten van andere oppervlakten dan het maaiveld zoals het wateroppervlak, begroeiing of daken van bebouwing.
- Het bepalen van de gemiddelde maaiveldhoogte binnen een gridcel van 100 bij 100 meter kan geschieden door het gewogen gemiddelde te berekenen van de AHN-gridwaarden binnen de betreffende cel, indien alle AHN-waarden representatief zijn voor het maaiveld.
- Indien sprake is van een ‘verontreiniging’ van het grid met andere waarden (wateroppervlak, begroeiing, bebouwing) kan beter de mediaan worden aangehouden. Hierdoor worden eventuele extremen, die veelal zullen samenhangen met deze andere oppervlakken, uitgefilterd.
- Indien echter sprake is van een grote mate van ‘verontreiniging’ van het grid met dergelijke waarden biedt de mediaan echter geen oplossing. Het is daardoor niet uitgesloten dat in het Brabantse deel van het projectgebied, nabij Bergen op Zoom zich wel problemen zouden kunnen voordoen met bebouwing.

In overleg met de Provincie Zeeland is besloten om voor het hele projectgebied de representatieve maaiveldhoogten van het 100 meter grid te berekenen op basis van de mediaan van de inliggende gridcellen.

Alhoewel een deel van de in het oorspronkelijke 5 meter hoogterid in West-Brabant aanwezige bebouwing is verdwenen, blijven er nog een aantal extreme waarden over die afkomstig zijn van grote gebouwen. Om ook deze uitbijters uit het bestand te kunnen filteren zou een apart filter algoritme dienen te worden ontwikkeld. Dit valt echter buiten het kader van de werkzaamheden en is derhalve achterwege gelaten.

### **5.3. Digitale terreinmodellen van de dammen**

#### **5.3.1 Gegevensbeschrijving**

Zoals in paragraaf 5.2.1 is aangegeven, ontbreekt in het AHN hoogte-informatie van de volgende dammen:

- Oesterdam;
- Markiezaatskade;
- Grevelingendam;
- Philipsdam/Krammersluizen en
- Delen van de Oosterscheldekering.

De Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat beschikt over digitale terreinmodellen van deze dammen in de vorm van 3D-shapefiles. Deze bestanden zijn beschikbaar gesteld om de zones waar in het AHN hoogte-informatie ontbreekt te kunnen aanvullen.

### 5.3.2 Bewerking

De 3D-shapefiles zijn als volgt bewerkt:

- 1) Uit de deelbestanden is met ArcView per dam een Triangular Irregular Network (TIN) samengesteld.
- 2) Uit deze TIN's is per dam een 20 meter grid afgeleid.
- 3) De grids met een resolutie van 20 meter zijn, conform de vastgestelde methodiek, opgeschaald naar een grid van 100 meter op basis van de mediaan van de gridwaarden.

## 5.4 Topografische informatie

### 5.4.1 Gegevensbeschrijving

Van het ten zuiden van Hulst gelegen Belgische deel van het projectgebied bleek bij navraag geen digitale maaiveldhoogte-informatie beschikbaar te zijn. In overleg met de Provincie Zeeland is besloten om een maaiveldhoogtegrid van dit gebied samen te stellen op basis van de hoogte-informatie uit de Topografische kaart van België 1:20.000, uitgave 1999-2000 (lit. 12.), aangevuld met de maaiveldhoogten van de in dit gebied gelegen twaalf waarnemingsputten van de NV Delta Nutsbedrijven.

De Topografische kaart van België 1:20.000, kaartbladen Kruisstraat-Steneke 14 3-4 en Sint-Gillis-Waas-Beveren 15 1-2, bevat hoogtelijnen met een interval van 1,25 meter. De luchtfoto-opnamens van beide kaarten dateren van 1992.

### 5.4.2 Bewerking

De hoogtegegevens zijn als volgt bewerkt:

- 1) De in en rond het Belgische deel van het projectgebied gelegen hoogtelijnen van het Topografische kaart van België 1:20.000 zijn gedigitaliseerd waarna hoogtegetallen aan de lijnen zijn toegekend.
- 2) Vanwege afwijkingen tussen de in België en Nederland gehanteerde kaartprojecties en coördinaatsystemen zijn de coördinaten van het hoogtelijnenbestand geconverteerd naar het Rijksdriehoekstelsel. Ook de hoogtegetallen zijn omgerekend van Oostende-peil naar Normaal Amsterdams Peil.
- 3) De hoogtelijnen zijn vervolgens omgezet naar een hoogtepuntenbestand. Hoogtepunten gelegen nabij de Belgisch-Nederlandse grens die relatief veel van aangrenzende gridwaarden van het AHN verschilden, zijn uit het hoogtepuntenbestand verwijderd.
- 4) Van de in het gebied gelegen waarnemingsputten van Delta Nutsbedrijven NV is eveneens een hoogtepuntenbestand samengesteld.

- 5) Bij het samenvoegen van beide hoogtepuntenbestanden bleken de waarden van de waarnemingsputten soms uitbijters te vormen. Dit laatste is goed verklaarbaar indien een waarnemingsgput zich bevindt in het talud van een relatief hoge of ingesneden weg. Om die reden is besloten om de maaiveldhoogten van de waarnemingspunten niet bij het samenstellen te gebruiken. Slechts ter plaatse van lokale depressies en hoogten en in gebieden waar bij de ruimtelijke interpolatie van de hoogtelijnen problemen waren te verwachten zijn hulppunten toegevoegd. Om een goede aansluiting met het uit het AHN afgeleide maaiveldhoogtegrid te verkrijgen, zijn eveneens hulppunten opgenomen ter hoogte van het Nederlandse grensgebied. Deze hulppunten zijn afgeleid van reeds van dit gebied samengestelde maaiveldhoogtegrid, zie paragraaf 5.2.
- 6) Uit het hoogtepuntenbestand is met behulp van het op het GSLIB programma KTB3D gebaseerde programma KTB3DMTPD, dat rekening houdt met wisselende anisotropierichtingen, een grid met een resolutie van 20 meter geïnterpoleerd.
- 7) Het resulterende grid is gecontroleerd en vergeleken met de hoogtelijnen die als invoer hebben gediend en met het aangrenzende uit het AHN afgeleide 20 meter hoogtegrid.
- 8) Het 20 meter grid is vervolgens opgeschaald naar een grid met een resolutie van 100 meter.

## 5.5 Samenvoegen deelbestanden

De vier afzonderlijke grids van het deelgebied 'land' en het grid van het deelgebied 'Rijkswateren' zijn samengevoegd tot één gebiedsdekkend maaiveld- en waterbodemoogtegrid, het grid *slmtga*, zie Bijlage F.

## 5.6 Afleiden contourlijnen

Uit het gebiedsdekkende maaiveld- en waterbodemoogtegrid *slmtga* wordt een contourlijnenbestanden *slmtcx* afgeleid.

In overleg met de Provincie Zeeland is besloten om met ArcINFO de volgende contourlijnen te genereren: -40, -25, -10, -5, -2.5, 0, 2.5, 5, 10, 25, 40. De contourlijnen worden niet automatisch 'gesmoothed', aangezien het niet uitgesloten is dat hierdoor hoogtelijnen elkaar zouden kunnen snijden.

In gebieden rond de kanalen en havens is sprake van een concentratie van hoogtelijnen. Nabewerking van de hoogtelijnen in deze gebieden zou eigenlijk moeten worden uitgevoerd.

## 6. Literatuur

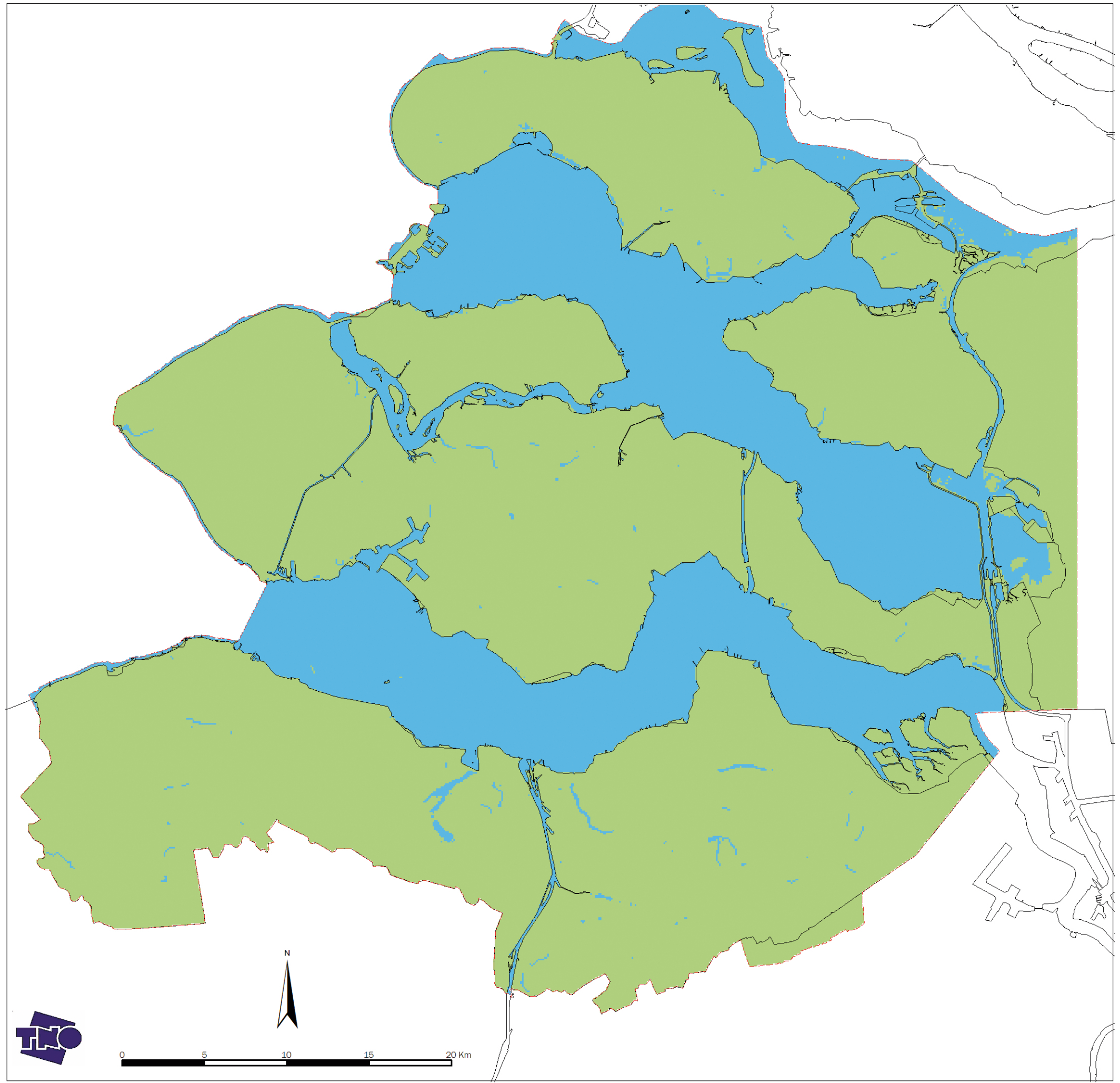
- 1 Deutsch, C.V., Journel, A.G. 1992.  
GSLIB, Geostatistical Software Library and User's Guide. New York/Oxford, Oxford University Press.
- 2 Golden Software, Inc. 1999.  
Surfer<sup>®</sup>, User's Guide, Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers. Golden, Golden Software, Inc.
- 3 Heinen, P.F. 1997.  
Instelparameters in DIGIPOL, Werkdocument RIKZ/IT-97.138x.  
Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee.
- 4 Koninklijke Nederlandse Toeristenbond ANWB. 2000.  
Almanak 2 Watertoerisme, Vaargegevens 2000. 's-Gravenhage, Koninklijke Nederlandse Toeristenbond ANWB.
- 5 Munster, R.J. van, Antwerpen, G. van, Meulblok, M., Westenbrugge, C.J. van., Borst, J.C. 1995.  
DIGIPOL, Intelligent interpolation of depth measurements.  
Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information Proceedings.  
Basel, JEC-GI. 1:24-29.

### Kaarten

- 6 Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie. 1999.  
Hydrografische kaart voor kust- en binnenwateren, kaartnummer 1803 Westerschelde Vlissingen tot Antwerpen en Kanaal van Terneuzen naar Gent. 's-Gravenhage, Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie.
- 7 Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie. 1999.  
Hydrografische kaart voor kust- en binnenwateren, kaartnummer 1805 Oosterschelde, Veerse Meer en Grevelingenmeer. 's-Gravenhage, Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie.
- 8 Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie. 1999.  
Hydrografische kaart voor kust- en binnenwateren, kaartnummer 1807 Zoommeer, Volkerak en Spui, Haringvliet, Hollandsch Diep. 's-Gravenhage, Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie.
- 9 Rijkswaterstaat, Directie Zeeland-Meetdienst Zeeland. 1989.  
Zoommeer-Binnenschelde, opneming maart 1989, dieptecijfers en -lijnen, tekeningnummer 89.110.
- 10 Topografische Dienst. 1995.  
Grote Provincie Atlas 1:25.000, Zeeland, Tweede editie.  
Groningen, Wolters-Noordhoff Atlasproducties.

- 11 Topografische Dienst. 1997.  
Topografische Kaart van Nederland 1:25.000, diverse kaartbladen.  
Emmen, Topografische Dienst.
- 12 Nationaal Geografisch Instituut. 1999-2000.  
Topografische kaart van België 1:20.000, diverse kaartbladen.  
Brussel, Nationaal Geografisch Instituut.

## A      Verdeling land en water, grid slmlwg



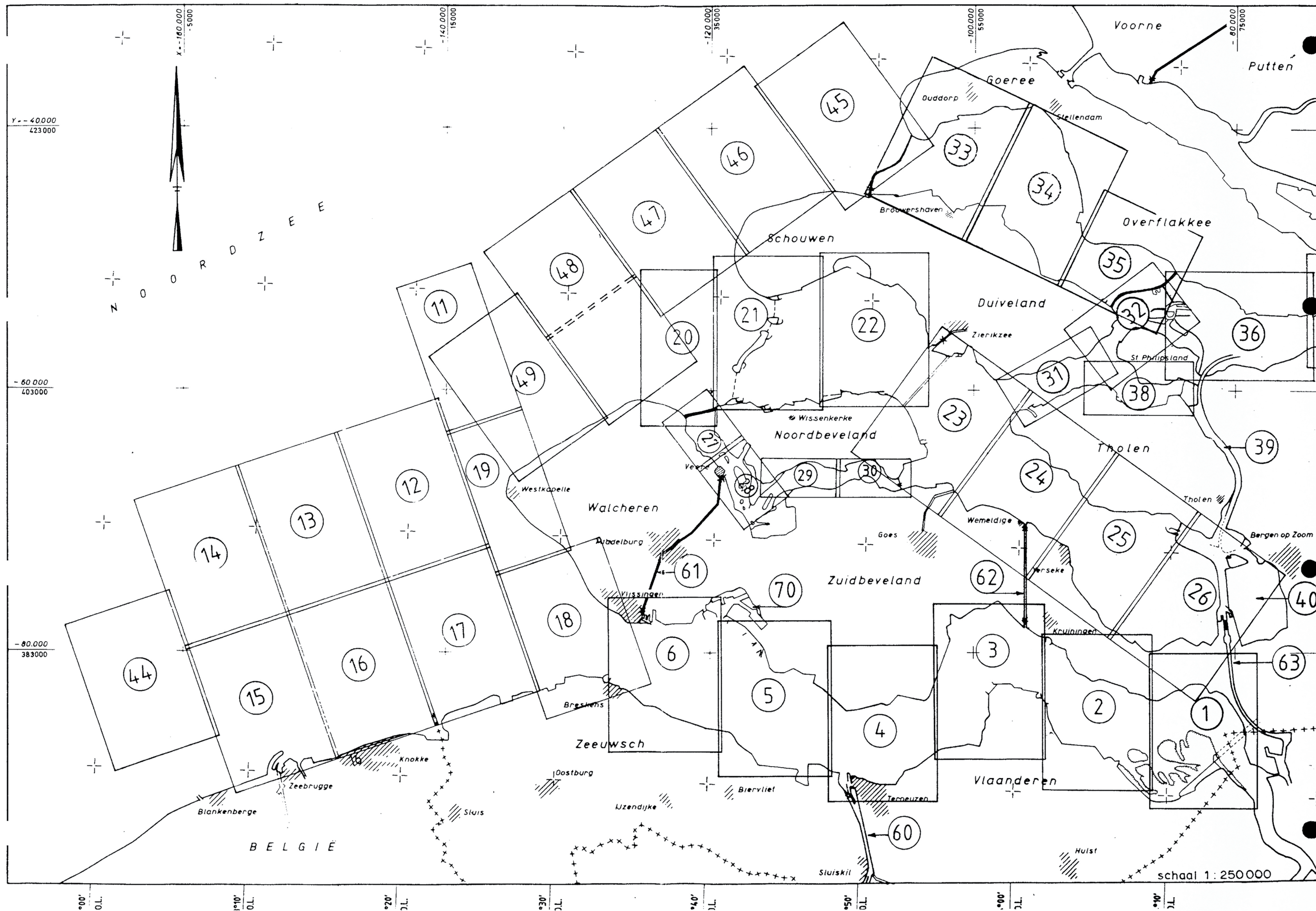
- Legenda
- land, gelegen boven de hoogtewaterlijn
  - water, al dan niet droogvallend tijdens eb
  - begrenzing karteergebied

Bijlage A

Verdeling land en water,  
grid smlwg (mvlwg)

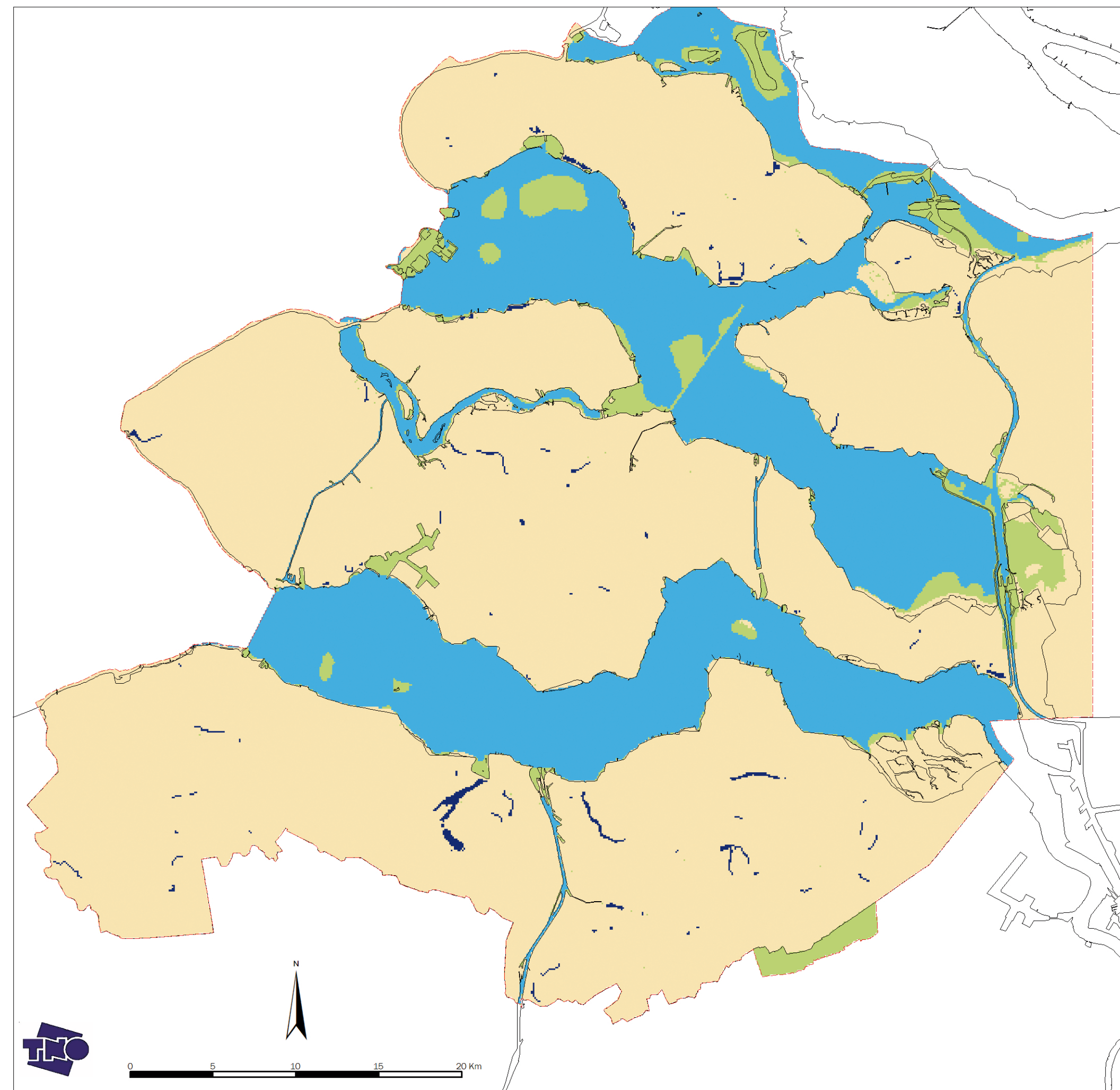


## B Ligging meetvakken Meetinformatiedienst Zeeland



## C Bronnen van de gebruikte bestanden en gegevens, grid slmsrc





### Legenda

- dieptebestanden Rijkswaterstaat
- Aktueel Hoogtebestand Nederland
- dieptegegevens diverse waterbeheerders  
(Provincie, waterschappen e.a.)
- aanvullende gegevens
- begrenzing karteergebied

Bijlage C

Bronnen van de gebruikte  
bestanden en gegevens,  
grid slmsrc (mvbron)

## D Jaar van opname van de dieptemetingen van de door Rijkswaterstaat beschikbaar gestelde dieptegrids

Vak	Jaar van opname
1	1999
2	1999
3	1999
4	1999
5	1999
6	1999
18	1999
21	1997
22	2000
23	1995
24	1999
25	1999
26	1993
27	1990
28	1990
29	1990
30	1990
31	1997
32	1997
33	1991
34	1991
35	1991
36	1998
37	1992
38	1997
39	1998
3910	1997
60	1999
6102	1999
6207	1997
6300p	1995
6302	1999

## E Parameterinstellingen Surfer

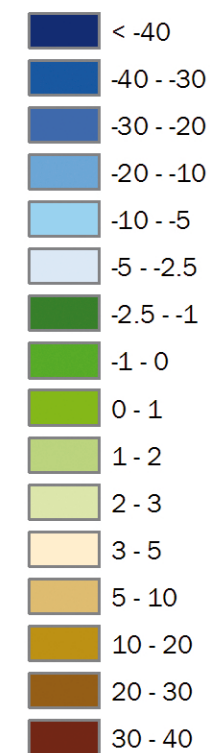
Parameter	Waarde
Search Rules: number of sectors	4
Search Rules: maximum data per sector	6
Search Rules: minimum number of data	5
Search Rules: maximum number of empty sectors	4
Search Rules: search ellipse radius #1	1000-2500
Search Rules: search ellipse radius #2	1000-2500
Search Rules: search ellipse angle	0
Gridding Rules: gridding method	Radial Basis Function Interpolation
Gridding Rules: basis kernel type	Multiquadric
Gridding Rules: shape factor ( $R^2$ )	15
Gridding Rules: anisotropy ratio	1
Gridding Rules: anisotropy angle	0

## F Maaiveld- en waterbodemoogte, grid slmtga



## Legenda

maaiveldhoogte in m NAP



begrenzing karteergebied

Bijlage F

Maaiveld- en waterbodem-  
hoogte, grid slmtga (mv)

