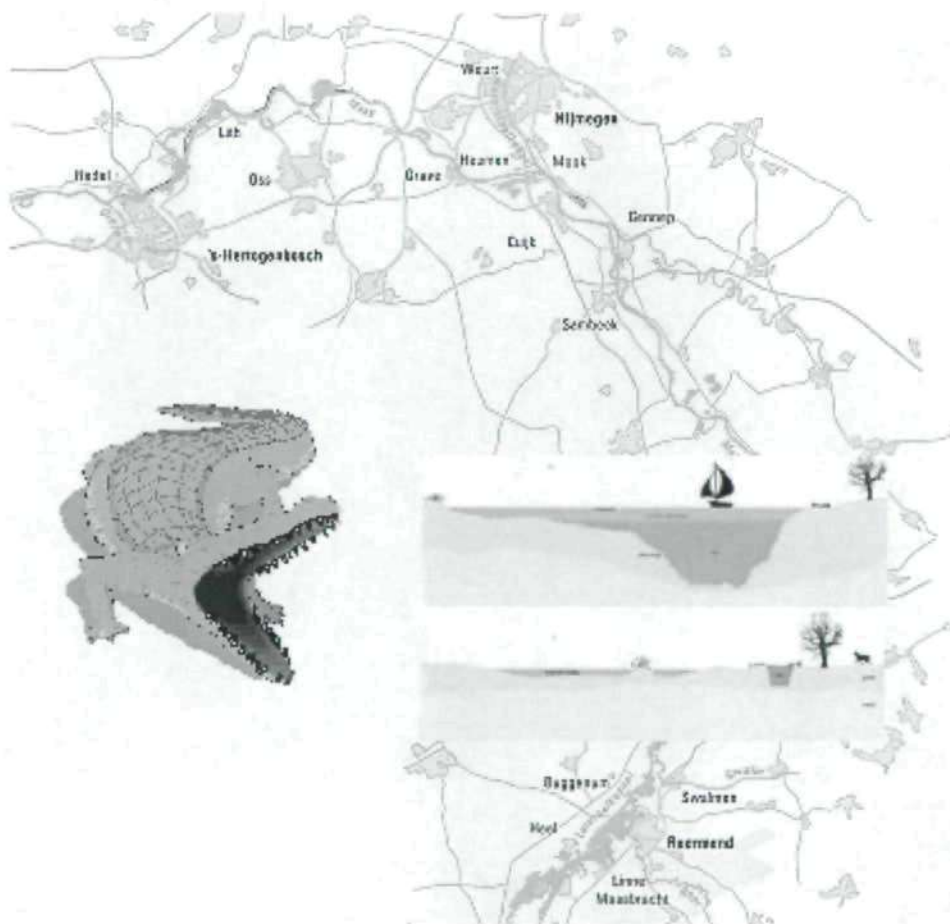


Morfologische berekeningen Zandmaas met SOBEK

Definitiestudie



Werkdocument	2000.107X
auteurs(s)	A.F. Wolters, (Witteveen en Bos) P. Jesse (RIZA), E. H. van Velzen (RIZA)
datum	8 augustus 2000

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
Samenvatting	4
1 Voorwoord.....	6
2 Inleiding	8
3 Doelstelling en onderzoeksvragen.....	10
4 Aanpak.....	12
5 Schematisatiemethoden voor SOBEK	14
5.1 Methodiek van schematiseren t.b.v. SOBEK	14
5.1.1 Hoogtemodel.....	14
5.1.2 Sectiegrenzen.....	15
5.1.3 Vakgrenzen zomerbed	15
5.1.4 Vakgrenzen oeversectie en winterbed.....	15
5.1.5 Grens stroomvoering/stroomberging.....	16
5.1.6 Kadeselementen	16
5.1.7 Profielopbouw	16
5.1.8 Hydraulische ijking	17
5.2 Draaiboek schematisaties.....	18
5.2.1 De gewenste (en huidige!) methode.....	18
5.3 Geplande maatregelen in het Combinatiealternatief.....	19
5.4 Aanpak van de schematisatie van een inrichtingsvariant	20
5.5 Morfologische schematisaties in SOBEK	21
5.5.1 Verdieping zomerbed.....	21
5.5.2 Zomerbedverbreding.....	21
5.5.3 Hoogwatergeulen	22
5.5.4 Weerdverlaging.....	24
5.5.5 Nevengeul.....	24
5.5.6 Natuurlijke oevers	24
5.5.7 Hydraulische knelpunten.....	24
5.5.8 Aansturing stuwen (peilopzet)	24
5.6 Conclusies.....	25
6 Het schematiseren van de ondergrond.....	26
6.1 Uitgevoerd bodemonderzoek	26
6.2 Verwerking boorgegevens naar SOBEK.....	27
6.2.1 De in het voortraject gebruikte methode	27
6.2.2 Toe te passen methode voor de vervolgberekeningen	28
6.3 Conclusies.....	30
7 Conceptueel model	32
7.1 Sedimenttransporten	32
7.2 Transportconcepten.....	32
7.3 Invloed van de transportlaag	33
7.4 Conclusies.....	33
8 De ijking van het model	36
8.1 Waargenomen morfologische ontwikkeling	36
8.2 De ijkingsresultaten met SOBEK	37
8.3 Conclusies.....	38

9 Conclusies en aanbevelingen.....	40
9.1 Plan van aanpak voor vervolgberekeningen	40
9.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....	40
10 Literatuur	42
Bijlage I Deelnemers aan workshops.....	44

Figuren

Figuur 1. Schematisatie 1998.31; stroomvoerend oppervlak bij bankfull afvoer nabij km 166 (uit Wolters et al 1999)	14
Figuur 2. Vertaling van een geometrisch profiel naar een SOBEK profiel	16
Figuur 3. Hoogteniveaus in de SOBEK - profielopbouw	17
Figuur 4. Relatie tussen verschillende schematisaties.....	18
Figuur 5. Gegevensstromen bij aanmaken schematisaties en maken berekeningen.....	19
Figuur 6. Hoogwatergeul; aanpassen sectiegrenzen.....	22
Figuur 7. Hoogwatergeul, verlagen hoogte niveau zomerbed.....	23
Figuur 8. Vertaling boringen naar SOBEK-profiel.....	27
Figuur 9. Interpoleren in langsrichting.....	28
Figuur 10. Integratie over de dwarsrichting.....	29
Figuur 11. Schematische weergave veranderingen bij baggerproef 1.....	37

Samenvatting

Grootschalige ingrepen in het rivierengebied zoals voorgesteld in het project Maaswerken zullen leiden tot verandering van erosie- en sedimentatieprocessen het zomerbed. Om de mogelijke risico's hiervan op de lange termijn in te kunnen schatten kan gebruik worden gemaakt van het 1 dimensionale computermodel SOBEK.

Voor de Zandmaas zijn inmiddels zowel met SOBEK-uniform als met SOBEK-gegradeerd morfologische berekeningen gemaakt (zie Wolters *et al.* 1999 en Sloff *et al.* 2000). Hieruit is gebleken dat het gegradeerde model de meest realistische resultaten oplevert. Dit model vraagt echter wel een meer gedetailleerde set van invoergegevens. Vooral de gegevens met betrekking tot de laagopbouw en de korrelgrootte van de ondergrond vergen de nodige aandacht. In dit document worden deze en aspecten als de keus van het modelconcept en de methodiek van schematiseren bediscussieerd. Op basis hiervan worden aanbevelingen voor vervolgonderzoek gegeven.

Deze definitiestudie zal gebruikt worden als basis om te komen tot plan van aanpak voor het gegradeerd doorrekenen van de inrichtingsvariant "CombinatieAlternatief" van de Zandmaas.

Bij deze studie moet aangetekend worden dat de inrichtingsvariant "Combinatie Alternatief" inmiddels sterk is aangepast. De nieuwe variant "Scope 2000" kent minder risico's ten aanzien van de morfologie waardoor ook de uitgangspunten van deze studie zijn veranderd. Scope 2000 zal in het najaar van 2000 gegradeerd worden doorgerekend.

1 Voorwoord

In 1999 is begonnen aan bouw van een geheel nieuw morfologisch model voor de Maas. Het zou rekening moeten houden met het feit dat de bodemsamenstelling van de Maas niet zomaar bestaat uit 'zand' maar dat dit bestaat uit een mengsel van vele verschillende fracties van grind tot heel fijn zand. Het model voor de huidige situatie is inmiddels beschikbaar gekomen. Dat het niet zomaar een kwestie is van een extra knopje toevoegen bleek wel uit de soms moeilijke maar altijd enthousiaste discussies die zijn gevoerd op de twee workshops die in het kader van deze definitiestudie zijn gehouden.

De auteurs van dit rapport willen dan ook alle deelnemers aan de workshops en speciaal de mensen die in later stadium nog zijn benaderd voor een nadere toelichting op specifieke onderwerpen hartelijk danken voor hun inzet. We hopen met dit document een goede basis te leggen om ook een model te maken van het Ontwerp Tracé Besluit van de Zandmaas.

De kennis die is opgedaan op de workshops is al voor het moment van verschijnen van dit document volop toegepast in de voorbereiding van de berekeningen van Scope 2000. Uit deze scope zijn ten opzichte van eerdere varianten (bv. het CombinatieAlternatief CA) veel risicovolle maatregelen ten aanzien van de morfologie verwijderd. Hierbij wordt vooral gedacht aan het aansnijden van fijne zandlagen. Besloten is om op locaties waarop zich dit mogelijk voordoet niet of veel minder te verdiepen. Dit betekent dan ook de eisen aan het morfologisch model ten aanzien van de schematisatie van de ondergrond lager liggen dan bij de workshops en in dit rapport het uitgangspunt was. Ten behoeve van scope 2000 zullen dan ook niet alle aanbevelingen worden meegenomen. Specifieke keuzen die inmiddels voor het doorrekenen van scope 2000 zijn gemaakt zijn niet in dit document opgenomen, hiervoor wordt verwezen naar het desbetreffende projectplan.

2 Inleiding

Op dit moment wordt gewerkt aan de laatste fasen van het project "Morfologische berekeningen Zandmaas met SOBEK". Dit project richt zich vooral op het maken van verkennende berekeningen met een uniform model en het afregelen van een gegradeerd model. Vanuit het projectburo Maaswerken bestaat de wens om met het gegradeerde model ook inrichtingsvarianten van het project Zandmaas door te rekenen.

Om de werkzaamheden, de risico's en de beperkingen die bij een dergelijk project horen voldoende te kunnen inschatten is de definitiestudie "Morfologische berekeningen Zandmaas met SOBEK gegradeerd" opgestart. Deze definitiestudie heeft geresulteerd in het voorliggende document waarin kort wordt weergegeven wat er in het voorafgaande is gebeurd en op welke onzekerheden men is gestuit bij het uitvoeren van de eerste berekeningen. Uiteindelijk zal deze studie moeten leiden tot een plan van aanpak voor de vervolgberekeningen waarbij rekening gehouden wordt met deze onzekerheden.

3 Doelstelling en onderzoeksvragen

Voor de definitiestudie golden de volgende doelstelling en onderzoeksvragen:

Doelstelling

De doelstelling van de definitiestudie was zicht te krijgen op de onzekerheden die een rol spelen bij het morfologisch modelleren van de Zandmaas. Door zicht te krijgen op die onzekerheden kan op verantwoorde wijze invulling worden gegeven aan de vervolgberekeningen voor de morfologische effectbepaling van het nieuwe combinatiealternatief.

Onderzoeksvragen

Om de vinger te kunnen leggen op de zere plekken van het morfologische modelleren dienden een aantal onderzoeksvragen beantwoord te worden:

- a) Is de in de huidige situatie toegepaste schematisatie van de ondergrond voldoende om bij een nieuwe inrichtingsvariant gebruiken?
- b) Op welke wijze dienen de in het combinatiealternatief opgenomen maatregelen te worden geschematiseerd?
- c) Met welke andere onderwerpen moet bij het doorrekenen van het nieuwe combinatiealternatief rekening worden gehouden?

Deze studie heeft geresulteerd in een plan van aanpak voor de toepassing van SOBEM geklasseerd bij het nieuwe combinatiealternatief.

4 Aanpak

De uitvoering van de definitiestudie heeft bestaan uit de volgende 3 fasen:

- 1) Houden van workshops
- 2) Houden van aanvullende interviews
- 3) Rapportage

ad 1. Workshops

Er zijn twee workshops gehouden. In de eerste workshop is gesproken over de manier waarop maatregelen in SOBEK geschematiseerd worden en hoe op verantwoorde wijze moet worden omgegaan met de veelvoud aan schematisaties die al zijn ontstaan gaande het project Zandmaas. De conclusies uit deze workshop staan beschreven in hoofdstuk 5. De tweede workshop behandelde de waargenomen morfologische processen (paragraaf 8.1) en de resultaten van de ijking (paragraaf 8.2) van het gegradeerde model. Hierbij is ook gediscussieerd over de fysische processen en de manier waarop deze in het model zijn verwerkt. De bevindingen uit deze discussie aangaande de modelconcepten is terug te vinden in hoofdstuk 7. Daarnaast is aandacht besteed aan de manier waarop de ondergrond geschematiseerd is en kan worden voor SOBEK. De bevindingen hiervan zijn terug te vinden in hoofdstuk 6.

Een lijst van de deelnemers aan de workshops is opgenomen in bijlage I.

ad 2. Interviews

Aanvullende interviews zijn gehouden met verschillende specialisten om nog eens dieper in te gaan op de punten die tijdens de workshops naar voren zijn gekomen. De bevindingen van deze interviews zijn integraal verwerkt in de verschillende hoofdstukken.

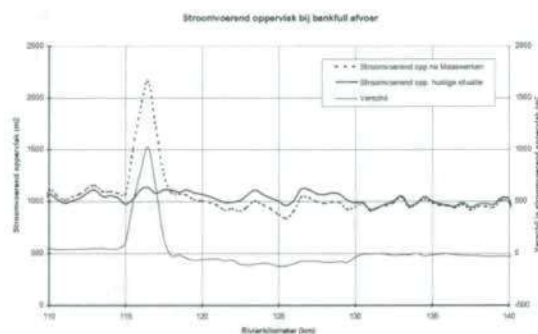
ad 3. Rapportage

Van de workshops zijn afzonderlijke verslagen gemaakt die verzonden zijn naar de deelnemers. Deze verslagen en de interviews zijn integraal in deze rapportage verwerkt.

5 Schematisatiemethoden voor SOBEK

De methode van het schematiseren van maatregelen die zijn opgenomen in het combinatiealternatief voor de Zandmaas is van groot belang voor effectvoorspelling op de morfologie. Dit is onder andere gebleken uit de berekeningen voor het combinatiealternatief met het uniforme model (Wolters *et al.* 1999).

Een voorbeeld hiervan is de schematisatie van de hoogwatergeul bij km 116. In schematisatie 1998.31 bleek de hoogwatergeul bij km 116 een vergroting van het stroomvoerende oppervlak te veroorzaken bij bankfull afvoer (zie Figuur 1). Dit werd veroorzaakt omdat in het hydraulisch model ervoor was gekozen om de hoogwatergeul mee te schematiseren in de zomerbed sectie. Voor het hydraulisch model bleek dit een goede keus maar voor de morfologie bleek dit een ongewenst effecten te veroorzaken; namelijk een te sterke sedimentatie. De indruk bestaat dat de geul door de manier van schematiseren te vroeg gaat meestromen waardoor de morfologie teveel reageert.



Figuur 1. Schematisatie 1998.31; stroomvoerend oppervlak bij bankfull afvoer nabij km 166 (uit Wolters *et al* 1999)

Bij de uniforme berekeningen bleken andere probleempunten te liggen bij km 143 en in het traject km 170-180. Verder vielen lokale uitschieters op in de morfologische berekeningen in de buurt van stuwen.

In dit hoofdstuk zullen, per in het huidige combinatiealternatief opgenomen maatregel, de mogelijke methoden van schematiseren worden bediscussieerd. In de eerste twee paragrafen zal echter worden begonnen met een korte beschrijving van de huidige methodiek (inhoudelijk en organisatorisch) van schematiseren.

5.1 Methodiek van schematiseren t.b.v. SOBEK

Het bouwen van schematisaties gaat idealiter altijd in de volgende vaste stappen:

- Opbouwen hoogtemodel (DTM)
- Vaststellen sectiegrenzen
- Vaststellen vakgrenzen zomerbed
- Vaststellen vakgrenzen oeversectie
- Vaststellen vakgrenzen winterbed
- Vaststellen grens tussen stroomvoerende en waterbergende deel
- Vaststellen kadesegmenten
- Profielen berekenen
- Hydraulische ijking

5.1.1 Hoogtemodel

Van het gebied dat geschematiseerd gaat worden wordt een zgn. Digitaal Terrein Model gemaakt. De betreffende RD levert van zomer- en winterbed aparte hoogtegegevens. Deze worden bij het RIZA op een eenduidige manier vertaald naar één DTM in TIN formaat. Deze TIN wordt in BASELINE

opgeslagen en kan rechtstreeks voor WAQUA gebruikt worden. Voor SOBEK wordt de TIN geconverteerd naar een gridbestand.

Bij het bouwen van het ene DTM dient rekening gehouden te worden met de verschillen in datadichtheid tussen zomer- en winterbed. In het zomerbed worden jaarlijks dwarspeilingen uitgevoerd met een hoge dichtheid. In het winterbed is zowel de frequentie als de dichtheid lager. Over het algemeen kan gesteld worden dat het genereren van een hoogtemodel rond stuwen een moeilijk punt is. In het verleden zijn hier veelal onvoldoende hoogtemetingen uitgevoerd omdat het schip niet net boven- en net benedenstrooms van de stuw kan varen (zie ook Pakes *et al.* 1999). Dit betekent dat ook de bodemverandering rond stuwen moeilijk met het model te voorspellen is (afgezien van de vraag of een 1D model als SOBEK wel het geschikte instrumentarium is om lokale effecten te modelleren). Door middel van betere interpolatietechnieken en andere metingen is dit knelpunt voor de nieuwe schematisatie (2000.***) opgelost.

5.1.2 Sectiegrenzen

In het SOBEK worden drie secties onderscheiden :

- Geulsectie,
- Oeversectie
- Uiterwaardsectie

Voor zover de sectiegrenzen niet bekend zijn worden ze bepaald door het doorrekenen van een aantal vaste afvoeren, waarbij de waterstanden de sectiegrenzen bepalen. Voor het nieuwe SOBEK model 2000.** wordt dit gedaan a.d.h.v. WAQUA berekeningen waarbij de normaallijn de waterstand representeert bij een afvoer van 500 m³/s en de oeverlijn een waterstand van 1000 m³/s. In de huidige schematisaties voor de Maas (1998.1, 1999.1 en afgeleiden hiervan) is dit gebaseerd op ZWENDL berekeningen. Voor de Rijntakken is met name de grens van het zomerbed wat makkelijker te bepalen doordat de normaallijn hierbij gevormd is door de kribkoppen (de oeverlijn door de kribvoet).

5.1.3 Vakgrenzen zomerbed

Met het vastleggen van de vakgrenzen voor het zomerbed wordt de plaatsstap van het model al grotendeels vastgelegd. De vakgrenzen worden opgehangen aan knooppunten van takken en de locaties van stuwen. Daartussen wordt getracht een zo regelmatig mogelijk grid te creëren met een gemiddelde vaklengte van ongeveer 500 m.

Voor de stabiliteit van het morfologische model is het van belang dat de verschillen in vaklengte in opeenvolgende vakken niet te groot is (<30%). In de huidige hydraulische schematisatie zitten verschillende punten dit echter sterk varieert door de ongelukkige ligging van stuwen ten opzichte van een knooppunt.

In de schematisatie 2000.1 wordt dit knelpunt meegenomen.

Hiernaast speelt het feit dat de rekenpunten van het model op dezelfde locatie moeten liggen als de profielen. Indien dit niet het geval is wordt door SOBEK geïnterpoleerd, wat niet altijd even goed gaat.

5.1.4 Vakgrenzen oeversectie en winterbed

De grenzen van de oeversectie en winterbed worden bepaald door de waterstanden in zomer- en winterbed te vergelijken. Omdat SOBEK een 1D model is moet getracht worden de vakgrenzen in het winterbed zo te leggen dat de waterstanden in het winterbed in het betreffende SOBEK-vak nagenoeg gelijk zijn aan de waterstanden in het zomerbed. Waterstands-iso-lijnen uit WAQUA worden voor deze slag vaak gebruikt als hulpmiddel.

Door deze methodiek kunnen op locaties met een sterk verhang zoals bij kades de vakgrenzen in het winterbed sterk convergeren. Dit kan leiden tot grotere stroomsnelheden in het winterbed wat mogelijk effect heeft op snelheden in het zomerbed en daarmee op de morfologie van deze sectie. Op dit moment is het niet duidelijk of dit proces een (belangrijke) rol speelt

5.1.5 Grens stroomvoering/stroomberging

Aan de hand van een WAQUA-berekening wordt een gridberekening uitgevoerd waarbij gekeken wordt of het aandeel in de afvoer van de afzonderlijke gridcellen onder of boven een bepaald percentage van de totale afvoer ligt. Indien het aandeel lager is dan wordt de cel waterbergend genoemd. Cellen waarvan het afvoeraandeel hoger ligt worden stroomvoerend genoemd. Arbitrair is aangenomen dat het totale stroomvoerende aandeel op 85% van de totale afvoer ligt. Dit percentage kan worden aangepast.

Momenteel wordt gewerkt aan een standaard applicatie binnen BASELINE om de grens tussen stroomvoering en -berging eenduidig te kunnen bepalen.

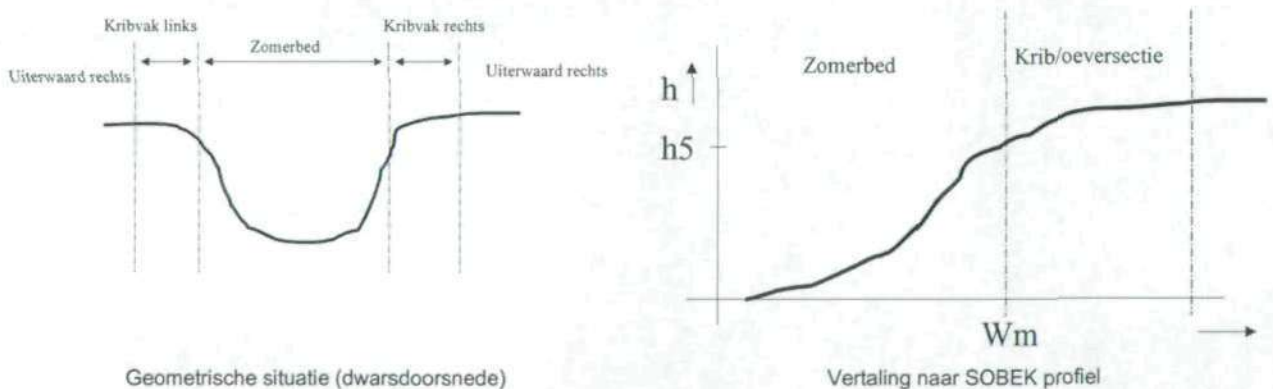
5.1.6 Kadesegmenten

De hoogtes van zomerkaden worden apart meegenomen in een SOBEK profiel. De hoogte van de kade is van belang om aan te geven bij welke waterstand het gebied achter de kade gaat meedoen aan de stroomvoering en -berging van de afvoer. De instroming kan afhankelijk zijn van de hoogte van de lokale zomerkade maar ook door de hoogte van een kade op een willekeurige afstand van het gebied. Hogere of lagere kaden buiten een bepaald gebied kunnen dit gebied afschermen resp. eerder doen instromen dan op basis van de lokale zomerkade kan worden verondersteld.

Een bekend voorbeeld is het gebied rond het Pannerdensch kanaal. De instroming van het gebied achter de zomerkades wordt hier bepaald door de hoogte van de Pannerdensch overlaat. In SOBEK dienen in dit geval de lokale zomerkadehoogtes te worden aangepast aan de hoogte van de Pannerdensch overlaat. Op dergelijke wijze worden aan de hand van WAQUA resultaten de kadehoogtes per SOBEK vak vastgesteld.

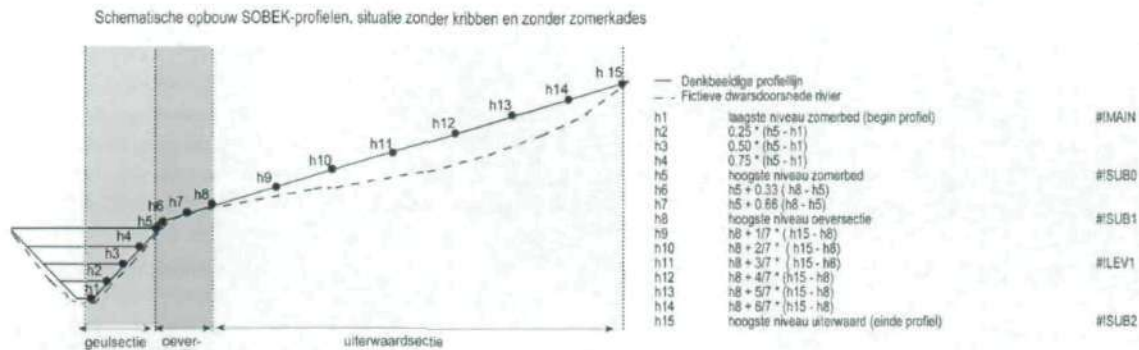
5.1.7 Profielopbouw

Na het vaststellen van de hierboven genoemde sectiegrenzen, vakgrenzen, grens stroomvoering en -berging en kades worden de profielen geschematiseerd. In onderstaand figuur is dit vereenvoudigd weergegeven:



Figuur 2. Vertaling van een geometrisch profiel naar een SOBEK profiel

De SOBEK profielen worden opgebouwd uit 15 hoogteniveaus (zie Figuur 3). Deze niveaus worden vastgelegd volgens bepaalde methodes afhankelijk van het al dan niet aanwezig zijn van kribben en/of zomerkaden. Vervolgens wordt aan de 15 niveaus door volumeberekeningen een breedte toegekend. Aan hand van het DTM wordt het volume tussen 2 niveaus in een SOBEK vak berekend. Door dit volume te delen door de vaklengte en het hoogteverschil tussen de 2 niveaus wordt de breedte bepaald. Door van het DTM de eerder bepaalde stroombergende cellen uit te sluiten in de berekening of juist mee te nemen wordt in het eerste geval de stroomvoerende breedte verkregen en in het laatste geval de totale breedte.



Figuur 3. Hoogteniveaus in de SOBEK - profielopbouw

Voor de morfologie is het hiernaast van belang dat de huidige applicatie waarmee de profielen gegenereerd de sedimentvoerende breedte (W_m) altijd gelijk stelt aan de breedte van het zomerbed. (niveau h_5). Dit betekent dat alle morfologische processen zich tot het zomerbed beperken. Het is echter mogelijk dat men soms meer of minder ruimte nodig heeft voor de morfologie. Hiervoor zou SOBEK aangepast moeten worden omdat in SOBEK gecheckt wordt of de sedimentvoerende breedte niet groter is dan de zomerbedbreedte. Deze controle kan echter handmatig worden omzeild door direct in het text-bestand van de profielen in te grijpen maar deze optie verdient niet de voorkeur. Mogelijk zal deze controle in een nieuwe SOBEK versie al zijn verwijderd. Voorlopig kan men natuurlijk ook de sectiebegrenzing aanpassen (zomerbed verbreden).

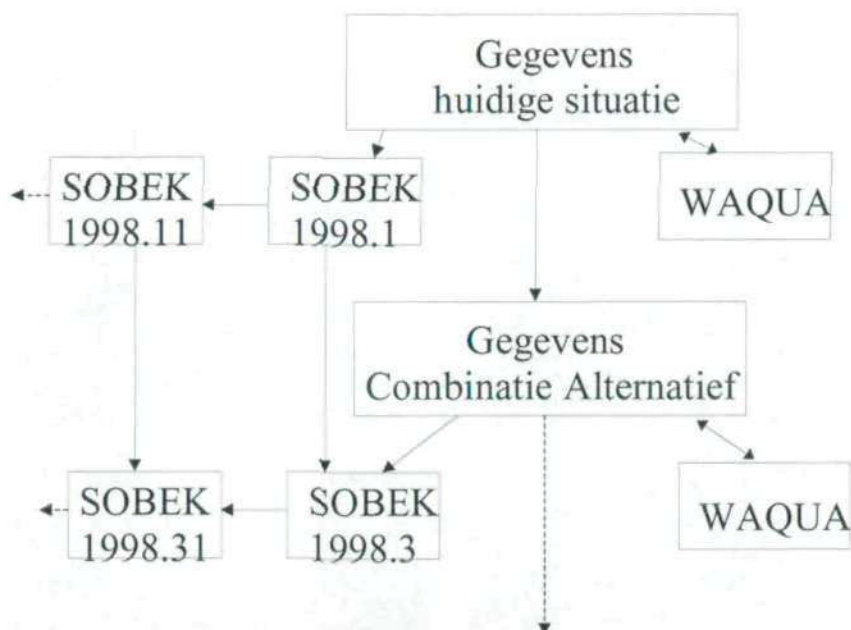
5.1.8 Hydraulische ijking

Na de bouw van de schematisatie wordt het model geijkt. Hiervoor worden de gemeten waterstanden op de MSW-stations gebruikt. In het verleden werden rekenpunten gelegd op de locaties van de MSW-stations. Omdat de interpolatieroutine van SOBEK niet goed werkt en men het rekengrid zo regelmatig mogelijk wil houden wordt dit tegenwoordig niet meer gedaan en worden de berekende waterstanden op de MSW-locaties bepaald door interpolatie van de berekende waterstanden in de aangrenzende rekenpunten.

Opgemerkt wordt dat het voor morfologische modellen belangrijk is dat de berekende stroomsnelheden goed zijn (geldt in wezen ook voor hydraulische modellen). Dit wordt in de huidige ijking niet meegenomen. Probleem hierbij is ook dat hiervoor geen meetgegevens beschikbaar zijn. Wellicht is een verificatie slag met stroomsnelheden uit WAQUA mogelijk en/of wenselijk.

5.2 Draaiboek schematisaties

Tot voor kort werden verschillende schematisaties op ad-hoc basis gegenereerd. Hierdoor is vaak onduidelijkheid ontstaan over de relatie tussen de verschillende WAQUA en SOBEK schematisaties en de gebruikte gegevens. Schematisch kan dit proces als volgt worden geschetst (Figuur 4):



Figuur 4. Relatie tussen verschillende schematisaties

Vanuit WAQUA kunnen ook nieuwe basisgegevens worden gegenereerd voor een SOBEK-schematisatie. Hierbij kan vooral worden gedacht aan het bestand stroomvoering en -berging waarin het 2D stromingspatroon wordt beschreven. In de huidige schematisaties 1998.** en 1999.** is echter slechts gedeeltelijk gebruik gemaakt van WAQUA berekeningen. Thans loopt bij RIZA een project waarin in opdracht van DLB een nieuwe schematisatie gemaakt wordt (v2000.1). Deze schematisatie wordt wel volledig gebaseerd op WAQUA berekeningen.

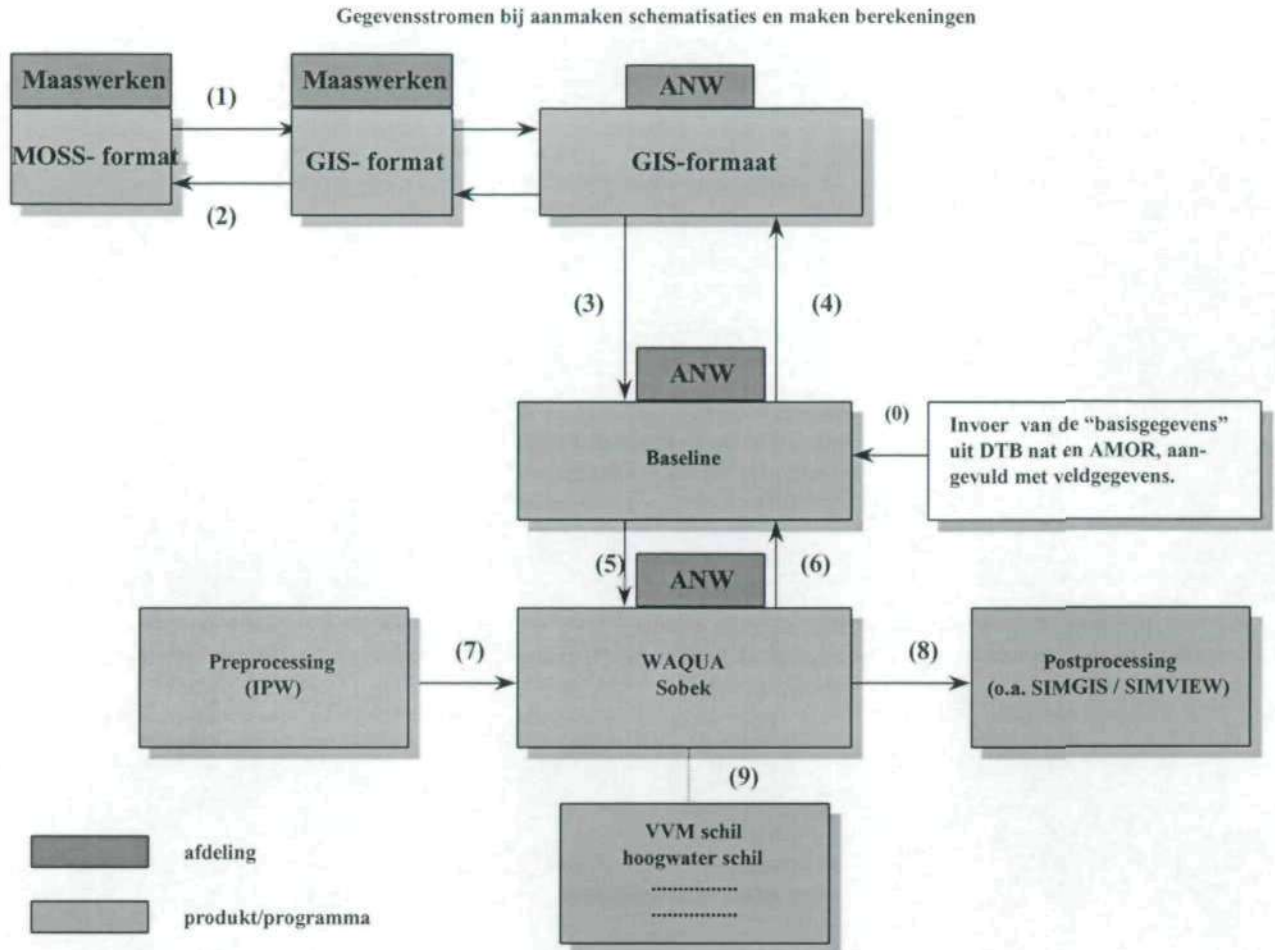
De peilen naar links geven aan dat er vanaf dat punt ook weer andere schematisaties worden afgeleid, zoals in dit geval de morfologische. De hydraulische en morfologische schematisaties die voor het lopende project gebruikt zijn, komen niet helemaal overeen (zie ook discussie rond hoogwatergeulen paragraaf 5). Idealiter zou dit wel het geval moeten zijn. Toch zullen er altijd situaties te bedenken zijn waar voor speciale doeleinden van dit streven kan/moet worden afgeweken.

5.2.1 De gewenste (en huidige!) methode

Naar aanleiding van de onduidelijkheden in het verleden heeft Maaswerken een structuur opgezet waarbinnen schematisaties worden aangemaakt. Hierbinnen speelt Baseline een belangrijke rol. Daarnaast is in de structuur een rol weggelegd voor het programma MOSS. Dit programma wordt gebruikt voor het maken van bestekken in de ontwerpfase.

Het GIS loket van de Maaswerken speelt een centrale rol in het geheel en draagt zorg voor de samenhang tussen de verschillende gegevens, ontwerpen en schematisaties van verschillende alternatieven. De Maaswerken is dan ook verantwoordelijk voor de levering van de goede data in het goede format aan b.v. het RIZA voor het maken van schematisaties. De afdeling ANW van directie Limburg is hiernaast verantwoordelijk voor het beheer en de levering van gegevens van de huidige situatie.

Deze structuur wordt geschetst in onderstaand figuur.



Figuur 5. Gegevensstromen bij aanmaken schematisaties en maken berekeningen (bron: Maaswerken).

In de figuur is het onderscheid te zien tussen verschillende stadia in een project. In het stadium van beleidsvoorbereiding zal men vaak niet voor alle alternatieven een nieuwe schematisatie via Baseline willen maken maar gebruik maken van een DSS zoals VVM-BOS. Hierin wordt gebruik gemaakt van de standaard schematisatie die periodiek door RIZA gemaakt wordt via de vastgestelde methode waarbij gebruik gemaakt wordt van WAQUA berekeningen. In het ontwerpstadium zal men een gedetailleerdere schematisatie nodig hebben van een alternatief. De vraag hierbij is wel of bij iedere nieuwe SOBEK-schematisatie ook een nieuwe WAQUA schematisatie nodig is. Of dit zo is zal afhangen van de soort maatregelen en de grootte van de maatregelen. Belangrijk is dat de desbetreffende projectleider hier een bewuste beslissing over neemt.

5.3 Geplande maatregelen in het Combinatiealternatief

De politiek rond de Maaswerken is momenteel nogal in beweging. Door onzekerheden m.b.t. de problematiek van de fijne zanden en de tegenvallende opbrengsten uit het verdiepingsbaggerwerk staat met name de maatregel zomerbedverdieping onder druk. De tendens lijkt te gaan naar meer weerdverlaging en dijkverhoging als sluitpost.

Met dit in het achterhoofd kunnen de volgende maatregelen in het Combinatiealternatief onderscheiden worden:

- Zomerbedverdieping. In het oorspronkelijke plan zouden grote delen van de Zandmaas verdiept worden met maximaal 3 m.

- Bochtanpassingen. Deze maatregel is voor de scheepvaart, de vaargeul wordt verbreed door baggeren
- Hoogwatergeulen. In het winterbed worden geulen aangelegd met een diepte van 2 à 3 m. t.o.v. het peil bij gestuwde rivier. De instroming wordt gereguleerd door drempels die pas bij hoogwater overstromen. De lengte van de geulen ligt in de orde van 3 km.
- Weerdverlaging. Het winterbed wordt met 2 à 3 m verlaagd
- Retentie. Deze maatregel heeft zeer geringe invloed op de morfologie.

5.4 Aanpak van de schematisatie van een inrichtingsvariant

Het combinatiealternatief (CA) dat is geschematiseerd in schematisatie V 1998.31 is inmiddels sterk aangepast (zie ook 5.3). Het genereren van een nieuwe schematisatie kan op verschillende manieren worden aangepakt:

- **BASELINE - optimaal.**
Deze aanpak volgt in feite het schema van Figuur 4 en Figuur 5 waarbij alle invoerfiles zoals die onder andere zijn genoemd in paragraaf 5.1 opnieuw worden gegenereerd en dus ook een nieuwe WAQUA schematisatie wordt gebouwd voor het bepalen van de grenzen tussen stroomvoerend en stroombergend. Dit impliceert in feite ook dat het referentiemodel hierop moet zijn gebaseerd. Idealiter zou dit dan schematisatie V2000.1 waaraan op dit moment wordt gewerkt. De verwachting is dat deze schematisatie in 2001 gereed zal zijn.
- **Handmatig**
Wanneer de verwachting is dat onder andere de sectiegrenzen en de grenzen tussen stroomvoering en berging slechts beperkt zullen wijzigen kan ook overwogen worden om uit te gaan van de basisbestanden die zijn gebruikt voor versie 1999.1. Deze zouden dan handmatig (m.b.v. GIS) 'op gevoel' kunnen worden aangepast waarna met BASELINE nieuwe profielen worden gegenereerd.
- **Aanpassen schematisatie 1998.31**
Naast aanpassing van de basisbestanden bestaat de mogelijkheid om direct in te grijpen in de profiel bestanden van schematisatie 1998.31. Een belangrijke wijziging in het 'nieuwe' combinatiealternatief ten opzichte van deze versie is namelijk een vermindering van het baggerwerk. Deze verkleining van het volume kan ook direct in de profiel worden gedaan. Vanzelfsprekend is dit wel minder nauwkeurig dan het via de GIS bestanden aanpassen maar het is waarschijnlijk wel sneller.

5.5 Morfologische schematisaties in SOBEK

De in paragraaf 5.3 genoemde maatregelen veroorzaken, met het oog op morfologische processen in het zomerbed, vooral verandering in stroomvoerende oppervlaktes. Wanneer er gradiënten in deze oppervlaktes optreden en daarmee stroomsnelheden worden aangepast reageert de morfologie hierop. Het model probeert de sedimenttransporten overal gelijk te maken door de stroomvoerende oppervlaktes aan te passen (sedimentatie en erosie). Een voorbeeld hiervan is gegeven bij de inleiding van dit hoofdstuk.

Omgekeerd kan men hierdoor door de stroomvoerende oppervlaktes bij de morfologische dominante afvoer te bekijken een aardig beeld krijgen van de te verwachten morfologische processen bij (het schematiseren van) de verschillende maatregelen.

De volgende set aan maatregelen valt in volgorde van belangrijkheid voor de morfologie van het zomerbed te onderscheiden:

1. Verdieping zomerbed
2. Verbreding zomerbed
3. Hoogwatergeulen
4. Weerdverlaging
5. Nevengeulen
6. Natuurlijke oevers
7. Verwijderen hydraulische knelpunten
8. Aansturing stuwen (peilopzet)
9. Dijkverlegging
10. Retentie
11. Dijkverhoging

Met het oog op het morfologisch belang zal in de komende paragrafen alleen worden ingegaan op de maatregelen 1 t/m 8.

5.5.1 Verdieping zomerbed

De verdieping van het zomerbed komt zonder meer tot uitdrukking in de hoogtegegevens (punten) van het zomerbed. Met dit veranderde hoogtemodel kan met behulp van BASELINE een nieuwe schematisatie worden gegenereerd. De huidige methode volstaat dus. Wel moet bedacht worden dat de morfologische ontwikkeling zich in de rivier zal concentreren op de smallere verdieping. In het model wordt de morfologische ontwikkeling uitgesmeerd over het hele zomerbed. Bij het berekenen van deze ontwikkeling moet dus voorzichtig worden omgegaan met de berekende bodemveranderingen. Beter kan dan gekeken worden naar de volumeveranderingen. Daarbij komt dat de aanpassingen in dwarsrichtingen van een baggergeul natuurlijk niet worden meegenomen in het model.

5.5.2 Zomerbedverbreding

Deze maatregel is eenvoudig te schematiseren. De sectiegrenzen dienen te worden aangepast en de toegenomen breedte wordt dan vanzelf toegekend aan het zomerbed. Door de verbreding zal stroomsnelheid af- en de sedimenttransporterende breedte toenemen. Dit is echter wel realistisch. De te gebruiken methode is derhalve duidelijk. Wel moet rekening gehouden worden met het feit dat wanneer de verbreding in de binnenkant van een scherpe bocht plaatsvindt, eigenlijk de as van de rivier korter wordt. Dit zou kunnen worden aangepast alleen wordt de vergelijking met het referentiemodel moeilijker wordt. Tevens moet bedacht worden dat als het echt forse verbredingen in bochten betreft de grens bereikt kan worden van wat nog met een 1D model berekend kan worden.

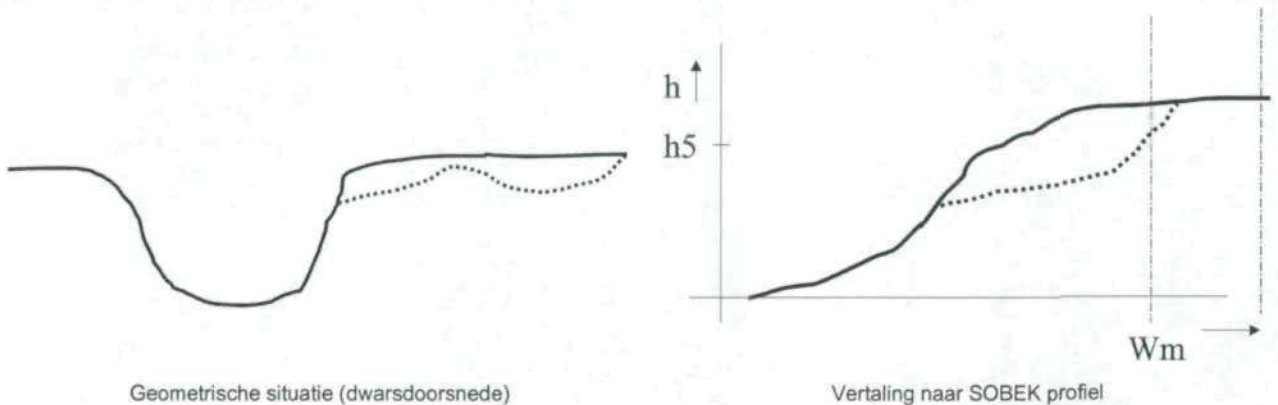
5.5.3 Hoogwatergeulen

Rekening houdend met de randvoorwaarde dat een SOBEK-profiel bij toenemende breedte niet in hoogte mag dalen zijn verschillende manieren bedacht om deze geulen te schematiseren:

- 1) Bij zomerbed trekken, aanpassen sectiegrenzen
- 2) Bij zomerbed trekken, niveau zomerbed verlagen
- 3) Als aangetakte stroomvoerende plas
- 4) Als aparte tak
- 5) Laterale onttrekking afhankelijk van de waterstand
- 6) Oppervlak uitsmeren over winterbed
- 7) Als 2, met waterstandsafhankelijke ruwheid in oeversectie

Ad 1. Bij zomerbed, aanpassen sectiegrenzen

Dit is de manier waarop het in de huidige schematisatie gebeurd is voor de hoogwatergeul bij km 116 (zie H5). Hier is namelijk sprake van een combinatie met een weerdverlaging waardoor het niveau dusdanig laag is geworden dat het bij het zomerbed getrokken werd. Hiertoe is de sectiegrens zomerbed verplaatst. Dit alles wordt geschetst in Figuur 6.

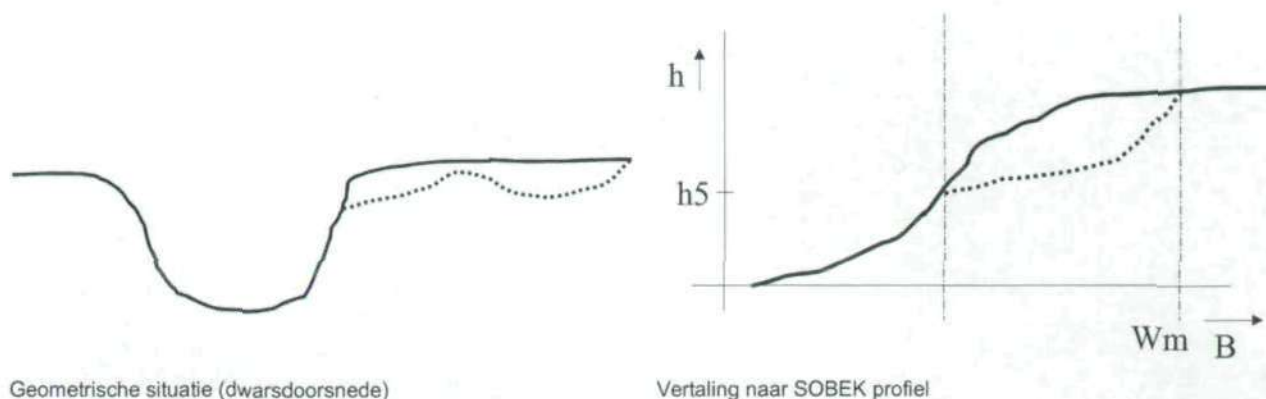


Figuur 6. Hoogwatergeul; aanpassen sectiegrenzen

Het voordeel van deze methode is dat het totale volume goed wordt meegenomen. Nadeel is dat zeker de hoogwatergeul te vroeg meestroomt waardoor de stroomsnelheden in het zomerbed te snel afnemen en sedimentatie ontstaat. Daarbij komt nog dat door de verbreding van de zomerbedbreedte de sedimenttransporterende breedte automatisch toeneemt waardoor het hiervoor genoemde proces versterkt wordt. Tevens wordt de ruwheid van de hoogwatergeul door deze methode gelijk gesteld aan de ruwheid van het winterbed wat niet erg realistisch is.

Ad 2. Buiten zomerbed, verlagen hoogte niveau zomerbed

Door niveau h5 te verlagen kan de hoogwatergeul geheel of gedeeltelijk buiten het zomerbed gehouden worden. Hierdoor vervallen de problemen met de ruwheid en sedimenttransporterende breedte. Wel blijft de hoogwatergeul te vroeg meestromen en bestaat de kans dat het morfologische profiel te krap wordt. Morfologische aanpassingen geschieden nl. altijd binnen de sedimenttransporterende breedte en dus binnen de niveaus h1 t/m h5. Indien h1 en h5 te dicht bij elkaar komen te liggen bestaat de kans dat het zomerbed dicht gaat zitten. Deze methode wordt weer schematisch weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7. Hoogwatergeul, verlagen hoogte niveau zomerbed

Ad 3. Aangetakte plas

Bij extreem lage niveaus voor de hoogwatergeul kan de hoogwatergeul geschematiseerd worden als aangetakte plas. Om de stroomvoering op het juiste moment te laten meestromen dient de kadehoogte ingesteld te worden op de drempelwaarde voor de hoogwatergeul. Dit kan problemen opleveren wanneer er echte kades in het vak aanwezig zijn en ook de verschillen tussen linker- en rechteroever zijn met deze optie moeilijk mee te nemen.

Ad 4. Aparte tak

Het lijkt een optie de hoogwatergeul te schematiseren als een aparte tak in het 1D model. Praktisch kleven hier echter een hoop bezwaren aan:

- Er wordt een andere schematisatie gecreëerd waardoor de vergelijking met de referentiesituatie moeilijker wordt
- Voor de aparte tak moeten aparte profielen worden gemaakt.
- De water- en sedimentverdeling tussen beide takken moet bekend zijn.

Ad 5. Laterale onttrekking afhankelijk van waterstand

Er zou een laterale onttrekking als functie van de waterstand of debiet kunnen worden opgelegd. Ook hier kleven echter een aantal praktische bezwaren aan:

- De relatie zou kunnen worden afgeleid uit WAQUA berekeningen, maar dient alleen dat deel van de afvoer mee te nemen dat door de hoogwatergeul wordt afgevoerd mee te nemen. Het deel dat sowieso al door het winterbed stroomt mag niet dubbel worden meegenomen. Dit maakt de zaak complex
- Dit systeem zou erg star zijn; bij elke aanpassing moet een nieuwe relatie worden afgeleid. Ook bij morfologische veranderingen zou deze relatie kunnen veranderen. Dit wordt met deze methode in een morfologische berekening niet meegenomen.

Ad 6. Oppervlakte uitsmeren over winterbed

Men zou de extra stroomvoerende oppervlakte kunnen uitsmeren over de oeversectie en/of het winterbed. De hoogwatergeul ligt dan per definitie boven h_5 (of h_8). Dit levert echter een fout op in het bergende en stroomvoerende oppervlak.

Ad 7. Als 2 met variabele ruwheid in oeversectie

Het probleem wat met de 2^e optie gecreëerd werd kan worden opgelost door in de oeversectie een variabele ruwheid als functie van de waterstand op te leggen. Hierdoor kan voorkomen worden dat de hoogwatergeul te vroeg gaat meestromen. Wel moet worden opgelet dat de morfologische ruimte niet te klein wordt. Algemeen wordt verondersteld dat deze methode op zijn minst veel belovend te noemen is en tevens voor andere doeleinden gebruikt kan worden. Wel moet nog onderzocht worden wat de consequenties zijn wanneer voor deze optie gekozen wordt.

5.5.4 Weerdverlaging

Voor de maatregel weerdverlaging gelden dezelfde opties en aandachtspunten als voor de hoogwatergeul. Ook voor deze maatregel geldt dan ook een lichte voorkeur voor de variant met variabele ruwheid in de hoogte.

Ook hier moet rekening gehouden worden met rigoureus veranderende stroombeelden bij het drastisch verlagen van uiterwaarden in binnenbochten.

5.5.5 Nevengeul

Ook voor de nevengeul geldt hetzelfde als voor de hoogwatergeul en de weerdverlaging. Wel moet goed gekeken worden naar de ligging van h5. Door de lagere ligging van nevengeulen ten opzichte van hoogwatergeulen kunnen de punten h1 en h5 te dicht bij elkaar komen te liggen.

De nevengeul mag niet bij het zomerbed getrokken worden omdat de geul dan morfologisch actief zou zijn wat in de praktijk zoveel mogelijk voorkomen zal worden.

5.5.6 Natuurlijke oevers

In het combinatiealternatief is ook ruimte gereserveerd voor zogenaamde natuurlijke oevers. Dit zijn oevers waar de oeververdediging van wordt verwijderd om oevererosieprocessen te stimuleren. Dit zal leiden tot een meer geleidelijk oplopend talud en zo een goed habitat kan vormen voor water en oeverplanten. Binnen het 1D model SOBEK kan oevererosie niet worden meegenomen. Natuurlijke oevers kunnen dan ook niet als zodanig worden gemodelleerd. Wel is het mogelijk om wanneer duidelijk is hoeveel de oever zal (mag) eroderen en wat voor talud zal ontstaan een aangepast hoogtemodel te genereren waarmee met behulp van BASELINE een nieuwe schematisatie kan worden gegenereerd conform de hierboven genoemde voorbeelden.

5.5.7 Hydraulische knelpunten

Verwijdering van hydraulische knelpunten bijvoorbeeld veerstoeppen leiden tot verandering in de oppervlakten stroomvoering en -berging van het profiel. Binnen RvR is ervoor gekozen om deze veranderingen (handmatig) direct door te voeren in de desbetreffende profielen. Als wordt gekozen voor de methodiek van BASELINE dan dienen deze veranderingen aangepast te worden in het bestand stroomvoering en -berging (en eventueel het hoogtebestand). Als het helemaal goed gedaan zou worden moet ook de schematisatie drastisch worden aangepast omdat de vakgrenzen (afhankelijk van het stroombanenpatroon) veranderd moeten worden.

5.5.8 Aansturing stuwen (peilopzet)

Binnen het huidige hydraulische model (1999.11) worden de stuwen aangestuurd via "hydraulic controllers". Hierbij worden de "crest-levels" (kruinhoogte) van de betreffende kunstwerken gerelateerd aan een lokale afvoer. Voor morfologische berekeningen, waarbij van een quasi-stationaire aanpak wordt uitgegaan, mag niet van de hydraulische controllers worden uitgegaan. Dit type controller pakt bij een stationaire berekening de afvoer van de vorige tijdstap. Daardoor zou de stuwinstelling in de morfologieberekening (met een tijdstap van 1 dag) telkens een dag achterlopen. Dit wordt voorkomen door gebruik te maken van "Time controllers" waarbij de "crest-levels" via tijdtabellen worden voorgeschreven.

Nadeel van deze methode is dat bij veranderende morfologische omstandigheden (ook nieuwe tijdtabellen moeten worden gegenereerd. Voorlopig kan hier echter niet aan worden ontkomen. Vanzelfsprekend moeten ook nieuwe tijdtabellen worden gegenereerd wanneer er sprake is van gewijzigd peilbeheer.

5.6 Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat er ten aanzien van het huidige model vragen leven omtrent de gevoeligheid van het systeem voor bepaalde wijzen van schematiseren. Gesteld kan worden dat een keus voor een bepaalde methode mede wordt ingegeven door het belang van de uit te voeren studie. Immers voor grootschalige verkennende studies wordt een andere nauwkeurigheid geëist dan voor locale inrichtingsstudies.

Ook blijkt dat een aantal m.n. hydraulische problemen al wordt opgelost in de nieuwe schematisatie voor de Maas (V2000.1) en in nieuwe programmatuur. Dit model zal echter pas in 2001 beschikbaar komen. Het lukt dan ook niet om hier al op korte termijn, voor het doorrekenen van nieuwe inrichtingsvoorstellen, gebruik van te maken.

In de voorgaande paragrafen zijn de volgende aanbevelingen gedaan

Verandering stroomvoering en berging.

Door het doorvoeren van maatregelen in het winterbed zullen ook de stroombanen veranderen en daarmee de grenzen in stroomvoering en berging. Afhankelijk van het type maatregel en de grootte van de maatregel zullen dus ook nieuwe WAQUA-bestanden moeten worden gegenereerd. Op dit moment is hier nog geen standaard methodiek voor operationeel.

Stroomsnelheden

Door convergeren van de vakgrenzen in het winterbed ontstaan mogelijk andere (irreële) snelheden in het zomerbed. Dit kan grote gevolgen hebben voor de morfologische processen. Op dit moment wordt hier echter niet op geijkt. Door het vergelijken van stroomsnelheden in WAQUA met die van SOBEK kan inzicht worden gekregen in de mogelijke fout die hierbij optreedt.

Hoogwatergeulen

Voor de verschillende maatregelen zijn meerdere methodes ter sprake gekomen. Hierbij is wel sprake van een voorkeur voor bepaalde methodes. Om echter een definitieve keuze te kunnen maken zullen verschillende alternatieven verder moeten worden uitgewerkt. Daarbij moet aandacht besteed worden aan de volgende punten:

Consequenties van methodes voor verschillende toepassingsrichtingen

- Mogelijkheid tot automatisering en implementatie in BASELINE
- De wijze waarop maatregelen worden doorgevoerd: wanneer met BASELINE, wanneer zijn WAQUA berekeningen nodig, etc.

Zoals blijkt uit dit hoofdstuk is de methode waarbij gebruik gemaakt wordt van de variabele ruwheid op zijn minst veelbelovend te noemen. Wel worden in dit stadium nog niet alle consequenties van deze methode overzien.

Bij het maken van een nieuwe schematisatie moet terdege rekening worden gehouden met de voor en nadelen van iedere optie. Hierbij moet er naar worden gestreefd om voor het hydraulische model en morfologische model dezelfde keuzen te maken. Aanbevolen wordt om bij de bouw van het model gevoeligheidsonderzoek uit te voeren naar de effecten van verschillende keuzen.

6 Het schematiseren van de ondergrond

In het voorafgaande project (Sloff *et al.* 2000) zijn de beschikbare gegevens op relatief eenvoudige wijze in SOBEK gebracht. Deze keus is destijds gemaakt om de voortgang van het project niet te vertragen. In de workshop van 23 maart 2000 is gesproken over de beschikbare gegevens, het uitgevoerde grondonderzoek, en de manier waarop de gegevens in het SOBEK model gebracht zijn. In dit hoofdstuk wordt samengevat wat er in het project gebeurd is en wat er tijdens de workshop besproken is. Aansluitend aan de workshops zijn met verschillende experts gesprekken gevoerd om nog een aantal zaken nader te verduidelijken. Daarnaast wordt besproken wat er nog moet gebeuren voor de verdere morfologische berekeningen voor de Zandmaas.

6.1 Uitgevoerd bodemonderzoek

Om te bepalen welk deel van het bodemmateriaal dat vrijkomt bij het verdiepen vermarktbaar is zijn verschillende soorten boringen verricht:

- Trifflibboringen: tot 2 à 3 m diep
- Akkerman/steekpulsboringen: tot 7 m diep

Van de boringen zijn zeefmonsters gemaakt. Daarnaast zijn seismische profielen gemaakt voor de Zandmaas. In de seismische profielen kan onderscheid gemaakt worden tussen verschillende lagen. Middels een door Maaswerken ontwikkeld Arc/Info script zijn de gegevens gediscrèteiseerd naar afzonderlijke punten die in langsrichting 5 m. van elkaar liggen en in dwarsrichting 15 m. Deze punten zijn, wederom met een Arc/Info script zodanig bewerkt dat aan elk punt de ligging van de laagscheidingen worden toegekend. Deze discrete ruimtelijke verzameling van punten worden 'pseudoboringen' genoemd. Door de seismiek te combineren met de boringen kan aan een te onderscheiden laag een grondsoort worden toegekend. Deze interpretatieslag kan echter alleen door grondexperts gedaan worden. Bij pogingen om deze slag te automatiseren is gebleken dat het in ongeveer 60% van de gevallen goed gaat. In 40% van de gevallen gaat het echter mis, aan sommige locaties wordt dan b.v. grind toegekend waar in werkelijkheid b.v. klei ligt. Toch biedt de methodiek wel aanknopingspunten om de seismiek te koppelen aan de boringen. De vraag is of er in het ideale geval alleen onderscheidt gemaakt kan worden tussen verschillende grondsoorten of dat er ook karakteristieke zeefkrommes aan gekoppeld kunnen worden.

Geconcludeerd kan worden dat het de moeite waard is om onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden van de seismische gegevens bij het verwerking van boringsgegevens. Het is zinvol om daarbij tevens te onderzoeken of deze gegevens en/of de boringen of een combinatie in BASELINE kunnen worden ondergebracht. Dit zou dan moeten resulteren in een geautomatiseerde standaard methodiek om de gegevens geschikt te maken voor SOBEK.

Op de Grensmaas is op het droge ook gebruik gemaakt van geoëlektrische methodes over verschillende langs en dwarsraaien. Hierdoor kan een ruimtelijk beeld verkregen worden van de samenstelling van de ondergrond van het winterbed. Dit kan van belang zijn voor eventuele 2D morfologische berekeningen naar maatregelen in het winterbed van de Grensmaas. Door al deze gegevens te combineren kan een dekkend geheel verkregen worden.

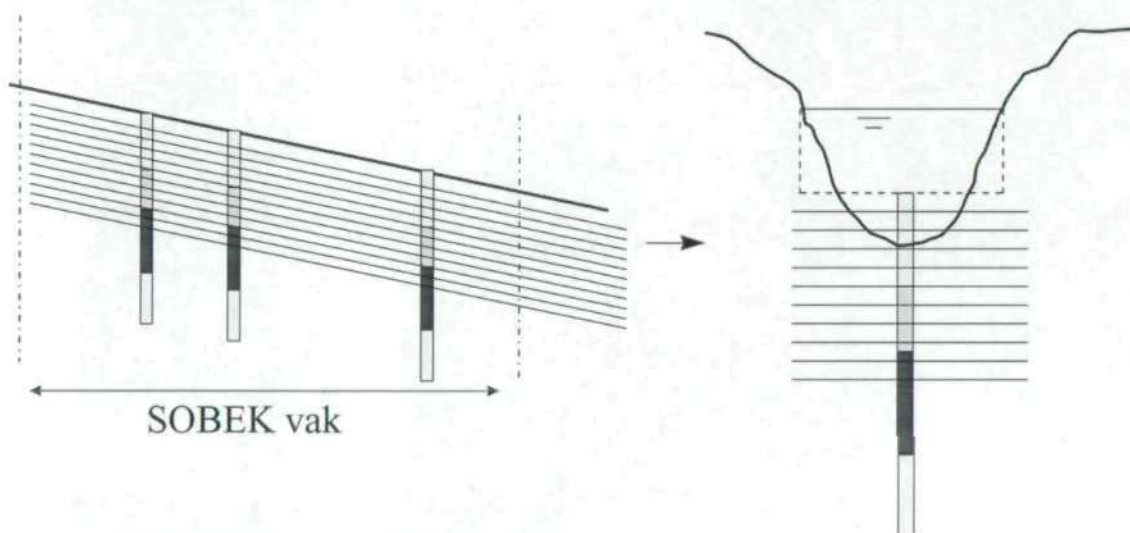
Bij deze mogelijke verdere ontwikkelingen dienen de experts van de verschillende disciplines (geologen, modellers, GIS-experts) nauw samen te werken. Voor de korte termijn lijkt de in het voortraject gekozen aanpak om de boringen te gebruiken voor de schematisatie en de seismische profielen voor de optische verificatie van de modelresultaten te voldoen voor de vervolgberekeningen.

6.2 Verwerking boorgegevens naar SOBEK

6.2.1 De in het voortraject gebruikte methode

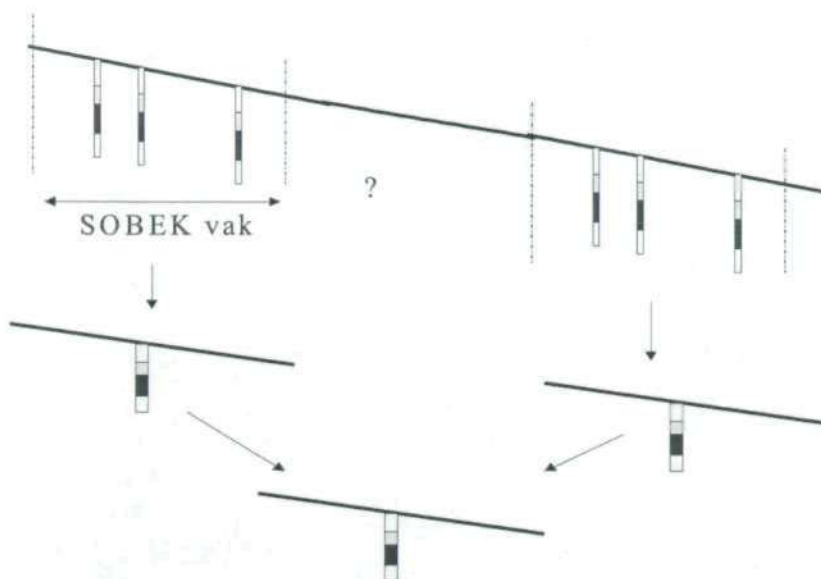
Van alle beschikbare gegevens zijn alleen de boringen op de as vertaald naar SOBEK. De seismische profielen zijn alleen gebruikt ter verificatie. De boringen die langs de oevers gezet zijn, zijn niet meegenomen.

In het model is gebruik gemaakt van verschillende lagen. De transportlaagdikte is constant gehouden. De daaronder liggende lagen hebben allemaal een constante dikte van 0,25 m. gekregen. Het materiaal in de lagen is afgeleid uit de zeefkrommes die gemaakt zijn van de monsters uit de boringen. Hierbij zijn alle boringen op de as van de rivier die in hetzelfde SOBEK-vak lagen gemiddeld. Hiervoor zijn alle boringen in één vak afzonderlijk in laagjes van 0,25 m verdeeld. Hierna zijn aan elke laag de bijbehorende fracties gekoppeld. Deze afzonderlijke fracties zijn daarna voor alle lagen van de verschillende boringen gemiddeld tot één fractieverdeling voor het ene SOBEK-vak. Voor de bepaling van de diepteligging van de verschillende laagjes is er vanuit gegaan dat de gebruikte boringen in een SOBEK-vak allemaal op dezelfde hoogte overeenkomend met de gemiddelde bodemligging van het SOBEK-profiel liggen. De diepteligging van de sedimentgegevens wordt dus opgehangen aan een referentievlak dat bepaald wordt door de ligging van de SOBEK-profielen. Deze methode is geschetst in onderstaand figuur.



Figuur 8. Vertaling boringen naar SOBEK-profiel

Voor SOBEK vakken waar geen boringen aanwezig waren is geïnterpoleerd in langsrichting. Dit principe is geschetst in onderstaand figuur.



Figuur 9. Interpoleren in langsrichting

6.2.2 Toe te passen methode voor de vervolgberekeningen

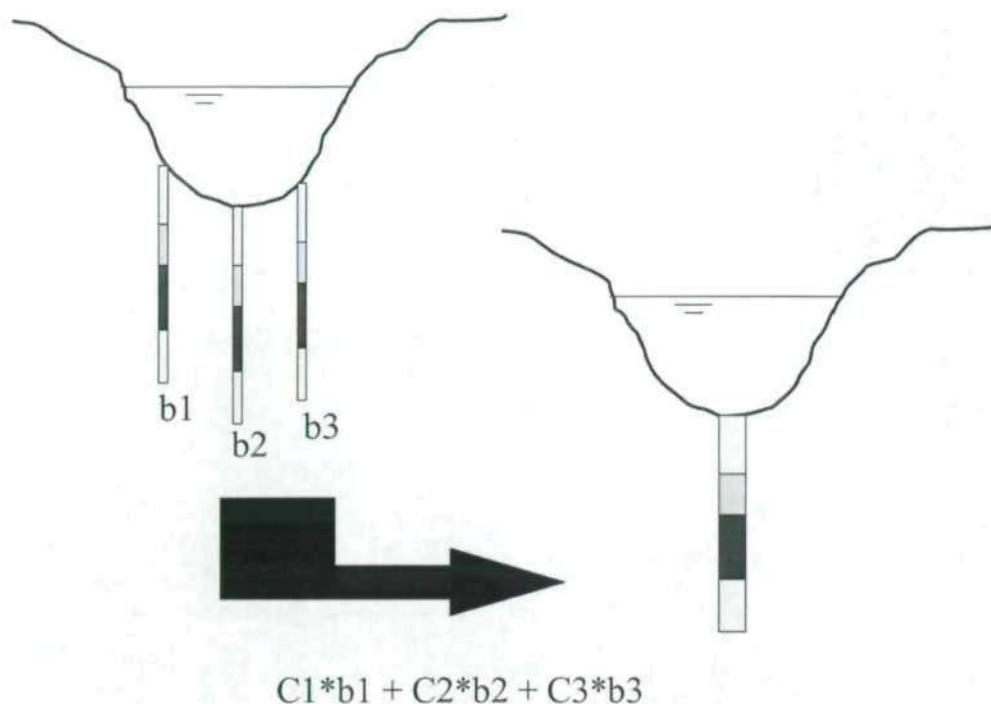
Wanneer hoge eisen worden gesteld aan de schematisatie van de ondergrond, bijvoorbeeld in het geval van het aansnijden van fijne lagen, dan is er een uitgebreide (data)analyse nodig om alle gegevens (zowel boringen als seismiek) te analyseren. Hierbij dient dan ook nagegaan te worden hoe de verschillende gegevens in SOBEK gebracht moeten worden. Het schaalniveau waarop gemodelleerd moet worden speelt hierbij een belangrijke rol. Wanneer een totaal riviersysteem bekeken wordt zal men meer schematisch te werk kunnen en moeten gaan dan wanneer ingezoomd wordt op een korter traject. Tenslotte zou in een dergelijke analyse bekeken kunnen worden of er mogelijkheden bestaan dergelijke gegevens op te nemen in BASELINE. Aangezien een dergelijke studie veel tijd zou kosten valt het in het kader van dit project aan te raden de onzekerheden, voortkomend uit de toegepaste methode, te reduceren door gevoeligheidsanalyses. Hieruit zal dan tevens de noodzaak van vervolgonderzoek kunnen blijken.

Er zijn drie dimensies aan te wijzen die een rol spelen bij de vertaling van de ondergrondgegevens naar SOBEK:

- Dwarsrichting
- Lengterichting
- Verticale richting

Dwarsrichting

De mogelijkheid bestaat om ook de boringen op de oevers ook mee te nemen en wel dusdanig dat de methode aansluit op de proportionele methode waarmee SOBEK de profielen tijdens een morfologische berekening aanpast. Schetsmatig zou dat er uitzien zoals geschetst in onderstaand figuur.



Figuur 10. Integratie over de dwarsrichting

De constanten C1, C2, en C3 zouden overeen kunnen komen met de coëfficiënten¹ die SOBEK toepast voor de profielaanpassing op een bepaald punt in dwarsrichting. Dit is echter niet mogelijk omdat deze coëfficiënten enerzijds afhankelijk zijn van de waterdiepte en anderzijds niet bekend zijn doordat in de SOBEK profielen geen relatie bestaat tussen de breedte en de ruimtelijke ligging. Daar komt nog bij dat deze methode er vanuit zou gaan dat de lagen proportioneel in de breedte verdeeld zouden zijn wat niet het geval hoeft te zijn. Analyse van de seismische gegevens zouden hier uitsluitsel over kunnen geven.

De algemene indruk is dat de keuze om alleen de boringen op de as te gebruiken best wel eens de beste optie zou kunnen zijn. De rivieras is over het algemeen gelegen in het diepste punt van de rivier en daarmee het morfologisch meest actieve deel. Om dit vermoeden te staven zou als gevoeligheids-analyse geprobeerd kunnen worden de boringen aan de oevers mee te nemen en daarbij een aanname te doen voor de bovengenoemde weegfactoren. De resultaten die op deze wijze verkregen worden kunnen vergeleken worden met de resultaten van berekeningen met de schematisatie waarbij alleen de boringen op de as zijn gebruikt. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de gevoeligheid van het gebruik van de verschillende boringen.

Lengterichting

Naast de interpolatie voor verschillende SOBEK-vakken is niet in lengterichting gemiddeld omdat in het voortraject is geijkt op de ontwikkeling van het eerste baggerbestek. Wanneer gemiddeld zou zijn in langsrichting dan zou het benodigde detail om de erosie in het eerste baggervak weer te geven weggemiddeld worden. Doordat niet gemiddeld is, is het beeld van de ondergrond in langsrichting erg springerig. De mogelijkheid bestaat wel om te middelen in langsrichting te middelen. Hierbij kan gemiddeld worden over bepaalde bekende geologische trajecten waardoor rekening wordt gehouden met bekende geologische breuklijnen. Waarschijnlijk zou het beter zijn om een dergelijke middeling uit te voeren gezien de grote schaal (hele Zandmaas) waarop gekeken wordt. Indien daarbij toch details meegenomen dienen te worden dan kan handmatig op deeltrajecten voor een andere aanpak gekozen worden. Voor de vervolgberekeningen wordt voorgesteld resultaten verkregen via de gebruikte methode te vergelijken met resultaten verkregen met een methode waarbij (deels) gemiddeld wordt. Op deze manier wordt dan weer inzicht verkregen in de gevoeligheid voor het detail in langsrichting. Ook de seismische gegevens, die immers de gehele lengteas omvatten (zie

¹ Wanneer uitgegaan zou worden van de zgn. 'equal' methode dan hebben de drie constanten dezelfde waarden.

paragraaf 6.1, kunnen bij de verwerking van de boorgegevens in de lengterichting een belangrijke bijdrage leveren.

Vertikale richting

Doordat in SOBEK de lagen opgehangen worden aan de gemiddelde bodemligging van het zomerbed zijn de boringen ook opgehangen aan diezelfde hoogteligging. Dit betekent dat indien erosie wordt berekend de insnijding in de onderlagen ook berekend wordt via de gemiddelde bodemdaling. In werkelijkheid echter zal de as van de rivier dieper (sneller) insnijden dan het gemiddelde. Om nu toch een realistische insnijding in de lagen te kunnen simuleren zou de laagdikte gereduceerd kunnen worden. Knelpunt hierbij is echter dat in werkelijkheid deze lagen in eerste instantie slechts in het 'smalle' diepste deel van de rivier worden aangesneden. Het model zal echter deze laag dan voor het gehele sedimentvoerende deel hanteren. Omgekeerd zou ook SOBEK aangepast kunnen worden door de insnijding conform de proportionele methode te laten berekenen. Deze laatste optie valt sowieso aan te bevelen maar wel zal eerst nader onderzocht moeten worden hoe de insnijding zich in werkelijkheid in dwarsrichting verdeelt en hoe dat dan vertaald zou moeten worden naar SOBEK. Dit zou deel uit kunnen maken van het onderzoek dat genoemd wordt in het begin van deze paragraaf. Hierbij zou ook onderzocht moeten worden hoe men moet omgaan met de bovenste laag van de boringen met het oog op beddingvormen. Voor dit project is het raadzaam om als gevoeligheidsanalyse na te gaan wat het effect is van het reduceren van de laagdiktes.

6.3 Conclusies

Er is gebleken dat er nog veel onduidelijkheden bestaan over de realiteitswaarde van de vertaling van de gegevens van de ondergrond naar SOBEK. Daar tegenover staat dat de gehanteerde aanpak in het voortraject een logische lijkt waarmee ook in het vervolg kan worden gewerkt. Daarbij kunnen de onzekerheden beperkt worden door te variëren in verschillende dimensies. Dit kan op de volgende wijzen worden ingevuld:

- Voor de schematisatie wordt alleen uitgegaan van de boringen. De seismische profielen worden gebruikt ter verificatie.
- Naast een schematisatie van de ondergrond waarbij alleen gebruik gemaakt wordt van de boringen op de as van de rivier wordt een schematisatie gemaakt waarbij ook de boringen langs de oevers worden meegenomen. De boringen van de as en oevers worden m.b.v. arbitrair te kiezen weegfactoren gemiddeld. Hiermee wordt inzicht verkregen in de onzekerheid die de keuze voor het wel of niet meenemen van verschillende boringen met zich meebrengt.
- Vanwege de grote lengteschaal van het model dienen de gegevens in langsrichting gemiddeld te worden om een evenwichtigere schematisatie te krijgen. In gebieden waar men meer detail nodig heeft zal dan handmatig moeten worden ingegrepen. Door de resultaten van berekeningen voortkomend uit deze aanpak te vergelijken met berekeningen voortkomend uit een aanpak waar niet gemiddeld wordt in langsrichting, wordt inzicht verkregen in de gevoeligheid voor middeling in langsrichting.
- Aangezien de in SOBEK gebruikte methode om de onderlagen op te hangen aan het gemiddelde niveau van het zomerbed waarschijnlijk niet overeen komt met de manier waarop de rivier zich in werkelijkheid insnijdt in de bodem dient getoetst te worden wat de gevoeligheid is voor dit concept. Dit kan gebeuren door het reduceren van de laagdiktes waardoor wellicht de realiteit, weliswaar op getrukte wijze, beter kan worden benaderd. Door de resultaten hiervan weer te vergelijken met resultaten voortkomend uit de methode zonder reductie van de laagdiktes wordt inzicht verkregen in de gevoeligheid.

Naast bovenstaande praktische punten om op korte termijn op verantwoorde wijze verder te gaan met de morfologische berekeningen zijn er nog een aantal aanbevelingen te doen over gewenst vervolgonderzoek op een wat langere termijn:

- Het lijkt de moeite waard verder te onderzoeken of de seismiek al dan niet geautomatiseerd gekoppeld kan worden aan de boringen.

- In het algemeen kan gesteld worden dat er behoefte is aan een eenduidige manier om gegevens m.b.t. de ondergrond op te slaan, te beheren en toe te passen in morfologische modellen. Hierbij lijkt een koppeling met BASELINE een voor de hand liggende keuze.
- Daarbij is een nauwe samenwerking vereist tussen de verschillende disciplines.
- Alvorens methodes te ontwikkelen om de gegevens te vertalen dient een gedegen data-analyse te worden uitgevoerd naar de beschikbare gegevens.
- Daarnaast dient onderzocht te worden hoe de rivier zich in werkelijkheid insnijdt in de ondergrond, waarbij gelet moet worden op de relatie tussen de manier waarop SOBEK profielen morfologisch aanpast en de manier waarop dat in werkelijkheid gebeurt.

7 Conceptueel model

Voor de berekeningen in het voortraject is gebruik gemaakt van het bestaande SOBEK-graded model. In dit model zit het transportconcept volgens Meyer-Peter&Müller gecorrigeerd voor 'hiding and exposure' volgens Egiazaroff. De resultaten die met dit model behaald zijn worden beschreven in Sloff *et al* (2000). Gebleken is dat er onzekerheid bestaat over de gevoeligheid van het model voor het gebruikte concept. Om de onzekerheden te reduceren kan gebruik gemaakt worden van gevoeligheidsanalyse m.b.t. het gebruik van verschillende concepten.

7.1 Sedimenttransporten

In alle sedimenttransportmetingen die zijn uitgevoerd sinds het eerste hoogwatertje begin 1997 lag de verhouding tussen zwevend en bodemtransport erg hoog. Eerste gedachte ging uit naar een foute ijking van de AZTM waarmee het zwevend transport gemeten werd. Doordat de hoge verhouding in alle metingen terugkwam is dit echter niet waarschijnlijk. Een verklaring is gevonden in de zgn. washload. Dat is het gedeelte van het transport dat geen uitwisseling heeft met de bodem en dus ook geen invloed heeft op de morfologische ontwikkeling. Wanneer de washload van de metingen wordt afgetrokken blijft een realistischere verhouding over. De washload is daarbij gedefinieerd als het bovenste uniforme gedeelte van de verticale transportverdeling. Doordat dit gedeelte uniform is, en er dus geen gradiënt in verticale richting is, is het aannemelijk dat de uitwisseling tussen dit gedeelte en het onderliggende deel in de verticaal verwaarloosbaar is. In de praktijk kwam het er op neer dat de bovenste 2 m in de verticaal verwaarloosd werden. Bij dit alles blijft overeind staan dat sedimenttransportmetingen grote onzekerheden met zich meebrengen.

Onderzoek van Ribberink heeft aangetoond dat de gebruikte correctiefactor voor hiding en exposure zorgt voor te weinig transport. Door de term de D_m in de correctiefactor (Duizendstra *et al*, 1998) te vervangen door D_{50} worden volgens het onderzoek naar de transportmetingen bij Venlo zowel de grootte als de samenstelling van het transport beter voorspeld. Bekend is dat de bodemsamenstelling bij Venlo bestaat uit een bimodaal mengsel.

Het onderzoek zou moeten worden uitgebreid door er meer beschikbare metingen bij te betrekken. Idealiter zou men zelfs aanvullende metingen kunnen plannen waarbij veel aandacht besteed wordt aan de samenstelling van het sedimenttransport.

Daar dergelijk onderzoek veel tijd kost kan voor de vervolgberekeningen voor de Zandmaas volstaan worden met het vergelijken van de bestaande metingen met de berekende transporten, waarbij dus meer aandacht zal worden besteed aan de sedimentsamenstelling. Daarnaast ligt er nog één set transportmetingen (december 1999) te wachten om uitgewerkt te worden. Deze set zou voor het vervolg nog kunnen worden uitgewerkt zodat een extra controleslag op de transporten kan worden uitgevoerd.

7.2 Transportconcepten

In het onderzoek van Blom worden verschillende transportconcepten getoetst aan de hand van gootproeven. Deze concepten zijn:

- Meyer-Peter&Müller (huidige SOBEK-graded)
- Van Rijn
- Engelund&Hansen
- Parker gebaseerd op onderlaag
- Parker gebaseerd op transportlaag

Een mogelijk vervolg op dit onderzoek zou zijn de verschillende concepten in SOBEK te bouwen om zo de gootproeven te simuleren. Dit zou een welkome uitbreiding zijn van de SOBEK programmatuur. Met deze uitbreiding kan namelijk onderzocht worden wat de gevoeligheid is voor het gebruikte modelconcept. Daarbij komt dat de mogelijkheid bestaat dat niet elk concept even goed aansluit bij een bepaalde rivier. Een verder vervolg op het genoemde onderzoek zou dan zijn na te gaan welk

concept het beste past bij de Zandmaas. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van of de bestaande transportmetingen of de eventuele nieuw te plannen metingen. Daarnaast zou gootonderzoek waarbij de fijne zandlagenproblematiek van de Zandmaas wordt nagebootst veel toe kunnen voegen aan de kennisontwikkeling op dit gebied. Bij de gootproeven van Blom zijn wel de processen van fijnere lagen onder grovere lagen onderzocht maar de fijne lagen van de Zandmaas zijn relatief nog veel fijner. Ook voor dergelijk onderzoek geldt weer dat het veel tijd zou kosten om dit uit te voeren. Daarom wordt voorgesteld in de vervolgberekeningen alleen de gevoeligheid voor de twee eerder genoemde hiding en exposure concepten te toetsen. Dit is verantwoord omdat al bekend is dat nieuwe inrichtingsvarianten een andere vorm zullen krijgen dan het combinatiealternatief. Hierbij zal niet meer of minder verdiept zal worden op trajecten waar fijne zandlagen in de ondergrond aanwezig zijn. Vooral voor deze trajecten zouden andere concepten belangrijk kunnen zijn i.v.m. het goed weergeven van afpleisteringsverschijnselen waardoor de noodzaak van het toepassen van hele andere concepten afneemt. Toch zijn er ook zonder verdieping een tweetal trajecten aan te wijzen waar afpleisteringsprocessen belangrijk zijn. Dat zijn de trajecten waar het uniforme model de historische morfologische ontwikkeling niet goed weergaf (o.a. bij Venlo). Door uit te gaan van de twee concepten voor hiding en exposure wordt waarschijnlijk voor dit project genoeg inzicht verkregen in de gevoeligheid voor het transportconcept. Dit neemt niet weg dat voor de kennis van dergelijke gegradeerde processen de genoemde vervolgonderzoeken belangrijk zijn.

7.3 Invloed van de transportlaag

In de berekeningen door Sloff *et al.* (2000) is gerekend met een constante laagdikte voor de transportlaag. De transportlaagdikte is een maat voor de laag waarin de bodem in beweging is. Deze laag is gerelateerd aan b.v. de duinvorming. Aangezien duinvorming varieert in tijd (afvoer) en plaats (bodemmateriaal) zou het logisch zijn dat de transportlaagdikte ook variabel zou worden opgegeven. Daarom zijn in het voortraject aanvullende berekeningen uitgevoerd met een variabele transportlaagdikte waaruit bleek dat de resultaten wezenlijk veranderden. Aanvullend onderzoek naar de toepassing van een duinhoogtevoorspeller om de transportlaagdikte te bepalen is wenselijk. Hiervoor is veldonderzoek nodig naar de duinontwikkeling op de Maas. Voor de vervolgberekeningen wordt er voor gekozen om uit te gaan van berekeningen met de transportlaagdiktevoorspeller.

7.4 Conclusies

Gebleden is dat er nog veel onduidelijkheid bestaat over de gegradeerde morfologie en de manier waarop deze conceptueel verwerkt moet worden in modellen. Doordat veel onderzoek wordt uitgevoerd komt de wetenschap wel steeds een stapje verder. Dit project beidt in dat opzicht veel aanknopingspunten. Het zou te ver gaan om binnen het kader van dit project alle aanknopingspunten uit te werken in onderzoeksplannen. Daarbij komt dat ook op het gebied van de modelconcepten veel onzekerheid kan worden gereduceerd door gevoeligheidsanalyses. Om derhalve een verantwoord vervolg te geven aan dit project dient rekening gehouden te worden met de volgende punten:

- De beschikbare sedimenttransportmetingen, voortkomend uit de campagne rondom de eerste baggerproef dienen nader geanalyseerd te worden op de samenstelling van het transport in vergelijking met de samenstelling van het transport dat berekend wordt met het model.
- De set metingen van december 1999, die nog niet is uitgewerkt, dient te worden meegenomen in deze analyses.
- De berekeningen dienen te worden uitgevoerd met de twee verschillende concepten voor de correctie van het transport voor hiding en exposure, zodat de gevoeligheid voor deze concepten inzichtelijk wordt gemaakt.
- Om de onzekerheid m.b.t. de dikte van de actieve transportlaag in relatie tot duinontwikkeling in de hand te houden dienen de berekeningen uitgevoerd te worden met zowel een constante transportlaagdikte als een variabele.

Op de langere termijn is het van belang vervolg te geven aan het onderzoek van Ribberink en Blom om meer zicht te krijgen op de gegradeerde morfologie. Hierbij kan gedacht worden aan de volgende zaken:

- De analyses van Ribberink m.b.t. het concept voor hiding en exposure uitbreiden met de recente gegevens van metingen rondom het eerste baggerbestek
- Het verrichten van aanvullende transportmetingen, speciaal toegespitst op het onderzoek naar gegradeerde transportconcepten.
- Uitbreiding van het onderzoek door de verschillende concepten van Blom ook in te bouwen in SOBEK en daar de gootproeven mee door te rekenen.
- Uitbreiding van het onderzoek door op basis van de verschillende concepten van Blom te bepalen of er betere zijn voor toepassing op de Zandmaas. Hierbij kan gedacht worden aan toetsing aan beschikbare of nader te plannen metingen of aan gootonderzoek waarbij speciaal situaties uit de Zandmaas in gootproeven worden geanalyseerd.
- Nadere onderbouwing van het concept van de transportlaagdikte door middel van veldonderzoek naar duinontwikkeling op de Zandmaas.

8 De ijking van het model

In het voortraject is het gegradeerde model geijkt op de waargenomen morfologische ontwikkeling van het eerste baggerbestek (zie Sloff *et al.* 2000). Een beschrijving van deze ontwikkeling en de ijking wordt in dit hoofdstuk gegeven.

8.1 Waargenomen morfologische ontwikkeling

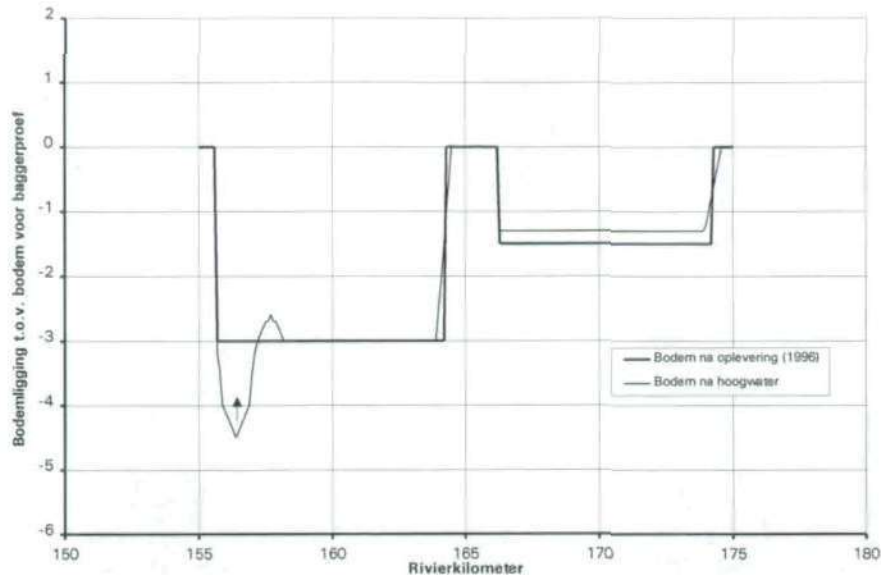
Tijdens de uitvoering van het baggerbestek is al tijdens een zomerpiekje de erosie ontstaan. In de workshop is de oorzaak van de opgetreden erosie aan de kaak gesteld. Zo werd bijvoorbeeld, naast het optreden van erosie door het optreden van hoogwater, een mogelijke oorzaak gezocht in het trekken van de stuwen tijdens de ijsgang in februari 1997. Gebleken is dat de ijsgang is opgetreden na de peiling van januari 1997 en dus geen invloed heeft gehad op de waargenomen erosie. De oorzaak van de erosie ligt in ieder geval in de aanwezigheid van de fijne zandlaag die door het verdiepen is blootgelegd. De erosie is wel gestopt na het eerste hoogwater en heeft zich niet voortgezet bij volgende hoogwaters. De erosiekuil vult zich zelfs in de loop der tijd weer op. Voor het stoppen van de erosie zijn de volgende oorzaken denkbaar:

- Bereiken evenwichtsdiepte: dit is niet waarschijnlijk omdat de erosiediepte voor dergelijk fijn zand veel groter is.
- Uitzeving: ook dit is minder waarschijnlijk omdat het fijne zandpakket erg uniform is.
- Aanvoer van grover sediment van bovenstrooms: deze optie is het meest waarschijnlijk en verklaart tevens de opvulling van de kuil.
- Aanvoer van de zijkanten van het dwarsprofiel: uit de peilingen blijkt geen erosie van het hoger gelegen deel van het dwarsprofiel maar kan wel een rol spelen.

Naast het hierboven genoemde proces aan de bovenstroomse zijde van het bovenstroomse baggervak vallen de volgende processen waar te nemen:

- Flauwer worden overgang van verdieping eerste baggervak naar onverdiepte stuk bij spoorbrug Mook, conform verwachting. Na oplevering had het talud een helling van 1:10, dat is afgenomen tot 1:100. Er treedt geen voortschrijdende erosie op door bodembescherming.
- Idem voor de overgang aan de benedenstroomse zijde van het benedenstroomse vak.
- Het hele benedenstroomse vak komt iets omhoog door herverdeling van sediment in dwarsdwarsrichting, zoals blijkt uit de bodempeilingen.

De waargenomen processen worden schematisch weergegeven in onderstaand figuur:



Figuur 11. Schematische weergave veranderingen bij baggerproef 1

De erosie heeft zich over een beperkt traject voorgedaan door aanwezigheid van een grindlaag (volgt uit seismische profielen). De verwachting is dat dergelijke erosie wanneer er geen grindlaag zou zijn over een langer traject zou plaatsvinden maar dan wel geremd wordt door de verzadiging van de transportcapaciteit in langsrichting. Ook zal in dat geval de fijne zandlaag met grover materiaal van bovenstrooms weer kunnen worden afgedekt, mits die aanvoer natuurlijk aanwezig is.

8.2 De ijkingsresultaten met SOBEK

Het SOBEK model blijkt de waargenomen processen redelijk goed te kunnen simuleren. Hierbij dient wel bedacht te worden dat de periode die doorgerekend is (1996-1999) al aan de korte kant is voor een calibratie, laat staan dat er met deze set ook nog geverifieerd had kunnen worden. Het model is afgeregeld op de bodemontwikkeling, waarbij wel gekeken wordt of de berekende transporten overeenkomen met de gemeten transporten.

Om meer vertrouwen in het model te krijgen zijn gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd. Hierbij is gevarieerd met verschillende parameters (Sloff *et al.* 2000):

- Stuwbeheer
- Samenstelling van de toplaat
- Verschillende parameters in transportvergelijking
- Samenstelling van sediment instroom op bovenrand

Het model reageert naar verwachting op de variaties. De grootste afwijkingen zijn over het algemeen zeer lokaal. Het blijkt dat het model gevoelig is voor de sedimentsamenstelling op de bovenrand. Omdat dit een onbekende is en toch vrij dicht bij het studiegebied ligt is dit een aandachtspunt. Belangrijker is nog de gevoeligheid voor de samenstelling van het bodemmateriaal omdat deze over het model tot afwijkingen kan leiden.

Een ander type van onzekerheden ligt in de in het vorige hoofdstuk behandelde modelconcepten.

Tenslotte kunnen vraagtekens gezet worden bij de lengte van het traject waarop het model geijkt is. De opgetreden erosie strekt zich namelijk uit over een gebied waarvan de lengte in dezelfde orde van grootte ligt als het rekengrid. Daartegenover staat dat het model ook getoetst is op de historische morfologische ontwikkeling. Hierbij is gebleken dat het gegradeerde model veel beter de ontwikkeling weergeeft dan het uniforme model. Desalniettemin verdient het de aanbeveling ter plaatse van het eerste baggervak waar de erosie is opgetreden het model te verfijnen om na te gaan wat de effecten

zijn van de lengteschaal op de oplossing. Indien met het verfijnde model, met dezelfde instellingen dezelfde resultaten geboekt kunnen worden geeft dit extra vertrouwen.

8.3 Conclusies

In het voorafgaande is gebleken dat, hoewel het model de morfologische ontwikkeling van het eerste baggervak redelijk kan simuleren, de ijking van het model voor verbetering vatbaar is. Hoopgevend is wel dat de historische ontwikkeling met het gegradeerde model goed wordt weergegeven. Daarom kan, alle gevoeligheidsanalyses uit de vorige hoofdstukken in acht nemend, een vervolg worden gegeven aan de uitgevoerde berekeningen. Daarbij blijft het natuurlijk zaak de modelresultaten niet te interpreteren als absolute uitkomsten, maar ze te vergelijken met uitkomsten voor de autonome ontwikkeling.

Om nog meer houvast te krijgen dient het model over het traject waarover gecalibreerd is verfijnd te worden, waardoor nagegaan kan worden of de resolutie van het model bepalend is voor de berekeningsresultaten.

9 Conclusies en aanbevelingen

In de voorgaande hoofdstukken is een overzicht gegeven van de aspecten die een rol spelen bij het morfologisch modelleren van de Zandmaas met SOBEK-gegradeerd. Hieruit is gebleken dat er veel onzekerheden zijn. Deze onzekerheden komen voort uit onzekerheden m.b.t. de fysica, de gebruikte modelconcepten en de modelschematisaties. Om deze onzekerheden te reduceren is veel onderzoek nodig naar al deze aspecten. Aangezien veel van het benodigde onderzoek tijdrovend zal zijn kan er voor gekozen worden om voor de berekeningen voor het nieuwe combinatiealternatief voor de Zandmaas, die op korte termijn nodig zijn, niet te proberen de onzekerheden te elimineren maar ze inzichtelijk te maken d.m.v. gevoeligheidsonderzoek. Door de onzekerheden inzichtelijk te maken kan een idee verkregen worden van de betrouwbaarheid van de modelresultaten. Op deze wijze kan op verantwoorde wijze een vervolg worden gegeven aan de berekeningen die al uitgevoerd zijn. Dat houdt niet in dat de genoemde vervolgonderzoeken niet meer nodig zullen zijn. Samenvattend kan dus onderscheid gemaakt worden naar aanbevelingen voor de korte termijn en de lange termijn. Hierbij leiden de aanbevelingen voor de korte termijn tot een plan van aanpak voor de vervolgberekeningen. De aanbevelingen voor de langere termijn zijn meer gericht op diepgaander wetenschappelijk onderzoek.

9.1 Plan van aanpak voor vervolgberekeningen

Om op verantwoorde wijze een vervolg te geven aan de berekeningen voor het nieuwe combinatiealternatief kunnen een aantal fases onderscheiden worden:

1. Maken nieuwe geometrische schematisatie(s) voor het nieuwe combinatiealternatief
2. Nalopen schematisaties op voor de morfologie goede weergave van de verschillende maatregelen
3. Uitwerken sedimenttransportmetingen van december 1999 en nadere analyse naar transportsamenstelling en gegradeerde processen
4. Uitvoeren berekeningen voor het nieuwe combinatiealternatief
5. Uitvoeren gevoeligheidsonderzoek door berekeningen met:
 - verschillende concepten voor hiding en exposure
 - constante en niet constante transportlaagdikte
 - verschillende schematisaties voor de ondergrond (afhankelijk van belang van de ondergrond ten aanzien van fijne zandlagen):
 - wel of geen reductie van laagdikte onderlagen
 - wel of niet meenemen boringen langs oevers
 - wel of niet middelen in langsrichting

9.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Naast de werkzaamheden die in de vorige paragraaf beschreven zijn is er uit oogpunt van kennisontwikkeling op morfologisch gebied behoefte aan vervolgonderzoek. De gevoeligheidsanalyses kunnen hierbij gebruikt worden om te bepalen waar de belangrijkste knelpunten zitten. Samenvattend komen uit het voorafgaande de volgende mogelijke vervolgonderzoeken:

1. Verdere ijking met gedetailleerder (deel)model van het eerste baggerbestek (fijner grid).
2. Onderzoek naar de mogelijkheden van de verschillende schematisatiemethoden voor maatregelen
3. Onderzoek naar de mogelijkheden om de beste methodes te implementeren in BASELINE
4. Onderzoek naar de mogelijkheden van seismisch en geo-elektrisch grondonderzoek m.b.t. maken van schematisaties voor morfologische modellen
5. Onderzoek naar de mogelijkheden om gegevens m.b.t. de ondergrond op te nemen in BASELINE met eventueel bijbehorende applicaties voor de vertaling naar morfologische modellen
6. Onderzoek naar de duinontwikkeling op de Zandmaas m.b.t. het gebruik van boringen voor de schematisatie van de ondergrond en het gebruik van duinhoogtevoorspellers voor de bepaling van de dikte van de transportlaag. (Wordt al gedaan i.h.k.v. KRM).
7. Vervolgonderzoek op onderzoek van Blom door gootproeven met verschillende concepten in SOBEK te toetsen

8. Onderzoek naar toepassingsmogelijkheden verschillende concepten voor de Zandmaas
9. Onderzoek naar de toepasbaarheid van verschillende concepten a.d.h.v. bestaande metingen en/of vervolgmetingen.
10. Aanvullende gootproeven expliciet naar Zandmaas-omstandigheden.
11. Onderzoek naar een eenduidige manier van opslag/beheer en verwerking tot modelinvoer van ondergrondgegevens (BASELINE?).

10 Literatuur

- Pakes, U., R. van der Veen, J. van Essen, L. Schutte, 1998. SOBEK-Maas (1998.1). Beschrijving Geografische gegevens en GIS applicatie. RIZA rapport 98.053.
- Schropp, M.H.I., P. Jesse, J.A.F. van Essen, 2000. Morfologie en zandtransport zomerbedverdieping Gennep - Grave. RIZA rapport 2000.xxx (in voorbereiding).
- Sloff, C.J., C. Stolker, 2000. Calibratie SOBEK - Gegradeerd Zandmaas. Voorbereiding voor morfologische berekeningen OTB. WLI Delft Hydraulics rapport Q 2589 (in voorbereiding).
- Wolters, A.F., P. Jesse, C.J. Sloff, C. Stolker, 1999. Morfologische berekeningen Zandmaas met SOBEK. Verkenning met uniform sediment. RIZA werkdocument 99.180x.

Bijlage I Deelnemers aan workshops

Er zijn twee workshops gehouden. De eerste was op 21 maart 2000. Tijdens de workshop is ingegaan op de manier waarop maatregelen geschematiseerd kunnen worden voor SOBEK en hoe op verantwoorde wijze kan worden omgegaan met verschillende schematisaties. De tweede workshop is gehouden op 23 maart 2000 en ging over gegradieerde morfologie. Hierbij zijn de morfologische processen in de Zandmaas onder de loop genomen en de resultaten van de berekeningen met SOBEK gegradieerd. Daarnaast is aandacht besteed aan de manier waarop gegevens van de ondergrond naar SOBEK geschematiseerd kunnen worden. In onderstaande tabel is terug te vinden welke personen op welke workshop aanwezig zijn geweest.

Naam	Instantie	Adres	Postcode	Plaats	21 maart 2000	23 maart 2000
ir. E.H. van Velzen	RWS/RIZA	Postbus 9072	6800 ED	Arnhem	x	x
ing. P. Jesse	RWS/RIZA	Postbus 9072	6800 ED	Arnhem	x	x
dr. C.J. Sloff	WL Delft Hydraulics	Postbus 177	2600 MH	Delft	x	x
ir. C. Stolker	WL Delft Hydraulics	Postbus 177	2600 MH	Delft		x
ir. A.F. Wolters	Witteveen+Bos	Postbus 2397	3000 CJ	Rotterdam	x	x
dr. J. Ribberink	Universiteit Twente	Postbus 217	7500 AE	Enschede		x
Drs. J.L. Goudriaan	RWS/Directie Limburg	Postbus 25	6200 MA	Maastricht	x	x
ir. D. Meijer	Meander	Bekkerstraat 118	3572 SL	Utrecht	x	x
ir. J.H.A. Wijbenga	RWS/Directie Limburg	Postbus 25	6200 MA	Maastricht	x	x
J. Reuber	RWS/Directie Limburg	Postbus 25	6200 MA	Maastricht	x	x
ir. M.A.E. Franssen	RWS/Bouwdienst	Postbus 8100	3503 RC	Utrecht	x	x
drs. E. Ruiter	RWS/De Maaswerken	Postbus 8100	3503 RC	Utrecht		
ir. M.H.I. Schropp	RWS/RIZA	Postbus 9072	6800 ED	Arnhem		x
ir. H.D. Duizendstra	RWS/RIZA	Postbus 9072	6800 ED	Arnhem		x
ing. R. van der Veen	RWS/RIZA	Postbus 9072	6800 ED	Arnhem	x	
ing. M.J.M. Scholten	RWS/RIZA	Postbus 9072	6800 ED	Arnhem	x	
ir. J. Overbeek	RWS/Directie Limburg	Postbus 25	6200 MA	Maastricht		
ing. U. Pakes	RWS/RIZA	Postbus 9072	6800 ED	Arnhem		
ir. P. Weidema	Meander	Bekkerstraat 118	3572 SL	Utrecht	x	
ir. R. Hoogendoorn	RWS/De Maaswerken	Postbus 8100	3503 RC	Utrecht		x
ir. R. Roosjen	RWS/De Maaswerken	Postbus 8100	3503 RC	Utrecht		x
Drs. S. Gruijters	Fugro	Postbus 8100	3503 RC	Utrecht		x
Drs. W. Dubbelaar	NITG	Postbus 6012	2600 JA	Delft		x
Drs. K. Giesbert	RWS/Directie Limburg	Postbus 26	6200 MA	Maastricht		x
Drs. W. Westerhof	NITG	Postbus 35	5670 AA	Nuenen		x



Aan
Bibliotheek
RIZA

Lelystad

Contactpersoon
P. Jesse
Datum
17 augustus 2000
Ons kenmerk
-
Onderwerp
Definitiestudie

Doorkiesnummer

577

Bijlage(n)

6 + flop

Uw kenmerk
-

Geachte Bibliotheek,

Dat het maken van een schematisatie van de Zandmaas voor modelstudies niet zomaar een druk op de knop is, is wel gebleken uit de discussies die zijn gevoerd op een tweetal in maart van dit jaar gehouden workshops. Een keus voor een bepaalde methode voor bv het schematiseren van de ondergrond of voor het schematiseren van een hoogwatergeul kan grote gevolgen hebben voor het uiteindelijke resultaat.

Ter voorbereiding van het morfologisch doorrekenen van een inrichtingsvariant (inmiddels is gekozen voor variant Scope2000) is dan ook besloten om eerst een definitiestudie uit te voeren. Deze studie is uitgewerkt in het bijgevoegde document "Morfologische berekeningen Zandmaas. Definitiestudie". Uit de calibratie van het model voor de huidige situatie was al gebleken dat het gegradeerd morfologisch model SOBEK duidelijk betere prestaties leverde dan het uniforme model. Het model stelt echter wel hogere eisen aan de invoergegevens, vooral aan de gegevens van de ondergrond. In deze definitiestudie wordt dit, maar ook onderwerpen ten aanzien van bijvoorbeeld het schematiseren van bepaalde maatregelen, bediscussieerd. Uiteindelijk heeft dit geresulteerd in een set aanbevelingen ten behoeve van het doorrekenen van Scope2000. Een aanvang met deze berekeningen is inmiddels gemaakt.

Ten slotte wil ik bij deze nog alle deelnemers aan de workshops en vooral degene die nog aanvullend informatie hebben geleverd hartelijk danken voor hun bijdrage (zie bijlage 1 van het document). Zonder hun bijdrage kon dit document niet tot stand worden gebracht.

Met vriendelijke groet,

Peter Jesse

Postbus 9072 6800 ED Arnhem
Gildemeestersplein 1 6826 LL Arnhem

Telefoon (026) 368 89 11
Telefax 678
E-mail p.jesse@riza.rws.minvenw.nl