

Memo

Aan

de heer R. Schielen

Datum

29 september 2020

Ons kenmerk

11203684-015-ZWS-0017

Aantal pagina's

1 van 16

Contactpersoon

Koen Berends

Doorkiesnummer

+31(0)88 335 8385

E-mail

Koen.Berends@deltares.nl

Onderwerp

Antwoord op Rijkswaterstaat

Het conceptrapport versie 1.0 "Morphological models for IRM – Maas 1D" is op 29 mei 2020 opgeleverd aan Rijkswaterstaat. Op 6 juli 2020 heeft Rijkswaterstaat commentaar gestuurd op dit conceptrapport. In dit memo wordt puntsgewijs antwoord gegeven op dit commentaar en wordt aangegeven, hoe dit commentaar verwerkt is in het definitieve rapport (versie 1.1).

Er is commentaar ontvangen van vier reviewers: Ralph Schielen (**RS**), Saskia van Vuren (**SV**), Roy Frings (**RF**) en David Kroekenstoel (**DK**). Het commentaar is in dit memo verbatim overgenomen en voorzien van antwoord. Elk individueel punt is genummerd, zodat met **[DK13]** het dertiende punt van commentaar van David Kroekenstoel wordt bedoeld.

In dit memo is zowel in het Engels als Nederlands antwoord gegeven, afhankelijk van de taal waarin het commentaar is gesteld.

1 Reactie op het commentaar van Ralph Schielen

[RS1] Mijn commentaar spreekt hopelijk voor zichzelf en vraagt vooral hier en daar om verduidelijking. En ik zou graag een overzichtstabelletje willen zien met de voornaamste eigenschappen van het model:

- dikte actieve laag
- aantal sedimentfracties
- dikte substraat
- overzicht boven en beneden randen hydraulica
- idem morfologie
- welke bodem

In appendix H is nu een overzicht opgenomen van alle modelinstellingen (MDU, SED and MOR-bestanden). Daarnaast is (i.r.t. commentaar van de andere reviewers) een overzicht opgenomen van de modelstructuur, de locatie van de randvoorwaarden en de instellingen van de randvoorwaarden. In H.2 is een overzicht gegeven van de rekentijd.

Major comments (taken from the scanned PDF file):

[RS2] P9: explain difference between RE and RUR better, and why RE is more robust compared to SOBEK 3

We added that the numerical scheme of RE allowed for a faster and more accurate morphological module than the RUR/3D-HYDRO 1D schemes.

[RS3] P18: explain with what is meant by 'secondary effects of human intervention'

We added examples of first- and secondary effect of human intervention.

[RS4] P21, 22, section 2.3.1.2: Is the net erosion observed in the Grensmaas consistent with nourishments & with analysis of De Jong (2019)?

It is. Based on our review of the sources, the erosion took place between 1995-2011, while (minor) deposition occurred after 2011. Compare figure 2.8 (analysis de Jong) with figure 2.10, bottom. Note as well that the De Jong (2019) analysis focused on the river axis, while the Kragten (2018) dataset focused on the entire channel. However – as we state in the conclusive chapters – there is some uncertainty involved with concluding how much erosion/deposition actually occurred.

[RS5] P24: Kragten (2018) only had data until 2010? Where is the rest coming from?

There was data after 2010 as well, as commissioned by RWS-ZN.

[RS6] P25: "The deposition in the Grensmaas after 2011 – whether entirely physical or not – will not be reproducible by the model because of supply limited conditions from upstream." Is this a severe problem?

*This sentence merely states a fact: the model will not model deposition if there is no sediment to be deposited. The problem then, if there is one, is not necessarily a limitation of the model but one of the available data. See also our answer to **[SV1]**.*

[RS7] P25, section 2.3.1.3: Is there enough data to reconsider bed celerities?

*The dataset containing the Maaswerken dredging projects could potentially be used to estimate the celerity of the trenches. A careful analysis of downstream migration (and upstream accretion) may provide valuable collaboration of the Sieben (2011) analysis. We added a section in the conclusions chapter (see also our response to **[SV1]**) dedicated to our recommendations for further analysis of data.*

[RS8] P30: Was Engelund Hansen for the complete stretch not tried?

Engelund and Hansen was developed for sand-bed rivers with a large amount of suspension. Especially in the upper reach of the Maas the bed is characterized by cobbles and pebbles (gravel range). In the start of the morphology phase, the experiences from earlier work indicated that because of the grain-size distribution, sorting and 'hiding and exposure' processes are governing the upper reaches of the model. This requires Meyer-Peter-Muller or similar formula per size fraction with a critical Shields value and hiding and exposure applied to it. This allows for example simulation of armouring during low flows, which is characteristic for the Grensmaas. Note that at high flows this may be less relevant. For the lower reach an Engelund and Hansen approach could be considered, but because of the choice to develop one combined full model for the Grensmaas and Zandmaas, the choice for the final combined MPM and EH approach seems to work out best.

[RS9] P30: In settings of MPM, underlayer thickness = 0.5, but in sediment composition model (section 2.1.5) is was 0.25m. Please explain

The sediment composition model (0.25 m layer thicknesses, defined in morlyr.ini) is the initial condition from which the software will construct a layer bookkeeping. The MPM parameter ThUnLay (which is set at 0.5 m) defines the maximum thickness of the bookkeeping underlayers. The active layer is built from the initial model by averaging the grain size distribution from the first four layers. As degradations and aggregation occurs, new layers may be created, which have a maximum thickness of 0.5 m. Therefore, there is no requirement for ThUnLay and the initial layer thicknesses to be the same. Indeed: the sediment composition model can have varying layer thickness.

In answering this question, we found that the documentation of how dflow manages this process of bookkeeping in the documentation is, while not wrong, is not easily understood. We resolve to improve the documentation.

[RS10] P36: why is a different value for the active layer recommended?

Earlier studies applied a smaller active layer thickness. In general, the active layer thickness will have a value related to perturbations in the bed, notably small-scale bed forms such as dunes and groyne flames. The decrease of an active layer will cause a faster response of bed composition, and a reduced local response of the bed level. The available data does not provide enough (time dependent) information to allow a more precise choice of this layer thickness. Nevertheless, considering the experience for the Maas, it is expected that 1 m is on the upper-side of the range of plausible values for the active-layer thickness.

We have appended our recommendation to include, in brief, this explanation.

[RS11] P36: What is improved by including storage areas at a later point?

We added an explanation of the expected benefit in the report:

“This is expected to improve the diffusivity of shape of the discharge wave as it travels downstream, because storage areas model (temporary) retention in backwaters that do not contribute to conveyance of discharge”

Technical comments

See PDF. Technical comments are corrected throughout the report.

2 Reactie op het commentaar van David Kroekenstoel

Algemene indruk van het rapport is goed. Wel heeft Deltares een aantal generieke keuzes gemaakt waarvoor nader onderzoek wenselijk is. Zoals bijvoorbeeld de uniforme ruwheidswaarde en de waarde van de actieve-laag dikte. Ook de onderlagen schematisatie is vrij kritiekloos overgenomen uit oude studies. Op zich OK als eerste start. Maar een kritische blik op de kwaliteit daarvan kan geen kwaad.

[DK1] H1, p7: wat wordt bedoeld met ‘alpha stage’ functionality?

Softwareontwikkeling gaat verschillende fases door. Voordat software volledig getest en gevalideerd wordt uitgeleverd, zijn er twee fases waarin de software gebruikt kan worden, maar nog niet volledig is getest of nog niet alle functionaliteit heeft. De ‘alpha stage’ betekent dat het nog in een vroege fase van ontwikkeling is. Veel testwerk vond plaats tijdens en dankzij de ontwikkeling van dit model.

We hebben de beschrijving hiervan verbeterd in het rapport, en duidelijk gemaakt hoe dit het model beïnvloedt.

[DK2] 2.1.1: hier staat dat 'short cuts' niet meegeconverteerd zijn. Bij hoogwater stromen hier aanzienlijke debieten door. Het weglaten van deze 'short cuts' zal lokaal tot een overschatting leiden van de stroomsnelheden in het zomerbed bij hoge afvoeren en in het model leiden tot extra erosie van het zomerbed. Het zou goed zijn ergens te documenteren waar deze 'shortcuts' zich bevinden, zodat je bij de interpretatie van de resultaten hier rekening mee kan houden.

Dit is een goede suggestie voor lezers die niet bekend zijn met de schematisatie van het 5^e generatie 1D model. Een overzicht is toegevoegd in Appendix A.

Er moet nochtans niet te veel waarde worden gehecht aan deze specifieke kortsluitingen, omdat ze één symptoom zijn van de algemene beperkingen van 1D. Verkorting van de stroombanen bij hoog water komt immers bij alle niet-rechtgetrokken rivieren voor, niet enkel bij deze paar gemodelleerde kortsluitingen. Ook moet in acht worden genomen dat het gebied van deze wel degelijk wordt gemodelleerd in de dwarsprofielen – enkel de verkorting niet. Om een beter overzicht te krijgen van waar stroomsnelheden in 1D hoger zijn dan in 2D bij hoogwater, verwijzen we naar figuur E.24; dit geeft een beter overzicht dan een lijst met kortsluitingen.

Tot slot merken we op dat hogere snelheden niet direct per se leiden tot erosie. Erosie ontstaat voornamelijk door een toename in de stroomsnelheid. Om precies deze reden hebben we de kunstmatige 1D kortsluitingen verwijderd – ze introduceren een plotseling lokale verandering in de stroomsnelheid door een puntonttrekking, wat leidt tot niet-fysische depositie bij de onttrekking en niet-fysische erosie bij het benedenstroomse punt waar de kortsluiting aantakt op de hoofdgeul.

[DK3] 2.1.4: hier staat dat er voor de hydraulische ruwheid 1 uniforme Manning waarde is gekozen voor het hele model. Hoe realistisch is dit gezien het verschil in verhang (factor 4) en verschil in bodemsamenstelling (grof grind / zand) tussen Grensmaas en Zandmaas? Ik vind ik een heel bepalende aanname, met potentieel grote gevolgen voor de prestatie van het model. Tegelijk snap ik dat je allerlei lokale ruwheidsvariaties (bedoeld om de lokale waterstand beter te krijgen) wilt wegpoetsen. Maar om dan alle variantie in ruwheid weg te poetsen, vind ik een grote stap die goed gemotiveerd moet worden.

Deze opmerking stoelt op de aanname dat ruwheid in werkelijkheid een functie is van fysische grootheden zoals oppervlakteruwheid (door bv. korrelgrootten), vormruwheid (door bijv. rivierduinen) en andere vormen van energieverlies (stroomsnelheidsgradiënten, ondergedoken vegetatie, objecten).

De ruwheid van het zomerbed in het hydrodynamische 5^e generatiemodel waarom het morfologische model is gebaseerd houdt echter geen rekening met fysische grootheden zoals korrelgrootten of verhang (dat in de meeste ruwheidsvergelijkingen geen directe invloed heeft). De zomerbedruwheid is een kalibratieparameter, die hierdoor slechts zeer beperkte waarde heeft in termen van fysische interpretatie. De variatie die in het model aanwezig is (en die we 'wegpoetsen') heeft dus geen intrinsieke fysische betekenis. We voelen ons niet bezwaard door die aan de kant te zetten.

Een praktisch probleem van die variatie is dat de gekalibreerde parameterwaarden vertonen vaak plotselinge sprongen vertonen, die ontstaan zijn uit de wens om lokale waterstanden zo dicht mogelijk overeen te laten komen met waterstanden.

Dat kan mede veroorzaakt worden lokale verschillen in korrelgrootten, maar net zo goed als compensatie van tekortkomingen van 1D of meetfouten. Voor morfologie is het zeer onwenselijk om dergelijke beperkingen te compenseren via ruwheid, omdat ruwheid een directe relatie heeft met de bodemschuifspanning.

Wij denken bovendien dat de keuze voor een uniform ruwheidsveld – los van de bovengenoemde argumenten – ondersteund wordt door de modelresultaten. Onze testen suggereren namelijk niet dat een andere ruwheid voor de Grensmaas vs. de Zandmaas leidt verbeteringen in de morfologische resultaat. Hiervoor verwijzen wij naar figuur 3.3. In reactie op deze vraag, hebben wij de tekst bij sectie 2.1.4 aangepast om duidelijker te maken dat de ruwheid in het 5^e generatie SOBEK model geen fysische basis heeft.

[DK4] 2.1.5 de Initial bed composition is over genomen uit oudere SOBEK-modellen. Hieronder zit een hele range aan brondata en oudere rapporten, niet alleen boringen. Door Sloff en Berkhout is hier een “vertaling” van gemaakt om tot een gebieddekkend (lengte en diepte) beeld te komen. Deze vertaling (inclusief toen gemaakte interpretatie) is hier 1 op 1 overgenomen. Ik mis een check of de getallen van toen nog steeds de actuele kennis weerspiegelen. Er worden wel wat plaatjes getoond uit andere studies, maar ik mis een duidelijke conclusie wat er uit de vergelijking is gekomen

Inderdaad zijn de oudere gegevens in dit geval overgenomen van de eerdere modellen (inclusief gebruik makend van de oorspronkelijke gegevens en interpolaties voor extra fracties), omdat deze in voldoende mate van detail (zeefkromme per laag per locatie) beschikbaar waren. Deze gegevens zijn in overeenstemming met de meer recente karakterisering van substraat in de studie van Arcadis uit 2011. Arcadis gebruikt overigens voor de samenstelling min of meer dezelfde gegevens als destijds gebruikt voor de eerdere modellen (door Gruijters verzameld in 2003 voor de MER studies). Voor het IRM is bewust gekozen zoveel mogelijk hergebruik te maken van beschikbare verwerkte modelschematisaties uit het verleden.

[DK5] Fig 2.3 (top): deze vind ik moeilijk te lezen. Ik moet de verdeling van de fracties over de diepte en lengte van de rivier zien per ondergrond laag. Als ik het goed begrijp is de figuur eronder een uitsnede van de figuur erboven. Misschien kan dat met een vierkant aangeven worden in de bovenste figuur, ter verduidelijking. Van welk deel van Fig 2.3 (top) is Fig 2.3 (bottom) een uitsnede?

Een rode box toegevoegd om te laten zien waar wordt ingezoomd, caption ook iets aangepast.

[DK6] Fig 2.6: Hier wordt voor een paar rkm getoond wat het aandeel is van elke fractie. Daar past geen vloeiende lijn bij maar een hoekige lijn met blokjes voor het aandeel per fractie.

De gekozen visualisatie is een getrouwe weergave van de onderliggende dataset. Omdat de data een ruimtelijke variabele weergeeft (de zandfractie op rkm 38.5 ligt waarschijnlijk in de buurt van de zandfractie op rkm 38) denken wij dat een doorgetrokken oppervlakte een goede visualisatie is van de data.

[DK7] 2.1.6: wat betekent CFL criterium?

Het CFL criterium is de maximale waarde voor de zgn. Courant–Friedrichs–Lewy conditie. Meestal korten we dat af tot ‘het Courant nummer’. In de numerieke wiskunde wordt dit nummer gebruikt om aan te tonen of de numerieke oplossing van een partiële differentiaalvergelijking converteert. Als het nummer te hoog is kan het voorkomen dat de oplossing niet altijd converteert. Dit noemen we ‘numerieke instabiliteit’. Een maximum waarde van 0.7 wordt gebruikt om te voorkomen dat numerieke instabiliteit optreedt.

[DK8] 2.1.7: Ik mis een motivatie tav de gekozen morfologische randvoorwaarden ($S = 0$ m³/s).

Dit is een vrij gangbare aanname op basis van studies uit het verleden. We hebben deze motivatie toegevoegd in het rapport.

[DK9] 2.1.9: ik mis hier een globale opsomming wat er allemaal in het rivierbed veranderd is tussen 1995 en 2011. Voor de lezer is het belangrijk te weten dat dat om grootschalige menselijke ingrepen gaat (Maaswerken en Vlaamse ingrepen), en dus iets meer dan een paar kleine lokale ingrepen. Ik zie nu dat dit bij 2.3.1.2 wel aan bod komt.

We hebben een referentie toegevoegd naar sectie 2.3.1.2

[DK10] 2.2: wat is er uit de hydrodynamic testing gekomen? Er staat alleen welke werkzaamheden zijn uitgevoerd. Niet wat de uitkomst of conclusie is. Zo wordt gemeld dat er 1 uniforme ruwheidswaarde gekozen is, maar niet vermeld welke, en wordt niet getoond dat deze de beste match heeft met de stroomsnelheden uit WAQUA. Dit wordt pas in 3.1.2 genoemd.

We hebben in dit rapport inderdaad gekozen om een structuur aan te houden waarin de methodebeschrijving gescheiden is van de resultaatbeschrijving, en geen 'chronologische' volgorde. We hopen dat deze structuur over het geheel genomen meer voordelen heeft.

[DK11] Fig 2.8 (top): plaatje onleesbaar. Tekst eronder: dat de Grensmaas sinds 1995 gesedimenteerd is, kan dat niet komen doordat de rivier veel breder is gemaakt (Maaswerken), en dat een deel van het vrijkomende materiaal gebruikt is om de rivier te verondiepen in de as van de rivier, of dat door oevererosie de en herverdeling van sediment de rivier zelf ondieper is geworden?

We hebben het bovenste onleesbare plaatje verwijderd. De verklaring van de mogelijke sedimentatie is plausibel: we hebben een kleine aanpassingen aan de tekst gedaan om die op te nemen.

Met die opmerking: er zijn diverse aanpassingen geweest in het Grensmaas dwarsprofiel die hier aan hebben kunnen bijdragen, zowel aan Nederlandse als Vlaamse zijde, waaronder inderdaad de aanpassingen aan oevers, en ook de grinddrempels, etc. (mondelijke informatie van RWS-WNZ). Er is echter geen gedetailleerd overzicht van de oorzaken van de gemeten bodemveranderingen en het is geen onderdeel van deze studie geweest om dit verder te identificeren. In onze aanbevelingen hebben we opgenomen dat een beter inzicht in de onderliggende datasets zeer behulpzaam kan zijn voor het verbeteren van de modellering van het systeem.

[DK12] 3.2.1.1.: hier wordt een onderlaagdikte genoemd van 0,5 m per laag. Elders in rapport (2.1.5) staat dat er 40 onderlagen van elk 0,25 m zijn. Waarom is nu een dikkere laagdikte gekozen dan in oudere studies? Welke waarde is juist?

Zie **[RS9]**

[DK13] 3.2.1.1.1: MPM: een pre-factor van 8.0 is dat een default waarde bij MPM of een keuze van de gebruiker? Graag verduidelijken. Volgens mij betreft het hier een keuze van de gebruiker om met name het sedimenttransport op de Grensmaas te vergroten. En dan is een factor 8 best groot.

De factor 8 is de standaardwaarde van de MPM formule. Elke andere waarde dan 8 is een aanpassing van de gebruiker. We hebben dit verduidelijkt in de tekst.

[DK14] Fig 3.7: ik vind voor sommige jaartallen het sediment transport op de Zandmaas hoog. Wat is het gemiddeld over alle jaren?

Het sedimenttransport lijkt soms inderdaad erg hoog te zijn, maar hierbij merken we op dat het 'gemiddelde sedimenttransport' wat in de literatuur wordt genoemd gebaseerd is op een gemiddeld jaar, en we in deze periode jaren hebben gehad met zeer hoge afvoeren met lage terugkeertijden. Een gemiddelde over deze jaren zegt waarschijnlijk niet veel over het 'werkelijk' gemiddelde.

[DK15] Fig 3.8: het zou interessant zijn dit plaatje te vergelijken met de uitkomsten van eerdere studies (ervan uitgaande dat er oude modelresultaten zijn die een vergelijkbare tijdsperiode van 15 tot 20 jaar omvatten)

Dat is inderdaad interessant, maar daarvoor is het aan te bevelen om de rapportage van de oude studies erbij te nemen. Er zijn daarin geen vergelijkbare figuren beschikbaar (wel bijvoorbeeld voor andere periodes, bv. een eeuw). Er zijn ook nog wat 'appels en peren' aan de orde: de eerdere studies zijn afzonderlijk voor Grensmaas en Zandmaas ontwikkeld, dus de interessante combinatie in 1 model is niet eerder uitgevoerd. Daarnaast is in de oude studies uitgegaan van oudere (meer significante) morfologische trends, en is daarop afgeregeld. Al met al een goede suggestie, maar vooralsnog toch gekozen om dit achterwege te laten om de 'verhaallijn' te handhaven.

[DK16] Fig 3.8: titel klopt niet met inhoud van de figuur (bed level changes vs sediment transport).

De titel is aangepast

[DK17] Fig 3.7 / H 5.1: het kan interessant zijn het jaargemiddelde sediment transport uit te rekenen over de hele periode van 17 jaar (d.w.z. alle jaartransporten op een hoop en delen door 17) en dit te plotten per rkm. Hoe verhoudt dit gemiddelde zich tot de waarden uit de literatuur. Ik vermoed best goed. Dat zegt iets meer dan de uitschieters die je nu ziet voor de extreem natte jaren.

Zie [DK14]

[DK18] 5.2 en 2.1.6: Waarom is in deze studie gekozen voor een active layer thickness van 1,0 en is hiermee niet 'gespeeld' om bv ook een kleinere waarde zoals bv 0,5 te testen?

Zie [RS10]

[DK19] Bijlage D: hier staat niet vermeld uit welke oude SOBEK-RE modellen de sediment gegevens overgenomen zijn en welke deel van de Maas uit bron X komt en welk deel uit bron Y. Ik mis literatuurverwijzingen. Verder gaat de brondata uit van onderlagen van 0,25 m en het nieuwe model van onderlagen van 0,5 m. Hier wordt hiermee omgegaan?

Deze bijlage beschrijft de methodiek. Een beschrijving van de bronnen wordt gegeven in de hoofdstekst, sectie 2.1.5. Voor de verklaring van 0.25m en 0.5m, zie ook [RS9]

[DK20] Fig E.2: waarom wijkt main channel discharge in WAQUA zo af van dflowfm? Gaat in WAQUA niet alle afvoer door zomerbed? Idem E.5 en E.8 etc. Graag ergens uitleggen. Anders lijkt de match heel slecht, terwijl er feitelijk misschien niet zoveel aan de hand is.

De reden hiervoor is dat we Baseline polygonen gebruiken om te bepalen welke cellen tot het zomerbed behoren (zie sectie 2.2). Gegeven de resolutie kan een cel meer of minder behoorlijk uitmaken hoeveel water er door het zomerbed gaat. Het is hierdoor geen 1-op-1 vergelijking en de 2D modelresultaten zijn wat ruiziger. We hebben een beschrijving toegevoegd aan sectie 2.2 en verwijzingen bij de figuren in bijlage E.

[DK21] Fig F.4: hoe verhoudt deze D50 zich tot de bekende meetwaarden uit literatuur?

Voor een vergelijking tussen D50 in het model en de literatuur verwijzen wij sectie 2.1.5., waar dit beschreven staat (figuren 2.4, 2.5 en 2.7).

Algemeen:

[DK22] Uit welke bron zijn de ruwheden van oeverzone en uiterwaard overgenomen? Ik lees hierover 1,2,3 niets in de rapportage.

Het morfologisch model is gebaseerd op het 5e generatie hydrodynamisch model. We beschrijven in de regel enkel aanpassingen t.a.v. dat model. Deze ruwheden van de uiterwaard (oeverzone is geen aparte ruwheidsklasse) zijn dus overgenomen uit het 5e generatiemodel. Zonder al te veel in detail te treden (hiervoor verwijzen we naar de desbetreffende rapportage): de uiterwaardruwheid in dat model is gebaseerd op berekeningen met het 5e generatie 2D model, dat is gebaseerd op Baseline ecotopen.

[DK23] Door Haskoning is er in (2003?) ook een gegradeerd SOBEK-model van de Grensmaas gemaakt t.b.v. MER Grensmaas, voortbordurend op het werk van Berkhout (2003). Check dit ook even op bruikbare info en neem op in literatuur lijst.

Dit is het model van Wiebe de Jong, dat hij als afstudeerwerk bij HaskoningDHV heeft uitgevoerd. Er is contact opgenomen met Wiebe, en op basis van zijn materiaal (en dat van Berkhout) is ons nieuwe model voor de Grensmaas ingericht. Dit is de verwijzing "de Jong 2005".

[DK24] In hoeverre treedt er in het model afpleistering op van de actieve laag? Bijvoorbeeld bij lange periodes zonder hoogwater. Vanaf welke afvoer wordt de actieve laag actief voor wat betreft sediment transport?

Het proces van afpleistering is vooral relevant in de Grensmaas (en deels in de Plassenmaas). De afpleisteringsprocessen worden bij benadering gesimuleerd door middel van het actieve laag model gecombineerd met de (door hiding en exposure beïnvloede) MPM transporten. Uit de berekeningen volgt dat bij lage afvoeren het transport op deze trajecten vrijwel nul is.

[DK25] Ik mis een beschrijving van het 1D-model in termen van takken/knopen/lateralen (plaatje), of is dat teveel 'SOBEK-RE' denken?

Zie **[RS1]**

[DK26] Maas blijft lastige rivier om te modelleren door gebrek aan goede basisgegevens, de vele menselijke veranderingen in de afgelopen 25 jaar en het sterk verschillende karakter tussen Grensmaas en Zandmaas.

Hier zijn we het mee eens.

3 Reactie op het commentaar van Saskia van Vuren

Ik heb (iets later dan gepland) nog even gekeken naar het rapport van het 1-D morfologische model van de Maas. En vooral vanuit IRM (zoals aan Ralph beloofd).

[SV1] Het rapport beschrijft vooral de opzet, modelschematisatie, hydraulische en morfologische afregeling. Enigszins wordt de afregeling belemmerd door de beschikbaarheid en nauwkeurigheid van informatie die nodig is voor de afregeling. Ik had daarom wel aanbevelingen verwacht t.a.v. meetwensen om modellen als deze in de toekomst te verbeteren. Dit ook i aansluiting met het Onderzoek Maas dat Arjan trekt.

We hebben een nieuwe sectie toegevoegd, 5.3, betreft aanbevelingen voor aanvullende metingen.

[SV2] Daarnaast bevat het rapport slechts heel beperkt discussie over modeltoepassing en beperkingen t.b.v. het IRM programma: wat kunnen we er wel en niet mee, welke handreiking geven we gebruikers van het model als ze het in PlanMER fase in IRM gaan gebruiken. Om de strategische beleidskeuze Rivierbodem in het Programma Integraal Riviermanagement te kunnen onderbouwen worden verschillende mogelijke opties voor de rivierbodembeheer en/of sedimentbeheer verkend en maatregelen uitgewerkt waarmee deze opties kunnen worden gerealiseerd. Het kan gaan om ingrepen in het riviersysteem in de vorm van sedimentmanagement (het stoppen met het onttrekken van sediment, het verplaatsen of rondpompen van sediment) en fysieke ingrepen in de rivierbak (van dijk tot dijk, uiterwaard, oeverzone, zomerbed; rivierverruiming, oever-maatregelen, langsdammen, aanpassingen zomerbed, etc.). Het ontwikkelde 1D model moet gebruikt kunnen worden om de effectiviteit van maatregelen te beoordelen. Naast een effectiviteitsanalyse van maatregelen, kan daardoor ook omvang van maatregelen worden bepaald en leveren de modellen een bijdrage aan de inhoudelijke, financieel-economische en juridische onderbouwing van maatregelen.

Ik zou het fijn vinden als de bouwers van het model het rapport kunnen verrijken, en de toekomstige gebruiker mee kunnen nemen. Hoe zijn maatregelen te modelleren (de does & dont's, waar moet rekening mee worden gehouden, wat is wel en net te modelleren als maatregel). Modelbouwers zouden over de toepassing en gebruik in IRM meer mee kunnen geven.

In het rapport beschrijven we vooralsnog de conclusies en resultaten die we op basis van de in dit project uitgevoerde analyses kunnen maken zonder een (speculatieve) doorkijk te maken naar alle mogelijke economische, juridische of inhoudelijke argumenten die modelresultaten zouden moeten ondersteunen. In paragraaf 4.2 beschrijven we nu voor wat voor soort berekeningen dit model is ontwikkeld, en voor welke toepassingen beter andere modellen gebruikt kunnen worden.

We staan open om met Rijkswaterstaat (zie ook SV3), indien zo gewenst, een nadere instructie en inkadering van het gebruik van zowel dit model, als ook het in een nevenspoor ontwikkelde tweedimensionale model, op te stellen.

[SV3] In het gehele totstandkomingsproces is IRM (en het groepje dat we geformeerd hadden) niet erg betrokken. Het zou een leuk idee zijn om een “oplever-sessie” te organiseren, met als focus bruikbaarheid en toepasbaarheid in IRM. Voor de Maas met mensen van WVl en ZN. Voor de Rijn met mensen van WVl en ON.

We zijn van harte bereid om op verzoek van Rijkswaterstaat een sessie te organiseren.

4 Reactie op het commentaar van Roy Frings

Het grote plaatje

- 1 Mijn complimenten voor het goed geschreven en duidelijk rapport. Ik heb er alle vertrouwen in dat het werk goed en consciëntieus uitgevoerd is.

Bedankt voor de vriendelijke woorden over ons werk.

- 2 Er blijven nog wat vragen over t.a.v. modelsettings
- 3 Kan er een gevoeligheidsanalyse toegevoegd worden? Dit helpt ook om beter inzicht te krijgen in de onzekerheden van de modelsimulaties.

Er is een beperkte gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar modelparameters en sedimenttransportmodellen (zie sectie 3.2.1) in het kader van de morfologische kalibratie. Een formele (globale) statistische gevoeligheidsanalyse is niet voorzien in dit project. In het kader van de conclusies van dit rapport zouden wij zo'n analyse – dat, indien uitgevoerd volgens de gangbare methodieken geen triviale investering is – op dit moment ook niet aanraden in dit kader. Een gevoeligheidsanalyse is nl. niet algemeen toepasbaar, maar wordt doorgaans uitgevoerd in het kader van een specifieke vraagstelling die de keuzes en bandbreedtes van de te variëren parameters of modelinvoer bepaalt, en daarmee te uitkomst van de analyse. Een algemene indruk van de voorspelonzekerheid van de modeluitvoer kan uit de validatiesommen worden afgelezen.

- 4 De menselijke ingrepen kunnen misschien duidelijk verdisconteerd worden
- 5 Is de morfologische module van de software al uitontwikkeld? Kunnen er nog (programmeer)foutjes inzitten?
- 6 De conclusie kan nog iets uitgebreid worden
- 7 Ik onderschrijf de aanbevelingen
- 8 Graag ontvang ik wat extra modeluitvoer, om de resultaten eens goed te bekijken. Dit hoeft niet in het rapport.

Settings

- 9 Sedimenttransportformule
 - [RF1] Is er in de literatuur rechtvaardiging te vinden voor het gebruik van verschillende transportformules voor verschillende korrelgroottefracties? Het is een inventieve oplossing, maar het heeft naar mijn gevoel een wankel fysische basis.

In essentie komt dit voort uit de wens een formule te hebben die het gedrag van Engelund en Hansen benadert in de benedenstroomse trajecten (zand) en Meyer-Peter en Muller op het bovenstroomse gegradeerde traject (met sorteringseffecten). Al 20 jaar geleden zaten we op dit spoor, maar de software bood ons toen niet de mogelijkheid. In eerste instantie waren we ook huiverig, maar bij nader inzien bleek de aanpak verassend goed te werken zowel voor de Rijntakken als voor de Maas. Er zijn uiteraard de nodige disclaimers van toepassing, omdat het een redelijk pragmatische oplossing is die – zoals je correct aangeeft – niet op literatuur gebaseerd is. Redenerend vanuit hiding en exposure effecten, en mobiliteit van de fracties is de aanpak desalniettemin te verantwoorden voor het gegradeerde mengsel binnen een redelijke range van afvoeren.

- **RF2]** Ik mis een simulatie met EH voor alle fracties, alvorens EH met MPM gecombineerd wordt.

Zie **[RS8]**

10 Korrelgrootteklasseindeling

- **[RF3]** Ik vind het een beetje ongelukkig dat er geen klassengrens bij 2 mm ligt. In de vorm van de korrelgrootteverdelingen is wel een rechtvaardiging te vinden voor een klasse 1-4 mm, maar zo is geen onderscheid meer mogelijk tussen het gedrag van grind en zand.

Dat is inderdaad een goed punt, maar helaas komt deze voort uit de indeling van de gebruikte data voor bodemsamenstelling die afkomstig is uit de studies van rond 2000. In die eerdere gegevens is deze keuze gemaakt om het aantal fracties te beperken. Het is in de toekomst overigens geen hele grote inspanning om de klasse te splitsen, mits daar de zeef-data weer voor wordt verwerkt. Voor het IRM is bewust gekozen zoveel mogelijk hergebruik te maken van beschikbare verwerkte modelschematisaties uit het verleden.

- **[RF4]** Hoe beïnvloedt de gekozen klassenindeling de modelresultaten? In het rapport wordt aangegeven dat hiding-exposure effecten en de grindzandovergang een enorme rol spelen bij de morfologische ontwikkeling. In dat licht bezien is de klassenindeling in het bereik 0,5-8 mm best wel grof.

Deze opmerking snijdt inderdaad (veel) hout, want reeds uit de simulaties bleek al dat bijvoorbeeld het verschuiven van de fractieovergang van Meyer-Peter Muller naar Engelund en Hansen een zichtbare impact heeft op de transporten. De hogere resolutie blijkt in de huidige modellering ook wenselijk, omdat de range van fracties is vergroot doordat de Grensmaas en Zandmaas zijn gecombineerd en we dus een hele reeks aan zeefdiameters af moeten dekken. Daar staat wel tegenover dat een dergelijke uitbreiding betekent dat de gegevens daarvoor moeten worden opgelepeld, en verwerkt naar de ondergrondschematisatie (dus inclusief de zeefkrommes van de boringen).

Voor de IRM PlanMER studie zal deze detaillering naar verwachting niet veel verbetering betekenen (het gaat om verschil-effecten, en de gegevens bieden weinig steun voor verdere fine-tuning), maar voor verdere verbetering van het model is dit een goede aanbeveling. Deze is daarom als aanbeveling toegevoegd.

11 Actieve laagdikte

- **[RF5]** Een actieve laag van 1 m is echt enorm hoog. Toch is hiervoor ook wel rechtvaardiging te vinden. Zo bewegen in de Grensmaas banken met een hoogte tot 2 m.

Zie ook **[RS10]**

12 No-Flux boundary

- **[RF6]** Ik heb steeds begrepen dat de bedding in de Bovenmaas uit bedrock (kalksteen) bestaat. Ik lees nu echter, dat er sprake is van een grindlaag op een kalksteenbodem. Uit bodempeilingen blijkt dat het bodemniveau hier constant is. In het model is de grindbodem mobiel. Dit is natuurlijk alleen mogelijk als er sedimentaanvoer van bovenstreams is. Hoe is deze paradox te verklaren? Zijn er tests gedaan met een constant-bed-level boundary? Daar is namelijk ook best wat voor te zeggen.

We hebben inderdaad gekozen voor een randvoorwaarde waarbij er geen sediment van bovenstreams is. Het klopt ook dat het sediment op de Bovenmaas, hoewel grof, mobiel is en dat we hier beweging zien, waar we weinig (zij het niet niets, getuige 2.8 en 2.10) zien in de metingen. Dit is een goede opmerking, en hieronder argumenteren wij waarom we niet hebben gekozen voor een vaste bodem.

De keuze om het bed vast te leggen kan het probleem van mobiliteit op de rand oplossen, maar met de keerzijde dat er sediment door het model wordt ingebracht uit België (d.w.z., het model rekent het sedimenttransport op de rand uit gegeven dat de bodem niet zou moeten veranderen), waar geen sedimenttransport wordt verwacht. Hiermee wordt de onzekerheid (of, zo je wilt, de fout) verplaatst van de bodem naar het transport.

Wij hebben er hier voor gekozen om als basisaanname te nemen dat er geen sediment wordt aangevoerd. Dit kan inderdaad leiden tot mobiliteit waar we het eigenlijk niet hadden verwacht – en dat proberen we vervolgens, net als in de rest van het model (waar niet de mogelijkheid bestaat om het bed op te leggen), op te lossen door onze sedimenttransportformules zo in te regelen dat het model over het algemeen genomen de waargenomen trends reproduceert. We hopen zo de Bovenmaas langs dezelfde lat te leggen als de rest van het model.

13 Ripple factor

- **[RF7]** Voor het gedeelte van de rivier met een zandbedding is een ripplefactor van 1.0 eigenlijk onrealistisch, aangezien er duinen voorkomen. Hier hoeven we echter niet zo zwaar aan te tillen.

Het is wel een goede constatering. Bij het gebruik van de C/C90 voor de ripple factor blijkt deze wel degelijk geleidelijk te veranderen langs de rivier door de afname van D90. Echter, binnen alle andere beperkingen is valt het uiteindelijke resultaat op morfologie en verloop van de transporten toch goed uit. Dit zou mooi onderwerp kunnen zijn voor toekomstige fine-tuning.

- **[RF8]** Is het mogelijk om een tabel met alle settings toe te voegen?

Toegevoegd in Appendix H, zie ook [RS1]

Human impact

- **[RF9]** Ik lees nergens dat onderhoudsbaggerwerk verdisconteerd is in het model. Waarom eigenlijk niet?

Het korte (maar wellicht onbevredigende) antwoord is, dat we dit binnen de tijd en middelen die ons ter beschikking stonden niet konden doen. Het langere antwoord is dat het mogelijk, maar niet heel eenvoudig is om onderhoudsbaggerwerk in te bouwen in de modelsimulatie. Indien gedetailleerde informatie over de hoeveelheden, locaties en tijden van het onderhoudswerk bekend zijn, alsmede de locaties waar dit sediment is teruggestort, kan onderzocht worden of via een 'dredge & dump' aanpak deze aanpassingen leiden tot een verbetering van de simulatie. We hebben onze aanbeveling hierover (punt 2 in 5.2) verduidelijkt.

Bovendien was er op het moment van bouwen van het model onvoldoende gedetailleerde informatie beschikbaar (volume per km-locatie per tijdseenheid) beschikbaar om dit aan het model toe te voegen. Voor de grootschalige morfologie (waarvoor dit model is afgeregeld) zijn alleen forse onttrekkingen van sediment uit het zomerbed relevant: zover we begrepen was dit onderhoudsbaggerwerk gering ten opzichte van de forse zomerbedverdiepingen. Het baggerwerk is via tijdsafhankelijke en locatieafhankelijke onttrekkingen in het model in te voeren.

- **[RF10]** De grote menselijke ingrepen in het systeem (Maaswerken) in de modelperiode maken het vergelijken van modelresultaten en velddata nogal lastig, aangezien het model de menselijke ingrepen niet simuleert. Nu is ervoor gekozen (als ik het tenminste goed begrijp) om de menselijke ingrepen weg te filteren uit de velddata, alvorens de modelresultaten met de velddata te vergelijken. Dit is wel een beetje gekunsteld, zeker ook omdat sommige menselijke ingrepen niet weggepoetst zijn, en andere wel. Ik zou het beter vinden, om de modelresultaten te vergelijken met de daadwerkelijke meetgegevens. Op plekken waar bekend is de mens ingegrepen heeft, kunnen de bodemveranderingen door menselijke ingrepen met een extra lijntje in de vergelijkingsgrafiek getoond worden

Die vergelijking van meetgegevens inclusief menselijke ingrepen is uiteraard ook beschikbaar, en onderdeel van de gegevens, maar niet in dit rapport getoond. De "correctie" op de data betreft alleen het verwijderen van de sprong tussen 2 jaren in bodemligging ter plaatse van de zomerbedverdieping in het jaar van uitvoering. Indirecte response op maatregelen (zoals natuurvriendelijke oevers, zomerbedverbreding, etc.) zit nog wel in de gegevens. De reden om dit te doen kwam voort uit de wijze waarop het model wordt gekalibreerd: in de berekeningen wordt gestart met een bodemligging van 1995 en wordt niet gestopt voor tussentijdse aanpassing voor maatregelen. Omdat vooral de zomerbedverdiepingen een grote invloed hebben op het grootschalige gedrag zijn deze dus op pragmatische wijze uit de gegevens verwijderd. Als we dit doen dan blijkt goed dat een aantal gesuggereerde erosietrends (trajectgemiddeld) vrijwel niet bestaan. Ook al is dit niet een heel zuivere verwerking van de gegevens, de aanpak heeft voorkomen dat er een 'gekunstelde' erosietrend in het systeem wordt gebouwd die niet bestaat.

Software

- **[RF11]** Het is nogal bevreemdend dat het Sobek-RE model voor de Zandmaas heel andere sedimentvrachten opleverde, met vrijwel identieke settings (p.30). Dit vraagt echt om een verklaring! Kan het zijn, dat de mathematische formuleringen van de transportformule, hiding-exposure of Exner-vergelijking verschillen in beide softwarepakketten, en zo ja: is er dan wellicht een van deze formuleringen niet helemaal juist?

Er is geen uitvoerige studie gedaan naar de redenen van de verschillen. In principe zijn de formuleringen vrijwel gelijk, maar er zijn wel kleine verschillen die kunnen leiden tot grote impacts. De verschillen komen ten eerste voort uit de hydraulische resultaten (verschil in stroomsnelheid en waterstand), maar ook de instellingen voor ripple factor en kalibratiefactor zijn niet helemaal hetzelfde. Verder wordt bijvoorbeeld de hiding en exposure relatie in de nieuwe code berekend met Dg in plaats van Dm.

Wat betreft de correctheid van de implementatie van de formules, kan ik enkel opmerken dat uit onze testcases blijkt dat zowel de MPM als de EH implementatie werkt naar behoren en naar verwachting. Deze validatiecases zijn (nog) niet gepubliceerd (in relatie tot de al vaak aangehaalde 'alfastatus' van de software), maar kan desgewenst met RF worden gedeeld.

Software

- **[RF12]** Het is ook raar, dat een verandering van de thetac (p 30) of Acal (p34) niet leidt tot een grote verandering van sedimentvrachten. Dit kan toch eigenlijk niet?

The impact of thetac is inderdaad opvallend maar mogelijk is de invloed ervan minder relevant tijdens hoogwaters (dominant voor jaargemiddelde transporten) en op de trajecten met veel zand. De thetac speelt een grotere rol in de grove trajecten ($D > 1$ mm) omdat dan MPM wordt toegepast (en daarin de thetac zit). Het effect van Acal leidt wel degelijk tot andere resultaten voor sedimentvracht (schaalt lineair), maar op pagina 34 wordt bedoeld dat deze grote wijzigingen niet leiden tot een beter resultaat dan al was bereikt met de eerder genoemde instelling.

Hier speelt ook bij dat de bodemsamenstelling aanpassingen ook bijdragen aan deze celerity: in principe is Acal voor elke fractie aan te passen, maar dat geeft dus geen beter resultaat dan al was bereikt.

Discussie en conclusie

- **[RF13]** Korrelgroottedata zijn niet opnieuw geïmporteerd in het model, maar overgenomen uit oudere modellen. Dit geldt ook voor andere invoer. Kan het zijn dat hierdoor fouten geïntroduceerd zijn?

Strikt genomen is de data wel degelijk opnieuw geïmporteerd. 1-op-1 overnemen uit de oude modellen is niet mogelijk, omdat de bestandsformaten anders zijn, en omdat het aantal fracties in de twee RE modellen niet gelijk was. We hebben dit proces geprobeerd consciëntieus uit te voeren. Het resulterende sedimentcompositiemodel (Figuur 2.3) is vergeleken met andere bronnen om via triangulatie vertrouwen te krijgen in ons begrip van de (onder)bodemsamenstelling (paragraaf 2.1.5). Fouten in het conversie proces konden op deze manier opgespoord worden en hersteld.

Een tweede punt (wat wellicht niet als 'fout' moet worden bestempeld), zijn zorgen t.a.v. de kwaliteit van de data. Wij hebben onze data niet gebaseerd op een frisse analyse van ruwe data, hoewel inmiddels nieuwe data beschikbaar dat hiervoor zou kunnen dienen (Arcadis 2011). Opgemerkt moet worden dat ook de Arcadis gegevens grotendeels zijn gebaseerd op dezelfde informatie (in 2003 door Stephan Gruijters). Helaas was het bouwen van een nieuw sedimentcompositiemodel niet mogelijk binnen de ons beschikbare middelen, maar we hebben deze suggestie toegevoegd aan de aanbevelingen (sectie 5.3). We merken nochtans op dat er voorsnog geen reden is om aan te nemen dat er grote verschillen zullen optreden.

- **[RF14]** Kan ergens aangegeven worden hoe lang de rekentijd van dit model op verschillende systemen is?

*Dit is opgenomen in appendix H, zie ook **[RS1]***

- **[RF15]** Het is goed om te benadrukken dat het model hydrodynamisch gecalibreerd door vergelijking met andere modellen, niet door vergelijking van velddata

In de samenvatting, hoofdrapport en conclusie schrijven wij dat het model is vergeleken met 2D modelresultaten en dat de resultaten voldoende zijn voor morfologische simulatie. We noemen dit met opzet geen 'kalibratie', omdat die benaming meer zou suggereren dan is gedaan en daardoor mogelijk verkeerde verwachtingen zou scheppen. Zo heeft er geen optimalisatie plaatsgevonden zoals gebruikelijk is bij hydrodynamische kalibratie en er heeft geen validatie plaatsgevonden. Hiermee is het model dan ook niet geschikt voor hydrodynamische toepassingen, iets wat een 'hydrodynamische kalibratie' zou kunnen suggereren. Wij zeggen liever: het model is niet hydrodynamisch gekalibreerd.

- **[RF16]** Het is ook goed om te benadrukken dat de modelversie met de 2019-topografie niet gevalideerd is. Dit is natuurlijk ook niet mogelijk, maar wel heel belangrijk om in het achterhoofd te houden bij het toekomstig gebruik van de modellen.

Het j19 model is wel degelijk 'gevalideerd' – voor zover dat kan. We hebben de voorspelde bodemverandering en sedimenttransport doorgerekend met de hydrograaf van 2011-2019. De resultaten zijn te vinden in Appendix F.2.2. Het beeld dat hieruit naar voren komt is vergelijkbaar met de j11 bodem, hoewel er sprake is van iets meer depositie. We hebben deze opmerking toegevoegd aan sectie 3.2.2.

Kleine opmerkingen

- P13, kopje Uniform roughness field: “Error reference source not found.”
Fixed
- P14: process of downstream fining processes → process of downstream fining
Fixed
- P16: In figuur 2.6 is wat verwarrend. Eigenlijk staan er korrelgrootteverdelingen in deze figuur (GSDs) en geen “sediment fractions”. Bovendien rmm, vooral ook omdat de korrelgrootteverdeling van het model lang niet zo vloeiend is als hier gesuggereerd wordt.
- *We zijn het er mee eens dat deze figuur verwarrend is, en hebben de figuur verwijderd uit het rapport.*
- **[RF17]** P17 (Fig. 2.7): Graag logaritmische verdeling op verticale as. Een lineaire as vergroot de GST uit.
Aangepast
- P20: 2.3.3.1: het is beter om i.p.v. “1994” en “1993”, te vervangen door “december 1993”
Aangepast
- P20: “conveyence capacity”. Het zou goed zijn om te benadrukken dat het hier om afvoer gaat, en niet om sediment.
Aangepast
- P22, l4: wordt hier inderdaad “deposition” bedoeld, of gaat het eigenlijk om “bed level increase”
Aangepast
- P23, l3: Hier wordt gesproken dat er veel depositie heeft plaatsgevonden in de Grensmaas tussen 2008 en 2010. Dit is niet te rijmen met de modelaanname dat er geen sediment uit België komt, en de vrijwel constante bodem in de Bovenmaas. Waar komt het sediment voor de depositie vandaan? Of kijken we hier naar de Maaswerken; dan is “depositie” een misleidende term.
We hebben deze tekst aangepast om duidelijk te maken dat depositie inderdaad niet goed te rijmen valt met ons systeembegrip. We hebben dit toegevoegd aan de tekst:
- *“The sudden bed level increase between 2009 and 2010 is curious and cannot be satisfactorily explained yet. Considering that we assume no sediment is brought into the system from Belgium, this bed level increase must be either explained by human intervention (Maaswerken) or due to a measurement error (e.g. not only the 2007, but the 2008 and 2009 datasets must be rejected). This inconsistency is recommended to be studied in more detail”*
- P23, eerste bullet: wordt hier De Jong 2019 bedoeld? Er staat 2020.
Correct. Aangepast
- P23, laatste bullet: “clear erosional trend” → “modest erosional trend”?
Aangepast
- P24, Fig. 2.10: het zou goed zijn om te vermelden of het hier om velddata of modelresultaten gaat. Dit geldt ook voor andere figuren.
Toegevoegd aan de captions.
- P25, 5^e regel van onder: parts → part
Aangepast

- P30: reduction of thetacr: dit zou echt wel effect moeten hebben
Zie [RF12]
- P30: change in ripple factor: het is logisch dat dit geen verbetering brengt. De ripple factor is al 1.0 en kan dus alleen verlaagd worden, wat betekent dat de korrelschuifspanning verlaagd wordt, en daarmee de transportcapaciteit. Dit zal zeker niet voor hogere sedimentvrachten zorgen.
- **[RF18]** P32: Hier wordt gesteld dat de bedding van de Zandmaas meer dan 50% zand bevat. Ik vraag me af of dat klopt. Mijn hypothese is, dat de bedding ook hier voornamelijk (> 50%) uit grind bestaat, hetgeen ook terugkomt in de D50 en Dg die hier > 2 mm zijn.
- *In het rapport stond: "50% sand mixed with gravel fractions of gravel smaller than 16 mm". Dit had moeten zijn: "50% of a mixture of sand mixed with gravel fractions smaller than 16 mm". We hebben dit aangepast in het document.*
- P34, bovenaan: het kan eigenlijk niet dat verandering van de calibratiefactor geen effect heeft.
Zie [RF12]
- **[RF19]** P34, laatste zin: Waarom was er een depositie verwacht in de Grensmaas? Waar komt dat materiaal dan vandaan?
Het was juist geweest om te zeggen: er was geen erosie verwacht. (op basis van figuur 2.10). We hebben dit aangepast in de tekst

Modeloutput voor Roy

- **[RF20]** Ik zou het heel fijn vinden om onderstaande modeloutput te krijgen om zo zelf eens naar het transportgedrag te kunnen kijken. Hopelijk gaat dat!
- 1 Korrelgrootteverdeling van toplaag op t=0 en t=tmax [langsprofiel]
 - 2 Kritieke schuifspanning (of thetacr) op t=0 en t=tmax [langsprofiel]
 - 3 Bodemligging op t=0 en t=tmax [langsprofiel]
 - 4 Schuifspanning* [langsprofiel]
 - 5 Waterdiepte* [langsprofiel]
 - 6 Verhang* [langsprofiel]
 - 7 Morfologisch actieve breedte [langsprofiel]
 - 8 Sedimentvrachten (voor elke korrelgroottefractie)** [langsprofiel]
 - 9 Afvoertijdserie
 - 10 Correlatie tussen modelcoördinaten en rivierkilometers

* Voor de vier stationaire toestanden uit tabel 2.2. (Q=250, Q=800, Q=1500, Q=2260)

** als jaargemiddelde voor elk kalenderjaar

Al deze informatie zit in de NetCDF modeluitvoer. We sturen deze bestanden na oplevering van het model toe.