

Werkplan inbeheername beheergebiedsoverschrijdende watermodellen



Werkplan inbeheername beheergebiedsoverschrijdende watermodellen

Auteur(s)

Matthijs den Toom

Aukje Spruyt

Werkplan inbeheername beheergebiedsoverschrijdende watermodellen


Opdrachtgever	Rijkswaterstaat WVL MA
Contactpersoon	Marc Philippart
Referenties	
Trefwoorden	Beheer en onderhoud, Helpdesk Water, watermodellen, beheergebiedsoverschrijdend

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	26-06-2020
Projectnummer	11203707-000
Document ID	11203707-000-ZWS-0014
Pagina's	54
Status	definitief

Auteur(s)

	Matthijs den Toom	
	Aukje Spruyt	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
1.0	Matthijs den Toom 	David Kerkhoven 	Gerard Blom 	

Samenvatting

Rijkswaterstaat maakt voor operationele waterberichtgeving en beleidsvraagstukken ook gebruik van watermodellen die betrekking hebben op gebieden buiten zijn beheergebied. Voor een groot deel hiervan is geen beheer en onderhoud geregeld. Dit werkplan bevat een overzicht van de betreffende modellen, voor elk model de stappen die nodig zijn om het in beheer te nemen en aanbevelingen ten aanzien van de prioritering bij het in beheer brengen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding	8
1.2	Afbakening en relatie met andere projecten	9
1.3	Bijdragen en organisatie	10
1.4	Leeswijzer	10
2	Wat behelst beheer en onderhoud?	11
2.1	Beheer	11
2.1.1	Protocol van Overdracht	12
2.1.2	Factsheet (modelschematisaties) of release notes (software)	13
2.1.3	Opname in Subversion bij Deltares	13
2.1.4	Helpdesk Water	13
2.1.4.1	Modelschematisaties	13
2.1.4.2	Software	13
2.2	Onderhoud (actualisatie)	14
2.2.1	Modelschematisaties	14
2.2.2	Software	14
2.3	Ontwikkeling	14
2.3.1	Modelschematisaties	14
2.3.2	Software	15
2.4	Buitenlandse partners	15
2.4.1	België	15
2.4.2	Duitsland	15
2.4.3	Frankrijk	16
2.4.4	Luxemburg	16
2.4.5	Zwitserland	16
2.4.6	Landoverstijgend	16
3	Beschrijving software	18
3.1	Baseline	18
3.1.1	Inleiding	18
3.1.2	Beheer, onderhoud en ontwikkeling	18
3.2	SOBEK 3	18
3.2.1	Inleiding	18
3.2.2	Beheer en onderhoud	18
3.2.3	Ontwikkeling	19
3.3	SOBEK-RE	19
3.3.1	Inleiding	19
3.3.2	Beheer en onderhoud	19
3.4	D-HYDRO	19
3.4.1	Inleiding	19
3.4.2	Beheer en onderhoud	19
3.4.3	Ontwikkeling	19
3.5	HBV-96	20
3.5.1	Inleiding	20
3.5.2	Beheer, onderhoud en ontwikkeling	20
3.6	Wflow	20

3.6.1	Inleiding	20
3.6.2	Beheer en onderhoud	21
3.6.3	Ontwikkeling	21
3.7	RTC module	21
3.7.1	Inleiding	21
3.7.2	Beheer, onderhoud en ontwikkeling	21
3.8	OpenDA	22
3.8.1	Inleiding	22
3.8.2	Beheer, onderhoud en ontwikkeling	22
4	Beschrijving modelschematisaties	23
4.1	Hydrodynamica Rhein	23
4.1.1	Inleiding	23
4.1.2	Baseline	23
4.1.2.1	Inleiding	23
4.1.2.2	Beheer	24
4.1.2.3	Onderhoud en ontwikkeling	24
4.1.3	WAQUA	25
4.1.3.1	Inleiding	25
4.1.3.2	Beheer	25
4.1.3.3	Onderhoud en ontwikkeling	25
4.1.4	SOBEK 1D2D	25
4.1.4.1	Inleiding	25
4.1.4.2	Beheer	26
4.1.4.3	Onderhoud en ontwikkeling	26
4.1.5	SOBEK 3	27
4.1.5.1	Inleiding	27
4.1.5.2	Beheer	28
4.1.5.3	Onderhoud en ontwikkeling	28
4.1.6	SOBEK-RE	29
4.1.6.1	Inleiding	29
4.1.6.2	Beheer	29
4.1.6.3	Onderhoud en ontwikkeling	29
4.1.7	OpenDA	29
4.1.7.1	Inleiding	29
4.1.7.2	Beheer en onderhoud	30
4.1.7.3	Ontwikkeling	30
4.2	Hydrologie Rhein	30
4.2.1	HBV-96	30
4.2.1.1	Inleiding	30
4.2.1.2	Beheer	31
4.2.1.3	Onderhoud en ontwikkeling	32
4.2.2	Wflow HBV en wflow SBM	33
4.2.2.1	Inleiding	33
4.2.2.2	Beheer	33
4.2.2.3	Onderhoud en ontwikkeling	34
4.3	Data-gebaseerde modellen Rhein	34
4.3.1	Inleiding	34
4.3.2	Beheer, onderhoud en ontwikkeling	34
4.4	Hydrodynamica Meuse	35
4.4.1	Inleiding	35
4.4.2	SOBEK 1D2D	35
4.4.2.1	Inleiding	35
4.4.2.2	Beheer	35

4.4.2.3	Onderhoud en ontwikkeling	36
4.4.3	SOBEK 3 (1D)	36
4.4.3.1	Inleiding	36
4.4.3.2	Beheer	36
4.4.3.3	Onderhoud en ontwikkeling	37
4.5	Hydrologie Meuse	38
4.5.1	HBV-96	38
4.5.1.1	Inleiding	38
4.5.1.2	Beheer	38
4.5.1.3	Onderhoud en ontwikkeling	38
4.5.2	Wflow FLEX-Topo	39
4.5.2.1	Inleiding	39
4.5.2.2	Beheer	39
4.5.2.3	Onderhoud en ontwikkeling	39
4.5.3	Wflow SBM	39
4.6	Hydrodynamica Rur	40
4.6.1	SOBEK 3	40
4.6.1.1	Inleiding	40
4.6.1.2	Beheer	40
4.6.1.3	Onderhoud en ontwikkeling	40
4.7	Hydrologie Rur	40
4.7.1	HBV-96 en RTC Module	40
4.7.1.1	Inleiding	40
4.7.1.2	Beheer	41
4.7.1.3	Onderhoud en ontwikkeling	41
4.7.2	Wflow SBM	41
4.8	Hydrodynamica Vechte	41
4.8.1	Inleiding	41
4.8.2	Baseline	42
4.8.2.1	Beheer	42
4.8.2.2	Onderhoud en ontwikkeling	42
4.8.3	SOBEK 1D2D	43
4.8.3.1	Inleiding	43
4.8.3.2	Beheer	43
4.8.3.3	Onderhoud en ontwikkeling	43
4.8.4	SOBEK 3	43
4.8.4.1	Beheer	44
4.8.4.2	Onderhoud en ontwikkeling	44
4.9	Hydrologie Vechte	45
4.9.1	SOBEK3-HBV	45
4.9.2	Wflow SBM	45
5	Aanbevelingen	46
5.1	Inpassing	46
5.2	Praktische invulling	47
5.3	Aandachtspunten ten aanzien van databeheer	48
6	Referenties	50
	Bijlage A: Overzicht modellen en activiteiten	53

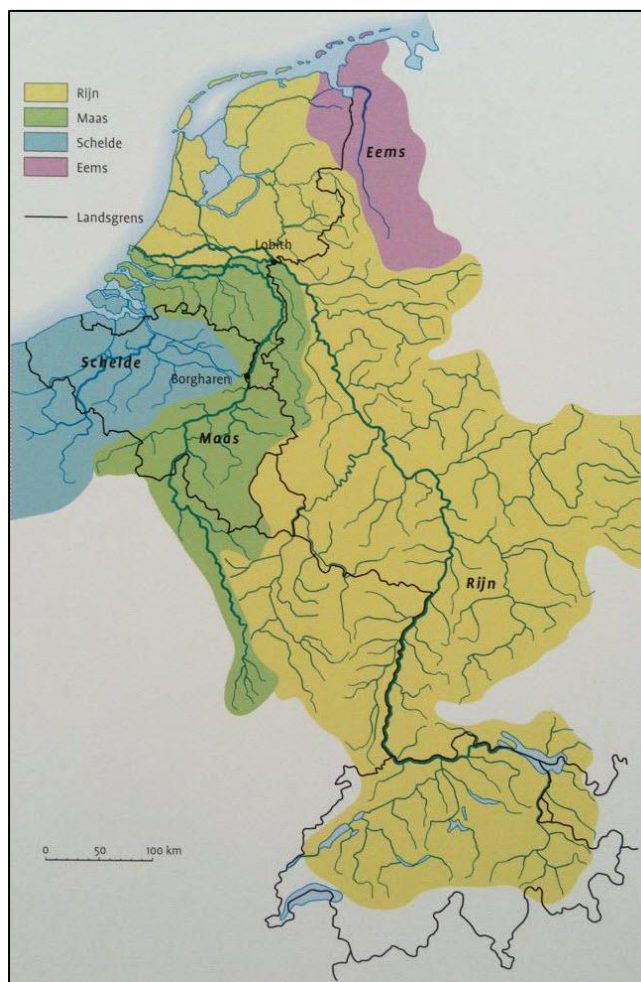
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Rijkswaterstaat (RWS) heeft als beheerder van het hoofdwatersysteem van Nederland behoefte aan modellen die dat systeem beschrijven. Deze modellen worden gebruikt voor operationele waterberichtgeving, het uitwerken van beleidsvraagstukken en voor vergunningverlening. Om de continuïteit en kwalitatief hoogwaardige uitvoering van deze taken te borgen, worden de modellen formeel beheerd en onderhouden onder regie van de afdeling Modellen en Applicaties van de dienst Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL). De uitvoering daarvan is, via het programma Kennis voor Primaire Processen (KPP), bij Deltares belegd en valt onder de Service Level Agreement (SLA) *Modelinstrumentarium & Datamanagement* met RWS.

Vanwege de ligging van Nederland – aan de Noordzee, in de delta van Rijn, Maas, Schelde en Eems – wordt de waterbeweging, waterkwaliteit en morfologie binnen het beheergebied sterk beïnvloed door processen die zich daarbuiten voordoen. Het grootste deel van de stroomgebieden van genoemde rivieren ligt immers buiten ons land (Figuur 1.1, tabel 1). Dit betekent dat voor het ontwikkelen van beleid en het voeren van beheer in het kader van hoogwaterveiligheid, waterbeschikbaarheid, waterkwaliteit, ecologie en sedimenttransport kennis van de processen bovenstrooms van de grens essentieel is. Om deze reden maakt RWS gebruik van modellen die betrekking hebben op gebieden buiten Nederland.

Daarbij is het zo dat het hoofdwatersysteem niet altijd direct grenst aan de buitenlandse delen van de stroomgebieden, maar dat de verbinding daarmee ook via het regionale watersysteem in Nederland kan lopen. Voor de Rijn is dit onder andere het geval voor de Oude IJssel en de Overijsselse Vecht en voor de Maas voor de Roer en de Niers. Binnen het Scheldestroomgebied vormt het Kanaal Gent-Terneuzen een belangrijke transnationale schakel. In dit document is daarom niet gekozen voor de aanduiding ‘grensoverschrijdend’, maar voor ‘beheergebiedsoverschrijdend’. Waar nodig zullen in dit werkplan dus ook de beheergebieden van de waterschappen beschouwd worden.



Figuur 1.1 Stroomgebieden van de Rijn (inclusief Vecht), Maas, Schelde en Eems.

Tabel 1.1 Oppervlakte van het stroomgebied en gemiddelde afvoer van de Rijn, Maas, Schelde en Eems. Overgenomen uit UNECE (2011).

Stroomgebied	Oppervlakte (km ²) totaal / buiten Nederland	Gemiddelde afvoer (m ³ /s) bij (meetpunt)
Rijn (inclusief Vecht)	197.100 / 163.300	2.220 (Lobith)
Maas	34.364 / 26.864	245 (Eijsden)
Schelde	36.416 / 34.408	161 (Lillo)
Eems	17.802 / 15.008	80 (Versen-Wehrdurchstich)

Voor een deel van de beheergebiedsoverschrijdende modellen is het beheer en onderhoud (B&O) niet geformaliseerd. Hierdoor worden ontwikkelvragen niet of op ad-hoc basis opgepakt en ontbreekt het aan samenhang tussen de ontwikkeling van software, het bouwen van schematisaties en de toepassing ervan. Dit levert de volgende problemen op:

- Er wordt alleen gebruik gemaakt van modellen die al beschikbaar zijn. Er wordt onvoldoende overwogen in hoeverre deze geschikt zijn voor een bepaalde toepassing.
- Verschillende toepassingen binnen RWS gebruiken verschillende (versies van) modelschematisaties van hetzelfde gebied. De berekende resultaten zijn daardoor niet consistent.
- Het is onduidelijk wat de vigerende versie is van een bepaalde modelschematisatie, wat de achtergrond en onderliggende data hiervan zijn en welke aanpassingen er eventueel zijn doorgevoerd. De reproduceerbaarheid en traceerbaarheid van resultaten is hierdoor niet steeds gegarandeerd.
- Er vinden geen structurele verbeterings- of actualisatieslagen plaats, waardoor eventuele fouten niet worden verbeterd en de modellen een verouderde weergave zijn van een bepaald gebied.
- Specifieke software(functionaliteit) wordt niet (of minder goed) onderhouden. Hierdoor is er relatief veel tijd gemoeid met het oplossen van eventuele problemen bij het toepassen van de software.

Binnen RWS-WVL wordt deze situatie onwenselijk geacht. Daarom is aan Deltares gevraagd een werkplan op te stellen voor de inbeheername van deze modelschematisaties en bijbehorende software, resulterend in voorliggend document.

1.2 Afbakening en relatie met andere projecten

Binnen het KPP is de uitvoering van beheer en onderhoud van de modellen primair bij twee projecten ondergebracht: *Hydraulica programmatuur* voor de software; en *Hydraulica schematisaties* voor de modelschematisaties.

De toepassing van de modellen, zowel binnen (samengestelde) applicaties als losstaand voor het uitwerken van vraagstukken, is deels onder KPP belegd. De problemen door het ontbreken van B&O voor de beheergebiedsoverschrijdende modellen zijn in eerste instantie gesignaleerd vanuit de KPP-projecten *Transnationale samenwerking* en *RWsOS*. Binnen *Transnationale samenwerking* wordt de toepassing Generator of Rainfall and Discharge Extremes (GRADE, Hegnauer en anderen, 2014) ontwikkeld. Deze is gericht op het vaststellen van de afvoerstatistiek van Rijn, Maas en Vecht ten behoeve van het Beslissings- en Ontwerp Instrumentarium (BOI). De resultaten ervan worden daarnaast gebruikt als randvoorwaarden voor beleidsvragen op het gebied van waterbeheer (onder andere in het Deltaprogramma en het programma Integraal Riviermanagement). In het project *RWsOS* wordt gewerkt aan het operationele voorspelinstrumentarium voor het hoofdwatersysteem. Specifiek worden met behulp van de applicatie *RWsOS-Rivieren* verwachtingen opgesteld voor Rijn en Maas. Dit werkplan richt zich voornamelijk op de modellen die binnen GRADE en *RWsOS-Rivieren* gebruikt worden, maar is daar niet toe beperkt.

1.3 Bijdragen en organisatie

Het opstellen van dit plan wordt uitgevoerd als onderdeel *RV-11: In beheer brengen modellen buiten Nederland* van het Plan van Aanpak KPP RWsOS 2019 (Den Toom, 2019a).

Behalve door de auteurs is aan dit rapport door verschillende experts binnen Deltares en Rijkswaterstaat een bijdrage geleverd, namelijk (in alfabetische volgorde) Anke Becker (hydrodynamische modellering Rijn), Bernhard Becker (strategische partners in Maas-Rijnstroomgebied), Hendrik Buiteveld (GRADE), Mark Hegnauer (GRADE, hydrologische modellering Rijn en Maas), Rita Lammersen (GRADE), Bobby Russell (wflow), Martin Scholten (WVL-MA), Jaco Stout (B&O software) en Albrecht Weerts (IMPRES).

Tijdens het opstellen van het plan zijn in een aantal besprekingen eisen en wensen opgehaald, namelijk in het startoverleg met Martin Scholten op 4 juli 2019, in de RWsOS-Rivieren overleggen van 5 september en 28 november 2019 en tijdens het de eindpresentatie van het IMPRES-project op 7 november 2019.

1.4 Leeswijzer

Dit werkplan begint in hoofdstuk 2 met een uitleg van wat onder beheer en onderhoud van modelschematisaties en software verstaan wordt. Hoofdstuk 3 vervolgt met een beschrijving van de software die momenteel voor de beheergebiedsoverschrijdende modellen wordt ingezet. In hoofdstuk 4 komen dan de modelschematisaties die het betreft aan de orde. Daarbij wordt ook aangegeven wat de nu bekende beperkingen zijn en welke onderhoudswerkzaamheden in de toekomst te verwachten zijn. Per activiteit wordt een (indicatieve) begroting gepresenteerd. Het werkplan sluit in hoofdstuk 5 af met aanbevelingen ten aanzien van prioritering en te hanteren werkwijze.

Naast het voorliggende document is het Excel-bestand in Bijlage A onderdeel van het werkplan. Hierin is een lijst opgenomen met alle nu beschikbare beheergebiedsoverschrijdende modellen, evenals een overzicht van de in dit werkplan voorgestelde activiteiten.

2 Wat behelst beheer en onderhoud?

Binnen de SLA Modelinstrumentarium en Datamanagement wordt voor een model onderscheid gemaakt tussen de modelsoftware en de modelschematisatie. Het beheer en onderhoud is dienovereenkomstig in twee KPP-projecten belegd, *Hydraulica programmatuur* en *Hydraulica schematisaties*. Hoewel de detailuitwerking verschilt, zijn de activiteiten in het kader van B&O voor beide op hoofdlijnen onder te verdelen in één van de volgende drie categorieën:

- 1 **Beheer**: Alleen opslaan en kunnen uitleveren van een bestaande modelschematisatie of softwarepakket.
- 2 **Onderhoud**: Actualisatie en kleine verbeteringen van een bestaande modelschematisatie of softwarepakket.
- 3 **Ontwikkeling**: Opzetten van een nieuwe modelschematisatie of software(functionaliteit), waarbij kalibratie/validatie of het opzetten van een nieuwe testprocedure noodzakelijk is.

In dit hoofdstuk worden de activiteiten voor elke categorie nader uitgewerkt. Bovenstaande indeling is niet alleen nuttig voor het aanbrengen van overzicht, maar kan ook sturend zijn in het prioriteren van activiteiten. Voor wat betreft de beheergebiedsoverschrijdende modellen heeft RWS-WVL aangegeven uit te willen gaan van het principe:

RWS beheert, de beheerder onderhoudt en ontwikkelt.

Om aan dit uitgangspunt gestalte te geven moet duidelijk zijn welke buitenlandse partijen als beheerder van het watersysteem of de waterweg optreden. Dit is bij Deltares maar ten dele bekend; een eerste aanzet van een overzicht wordt aan het eind van dit hoofdstuk gepresenteerd.

2.1 Beheer

Het in beheer nemen van een modelschematisatie of softwarepakket behelst de volgende activiteiten:

1. Vaststellen van een eenduidige naamgeving.
2. Opstellen van een Protocol van Overdracht (PvO)
3. Opstellen of bijwerken van de factsheet (modelschematisatie) of release notes (software).
4. Opname applicatie in versiebeheer (Subversion), inclusief metadata (rapportages, handleiding etc.)
5. Eventueel: beschikbaar stellen via de Helpdesk Water.

Specifiek voor modelschematisaties geldt dat zowel de losse als eventueel gekoppelde modellen opgeslagen dienen te worden en ook als zodanig in beheer worden genomen. Op deze manier kunnen makkelijk nieuwe koppelingen worden gemaakt, maar zijn ook de modellen die daadwerkelijk worden toegepast in beheer en dus herleidbaar.

Bovenstaande punten gelden vooral als de in beheer te nemen modelschematisaties of softwarepakketten ook gebruikt worden in de primaire processen van RWS. Als het in beheer nemen alleen tot doel heeft oudere versies, die ooit gebruikt zijn, te bewaren/archiveren en die voornamelijk niet meer gebruikt gaan worden, dan zijn niet alle punten noodzakelijk (bijv. punt 2 en 4).

2.1.1 Protocol van Overdracht

Deltares dient bij de oplevering van applicaties aan RWS-WVL deze vergezeld te laten gaan van een Protocol van Overdracht (PvO) om aan te geven wat de effecten van de verandering of nieuwe ontwikkeling zijn. Dit voorkomt de situatie dat de applicaties onverwachte en ongewenste effecten op de primaire processen van RWS hebben. Elke nieuw opgeleverde versie van een applicatie wordt dus opgeleverd aan RWS-WVL en betrokken regionale diensten, inclusief een bijbehorend ingevuld PvO (deze laatste wordt alleen aan RWS-WVL opgeleverd). RWS-WVL heeft hiervoor een sjabloondocument opgesteld.

Aan de hand van het PvO zal RWS-WVL bepalen of een applicatie wordt opgenomen in de primaire processen van RWS en of een reeds bestaande applicatie zal worden vervangen. Indien tot opname wordt overgegaan, dan dient de betreffende applicatie (inclusief de bijbehorende metadata, validatie/kalibratiedata en documentatie) te worden opgenomen in Subversion bij Deltares.

Een onderdeel van het PvO is ook het vaststellen van een goede naam van een applicatie. Hierbij dient te worden aangesloten bij de geldende naamgevingsconventies. De generieke naamgeving van modelschematisaties bestaat uit vier onderdelen :

- <onderdeel 1>: type model
- <onderdeel 2>: naam van het gebied/deelgebied
- <onderdeel 3>: beschrijving van de situatie door het model
- <onderdeel 4>: versie nummer

Deze conventies moeten nog uitgebreid worden met naamgeving voor buitenlandse wateren. Mogelijk moet hiervoor ook de bestaande naamgeving (RWS, 2020) uitgebreid worden. Hier worden de volgende namen (met afkortingen) voorgesteld¹:

- Rijn bovenstrooms van Lobith: Rhein (RH),
- Maas bovenstrooms van Eijsden: Meuse (ME),
- Roer, zijrivier van de Maas: Rur (RU),
- Duitse Vecht: Vechte (VT).

Daarnaast zijn er softwarepakketten/methodes in gebruik die nog niet in de naamgevingsconventies zijn opgenomen en moeten worden toegevoegd aan de naamgevingsconventies (voorgestelde naam tussen haken):

- HBV-96 (hbv),
- Wflow platform (wflow),
- RTC module (rtc; een voorloper van RTC-Tools),
- OpenDA (openda),
- Multi-lineaire regressiemodellen (mlr),
- Neurale netwerken (nn).

Voor verschillende type modellen kunnen ook verschillende concepten worden toegepast (zoals 1D, 2D, 3D en 1D2D of HBV en FlexTopo). Dit moet ook zichtbaar zijn in de naamgeving en de manier waarop dit gebeurt moet eenduidig zijn.

Verder zijn er modellen beschikbaar van hetzelfde stroomgebied (bijvoorbeeld: Rhein), maar met verschillende uitgestrektheid (bijvoorbeeld beginnend vanaf Maxau of vanaf Andernach). Dit moet ook in de naam van het model tot uitdrukking komen om het onderscheid te kunnen maken. Als modellen vervolgens aan elkaar worden gekoppeld, is het wenselijk om te kunnen zien uit welke onderdelen dit totale model is opgebouwd.

¹ Deze zijn intussen (april 2020) al opgenomen in de laatste versie van het Naamgevingsdocument.

Hierbij kunnen de namen van de gekoppelde modellen van boven- naar benedenstrooms achter elkaar worden gezet. De lengte van de namen van de modellen moeten dan echter niet onwerkbaar lang worden en dus is afstemming met RWS-WVL noodzakelijk. De uitgangspunten hiervoor dienen vervolgens ook door RWS-WVL in het naamgevingsdocument te worden opgenomen.

2.1.2 Factsheet (modelschematisaties) of release notes (software)

Indien er nieuwe ontwikkelingen en/of modellen zijn, dan wordt een beschrijving hiervan toegevoegd aan de zogeheten factsheet van de modelschematisatie. Deze factsheet bevat een algemene beschrijving van een samenhangende set van modellen (bijvoorbeeld de hydrodynamische modellen van de Belgische Maas). Deze factsheet en de bijbehorende modelschematisatie(s) worden, afhankelijk van toestemming van de betreffende gebiedsbeheerder, vervolgens opgenomen op de website van de Helpdesk Water. Na oplevering van nieuwe (functionaliteiten in) software wordt de release samengesteld, getest (testbank) en voorzien van versienummer. Als documentatie worden release notes opgesteld en de gebruikers- en installatiehandleiding worden bijgewerkt.

2.1.3 Opname in Subversion bij Deltares

Bij Deltares worden modelschematisaties en software in een versiebeheersysteem (Subversion) opgeslagen. Schematisaties zijn hierin met een bepaalde structuur en met bijhorende meta-informatie (o.a. rapportages) opgenomen. Bij software gaat het om de broncode, executables en/of documentatie. Daarnaast zijn voor een aantal softwarepakketten ook gestandaardiseerde en geautomatiseerde testbanken opgenomen in het kader van beheer, om nieuwe functionaliteiten en aanpassingen in de software te testen. Daarnaast wordt bij sommige softwarepakketten de veranderingen ook getoetst met behulp van praktijk modelschematisaties.

2.1.4 Helpdesk Water

2.1.4.1 Modelschematisaties

Op de website van de Helpdesk Water² is een overzicht te vinden van de modelschematisaties van Rijkswaterstaat die ook voor toepassingen buiten Rijkswaterstaat gebruikt kunnen worden. De modelschematisaties zijn per gebied geordend. Via deze website zijn modelschematisaties aan te vragen ("Aanvraagformulier Modelschematisaties"). Ook kunnen gebruikers er terecht voor algemene vragen en het melden van onregelmatigheden en problemen ("Meldingsformulier Modelschematisaties"). Deze aanvragen en meldingen worden vervolgens door de Servicedesk Modelschematisaties bij Deltares geregistreerd in een issue-trackingsysteem en afgehandeld. Ook zijn op de Helpdesk Water de Factsheets per model, het Rivierkundig Beoordelingskader en het Kader Toepassing Netwerkmodellen Water en Scheepvaart te vinden. Voor de beheergebiedsoverschrijdende modellen moet binnen RWS en samen met de gebiedsbeheerder worden afgesproken of deze wel of niet via de Helpdesk Water uitgeleverd mogen/moeten worden. Indien de modellen worden opgenomen, dient de structuur van de website hierop te worden aangepast.

2.1.4.2 Software

Via de Helpdesk Water³ kan de gebruiker voor software een vraag of verzoek indienen. Dit wordt vervolgens door de helpdesk bij Deltares geadministreerd, aangestuurd en opgevolgd met behulp van een issue-trackingsysteem. De gebruiker wordt bij een verzoek tot informatie geadviseerd, bij een probleem of verstoring geholpen met een work-around en eventueel uiteindelijk voorzien van een patch of (volledige) release. Verzoeken voor nieuwe functionaliteit worden genoteerd en met de contactpersoon bij RWS besproken in het periodiek overleg in het kader van dit project.

² <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/applicaties-modellen/modelschematisaties/>

³ <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/applicaties-modellen/applicaties/>

2.2 Onderhoud (actualisatie)

2.2.1 Modelschematisaties

De modellen van RWS die in beheer en onderhoud zijn worden regelmatig geactualiseerd, zodat ze zo goed mogelijk de actuele situatie representeren. Daarnaast gaat het bij actualisatie om fouten herstellen en andere kleine aanpassingen aan het model (waarbij in principe geldt dat dergelijke aanpassingen niet van invloed mogen zijn op de kalibratieresultaten). Ook een veranderde vraag voor toepassing van het model kan leiden tot aanpassing van de modelschematisatie. Om de verschillen ten opzichte van de vorige versie van het model in kaart te brengen, wordt een standaard set van randvoorwaarden doorgerekend (een soort van testbank voor de modelschematisatie). Een actualisatie of modelverbetering leidt altijd tot een nieuwe versie van het model, die vervolgens weer moet worden opgenomen in de modellenbibliotheek van RWS. Voor de beheergebiedsoverschrijdende modellen zullen afspraken moeten worden gemaakt wie er verantwoordelijk is voor het onderhoud van het model. Bij voorkeur is dit de (buitenlandse) gebiedsbeheerder, maar dit is in lang niet alle gevallen haalbaar. Niet overal heeft de gebiedsbeheerder namelijk zelf een geschikt model van het gebied, of hij gebruikt andere software dan RWS. Ook kan het zijn dat beheerder geen belang heeft om een model bij te werken op de manier zoals die door RWS gewenst wordt.

Om te voorkomen dat modellen verouderen of fouten niet hersteld worden, is het in dat geval raadzaam als RWS zelf (jaarlijks) een actualisatie laat uitvoeren. Hiervoor is het noodzakelijk dat specifieke datasets beschikbaar zijn (o.a. geometrische aanpassingen en meetdata voor kalibratie/validatie).

Voor een aantal van de bestaande beheergebiedsoverschrijdende modellen zal bovendien een initiële onderhoudsslag moeten worden uitgevoerd, voordat ze goed in beheer kunnen worden genomen.

2.2.2 Software

Onderhoud bestaat uit het (proactief) verhelpen van verstoringen (in de te verwachten werking) en het up-to-date houden van de software op de vigerende hardware, operating systemen en randprogrammatuur. Daarnaast wordt ook de testbank beheerd voor de software. De testbank wordt gebruikt bij het uitbrengen van een release om te garanderen dat door het onderhoud geen fouten worden geïntroduceerd.

2.3 Ontwikkeling

2.3.1 Modelschematisaties

Er is sprake van "ontwikkeling" als er schematisaties voor nieuwe gebieden worden opgezet, als hetzelfde gebied met een wezenlijk andere resolutie wordt beschreven of als er wezenlijk andere methoden en technieken worden gebruikt dan voorheen (in schematisatie of software). Daarnaast kan ook een veranderde vraag voor toepassing van het model kan leiden tot gewenste aanpassingen van de modelschematisatie. In algemene zin leiden ontwikkelingen tot een nieuwe generatie van het model en gaan deze gepaard met kalibratie en/of validatie. Uitbreidingen van het gebied, maar met toepassing van dezelfde methoden en technieken als het basisgebied, leidt niet tot een nieuwe generatie. Vaak kan daarbij volstaan worden met een kalibratie van een deelmodel, of bij geringe veranderingen is helemaal geen kalibratie nodig. Een validatieberekening kan worden gebruikt om de noodzaak van kalibratie aan te tonen. Een herkalibratie leidt altijd tot een nieuwe versie van het model die vervolgens weer moet worden opgenomen in de modellenbibliotheek van RWS.

Net als voor onderhoud geldt hier dat voor de beheergebiedsoverschrijdende modellen per model afspraken moeten worden gemaakt over wie er verantwoordelijk is voor het initiëren en uitvoeren van nieuwe ontwikkelingen. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met de data die hiervoor nodig is.

2.3.2 Software

Ontwikkeling van (nieuwe) functionaliteiten leidt tot een nieuwe release van de software. De testbank wordt ook uitgebreid om in het vervolg te kunnen garanderen dat de nieuwe functies blijven werken. De release wordt in beheer genomen.

2.4 Buitenlandse partners

Gegeven het principe dat onderhoud en ontwikkeling van beheergebiedsoverschrijdende modellen moet liggen bij de betreffende beheerders, is het nuttig hiervan een overzicht te hebben. Juist omdat het beheer van deze modellen nog niet volledig is ingericht en de verantwoordelijkheden per land kunnen verschillen, is nog niet voor elk gebied precies bekend wie als beheerder van het model voor een specifiek gebied kan optreden. RWS is verantwoordelijk voor het onderhouden van de contacten met de buitenlandse partners. De onderstaande lijst vormt een eerste aanzet voor een overzicht van bij modelontwikkeling en -gebruik betrokken buitenlandse partners, en is waarschijnlijk eerder te uitgebreid dan te beperkt.

2.4.1 België

- Hydrologisch Informatiecentrum (HIC) binnen het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) te Borgerhout, onderdeel van het departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW). Het HIC beheert het meetnet en ontwikkelt modellen voor de bevaarbare wateren in Vlaanderen.
- De Vlaamse Waterweg nv: agentschap van de Vlaamse overheid dat de waterwegen in Vlaanderen beheert.
- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), specifiek de afdeling Operationeel Waterbeheer. De VMM beheert het meetnet en ontwikkelt modellen voor de onbevaarbare wateren in Vlaanderen.
- Service Public de Wallonie Mobilité et Infrastructures (SPW), specifiek de afdeling Direction de la Gestion hydrologique binnen het Département Expertises hydraulique et Environnement. De SPW beheert het Waalse meetnet en is belast met het maken van verwachtingen.
- Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI): federaal weerinstituut.
- Université de Liège: voert onderzoek uit naar de modellering van het Maasstroomgebied.
- Université catholique de Louvain (UCLouvain): verantwoordelijk voor Hydromax, de door SPW gebruikte software voor operationeel voorspellen.

2.4.2 Duitsland

Verschillende instanties houden zich op federaal niveau bezig met waterbeheer, met name ten behoeve van transport over water:

- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG). De BfG is een federaal kennisinstituut dat zich bezighoudt met het beschrijven, modelleren en verzamelen van data ten aanzien van de bondswaterwegen. BfG ondersteunt WSV, onder andere met operationele waterberichtgeving ten behoeve van scheepvaart.
- Bundesanstalt für Wasserbau (BAW): federaal kennisinstituut voor waterbouw ter ondersteuning van de WSV.
- Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV): uitvoeringsinstantie belast met het federaal waterwegbeheer.

Op het niveau van de landsregering zijn verder van belang:

- Bundesamt für Kartografie und Geodäsie (BKG): verantwoordelijk voor alle aspecten van kartografie en geodesie.
- Deutscher Wetterdienst (DWD). De DWD is het Duitse weerinstituut en levert meteorologische verwachtingen ten behoeve van de operationele waterberichtgeving.

In Duitsland zijn de deelstaten belast met de hoogwaterberichtgeving⁴ en verantwoordelijk voor de gebiedsbeschrijving binnen de dijk. De volgende instanties kunnen van belang zijn:

- Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN);
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NrW);
- Landesamt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen (LÖBF);
- Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG);
- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW);
- Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU Bayern);
- Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU RP);
- Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz (LVerGeo);
- Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland (LUA Saarland);
- Wasserverband Obere Lippe (WOL);
- Wasserverband Eifel-Rur (WVER);
- Ruhrverband (RV);
- Emschergenossenschaft / Lippeverband (EGLV).

2.4.3 Frankrijk

- La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), voor de regio's Grand Est en Hauts de France. Dit zijn uitvoeringsinstanties van het Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES) en het Ministère de la Cohésion des Territoires (MCT). Vanuit de DREAL's worden meetgegevens beschikbaar gesteld voor gebruik in RWsOS-Rivieren.
- Université de Lorraine: hydrologische modellering van het Maasstroomgebied.
- IRSTEA: onderzoeksinstituut, onderdeel van het ministerie van Onderzoek.
- Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents (EPAMA): coördineert onderzoek naar het voorkomen van overstromingen op het Franse deel van de Maas.
- Météo-France: nationaal weerinstituut; stelt meetgegevens beschikbaar voor gebruik in RWsOS-Rivieren.

2.4.4 Luxemburg

- Administration de la gestion de l'eau (AGE). AGE is de uitvoeringsinstantie van het ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement voor integraal waterbeheer.

2.4.5 Zwitserland

- Bundesamt für Umwelt (BAFU). De BAFU is het federaal agentschap voor aan het milieu gerelateerde zaken. Het is onder andere verantwoordelijk voor waterstands- en afvoermetingen; deze worden in RWsOS-Rivieren operationeel gebruikt.
- Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz: nationaal weerinstituut.

2.4.6 Landoverstijgend

- Internationale Commissie voor de Hydrologie van de Rijn (CHR).
- Internationale Maascommissie (IMC). De landen en gewesten die participeren in de IMC zijn op niveau van de uitvoeringsinstanties een verdrag overeengekomen voor het uitwisselen van data.
- Vlaams Nederlandse Bilaterale Maascommissie (VNBM). De VNBM is een overleg op hoog ambtelijk niveau ter verbetering van de structuur van de Vlaams-Nederlandse samenwerking met betrekking tot de Maas. Haar taken omvatten Maasgerelateerde kwesties op het vlak van beleid en beheer.

⁴ met gezamenlijke presentatie op <https://www.hochwasserzentralen.de/>

- Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC). In de VNSC werken Vlaanderen en Nederland samen aan een duurzaam en vitaal Schelde-estuarium.
- EMODNET - bathymetrie: Ontwerp en levering van een geharmoniseerd digitaal terrein model voor Europese zeegebieden/regio's.

3 Beschrijving software

Een modelschematisatie kan niet los worden gezien van de modelsoftware waarmee het model gedraaid kan worden. Naast het beheer en onderhoud van de modelschematisaties dient daarom ook het beheer en onderhoud van de benodigde softwarepakketten goed geregeld te worden. Hierbij dient specifiek aandacht te zijn voor de functionaliteiten die voor de beheergebiedoverschrijdende modellen van belang zijn. In dit hoofdstuk komende verschillende softwarepakketten aan bod en wordt per pakket aangegeven welke activiteiten er nodig zijn in het kader van beheer, onderhoud en ontwikkeling in het kader van het gebruik voor de beheergebiedoverschrijdende modelschematisaties.

3.1 Baseline

3.1.1 Inleiding

De vigerende versie (eind 2020) is Baseline 6: Dit is een ArcGIS-applicatie waarmee ruimtelijke modelschematisaties voor D-HYDRO (Delft3D Flexible Mesh) en SWAN gemaakt kunnen worden. Baseline slaat ruimtelijke gegevens zo op dat deze kunnen worden omgezet in de betreffende modelschematisaties, dwarsprofielen en ruwheden.

De voorgaande versie is Baseline 5 en hiermee kunnen ruimtelijke modelschematisaties voor WAQUA, Delft3D Flow en SWAN worden gemaakt. Met de overstap naar Baseline 6 (ende zesde generatie modelschematisaties) vervalt de optie om invoer voor WAQUA schematisaties af te leiden.

3.1.2 Beheer, onderhoud en ontwikkeling

Dit softwarepakket is al opgenomen in beheer en onderhoud voor RWS bij Deltares en er zijn geen extra activiteiten nodig voor het gebruik in combinatie met beheergebiedoverschrijdende modellen.

3.2 SOBEK 3

3.2.1 Inleiding

SOBEK 3 is een softwareomgeving voor het modelleren van rivieren, delta's, afvoer- en irrigatiesystemen en stormopzet en bevat componenten voor de simulatie van 1D- en 2D-hydrodynamica, neerslag-afvoerprocessen en sturing.

In RWsOS wordt met SOBEK 3 alleen 1D-hydrodynamicasommen gedaan. In het kader van GRADE is het voor het binnendijkse gebied van essentieel belang om uit te gaan van een 2D-aanpak om de stromingspatronen en berging in het achterland goed te kunnen modelleren. Daartoe wordt in SOBEK3 een koppeling gemaakt tussen het 1D-model van de rivier (dwarsprofielen) en een 2D (D-Flow FM uit de D-HYDRO suite) model van het binnendijkse gebied.

3.2.2 Beheer en onderhoud

Dit softwarepakket is al opgenomen in beheer en onderhoud. Echter voor het gebruik van de beheergebiedoverschrijdende modellen wordt specifieke functionaliteit in de SOBEK 3-software gebruikt. Dit betreft:

- 1 Koppelen van 2D-model (D-Flow FM) aan 1D-netwerk (D-Flow 1D) binnen SOBEK 3.
- 2 “Mergen” modellen in SOBEK 3, hetwelk nodig is om buitenlandse modellen aan Nederlandse modellen te kunnen koppelen

Deze functionaliteiten zijn al beschikbaar in de huidige software, alleen dient gewaarborgd te worden dat deze functionaliteit in de toekomst blijft functioneren. Hiervoor dienen aparte testprocedures te worden uitgevoerd bij een nieuwe software release waarin deze specifieke functionaliteiten worden getest. Daarnaast moeten de gekoppelde modellen worden opgenomen in de testbank, zodat gemonitord kan worden of er geen ongewenste veranderingen optreden bij een nieuwe release van de software. Bij het testen moet niet alleen worden gekeken of de bestaande modellen goed draaien, maar ook of het koppelen van de modellen naar behoren functioneert (o.a. de procedure van het aan elkaar koppelen van modellen en het aanmaken van 1D2D-flow links).

3.2.3 Ontwikkeling

Hiervoor zijn op dit moment geen activiteiten voorzien vanuit de toepassing voor de beheergebiedsoverschrijdende modellen.

3.3 SOBEK-RE

3.3.1 Inleiding

SOBEK-River / Estuary (SOBEK-RE) is in het verleden ontworpen voor eenvoudige en complexe riviersystemen en estuaria. Het simuleert de waterstromen, de waterkwaliteit en morfologische veranderingen in riviersystemen, estuaria en andere soorten alluviale kanaalnetwerken. De software is intussen verouderd en opgevolgd door SOBEK 3. De SOBEK-RE modellen binnen RWS zijn (en worden) daarom zoveel mogelijk al vervangen door SOBEK 3-modellen (software en modelschematisatie). Binnen GRADE wordt echter ook nog gebruik gemaakt van een SOBEK-RE model (alleen de "sobeksim.exe" versie 2.0).

3.3.2 Beheer en onderhoud

Dit softwarepakket is al in beheer en onderhoud bij Deltares (ook omdat het Beslis Ondersteunend Systeem van de Maeslantkering nog met een SOBEK-RE model werkt). Er zijn op dit moment geen extra activiteiten nodig voor het gebruik in combinatie met beheergebiedsoverschrijdende modellen. De software is intussen verouderd en opgevolgd door SOBEK 3 en wordt dus bij voorkeur zo spoedig mogelijk uitgefaseerd.

3.4 D-HYDRO

3.4.1 Inleiding

De D-HYDRO Suite is de opvolger van Simona (Waqua, Triwaq) en Delft3D 4 voor toepassing op de Nederlandse markt. D-HYDRO Suite maakt het mogelijk om simulaties te maken van overstromingen, stormvloed, orkanen, golven, wateroverlast door hevige neerslag, sediment transport en morfologie, waterkwaliteit en ecologie. Bovendien kan het de wisselwerking tussen deze processen modelleren.

3.4.2 Beheer en onderhoud

Dit softwarepakket is al in beheer en onderhoud en er zijn op dit moment geen extra activiteiten nodig voor het gebruik in combinatie met beheergebiedsoverschrijdende modellen.

3.4.3 Ontwikkeling

Hiervoor zijn op dit moment geen activiteiten voorzien voor toepassing binnen de beheergebiedsoverschrijdende modellen.

Naast het doen van 2D en 3D simulaties is het in principe ook mogelijk om binnen de D-HYDRO Suite 1D modellen op te zetten (dit is dus niet hetzelfde als een SOBEK 3-model). Het vooruitzicht op een mogelijke integrale koppeling tussen 1D en 2D modellen binnen de D-HYDRO Suite is echter, met name op het gebied van de User Interface, op dit moment niet echt hoopvol.

Als in de toekomst echter wel wordt overgestapt van SOBEK 3 naar 1D modelschematisaties binnen D-HYDRO, dan is er extra aandacht nodig voor het koppelen van modellen (zowel lateraal als longitudinaal), zoals nu binnen SOBEK 3 is benoemd.

3.5 HBV-96

3.5.1 Inleiding

Het pakket HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning, 'waterbalansmodel voor het agentschap hydrologie') is commerciële software, ontwikkeld door het SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 'Zweeds instituut voor meteorologie en hydrologie'). Het implementeert een specifiek concept voor een semi-gedistribueerde beschrijving van hydrologische processen. Hierin is per proces (bijv. sneeuwsmelt, infiltratie, etc.) een responsfunctie gedefinieerd, waarbij binnen een stroomgebied per hoogteklaas verschillende coëfficiënten kunnen worden gehanteerd. De term HBV wordt zowel voor de software als het concept gebruikt. Hoewel oorspronkelijk ontwikkeld voor toepassing in Zweden geniet het wereldwijd populariteit. De binnen RWsOS en GRADE gebruikte versie betreft HBV-96 (Bergström, 1995; Lindström, 1997).

Een nadeel van het HBV-concept is dat het in grote mate leunt op kalibratie. Modelparameters zijn niet eenduidig te koppelen met veldgegevens, terwijl hiervan de laatste jaren (vanuit aardobservatie) steeds betere datasets beschikbaar komen.

3.5.2 Beheer, onderhoud en ontwikkeling

Voor de HBV-96-software is geen sprake van B&O. Omdat het een product van SMHI betreft, valt dit buiten het kader van de SLA met Deltares.

Dit heeft een aantal nadelige consequenties. Zo is er (behoudens de beschrijving in de wetenschappelijke literatuur) bij Deltares geen inzicht in de exacte implementatie van het HBV-concept in de HBV-96-software, wat afregeling en analyses van modeluitkomsten bemoeilijkt. Verder is de gebruikte programmatuur (HBV-96 versies 7.1.5, 7.1.7 en 7.1.11 uit 2007-2008) gedateerd en is er geen mogelijkheid de software aan te passen of uit te breiden.

Ook is geen loket beschikbaar voor (operationele) ondersteuning bij problemen, terwijl deze zich wel voordoen⁵.

3.6 Wflow

3.6.1 Inleiding

Wflow is het door Deltares ontwikkelde softwarepakket voor het modelleren van hydrologische processen volgens een ruimtelijk gedistribueerde (grid-gebaseerde) methode. Wflow functioneert daarbij als platform waarbinnen verschillende modelconcepten te definiëren zijn. Zoals in hoofdstuk 4 verder is uitgewerkt, gaat het voor de modellen van RWS om de concepten HBV-96 (zie hierboven), Flex-Topo⁶ (De Boer-Euser, 2017) en SBM (Soil Bucket Model; Vertessy & Elsenbeer, 1999) Op dit vlak verschilt het Wflow-platform dus van de software HBV-96, waarmee alleen volgens het HBV-96-concept gerekend kan worden.

Het pakket wordt toegepast voor het analyseren van overstromingsproblematiek, droogte, de effecten van klimaatverandering en wijzingen in landgebruik. Ook wordt het operationeel toegepast in combinatie met Delft-FEWS, o.a. als pilottoepassing in RWsOS-Rivieren, in het operationele voorspelsysteem voor de Sava (zijrivier van de Donau) en in het door Deltares ontwikkelde GLObal Flood Forecasting Information System (GLOFFIS)

⁵ Het meest recente voorbeeld (ticket M190811464) hiervan is een probleem waarbij de HBV-software zonder aanwijsbare oorzaak plotseling tien maal zo veel rekentijd vergde, waardoor de doorlooptijd van ensembleberekening onaanvaardbaar werd. Hier wordt omheen gewerkt door de berekeningen te paralleliseren.

⁶ Binnen het wflow framework wordt naar het FLEX-Topo concept gerefereerd als "Topoflex", maar vanwege consistentie met de literatuur over dit concept wordt binnen RWsOS-Rivieren de naam FLEX-Topo gebruikt.

3.6.2 Beheer en onderhoud

Wflow is een open-source-product⁷ en wordt voortdurend doorontwikkeld door Deltares. De code wordt gratis ter beschikking gesteld, maar voor een gecompileerde versie, ondersteuning en onderhoud dient een contract te worden afgesloten; zie hieronder. Daarmee krijgen gebruikers de beschikking over de laatste updates en (tijdens kantooruren) toegang tot de helpdesk. De huidige stabiele versie is wflow 2019.1

Wflow B&O-pakket	Aantal uren ondersteuning	k€ excl. btw
“Basic”	8	4
“Advanced”	16	6
“Professional”	40	10

3.6.3 Ontwikkeling

De huidige ontwikkeling van de software is onder andere gericht op het toepassen van aardobservaties om grootschalige hydrologische modellen af te leiden. Daarnaast wordt gewerkt aan de uitbreiding van te simuleren hydrologische processen. Vanuit de softwaregebruikersgemeenschap klinkt verder de roep om een versnelling van de software, om zo grotere modeldomeinen en/of hogere ruimtelijke resolutie binnen acceptabele tijd te kunnen doorrekenen. Dit noopt mogelijk tot een (grondige) herziening van het rekenhart.

3.7 RTC module

3.7.1 Inleiding

De afkorting RTC staat voor Real-time Control en heeft betrekking op een verzameling van een aantal zwak aan elkaar gerelateerde softwarepakketten voor het implementeren van operationele sturing. De twee belangrijkste lijnen zijn:

- 1 RTC-Tools 2.x: op Python gebaseerde programmatuur voor het oplossen van optimalisatieproblemen met meerdere doelfuncties. Het wordt o.a. gebruikt in RWsOS-IWP en in de Quick Water Allocation Scan Tool (QWAST). Voor het Nationaal Hydrologisch Model wordt de inzet ervan nog onderzocht. Dit pakket is voor Rijkswaterstaat in beheer en onderhoud bij Deltares.
- 2 RTC-Tools 1.4: op C++ gebaseerde programmatuur voor het oplossen van optimalisatieproblemen met een enkele doelfunctie, alsook voor het afhandelen van op regels gebaseerde sturing. Het wordt nu nog gebruikt in RWsOS-IWP, maar zal daarin uiteindelijk geheel vervangen worden door RTC-Tools 2.x. Een van RTC-Tools 1.4 afgeleide module is opgenomen in D-HYDRO als D-RTC.

De hier bedoelde software betreft een op JAVA gebaseerde voorloper van RTC-Tools 1.4. Deze wordt bij Rijkswaterstaat alleen binnen RWsOS-Rivieren toegepast, namelijk voor het simuleren van het gedrag van de Rurtalsperre (Roerdaldam bij Heimbach) op basis van vaste operationele regels.

3.7.2 Beheer, onderhoud en ontwikkeling

Voor de op JAVA gebaseerde RTC-module is geen sprake van B&O. Aangezien de software sterk verouderd is en slechts beperkt wordt toegepast, is inbeheername niet wenselijk. In plaats daarvan zou onderzocht moeten worden hoe de functionaliteit overgezet kan worden naar reeds beheerde programmatuur. Een optie daarvoor is RTC-Tools 2.x. Dat zou dan om de ontwikkeling van een simulatie-modus (naast de bestaande optimalisatie-modus) vragen.

⁷ <https://github.com/openstreams/wflow/>

3.8 OpenDA

3.8.1 Inleiding

OpenDA is een open interfacestandaard voor (en gratis implementatie van) een set tools om snel data-assimilatie en kalibratie voor willekeurige numerieke modellen te implementeren. OpenDA wil het gebruik van data-assimilatie en kalibratie stimuleren door de implementatiekosten te verlagen en de uitwisseling van software tussen onderzoekers en eindgebruikers te verbeteren.

3.8.2 Beheer, onderhoud en ontwikkeling

Dit softwarepakket is al in beheer en onderhoud en er zijn op dit moment geen extra activiteiten nodig voor het in beheer nemen van beheergebiedsoverschrijdende modellen.

4 Beschrijving modelschematisaties

In dit hoofdstuk komen de verschillende modelschematisaties aan bod en wordt per modelschematisatie aangegeven welke activiteiten er nodig zijn in het kader van beheer, onderhoud en ontwikkeling. Daarbij wordt ook een indicatieve begroting gepresenteerd. Voor sommige activiteiten is de omvang nog in die mate onbekend dat een onder- en bovengrens is geschat voor het benodigde budget. Zodra een dergelijke activiteit nader uitgewerkt wordt, zal de schatting worden verfijnd.

In dit werkplan worden de gebieden Rhein, Meuse, Rur en Vechte behandeld. Hoewel ook (deels) buiten Nederland gesitueerd, worden modellen voor de Noordzee, Schelde en Eems in onderstaande niet verder uitgewerkt. Voor de eerste twee is beheer en onderhoud goed geregeld, voor de Eems is er geen hoge prioriteit vanuit de toepassing binnen RWS. Dit kan in een later stadium alsnog worden opgepakt.

In bijlage A is een overzichtlijst opgenomen met de huidige beschikbare beheergebiedsoverschrijdende modellen. Deze worden in onderstaande in detail besproken. De Nederlandse hydrodynamische modellen bevatten vaak al een deel van de rivier bovenstrooms van de grens (Rijn tot Emmerich, Maas tot Lixhe, Overijsselse Vecht tot Emlichheim) om de bovenstroomse randen goed op te kunnen leggen zonder last te hebben van randeffecten. Voor de morfologische modellen liggen de randen nog verder bovenstrooms (voor de Rijn bij Xanten (huidige DVR model in Delft3D-Flow), voor de Maas ligt de gewenste rand bij Monsin). Ook voor het Landelijk SOBEK-model (LSM) ligt de bovenstroomse rand voor de Maas verder bovenstrooms, namelijk bij Monsin vanwege het mee kunnen nemen van de invloed van de afspraken uit het Maas-afvoeroverdrag. Het beheer en onderhoud van het model vanaf de grens tot de bovenstroomse rand is over het algemeen minder goed geregeld dan de rest van het model.

4.1 Hydrodynamica Rhein

4.1.1 Inleiding

De Rhein begint in de huidige hydrodynamische modelschematisaties vanaf Maxau of Andernach. In de toekomst ligt de rand misschien bij Basel. De benedenrand voor de Rhein ligt bij Lobith (maar de modellen lopen vaak door tot aan de Pannerdensche Kop). De Nederlandse modellen beginnen vanaf Emmerich (hydrodynamisch) of Xanten (morfologisch) en bevatten dus al een klein deel van de Duitse Rijn.

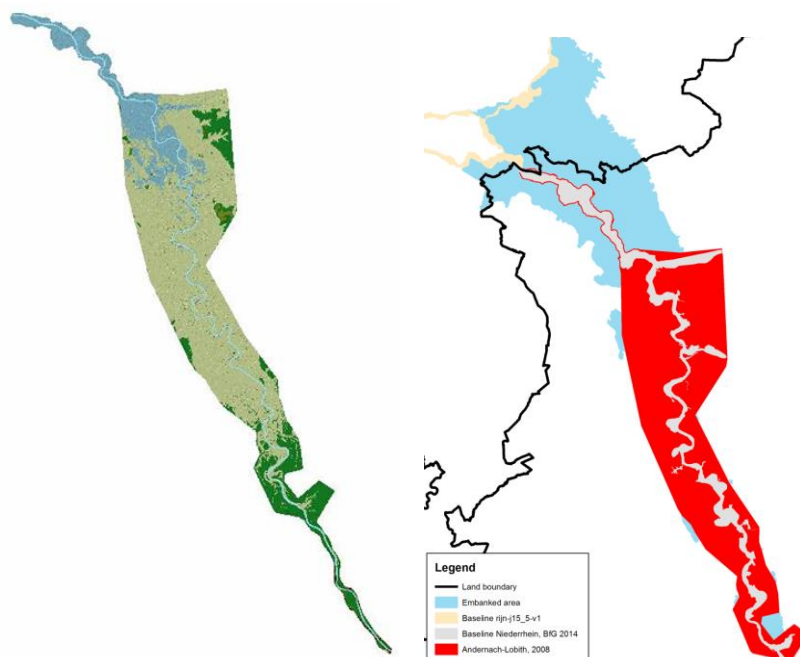
4.1.2 Baseline

4.1.2.1 Inleiding

Er zijn Baseline-schematisaties van het buitendijks en binnendijks gebied⁸ beschikbaar die de situatie van 2005 en 1995 beschrijven, zie Figuur 4.1 links (Bouwmeester & Meijer, 2006). Deze schematisaties worden op dit moment niet meer actief toegepast binnen RWS, maar er zijn wel WAQUA-modellen van afgeleid.

Voor het buitendijkse deel van Andernach tot Pannerdensche Kop is door de BfG ook een Baseline-achtige database beschikbaar gesteld die de toestand van ongeveer 2012 beschrijft. Deze is alleen gemaakt voor het afleiden van 1D-profielen met Gis2Prof. Binnen GRADE is deze database (ad hoc) vertaald naar Baseline 5 (zie grijze contour in Figuur 4.1 rechts), maar hier is verder niet naar gekeken en hij wordt nergens voor gebruikt. Voor het buitendijkse deel wordt nu namelijk gewerkt met profielen zoals aangeleverd door de BfG.

⁸ Buitendijks van Andernach tot Lobith, binnendijks van Andernach tot Wesel.



Figuur 4.1 Links: Baseline-schematisatie Andernach-Lobith, situatie 2005. Rechts: Overzicht beschikbare Baseline schematisaties (LievenceCSO, 2017).

Voor het binnendijks gebied is een Baseline 5-database beschikbaar (LievenceCSO, 2017). Deze bestaat uit één database voor het Nederlandse en Duitse deel (zie blauwe en rode contour in Figuur 4.1 rechts), samengesteld uit een basisschematisatie en 5 Baseline-maatregelen. De naamgeving van deze schematisatie vergt aandacht: de in sectie 2.1.1 voorgestelde naamgeving voor gekoppelde modellen volstaat niet, omdat de samengestelde naam onwerkbaar lang zou worden.

4.1.2.2 Beheer

Het beheer van de Baseline-schematisaties en maatregelen kan gecombineerd opgepakt worden met de WAQUA-schematisaties en met de SOBEK 1D2D-schematisatie. Zie aldaar.

4.1.2.3 Onderhoud en ontwikkeling

De Baseline-5 schematisatie voor het binnendijks gebied is samengesteld uit verschillende eerdere databases en overige databronnen. Er is daarin een groot verschil in detail zichtbaar (met name overlaten, gebouwen, hoogwatervrije terreinen). Het is vanuit hydraulisch oogpunt wenselijk om dit meer te uniformeren. Daarnaast zitten er op verschillende plaatsen gaten in de overlaten die eigenlijk gedicht moeten worden. Verder dient de schematisatie regelmatig te worden geactualiseerd wanneer er (belangrijke) veranderingen in het gebied hebben plaatsgevonden die invloed hebben op de hydrodynamica. Dit dient in samenhang te gebeuren met het doel van de schematisatie.

De Baseline-database voor het binnendijkse gebied is opgezet in opdracht van RWS met behulp van verschillende Duitse en Nederlandse databronnen. RWS is daarom in eerste plaats verantwoordelijk voor actualisatie en verbeteringen van deze database.

Een eventuele omzetting naar Baseline 6 is op dit moment nog niet voorzien en is op dit moment buiten beschouwing genomen.

Activiteit	Prio	k€ excl. btw
Verbeteren Baseline + schematisatie (zie aanbevelingen)	3	5-10
Actualisatie Baseline (indien data beschikbaar)	4	7-15
Uitbreiding model naar Maxau (en Basel)	5	25-50

4.1.3 WAQUA

4.1.3.1 Inleiding

Er zijn twee WAQUA-modellen beschikbaar vanaf Andernach naar Lobith (De Jooode, 2007) die gebaseerd zijn op de twee bovengenoemde Baseline-schematisaties voor dit gebied (Bouwmeester & Meijer, 2006). Deze modellen worden nauwelijks toegepast binnen RWS, maar recentelijk is wel een vraag⁹ gesteld die het beste met dit model kon worden beantwoord, aangezien dit het enige beschikbare 2D model is van dit gebied. Er blijken echter meerdere versies van het model in omloop te zijn.

4.1.3.2 Beheer

Omdat nu niet duidelijk is welke versie vigerend is, worden deze modellen bij voorkeur in beheer genomen (nadat er is kortgesloten welke versie dit betreft). Dit dient te gebeuren in combinatie met de bijbehorende Baseline-schematisaties. De modellen en schematisaties worden in ieder geval opgenomen in Subversion (inclusief metadata). Er dient nog te worden kortgesloten of het ook noodzakelijk is om hiervoor een PvO op te stellen en een factsheet te maken.

Activiteit	Prio	k€ excl. btw
Schematisaties opschonen en opslaan in Subversion	1	1
PvO baseline + WAQUA	1	3
Factsheet baseline + WAQUA	1	3

4.1.3.3 Onderhoud en ontwikkeling

Het model is opgezet in een samenwerking tussen de BfG, LANUV NRW en RWS en deze partijen zijn daarom samen verantwoordelijk. De BfG is echter de beheerder van het gebied en is daarmee hoofdverantwoordelijke. Gezien de beperkte toepassing zijn er echter geen verdere ontwikkelingen voorzien.

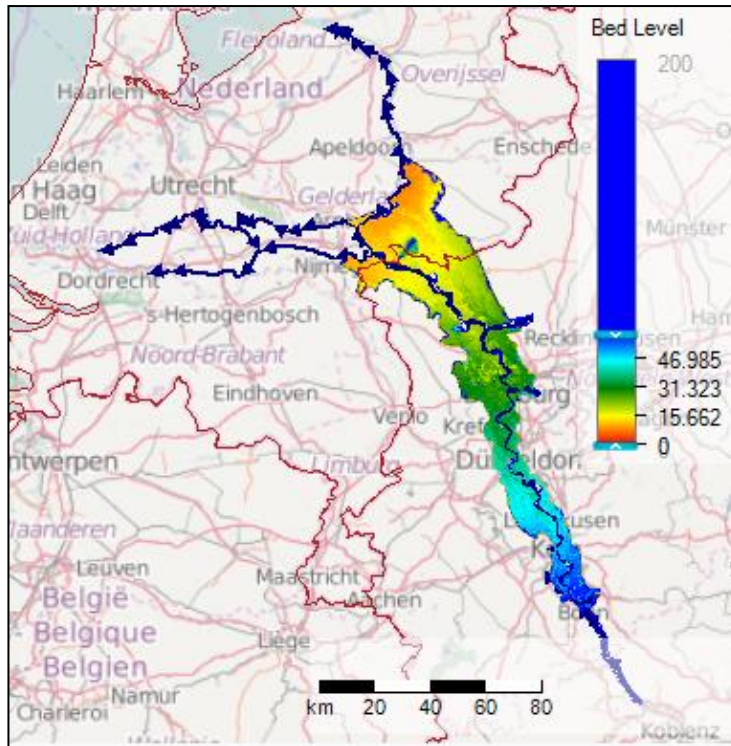
4.1.4 SOBEK 1D2D

4.1.4.1 Inleiding

Binnen GRADE wordt gebruik gemaakt van een 1D2D-model van de Rhein (Figuur 4.2). Dit overlapt deels met het SOBEK 3-model dat in RWsOS wordt toegepast. Vanwege het verschil in toepassing is ervoor gekozen de twee applicaties in losse hoofdstukken te beschrijven, maar hier al wel de gedeelde ontstaansgeschiedenis te schetsen.

Voor het 1D-deel van het 1D2D-model diende het SOBEK 2 model van de BfG (HKV Hydrokontor, 2014, aangepast door Meijer & Weidema, 2017) als basis. Dit loopt van Iffezheim naar Pannerdensche Kop. Het deel vanaf Maxau is omgezet naar SOBEK 3 en vervolgens zijn hier verschillende aanpassingen aan gedaan (De Jong, 2015). Hier zijn twee modellen uit voortgekomen: DuitseRijn_1.0 (rekenpuntafstand ca. 200m) en DuitseRijn_1.0_coarse (rekenpuntafstand ca. 500 m), zie Figuur 4.3. Vervolgens is het model DuitseRijn_1.0 verder aangepast en is het deels opnieuw gekalibreerd (Becker, 2017), resulterend in DuitseRijn_1.3. Voor het 1D2D-model wordt daarvan alleen het deel tussen Andernach en Lobith gebruikt. Het 2D-deel van het model is gebaseerd op de bovengenoemde Baseline 5-database voor het binnendijks gebied (LievenceCSO, 2017).

⁹ Wat zijn de consequenties van een andere instelling van het Regelwerk Pannerden op de waterstanden in Duitsland?.



Figuur 4.2 Het gekoppelde 1D2D-model. Donkerblauw met pijlen: riviertakken in 1D. Geleurd deel: Potentieel overstromingsgebied in 2D. Het hele model opgezet in hetzelfde coördinatenstelsel: ETRS 1989/ UTM zone 32N met 6 cijfers.

4.1.4.2 Beheer

Voordat het model in beheer kan worden genomen, moeten de volgende acties worden uitgevoerd:

- 1 Omzetten naar een recente officiële SOBEK 3 versie (In maart 2020: 3.7.17).
- 2 Controleren van aansturing kunstwerken bij extreme afvoeren.

Er wordt op dit moment nog gekeken naar het wel of niet meenemen van de aanwezige grondwatertakjes. De conclusie hieruit moet vervolgens opgenomen worden in het model. Daarnaast is het wenselijk om de hoge afvoer maatregel Flutmulde Rees en de profielen bij de samenvloeiing van zijtakken te verbeteren.

Daarna moet het SOBEK 1D2D model worden opgenomen in Subversion (inclusief rapportage). Verder moet er nog een PvO worden opgesteld (in combinatie met de Baseline schematisatie) en een factsheet worden opgesteld.

Activiteit	Prio	k€ excl. btw
Omzetten naar officiële SOBEK-versie	1	2-3
Checken van aansturing kunstwerken bij extreme afvoeren.	1	2-3
Meenemen grondwatertakjes	2	5-10
Verbeteren Flutmulde Rees en profielen samenvloeiing takjes	2	5-10
Opschonen modellen en schematisaties en opslaan in Subversion	1	2
PvO Baseline + SOBEK 1D2D	1	3
Factsheet Baseline + SOBEK 1D2D	1	4-5

4.1.4.3 Onderhoud en ontwikkeling

In Becker (2019) worden verschillende aanbevelingen gedaan voor verbetering van het model. Er dient bekeken te worden welke hiervan in de toekomst moeten worden meegenomen.

Een uitbreiding van het GRADE model naar Basel is gepland voor de komende jaren in het kader van GRADE. Dit bestaat uit meerdere stappen:

1. Uitbreiding van het 1D2D SOBEK3 model tussen Maxau en Andernach. Dit kan op basis van het 1D SOBEK 3-model uit RWsOS en een nieuwe Baseline schematisatie voor het binnendijkse gebied tussen Maxau en Bingen (concept is opgeleverd door Lieveense en wordt nu (april/mei 2020) gereviewed). Tussen Bingen en Andernach is geen data voor het binnendijks gebied noodzakelijk omdat hier het Rijn dal heel nauw is.
2. Uitbreiding van het 1D2D SOBEK 3 1D2D tussen Basel en Maxau. Hier heeft de BfG recentelijk een 1D SOBEK 2-model gebouwd met alle stuwen erin. Stand van zaken en kwaliteit van dit model is niet bekend. Eén jaar geleden was het nog niet af en de BfG was nog met allerlei problemen bezig. Zij stonden wel open voor ons interesse aan dit model. De verwachting is dat er zelfs als er een werkend SOBEK 1D-model wordt aangeleverd er nog geïnvesteerd moet worden in een werkend 1D SOBEK3 model. Daarna is nog uitbreiding naar 1D2D noodzakelijk.

De actualisatie van het 1D-deel van het model is afhankelijk van de BfG. Zij zijn verantwoordelijk voor de onderliggende data en kunnen met behulp van GIS2Prof nieuwe profielen aanleveren. Het 2D-deel van het model dient te worden geactualiseerd indien er aanpassingen in de onderliggende Baseline-schematisatie worden gedaan.

Om het model geschikt te maken voor overstromingskaarten of het bepalen van overstromingsrisico, moet het rooster op bepaalde locaties worden verfijnd en is het wenselijk om 1D elementen toe te voegen in het 2D-deel die dienen als 'snelle routes' voor het water, maar niet in het grove rooster passen. Hiervoor is het echter noodzakelijk dat ook het huidige 1D-deel wordt omgezet naar D-Flow FM 1D. Hiervoor moet worden samengewerkt met waterschappen Rijn & IJssel en Rivierenland als beheerder van het binnendijkse gebied.

Activiteit	Prio	k€ excl. btw
Bepalen standaardrandvoorwaarden voor verschilanalyse	2	3-4
Actualisatie profielen (indien data beschikbaar)	3	6-10
Validatie (per keer, indien data beschikbaar)	2	12-20
Uitbreiding model naar Maxau ¹⁰	4	25-50
Toevoegen 1D-takjes voor overstromingsmodellering (wanneer software geschikt)	4	30-50

4.1.5 SOBEK 3

4.1.5.1 Inleiding

Binnen RWsOS wordt een SOBEK 3-model van de Rhein toegepast. Dit is gebaseerd op DuitseRijn_1.3, beschreven in de vorige paragraaf. Hieraan zijn nog een paar aanpassingen gedaan, zoals het vergroten van de rekenpuntafstand (Fujisaki, 2016) en het model is vervolgens gekoppeld met het officiële SOBEK3-Rijntakken model van RWS.

De belangrijkste verschillen tussen het SOBEK 3-Rheinmodel in RWsOS-Rivieren en het 1D-deel in GRADE zijn:

- Dekking: RWsOS-Rivieren rekt vanaf Maxau, GRADE vanaf Andernach.
- Resolutie rekenpunten: in RWsOS-Rivieren 500 m, in GRADE 200 m (dwarsprofielen zijn in principe wel hetzelfde, maar bij de rekenpunten voor 500 meter wordt er een profiel geïnterpoleerd ter plekke van het rekenpunt).

¹⁰ Raming voor uitbreiding naar Basel is op dit moment nog niet mogelijk.

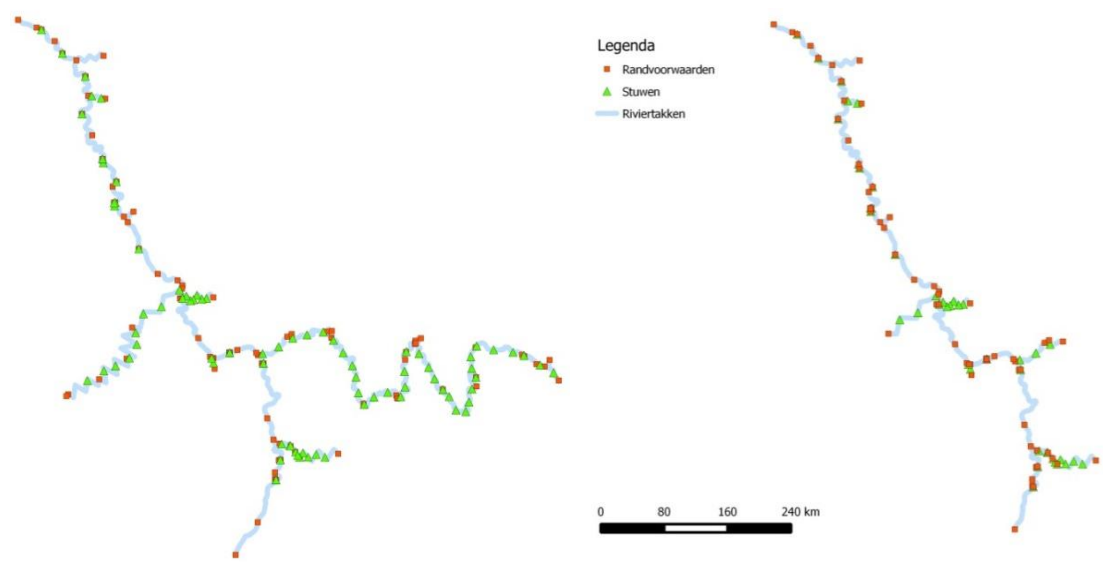
Daarnaast zijn er op dit moment nog de volgende extra verschillen, die bij voorkeur gelijk worden getrokken.

- Binnen GRADE zijn/worden een aantal zaken aangepast/verbeterd die moeten worden doorgevoerd binnen RWsOS-Rivieren.
- In GRADE zitten dijkdoorbraaktakjes wat resulteert in extra knopen.

4.1.5.2 Beheer

Het huidige model moet worden opgenomen in Subversion (inclusief rapportage), zowel los als gekoppeld met de Nederlandse SOBEK3-Rijntakken modelschematisatie. Het voorstel is om dit op te splitsen in twee modellen, één voor het traject Maxau-Andernach en één voor het traject Andernach-Lobith. Voor elk domein wordt één basismodel gehanteerd met een bepaalde resolutie (de fijnste), daaruit wordt het andere model afgeleid door het opleggen van een nieuw rekenrooster. Verder moet er nog een PvO worden opgesteld en een factsheet worden gemaakt.

Activiteit	Prio	k€ excl. btw
Opsplitsen model	1	2
Schematisaties opschonen en opslaan in Subversion	1	3
PvO SOBEK 3	1	3
Factsheet	1	3



Figuur 4.3 Model DuitseRijn_0.2 (links, zelfde dekking als het SOBEK 2-model van de BfG) en model DuitseRijn_1.0 (rechts).

4.1.5.3 Onderhoud en ontwikkeling

Als de definitieve versie van het SOBEK 1D2D vanuit GRADE beschikbaar is, moet er een vergelijking worden gedaan en eventuele verbeteringen worden doorgevoerd (dit heeft alleen betrekking op het traject Andernach-Lobith). Op termijn wil GRADE ook rekenen vanaf Maxau. Het 1D-deel wordt dan waarschijnlijk opnieuw bekeken en verbeterd/aangepast. Daarna is opnieuw afstemming nodig. In de aanbevelingen is een werkwijze opgenomen hoe om te gaan met aanpassingen van het model.

Als er een nieuwe versie van het Nederlandse Rijntakken of het Rhein-model beschikbaar komt, moeten deze modellen aan elkaar worden gekoppeld voor gebruik binnen RWsOS. Hiervoor dient een standaard werkwijze te worden vastgesteld en standaard testsommen te worden gedefinieerd.

De profielen die in het SOBEK 3-model zijn opgenomen zijn afkomstig van de BfG en deze is dan ook verantwoordelijk voor het beheer en de eventuele actualisatie hiervan. De overige modelopzet in SOBEK 3 is geoptimaliseerd voor gebruik door RWS en hiervoor wordt de verantwoordelijkheid dan ook bij RWS gelegd.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Verbeteringen GRADE overnemen	1	2-4
Opstellen werkwijze hoe om te gaan met verbeteringen/actualisaties	1	3
Versnellen model	1	6-10
Update geometrie (op basis van SOBEK 1D2D)	3	3-5
Koppelen modellen (per keer)	1	4
Bepalen standaardrandvoorwaarden voor verschilanalyse	2	3

4.1.6 SOBEK-RE

4.1.6.1 Inleiding

Binnen GRADE wordt een SOBEK RE-model van de Rhein toegepast, zie Hegnauer & Becker (2013). Het SOBEK-RE Rijn model in GRADE bevat de Rijn van Maxau tot Pannerdensche Kop en de benedenstroomse delen van de Neckar (61,3 km), Main (12,2 km), Nahe (3,5 km), Lahn (30,9 km), Mosel (51,6 km), Sieg (8,4 km), Ruhr (13,2 km) en Lippe (22,4 km). Er is een model met dijkovertopping (deze bevat potentiële overstromingsgebieden achter de dijken) en een model zonder dijkovertopping. De modellen beschrijven de situatie van 2010 (HKV, 2011). Alleen het model met dijkovertopping wordt nog toegepast binnen GRADE.

In GRADE wordt het SOBEK-RE model nog steeds ingezet op de volgende manier:

- Berekening van alle (50.000) afvoergolven met de jaarmaxima van Lobith met SOBEK-RE Maxau-Lobith.
- Voor alle afvoergolven met afvoeren van > 14.500 m³/s bij Andernach: herberekening met SOBEK3 1D2D vanaf Andernach

4.1.6.2 Beheer

Het huidige model moet worden opgenomen in Subversion (inclusief rapportage). Vanwege de beperkte toepassing en gewenste uitfasering wordt voorgesteld er geen PvO en factsheet voor te maken.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Schematisaties opschonen en opslaan in Subversion	1	1-2

4.1.6.3 Onderhoud en ontwikkeling

De BfG is beheerder van het gebied en is daarmee hoofverantwoordelijke. Gezien de ontwikkeling van SOBEK (1D2D) modellen zijn er echter geen verdere ontwikkelingen voorzien.

4.1.7 OpenDA

4.1.7.1 Inleiding

Binnen RWsOS-Rivieren wordt op het SOBEK 3-model van het gekoppelde Rijnmodel data-assimilatie toegepast om betere schattingen af te leiden voor de initiële conditie.

Daarvoor wordt gebruik gemaakt van OpenDA als schil om SOBEK-3. De methode van assimileren betreft het ensemble Kalman filter (EnKF). De details van de implementatie zijn opgenomen in OpenDA-configuratiebestanden. De startconfiguratie is afgeleid op basis van de instellingen zoals beschreven door Weerts en anderen (2010), die nog met DATools, de voorloper van OpenDA, werkten. Vervolgens is de configuratie in de loop der jaren op ad-hoc basis aangepast naar aanleiding van door de gebruikers gerapporteerde problemen.

4.1.7.2 Beheer en onderhoud

De EnKF-configuratie wordt nu niet in samenhang ontwikkeld met het SOBEK 3-model. Omdat succesvolle toepassing van EnKF afhankelijk is van een passende beschrijving van modelonzekerheden, is dit onwenselijk. Omdat de configuratie alleen betekenis heeft in combinatie met het SOBEK 3-model, wordt voorgesteld deze ook in het beheer zo veel mogelijk gezamenlijk te benaderen, en dus voor wat betreft PvO en factsheet aan te sluiten bij het SOBEK 3-model.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Configuratie opslaan in Subversion	1	1
PvO (SOBEK 3 +) OpenDA	1	1
Factsheet (SOBEK 3 +) OpenDA	1	1

4.1.7.3 Ontwikkeling

Voor de huidige instellingen is vastgesteld dat deze in gemiddelde zin tot een betere verwachting leiden (Zhang, 2018), maar gebruikers geven niettemin aan dat het gedrag bij individuele verwachtingen soms gekenmerkt wordt door kunstmatige (niet-fysische) golven. Onduidelijk is of de oorspronkelijk gehanteerde uitgangspunten nog steeds van toepassing zijn op het huidige model. Daarom is onderzoek nodig naar verbetermogelijkheden van de huidige opzet van het ensemble Kalman Filter in OpenDA. Hiervoor is in het KPP-project RWSOS 2020 in budget voorzien.

Omdat de data-assimilatie specifiek gericht is op het verbeteren van voorspellingen, ligt de verantwoordelijkheid voor deze functionaliteit bij RWS.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Onderzoek verbetering configuratie (in KPP-RWSOS 2020)	1	20-30

4.2 Hydrologie Rhein

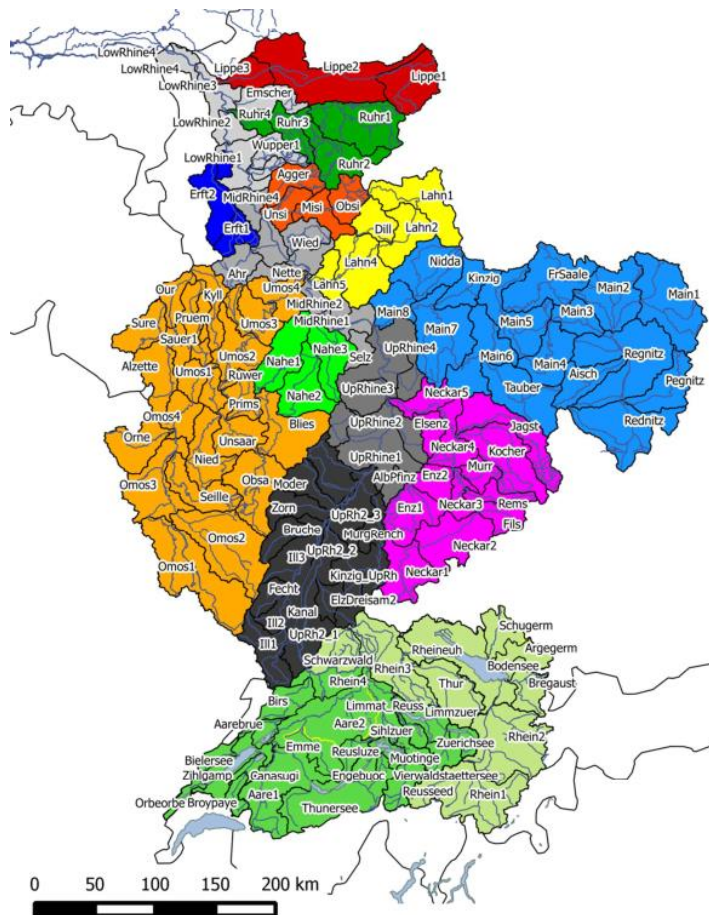
4.2.1 HBV-96

4.2.1.1 Inleiding

Van het HBV-96-model van de Rijn bestaan meerdere varianten. De belangrijkste verschillen hierin zijn het aantal deelstroomgebieden waarmee het stroomgebied wordt beschreven (134 of 148) en de gehanteerde tijdstap (dag of uur). Daarbij heeft de variant met 148 deelgebieden extra detaillering in het Zwitserse deel van Rijn, met name een betere voorstelling van de grote meren (Figuur 4.4).

De oorsprong van de huidige schematisaties ligt in het model ontwikkeld door de BfG (2005), dat uit 134 deelgebieden bestond en gericht was op hoogwatersimulaties. Het model is later door SMHI in samenwerking met de BfG opnieuw gekalibreerd (Berglöv, 2009) om het beter te laten aansluiten op operationeel gehanteerde data.

Binnen RWSOS wordt het HBV-model met 134 gebieden met uur-tijdstappen gebruikt voor de operationele voorspellingen. De laatste update aan dit model betreft een herkalibratie van de aan sneeuw gerelateerde parameters (Sperna en Meissner, 2011).



Figuur 4.4 Schematisatie van de Rijn in HBV, op basis van 148 deelstroomgebieden. Figuur overgenomen van Hegnauer & Becker (2013).

Uitgaande van het model van Berglöv (2009) met dag-tijdstappen is het model voor GRADE op verschillende vlakken aangepast (Hegnauer en Becker, 2013). Daarbij is het uitgebreid naar 148 deelgebieden om een betere representatie van de (gereguleerde) Zwitserse meren mogelijk te maken. Ook is het opnieuw gekalibreerd op basis van een GLUE (Generalized Likelihood Uncertainty Estimation) analyse. Het resultaat hiervan zijn meerdere sets parameters, overeenkomend met percentielen van 5, 25, 50, 75 en 95% in de kansverdeling. Op basis van de resultaten van GRADE is voor gebruik binnen RWsOS ook een model opgezet met 148 deelgebieden en uur-tijdstappen (Perwitasari, 2015; Davids en anderen, 2015). Dit model is specifiek gericht op laagwatersituaties en draait vanaf 2015 als pilot mee in het operationele RWsOS systeem. Deze pilot dient voornamelijk alleen ter vergelijking met de andere modellen en niet voor berichtgeving.

4.2.1.2 Beheer

De HBV-96-schematisaties van de Rijn voor RWsOS en GRADE moeten worden opgenomen in Subversion (inclusief rapportage). Verder moet er nog een PvO¹¹ opgesteld en kan een factsheet worden gemaakt.

Activiteit	Prio	k€ excl. btw
Schematisaties opslaan in Subversion	1	2
PvO	1	3
Factsheet	2	3

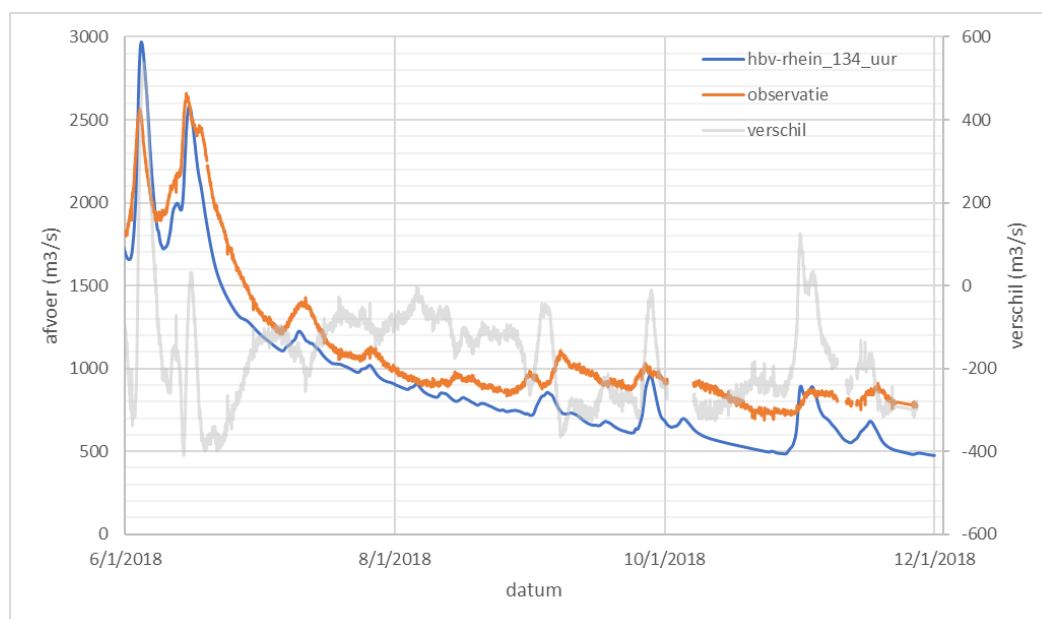
¹¹ Voor GRADE 2.0 en 2.1 is al een PvO, waarin deze schematisaties vermeld zijn.

4.2.1.3 Onderhoud en ontwikkeling

In de oorspronkelijke opzet van de BfG (2005) werd gebruikgemaakt van een optie om water bij hoge afvoeren uit het systeem te verwijderen. Op die manier konden kalibratieresultaten verbeterd worden. In de modellen voor GRADE is deze functionaliteit verwijderd, omdat de keuze vanuit fysisch oogpunt niet goed te verdedigen valt. Verder bleken in het oorspronkelijke model bepaalde tabellen onvoldoende bereik te hebben, waardoor bij extreme neerslag het model geen resultaat meer gaf. Ook dit is voor GRADE gecorrigeerd. Beide tekortkomingen zijn in de voor RWSOS gebruikte varianten echter niet verholpen. Aangeraden wordt om dit voorafgaand aan inbeheername alsnog te doen, mede gezien de geringe inspanning waarmee dit gepaard gaat. Verder laat de nauwkeurigheid van het RWSOS-model (Figuur 4.5 geeft een eerste indruk ter illustratie) volgens gebruikers te wensen over, in elk geval onder laagwatercondities. Aangeraden wordt om keuzes ten aanzien van ontwikkeling van de HBV-modellen in samenhang te beschouwen met de recente ontwikkelingen op het vlak van wflow (navolgende sectie). De vraag die voorligt is of HBV-96 gebruikt blijft worden door en voor RWS of dat overgestapt kan worden op wflow.

Bij hydrologische modellering kan voor het verwerken van gebiedskenmerken vaak gebruik gemaakt worden openbare data die voor een groot gebied beschikbaar zijn (uit aardobservatie). Waar dat niet volstaat zullen gegevens betrokken moeten worden van de betreffende gebiedsbeheerders. Omdat de verantwoordelijkheid voor het Rijnstroomgebied bij een groot aantal beheerders ligt en omdat deze voor de hydrologische modellering zelf geen HBV-96 (meer) gebruiken, zal Rijkswaterstaat zelf verantwoordelijk zijn voor onderhoud en ontwikkeling van de HBV-modellen voor de Rijn.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
GRADE verbeteringen doorvoeren in RWSOS	1	2



Figuur 4.5 Vergelijking van de afvoer bij Lobith tussen het HBV model van de Rijn (uur-tijdstappen en 134 deelgebieden) en metingen voor de periode van 1 juni tot 1 december 2018. In lichtgrijs is het verschil geplot (rechter-as). Duidelijk is dat afwijkingen in de orde van 100 m³/s kunnen optreden, ook voor langer aaneengesloten periodes. Hierbij moet opgemerkt worden dat voor operationele voorspellingen correcties op basis van metingen worden doorgevoerd, zodat de uiteindelijke voorspelling minder onnauwkeurig is.

4.2.2 Wflow HBV en wflow SBM

4.2.2.1 Inleiding

Rijkswaterstaat heeft middels een bijdrage aan het Europese Horizon 2020-project IMPREX (IMproving PRedictions and management of hydrological EXtremes) bijgedragen aan de ontwikkeling van kennis ten aanzien van hydrologisch modelleren. Dit heeft geresulteerd in een tweetal in wflow opgezette modellen voor het Rijnstroomgebied: een op basis van het HBV- en de tweede op basis van het SBM-concept (Soil Bucket Model; Vertessy & Elsenbeer, 1999). In de eerste fase van het project is gewerkt aan het gedistribueerde wflow HBV model voor de Rijn, dat is afgeleid door het direct overnemen van de parameters uit de semi-gedistribueerde HBV-96 modellen die in RWSOS en GRADE worden toegepast. Ter validatie van het wflow platform zijn de modellen onderling vergeleken. Daaruit is naar voren gekomen dat de prestaties vergelijkbaar zijn, zelfs zonder verdere kalibratie van wflow HBV.

Vervolgens is gewerkt aan het opzetten van het wflow SBM-model. Ten opzichte van wflow HBV is het voordeel dat in het SBM-concept in grotere mate gebruik gemaakt kan worden van bestaande recente ruimtelijke informatiebronnen (o.a. MODIS Leaf Area Index, CORINE landgebruik, SRTM hoogtekaart, SoilGrids bodemkaarten op 250m). Hierbij worden zogenoemde pedotransfer-functies¹² toegepast, zoals in de wetenschappelijke literatuur beschreven (bijv. Samaniego en anderen, 2017). Door deze werkwijze zijn er minder parameters af te regelen en presteert het model ook zonder kalibratie zeer behoorlijk.

Het model kan op verschillende resoluties opgezet worden (variërend van 1.2 km tot 4.8 km) doordat gebruik gemaakt wordt van een slimme schaling bij het vertalen van de ruimtelijke broninformatie naar de modelparameters.

4.2.2.2 Beheer

De onder IMPREX ontwikkelde wflow HBV en wflow SBM-modellen voor de Rijn moeten als startversie worden opgenomen in Subversion, inclusief rapportage, die nu bestaat uit verschillende wetenschappelijke publicaties.

De huidige modellen zijn niet gebaseerd op een officiële versie van de wflow-software. Aan wflow zijn de laatste tijd veel verbeteringen aangebracht, onder andere voortkomend uit het IMPREX-project. Het is daarom aan te bevelen de schematisaties te porteren naar laatste wflow-release. Voor het wflow HBV-model van de Rijn betreft dat enkel het testen van de schematisatie onder de nieuwste software. In het geval van het SBM-model kan het model opnieuw worden afgeleid op basis van de achtergrondkaarten en de inmiddels in wflow aanwezige scripts. Omdat deze kaarten zich niet tot het Rijnstroomgebied beperken, kan het SBM-model meteen worden afgeleid voor het hele Rijn-Maasstroomgebied. Aanbevolen wordt om voor dit gebied de modellen voor 4 resoluties (1.2, 2.4, 3.6 en 4.8 km) af te leiden en in beheer te nemen. Hiermee ontstaat flexibiliteit in de modelkeuze: er is een model beschikbaar met hoge resolutie, maar relatief lange rekentijd voor deterministische verwachtingen, alsook modellen met lagere resolutie en kortere rekentijd voor ensembleverwachtingen en lange beleidssommen. Op dit moment is onduidelijk welke resoluties in de verschillende applicaties zullen worden toegepast. Om dat te bepalen is nog onderzoek nodig naar het effect van de resolutie op de nauwkeurigheid en simulatietijd (zie volgende sectie). Voor dat onderzoek zijn in elk geval alle vier de resoluties nodig.

Tot slot moeten nog PvO's worden opgesteld en factsheets worden gemaakt.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Schematisaties opslaan in Subversion	1	3
wflow-HBV naar de laatste versie van wflow	2	3
wflow-SBM opnieuw afleiden o.b.v. laatste versie van wflow	1	3
PvO's	1	3
Factsheets	1	5

¹² Pedotransfer-functies voorspellen bepaalde bodemeigenschappen met behulp van gegevens uit bodemonderzoeken.

4.2.2.3 Onderhoud en ontwikkeling

Uit de diverse deelstudies in IMPREX is tevens gebleken dat de neerslagschattingen in de Alpen aan de lage kant zijn. Dit speelt vooral in de wintermaanden, waardoor de sneeuwschattingen te laag uitvallen en uiteindelijk de meerstanden tijdens de smeltperiode worden onderschat. Dit is met name van belang voor laagwatercondities/droogte. Voor operationele doeleinden is dit te verhelpen door assimilatie met metingen van meerstanden en/of afvoeren in het Zwitserse deel van de Alpen. Ook kan gedacht worden aan de assimilatie van sneeuw. Voor toepassing in GRADE zal de waterbalans in de Zwitserse Alpen verder onderzocht moeten worden, mogelijk in samenwerking met MeteoSwiss.

De coëfficiënten van de pedotransfer-functies zijn nu gekozen op basis van wetenschappelijke literatuur. Dit werkt goed in algemene zin, maar door de coëfficiënten specifiek voor de Rijn te kalibreren kunnen de resultaten verbeteren, zowel voor RWsOS als GRADE. Dit werk kan mogelijk deels met MSc studenten gedaan worden.

Daarnaast is het nuttig het effect van resolutie nader te onderzoeken om nauwkeurigheid en simulatietijd goed tegen elkaar te kunnen afwegen.

Ten aanzien van de verantwoordelijkheid geldt hetzelfde als hierboven opgemerkt voor HBV-96. Waar nodig zullen gegevens betrokken moeten worden van de gebiedsbeheerders, maar voor het model zal RWS zelf verantwoordelijk zijn, omdat wflow door de gebiedsbeheerders niet wordt gebruikt.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Data-assimilatie voor wflow-SBM	2	15-20
Verbeteren waterbalans Alpen	2	50-60
Kalibratie pedotransfer-functies	2	35-40
Onderzoek effect resolutie	2	30-35

4.3 Data-gebaseerde modellen Rhein

4.3.1 Inleiding

Voor de waterberichtgeving wordt naast de proces-gebaseerde modellen gebruik gemaakt van data-gebaseerde modellen. Specifiek is voor de waterstandsverwachting bij Lobith sinds de jaren '80 een meervoudig lineair regressie (MLR)-model voorhanden. In RWsOS-Rivieren wordt het model gebruikt als basis voor de eerste twee dagen van de eindverwachting voor Lobith. Het MLR-model dat nu operationeel draait is beschreven door Haag (2012); zie aldaar en het werk van Parmet en Sprokkereef (1997) voor een overzicht van eerdere versies. In het KPP-project RWsOS 2019 is het MLR-model opnieuw afgeregeld.

Hiernaast is in 2018 en 2019 door een afstudeerder van de Radboud Universiteit in opdracht van Rijkswaterstaat gewerkt aan een voorspellingsmodel voor de waterstand bij Lobith op basis van een neuraal netwerk (Dijkstra, 2019). Dit model is alleen in concept opgeleverd aan Rijkswaterstaat.

4.3.2 Beheer, onderhoud en ontwikkeling

De toepassing van de beschreven data-gebaseerde modellen beperkt zich tot RWsOS. Door RWS WV-MA zal besloten moeten worden of in dit geval voor de modellen PvO's nodig zijn en of beschikbaarstelling via de Helpdesk Water gewenst is. In elk geval worden hier alvast namen voorgesteld, namelijk "mlr-lobith-j[jaar]-v[versie]" voor het MLR-model (dat informeel "LobithW" of "Model Lobith" heet) en "nn-lobith-j[jaar]-v[versie]" voor het neurale netwerk.

4.4 Hydrodynamica Meuse

4.4.1 Inleiding

Vanaf de zesde-generatie modellen beginnen de Nederlandse modellen vanaf Lixhe en bevatten dus al een klein deel van de Belgische Maas. Hiervoor lag de grens bij Eijsden. Daarnaast wordt de Grensmaas ook gedeeld met België, maar hiervoor is het beheer en onderhoud al prima geregeld. Er vindt hiervoor intensieve samenwerking plaats met De Vlaamse Waterweg nv en HIC. Er is de wens om een morfologisch model voor de Maas op te zetten en hiervoor is een plan van aanpak opgesteld, waarin voorgesteld wordt om de grens bij Monsin neer te leggen. Dit betekent dat een groter deel van de Meuse meegenomen dient te worden.

4.4.2 SOBEK 1D2D

4.4.2.1 Inleiding

Binnen GRADE wordt gebruik gemaakt van een 1D2D-model van de Meuse. Dit overlapt deels met het SOBEK 3-model dat in RWsOS wordt toegepast. Vanwege het verschil in toepassing is ervoor gekozen de twee applicaties in losse hoofdstukken te beschrijven, maar hier al wel de gedeelde ontstaansgeschiedenis te schetsen.

Het SOBEK 3-model van de Belgische Maas loopt van Chooz tot Eijsden. Het is ontstaan door het bestaande model in SOBEK-RE over te zetten naar SOBEK 3.3.1. Hierbij is een simpele kalibratie met de hand uitgevoerd op de modelresultaten van SOBEK-RE (Visser 2015 & 2016). Daarna is het model nog verder verbeterd (sobek-meuse-j99_5-v1) door het bijwerken van de ligging van de rivier naar de werkelijke locatie (op basis van Rongen, 2016), het toevoegen observatiepunten (De Jong, 2017) en het omzetten naar nieuwere SOBEK-versies.

Voor het 1D2D-model zijn aan het SOBEK 3-model een aantal aanpassingen gedaan, zoals het toevoegen van 2D gebieden (Figuur 4.6), zie Van Rongen (2016) en Gao (2017). Hierbij zijn op sommige locaties ook de profielen van het 1D-model versmald, omdat anders de berging dubbel wordt meegenomen¹³.

De dekking van de 2D gebieden is gekozen als de limiet van het gebied dat potentieel kan onderlopen bij een 5000 m³/s afvoergolf (op basis van een terreinanalyse) en een buffer van 100 meter. Langs de Meuse zijn drie verschillende 2D gebieden toegevoegd met een totale oppervlakte van 78,34 km². Het 2D deel is niet gebaseerd op een onderliggende Baseline-schematisatie (zoals voor de Rhein en Vechte wel het geval is), maar op ruwheidsdata (landgebruik) en hoogtedata (DEM) van de SPW (Service public de Wallonie).

Daarnaast wordt een uniforme rekenafstand van 100 meter toegepast in plaats van 500 meter in het 1D-deel.

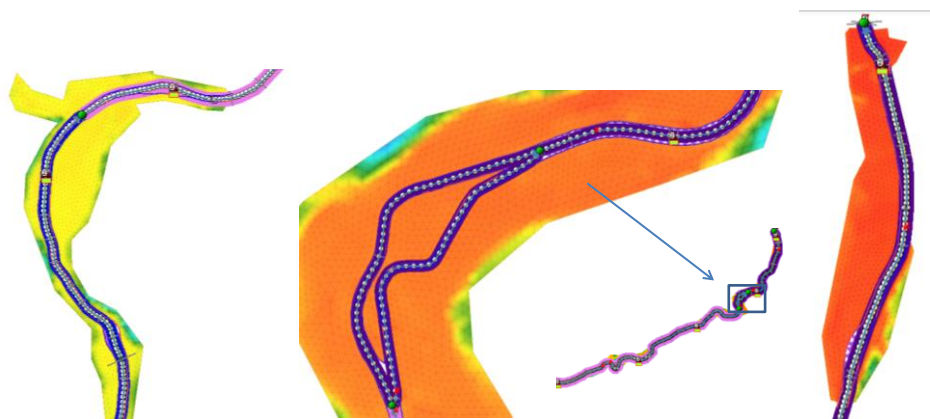
De resultaten van dit gekoppelde 1D2D-model zijn vergeleken met die van het WOLF2D model (2D model van Ampsin tot Maaseik met een 5x5 m of 20x20 m resolutie), zoals beschikbaar vanuit het AMICE project (Dewals en anderen, 2012). Verder is het 1D2D-model via OpenDA gekalibreerd (op data van 2006 en 2007) en gevalideerd (winters 2010/2011, 2011/2012 en 2013/2014) en zijn er hierbij ook een aantal aanpassingen aan profielen gedaan.

4.4.2.2 Beheer

Het SOBEK 1D2D model moet worden opgenomen in Subversion (inclusief rapportage). Verder moet er nog een PvO worden opgesteld en een factsheet worden opgesteld.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Schematisaties opslaan in Subversion	1	2
PvO	1	3
Factsheet	1	3

¹³ Dit betekent dat als alleen het 1D-deel hiervan wordt gebruikt er nu misschien te weinig berging wordt meegenomen.



Figuur 4.6 2D-gebieden in het SOBEK 1D2D model van de Meuse. Links: Bovenstrooms van Namen, Midden: gebied rond Luik, Rechts: zuidelijk van de Nederlandse grens (Herstal tot Eijsden).

4.4.2.3 Onderhoud en ontwikkeling

In Gao (2017) worden een aantal verbeteringen voorgesteld voor het 1D2D-model. In de aanbevelingen van dit werkplan is een werkwijze opgenomen hoe om te gaan met aanpassingen van het model.

De onderliggende data (in eerste instantie alleen voor het 2D deel) is aangeleverd door de SPW. Deze is als gebiedsbeheerder ook verantwoordelijk voor het aanleveren van deze data. Het model zelf is opgezet voor en wordt ook alleen gebruikt door RWS. Voor het model is RWS dus verantwoordelijk.

4.4.3 SOBEK 3 (1D)

4.4.3.1 Inleiding

Het 1D deel van het in de vorige paragraaf beschreven SOBEK 3-1D2D-model voor de Meuse is gekoppeld aan het Nederlandse deel voor toepassing in RWsOS (zie Figuur 4.7).

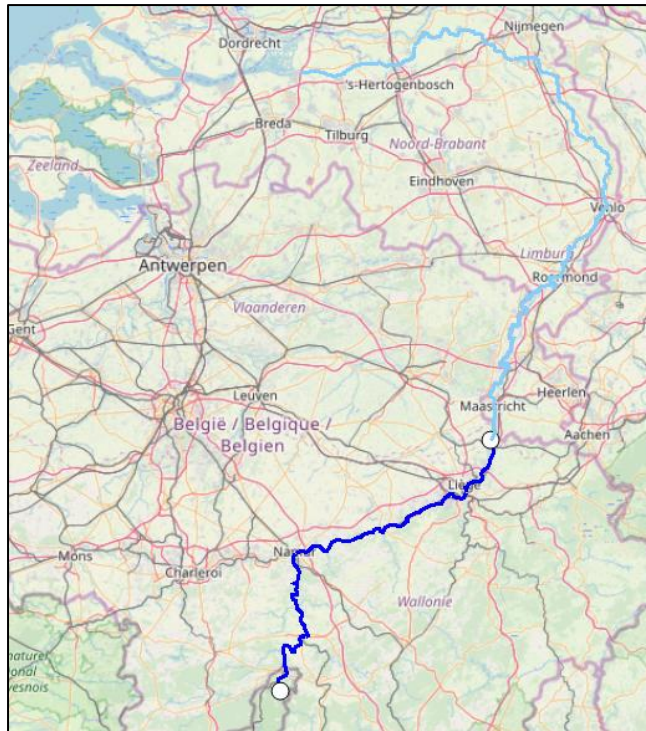
Verder is naast het 1D2D-model binnen GRADE ook een 1D SOBEK 3-model opgezet (dus zonder het 2D-deel) waar zes retentiegebieden aan toe zijn gevoegd om het effect van overstromingen mee te kunnen nemen. Hierdoor wordt de rekentijd significant verlaagd t.o.v. het volledige 1D2D model, alleen zijn de resultaten hiervan nog niet goed genoeg bevonden.

4.4.3.2 Beheer

De 1D-modellen zijn al opgenomen in Subversion (inclusief rapportage), zowel los als gekoppeld met de Nederlandse Maas. Er wordt één basismodel gehanteerd met de fijnste resolutie (100 m), daaruit wordt het grovere model (500 m) afgeleid door het opleggen van een nieuw rekenrooster. De modellen zijn in Subversion echter opgenomen onder 'trunk' en dienen verplaatst te worden naar 'tag'¹⁴, met een definitieve naamgeving. Verder moet er nog wel een PvO worden opgesteld en een factsheet worden gemaakt.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
PvO's	1	3
Factsheet	1	2

¹⁴ Bij de opname van modellen in Subversion wordt onderscheid gemaakt tussen 'tag' en 'trunk'. In 'tag' staan alle officiële definitieve modellen en in 'trunk', modellen die nog geen definitieve status hebben, maar waarvan het wel van belang is dat ze ergens goed zijn vastgelegd.



Figuur 4.7 Schematisatie gekoppelde SOBEK 3-model van de Maas, lopend van Chooz naar Eijsden (donkerblauw) en van Eijsden naar Keizersveer (lichtblauw).

4.4.3.3

Onderhoud en ontwikkeling

Het huidige 1D SOBEK 3-model van de Meuse is een omzetting van een bestaand SOBEK-RE model en het is onduidelijk welke geometrie (bodempligging) hier precies is toegepast. Het is dus wenselijk om de geometrie te actualiseren naar de huidige situatie. Hiervoor is het echter noodzakelijk dat er (lodings)data beschikbaar is vanuit de Waalse partners (hier is RWS-ZN mee bezig).

Daarnaast is het huidige model gekalibreerd op de resultaten van het SOBEK-RE model. Er is nu echter ook meetdata beschikbaar van de Belgische stations en het is wenselijk om het model hierop te kalibreren.

Verder zijn er in het kader van GRADE aanpassingen aan het 1D-deel gedaan. Er dient te worden nagegaan in hoeverre deze moeten worden overgenomen in de officiële versie. In de aanbevelingen is een werkwijze opgenomen hoe om te gaan met aanpassingen van het model.

Als er een nieuwe versie van het Nederlandse Maas of het Meuse-model beschikbaar komt, moeten deze modellen aan elkaar worden gekoppeld voor gebruik binnen RWSOS. Hiervoor dient een werkwijze te worden vastgesteld en standaardsommen te worden gedefinieerd.

Als gebiedsbeheerder is de SPW verantwoordelijk voor het aanleveren van de onderliggende data van het model¹⁵. Het model zelf is opgezet en wordt ook alleen gebruikt door RWS. Voor het model is RWS dus verantwoordelijk.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Opstellen werkwijze hoe om te gaan met verbeteringen/actualisaties	1	3
Update geometrie (indien data beschikbaar)	2	10-20
Kalibratie op metingen	1	15-30
Overnemen verbeteringen GRADE	1	4-7
Koppelen modellen (per keer)	1	4
Bepalen standaardrandvoorwaarden voor verschilanalyse	2	2-3

¹⁵ De lodingsdata van 2019 is al beschikbaar bij RWS-ZN.

4.5 Hydrologie Meuse

4.5.1 HBV-96

4.5.1.1 Inleiding

Het HBV-96-model van de Maas beschrijft het stroomgebied op basis van een indeling in 15 deelstroomgebieden (Figuur 4.8). Van het model bestaan varianten voor operationeel gebruik en voor toepassing in GRADE. In beide gevallen is de basis het model zoals afgeleid door Booij (2002, 2005).

Voor RWsOS is het model voor het laatst gekalibreerd door Van Verseveld (2011), waarschijnlijk op basis van het resultaat van de kalibratie door Van Deursen (2004). Het voor RWsOS gebruikte model rekent met tijdstappen van een uur.

Voor GRADE (Kramer en anderen, 2008; Hegnauer 2013) is het model opnieuw gekalibreerd op basis van een GLUE analyse. Het resultaat hiervan zijn meerdere sets parameters, overeenkomend met percentielen van 5, 25, 50, 75 en 95% in de kansverdeling.

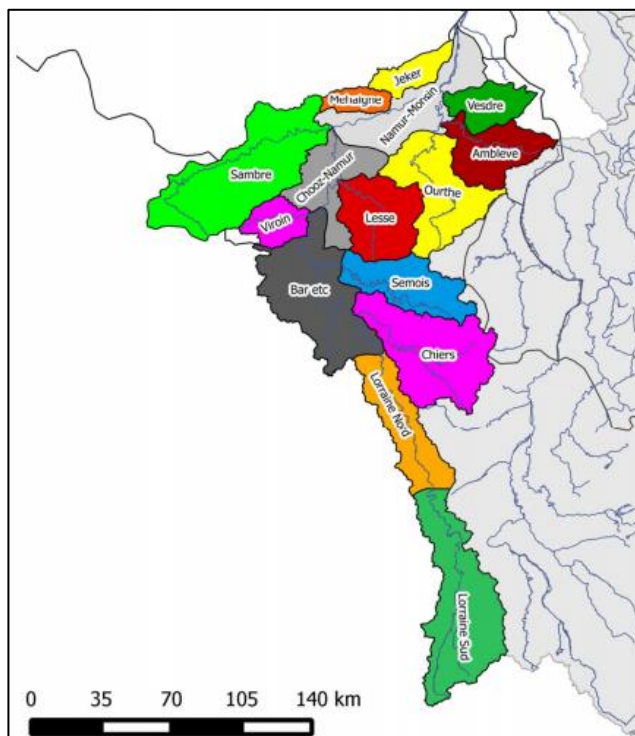
4.5.1.2 Beheer

De HBV-96-schematisaties van de Maas moeten worden opgenomen in Subversion (inclusief rapportage). Verder moet er nog een PvO worden opgesteld en kan een factsheet worden gemaakt.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Schematisaties opslaan in Subversion	1	2
PvO	1	3
Factsheet	1	3

4.5.1.3 Onderhoud en ontwikkeling

Op dit moment zijn geen activiteiten voorzien. Mocht op enig moment wel onderhoud of ontwikkeling nodig zijn, dan is Rijkswaterstaat daarvoor verantwoordelijk.



Figuur 4.8 Schematisatie van de Maas in HBV. Figuur overgenomen van Hegnauer (2013).

4.5.2 Wflow FLEX-Topo

4.5.2.1 Inleiding

Op basis van het werk van De Boer-Euser (2017) is door Deltares een wflow-FLEX-Topo model opgezet voor de (ongedeelde) Maas tot en met Borgharen (Smoorenburg en Bouaziz, 2017). Dit model draait als pilot-toepassing in RWsOS-Rivieren. Wat betreft concept is FLEX-TOPO vergelijkbaar met HBV, maar uitgebreider: binnen een element worden meerdere responsklassen onderscheiden, elk met een eigen modelstructuur voor de onverzadigde zone. De toewijzing van klassen wordt gebaseerd op hoge-resolutie (90m) hoogte- en landgebruik kaarten.

Het FLEX-TOPO-model voor de Maas heeft een resolutie van 1200m en is grof afgeregeld voor laagwatercondities. Ten opzichte van het HBV-96-model kan het FLEX-Topo model in veel deelstroomgebieden de dynamiek bij laagwatercondities beter nabootsen. Vooral de eerste afvoerpieken na een droge periode worden beter gesimuleerd. Een uitgebreider afregeling, om te komen tot een model waarin zowel hoog- als laagwater condities adequaat worden gesimuleerd, is echter nodig om het pilot-stadium van deze schematisatie te ontstijgen.

4.5.2.2 Beheer

Het model moet worden omgezet naar en getest met een officiële versie van wflow. Verder moet de schematisatie in subversion worden opgenomen, een PvO worden opgesteld en een Factsheet worden aangemaakt.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Omzetten naar officiële wflow-versie	2	3-4
Schematisatie opslaan in Subversion	2	1
PvO	2	2
Factsheet	2	3

4.5.2.3 Onderhoud en ontwikkeling

Een verbetermogelijkheid is de bovengenoemde afregeling, maar door de gebruikers is dit nog niet als wens geuit; een kostenschatting hiervoor is daarom nog niet gemaakt. Er zijn ook geen andere wensen bekend.

Omdat het model alleen door Rijkswaterstaat gebruikt wordt ligt de verantwoordelijkheid voor onderhoud en ontwikkeling bij Rijkswaterstaat.

4.5.3 Wflow SBM

Zoals onder het kopje Hydrologie Rhein verder uitgelegd is, is het in IMPREX ontwikkelde SBM-model voor de Rijn ook eenvoudig af te leiden voor het hele Rijn-Maasstroomgebied. Wanneer tijdig voor deze aanpak gekozen wordt, zijn de voor de Rijn genoemde ontwikkelingen (toepassing van data-assimilatie en de kalibratie van pedotransfer-functies) meteen ook voor de Maas te realiseren. Zie verder hierboven onder Hydrologie Rhein.

4.6 Hydrodynamica Rur

4.6.1 SOBEK 3

4.6.1.1 Inleiding

De Roer vanaf meetstation Stah¹⁶ is vanaf het SOBEK 3-model j18-v2 schematisch opgenomen in het model van de Nederlandse Maas, zodanig dat het effect van de Roer als lateraal goed wordt meegenomen. Het gaat dus niet om een correcte schematisatie van de Roer zelf, zie Van der Veen (2018).

4.6.1.2 Beheer

Het model is integraal onderdeel van het Nederlandse Maasmodel en is als zodanig al in beheer opgenomen.

4.6.1.3 Onderhoud en ontwikkeling

Het model is recent ontwikkeld en alleen bedoeld om de Roer als lateraal goed mee te kunnen nemen. Hier zijn verder geen acties nodig.

Eventuele aanpassingen aan de Roer binnen het Maasmodel vallen onder de verantwoordelijkheid van RWS.

4.7 Hydrologie Rur

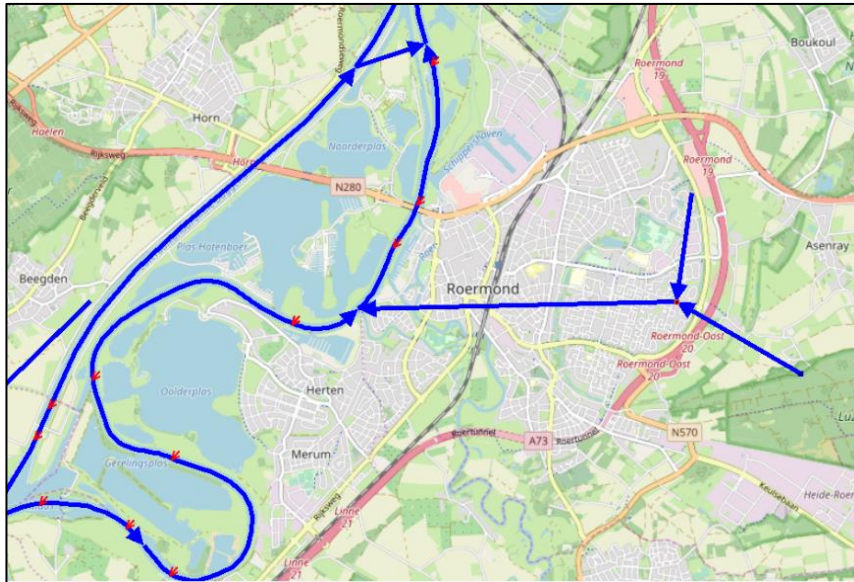
4.7.1 HBV-96 en RTC Module

4.7.1.1 Inleiding

Het HBV-96-model van de Roer beschrijft het stroomgebied op basis van een indeling in 6 deelstroomgebieden. Daarbij wordt het gedrag van de Rurtalsperre gesimuleerd met de RTC Module. De opzet is zodanig dat de uitstroom van één deelstroomgebied de bovenstroomse randvoorwaarde vormt voor de RTC Module, die op zijn beurt de bovenrand vormt voor de overige vijf deelstroomgebieden.

Deze modellen worden alleen toegepast in RWsOS. Over de totstandkoming ervan is bij Deltares niets bekend.

¹⁶ Dit punt ligt net benedenstrooms van de monding van de Worm bij Roerbrug van Heinsberg-Kempen



Figuur 4.9 Schematisatie van de Roer in het SOBEK 3-Maas model.

4.7.1.2 Beheer

De HBV-96-schematisatie van de Rur, alsook de modeldefinitie van de Rurtalsperre in de RTC Module moeten worden opgenomen in Subversion (inclusief rapportage). Verder moet er nog een PvO worden opgesteld en kan een factsheet worden gemaakt.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Schematisaties opslaan in Subversion	1	2
PvO	1	3
Factsheet	2	3

4.7.1.3 Onderhoud en ontwikkeling

Zoals in 3.7.2 opgemerkt wordt aanbevolen te onderzoeken waar de functionaliteit van de verouderde RTC-Module ondergebracht kan worden. Het best wordt dit in samenhang beschouwd met de vraag of HBV-96 gebruikt blijft worden voor de hydrologische modellering, of dat overgestapt wordt op wflow SBM.

Aan het model zijn op dit moment geen verdere ontwikkelingen voorzien. Mocht op enig moment wel onderhoud of ontwikkeling nodig zijn, dan is Rijkswaterstaat daarvoor verantwoordelijk.

4.7.2 Wflow SBM

Zoals onder het kopje Hydrologie Rhein verder uitgelegd is, is het in IMPREX ontwikkelde SBM-model voor de Rijn ook eenvoudig af te leiden voor het hele Rijn-Maasstroomgebied, waaronder de Roer. Zie verder aldaar.

4.8 Hydrodynamica Vechte

4.8.1 Inleiding

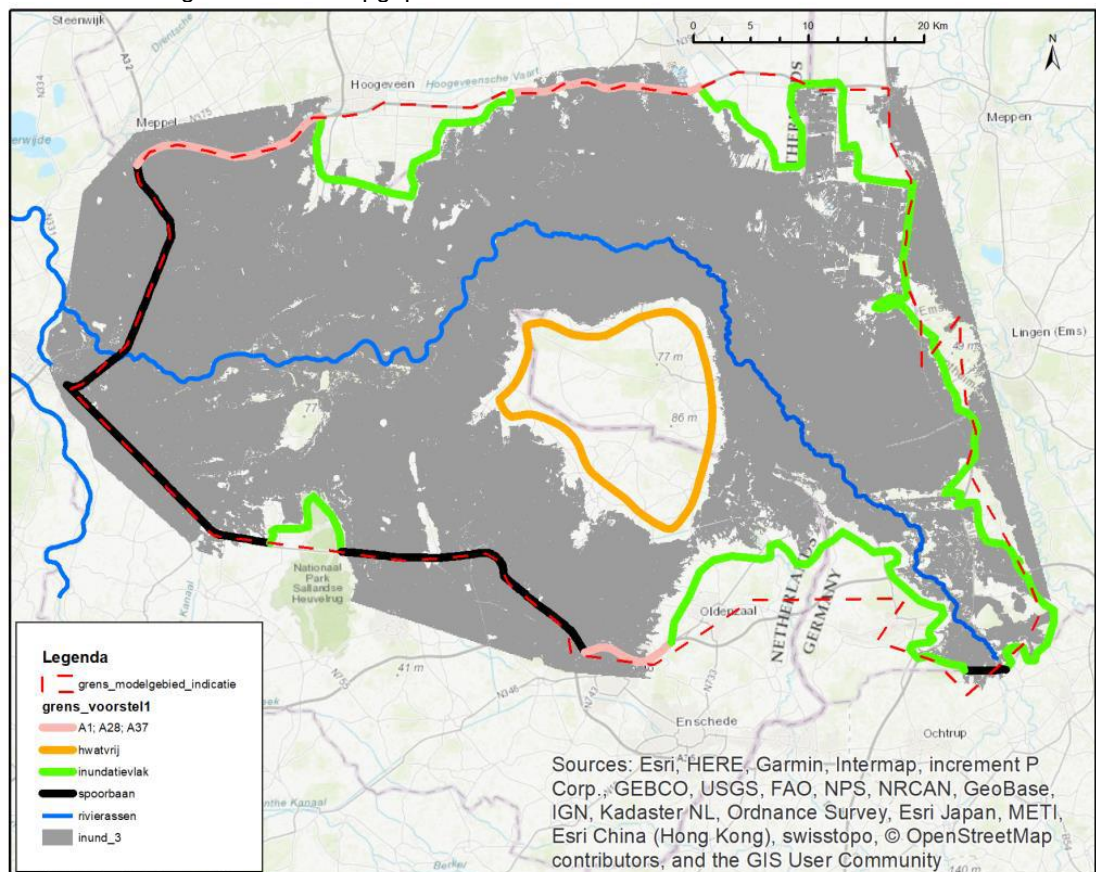
De Vechte begint in de huidige hydrodynamische modelschematisaties vanaf Ohne en loopt tot de Nederlandse grens. De Nederlandse modellen beginnen vanaf Emlichheim en bevatten dus al een klein deel van de Duitse Vecht.

4.8.2 Baseline

Er is een Baseline 5-maatregel beschikbaar die ontwikkeld is in het kader van GRADE-Vecht. Deze bevat roosteronafhankelijke gegevens voor bodemgeometrie (bodemhoogte en hoogtelijnen) en vegetatie van het *binnendijkse gebied* van de Vecht (Figuur 4.10). Het betreft één database voor Nederland en Duitsland. Uit deze database kan het 2D-deel afgeleid worden van het SOBEK 1D2D-model, voor het gebied dat kan overstromen bij hoge afvoeren. De Baseline-schematisatie bevat het grensoverschrijdende gebied van de Vecht tussen Ohne (Duitsland) en Zwolle (Nederland). Deze maatregel sluit naadloos aan op de bestaande Baseline-database van het *buitendijkse gebied* van de Nederlandse en Duitse Vecht tot Emlichheim. Voor het Vecht-traject Ohne tot Emlichheim is geen Baseline-database voor het buitendijkse gebied beschikbaar. De maatregel kan worden gemixt in de bestaande Baseline-database voor het buitendijkse gebied vanaf Emlichheim ("ym_ijvd_ov-j14_5-v1") om zo te komen tot een Baselinedatabase van het binnendijkse + buitendijkse gebied van de Vecht ("TransBoundary_Vecht-j19_5-v1"). Zowel de maatregel als database zijn opgezet in het RD (New) coördinatenstelsel. Net als bij de Rijn moet over de naamgeving verder nagedacht worden: een samenstelling zoals voorgesteld in sectie 2.1.1 leidt mogelijk tot onwerkbaar lange namen.

4.8.2.1 Beheer

Het beheer kan gecombineerd opgepakt worden met de SOBEK 1D2D-schematisatie. Zie aldaar.



Figuur 4.10 Modelgrens Baseline-schematisatie binnendijks gebied Vecht: combinatie van de dikke groene/roze/zwarte lijn (bron: HKV, Paarlberg, Da Silva & Lokin, 2019)

4.8.2.2 Onderhoud en ontwikkeling

De Baseline-schematisatie en bijbehorende maatregel zijn in principe eenmalig opgezet in het kader van GRADE. Als er grote veranderingen in het gebied plaatsvinden dient de schematisatie hierop te worden aangepast. Dit kan het beste in het kader van GRADE worden opgepakt en gerelateerd worden aan de updatecyclus van GRADE.

De overgang naar AHN3 voor het beheergebied van Waterschap Vechtstromen (beschikbaar eind 2019) kan hiervoor een reden zijn.

Als gebiedsbeheerders zijn Waterschap Vechtstromen, Waterschap Drents Overijsselse Delta en NLWKN (Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) verantwoordelijk voor het aanleveren van de onderliggende data van het model. Het model zelf is opgezet en wordt ook alleen gebruikt door RWS. Voor het model is dus RWS verantwoordelijk.

4.8.3 SOBEK 1D2D

4.8.3.1 Inleiding

Het SOBEK 3-model van de Duitse Vecht (onderdeel van het gekoppelde Nederlands-Duitse model "sobek-ovd_dv-j14_5-v1") is ontwikkeld in SOBEK 3.3.1 en loopt van Ohne tot Emlichheim. Dit is gedaan door het model in SOBEK-RE (Van der Veen, 2012) over te zetten naar SOBEK 3 en een aantal verbeteringen door te voeren. Hierbij is met de hand een simpele kalibratie uitgevoerd op metingen (Van der Veen, 2012). Aan het gekoppelde Nederlands-Duitse 1D-model zijn zowel in het Duitse als in het Nederlandse deel zijtakjes toegevoegd voor interactie/koppeling met het hydrologisch model (extra knopen).

4.8.3.2 Beheer

Als het SOBEK 1D2D model is afgerond en goedgekeurd (zie hieronder), kan dit samen met de onderliggende Baseline-schematisatie (inclusief maatregel) worden opgenomen in beheer. Hierbij moet gecontroleerd worden of hij voldoet aan het protocol en of alle metadata aanwezig is. Daarna kan hij worden opgenomen in Subversion. Verder moet er dan een PvO worden opgesteld en een factsheet worden gemaakt.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Opschonen modellen en schematisaties en opslaan in Subversion	1	3-4
PvO baseline + SOBEK 1D2D	1	3
Factsheet baseline + SOBEK 1D2D	1	3

4.8.3.3 Onderhoud en ontwikkeling

Er wordt op dit moment nog gewerkt aan het opzetten van het model, dus zijn er nog geen wensen voor verbeteringen. Wel is er de wens om de profielen in het Nederlandse deel te actualiseren door de Ruimte voor de Vecht maatregelen in de schematisatie te brengen. Als er een nieuwe versie van het Overijsselse Vechtdelta of het Vechte-model beschikbaar komt, moeten deze modellen aan elkaar worden gekoppeld voor gebruik binnen FEWS-Vecht (het operationele voorspelmodel voor de Overijsselse Vecht) en het gekoppelde Nederlands-Duitse model worden getest. Hiervoor dient een werkwijze te worden vastgesteld en standaardsommen te worden gedefinieerd.

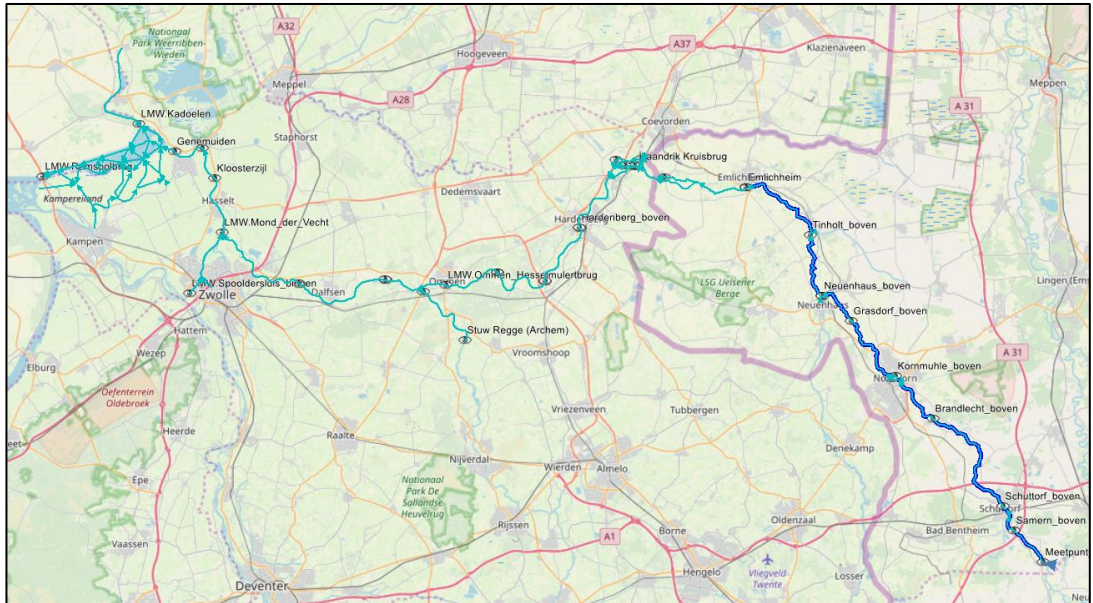
Als gebiedsbeheerders zijn Waterschap Vechtstromen, Waterschap Drents Overijsselse Delta en NLWKN verantwoordelijk voor het aanleveren van de onderliggende data van het model. Het model zelf is opgezet en wordt ook alleen gebruikt door RWS. Voor het model is dus RWS verantwoordelijk.

4.8.4 SOBEK 3

Zie hierboven onder SOBEK 1D2D voor de oorsprong van het SOBEK 3-model.

4.8.4.1 Beheer

De SOBEK3-modellen zijn al opgenomen in Subversion (inclusief rapportage), zowel los als gekoppeld met de Nederlandse Vecht. De modellen zijn echter opgenomen onder 'trunk' en dienen verplaatst te worden naar 'tag', met een definitieve naamgeving. Verder moet er nog wel een PvO worden opgesteld en een factsheet worden gemaakt.



Figuur 4.11 Schematisatie van de Duitse Vecht (donkerblauwe lijn)

Er zijn echter vanuit FEWS-Vecht en GRADE aanpassingen gedaan aan het gekoppelde Nederlands-Duitse 1D-model (ook aan het Nederlandse deel). Deze dienen te worden geïnventariseerd en worden opgenomen. Het gaat in ieder geval om de volgende aanpassingen:

1. Aanpassen sturing Noord- en Zuid-Meene (vanuit FEWS-Vecht, alleen in gekoppeld model)
2. Toevoegen Coevordenkanaal (vanuit FEWS-Vecht, alleen in gekoppeld model)
3. Knopen toegevoegd voor koppeling met hydrologische modellen (vanuit GRADE, alleen in gekoppeld model). Nagegaan moet worden of dit dezelfde koppelpunten zijn als die het Waterschap Vechtstromen hanteert.
4. Controleren stuwsturing (vanuit GRADE zijn een paar aanpassingen gedaan en bekeken moet worden wat er wel/niet moet worden meegenomen, alleen in gekoppeld model).

Er dient te worden afgesproken hoe er met aanpassingen moet worden omgesprongen. In zowel FEWS-Vecht als GRADE wordt alleen met het gekoppelde model gerekend. Aanpassingen worden op dit moment dus ook alleen gedaan in dit model. Voor de toekomst moet de werkwijze worden gevolgd zoals deze in de aanbevelingen van dit document is opgenomen. Verder moeten nog PvO's en een factsheet worden opgesteld.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Overnemen aanpassingen GRADE/FEWS-Vecht	1	5-7
Maken van een losse sobek-dv-j12_5-v3	1	2
PvO sobek-dv-j12_5-v3 & sobek-vechte-j12_5-v3_ov-j14_5-v3	1	2
Factsheet	1	2

4.8.4.2 Onderhoud en ontwikkeling

Het huidige model van de Vechte is een omzetting van een bestaand SOBEK-RE model op basis van een GIS database van waterschap Velt en Vecht (nu Vechtstromen) in 2012 opgezet door RURA.. Het is echter wenselijk om de geometrie te actualiseren naar de huidige situatie.

Hiervoor is het noodzakelijk dat er (lodings- of profiel)data beschikbaar is vanuit de Duitse partners. In tegenstelling tot de Rhein zijn hier geen acties vanuit Duitsland te verwachten, omdat er voor de Vechte aan de Duitse kant geen SOBEK-model wordt gebruikt. Er dient echter regelmatig te worden uitgewisseld wat er gebeurt in dit gebied.

Daarnaast zijn er eventueel ook aanpassingen/verbeteringen die voortkomen uit de ontwikkeling van het model voor GRADE waarvan het wenselijk is dat ze worden overgenomen in het losse SOBEK 3-model.

Verder dient ook het Nederlandse deel van de Vecht een keer goed geactualiseerd en opgeschoond te worden. Dit vindt waarschijnlijk pas plaats nadat het 2D model in D-HYDRO beschikbaar is, zodat dit als basis kan dienen voor nieuwe profielen. Als gebiedsbeheerders van het Nederlandse deel zijn Waterschap Vechtstromen (grens tot Ommen), Waterschap Drents Overijsselse Delta (Ommen tot Mond der Vecht) en RWS (Zwarte Water en Zwarte Meer) hiervoor verantwoordelijk. Deze activiteit vindt waarschijnlijk plaats binnen het reguliere beheer van de Nederlandse modellen en is daarom niet in de begroting meegenomen.

Als gebiedsbeheerder van het Duitse deel is de NLWKN verantwoordelijk voor het aanleveren van de onderliggende data van het Vechte model. Het model zelf is opgezet en wordt ook alleen gebruikt door RWS en de Waterschappen (binnen FEWS-Vecht). Voor het model zijn dus RWS en de Waterschappen verantwoordelijk.

Activiteit	Prio	K € exclusief btw
Bepalen standaardrandvoorwaarden voor verschilanalyse	2	2-3
Opstellen werkwijze hoe om te gaan met verbeteringen/actualisaties	1	3
Update geometrie Duits deel	2	7-12
Koppelen modellen (per keer)	1	4-5

4.9 Hydrologie Vechte

4.9.1 SOBEK3-HBV

In SOBEK2 is een neerslag-afvoermodule beschikbaar, SOBEK-RR (rainfall-runoff), waarin onder andere het HBV concept geïmplementeerd is. Deze component wordt in FEWS-Vecht gebruikt voor het berekenen van laterale toestroming¹⁷. Het RR-rekenhart is ook (als software-bibliotheek, *dll*) onder SOBEK3 te draaien. In het kader van GRADE wordt op het moment van schrijven gewerkt aan het verbeteren van de HBV-schematisatie voor de Vecht, op basis van het RR-rekenhart onder SOBEK3. Dit model wordt derhalve beheerd en onderhouden als onderdeel van de SOBEK3-schematisatie.

4.9.2 Wflow SBM

Zoals onder het kopje Hydrologie Rhein verder uitgelegd is het in IMPREX ontwikkelde SBM-model voor de Rijn ook eenvoudig af te leiden voor het hele Rijn-Maasstroomgebied, waaronder de Vecht. Zie verder aldaar.

¹⁷ Daarnaast is voor FEWS-Vecht ook een implementatie van de Wageningen Lowland Runoff Simulator (WALRUS) in gebruik. Deze software is geschreven in R en vrij beschikbaar via <https://github.com/ClaudiaBrauer/WALRUS>.

5 Aanbevelingen

5.1 Inpassing

In hoofdstuk 4 is per model een schatting aangegeven van de eenmalige kosten om de bestaande modellen in beheer te nemen. In totaal bedraagt het hiervoor benodigde budget circa 125 tot 145 duizend euro (exclusief btw, zie voor een overzicht Bijlage A, tabblad Begroting). Daarnaast zijn er jaarlijks terugkerende kosten. Voor wat betreft software gaat dit om een abonnement voor ondersteuning voor wflow (sectie 3.6.2), waarbij het “Professional”-pakket 10 duizend euro kost. Voor wat betreft de modelschematisaties gaat het om extra kosten voor de instandhouding van het versiebeheersysteem, het beantwoorden van vragen, het uitleveren van schematisaties, bijdrage aan relatiebeheer en dergelijke. Deze zijn nog niet begroot. Ten slotte zijn voor een aantal modellen specifieke activiteiten voorzien voor onderhoud (actualisatie) en ontwikkeling. Voor de nu bekende activiteiten worden de kosten hiervoor geschat tussen circa 340 en 520 duizend euro. Een deel daarvan is overigens al in andere projecten belegd.

In verhouding tot het budget dat beschikbaar is voor het KPP-project Hydraulica Schematisaties (het startbudget voor 2020 is 1.8 miljoen euro exclusief btw) zijn de kosten die gemoeid zijn met het beheer en onderhoud van de beheergebiedsoverschrijdende modellen dus substantieel. Ook aan de zijde van WVL, VWM en de regio's zal extra inzet nodig zijn bij uitbreiding van de beheertaak. Daarbij is met name het organiseren en inregelen van relatiebeheer met de buitenlandse partners en het op gang houden van dat proces potentieel tijdrovend. Dit alles noopt mogelijk tot een afgewogen prioritering van de in dit werkplan benoemde activiteiten. Het volgende wordt daarom aanbevolen:

- 1 Ga na in hoeverre de in dit werkplan opgesomde activiteiten inpasbaar zijn in het huidige programma voor beheer en onderhoud. Verken daarbij welke (onderhouds- en ontwikkel)activiteiten belegd kunnen worden in aanpalende projecten, zoals RWsOS en Transnationale Samenwerking.
- 2 Stel in geval van knelpunten in samenspraak met gebruikers en Deltares een prioritering (en/of fasering) voor genoemde activiteiten vast.
- 3 Geef daarbij voorrang aan de activiteiten op het gebied van modelsoftware (hoofdstuk 3), omdat dit voor meerdere modelschematisaties relevant is. De volgende zaken hebben daarin de hoogste prioriteit:
 - a) Het borgen van de bestaande koppel- en “merge”-functionaliteit in SOBEK-3, alsook aandacht voor deze functionaliteit bij de ontwikkeling van D-HYDRO 1D; en
 - b) Het vaststellen van een strategie ten aanzien van de hydrologische modellering, waarin wordt overwogen hoe de problemen met HBV-96 (sectie 3.5.2) het hoofd geboden worden en wat de rol van wflow in dit verband is. RWS heeft de afgelopen jaren veel in wflow geïnvesteerd; en in het KPP-programma van 2020 wordt verder gewerkt aan ingebruikname. Het ontbreekt hier echter nog aan sturing vanuit WVL-Modellen en Applicaties. Afhankelijk van de invulling van de strategie zal wflow al dan niet onder de SLA met Deltares gaan vallen en ondersteuning voor wflow geregeld moeten worden.

De volgende activiteit heeft vanwege het beperkte gebruik van de RTC-Module lagere prioriteit:

- c) Onderzoek in samenhang met de toekomst van het HBV-96 model voor de Rur welke software gebruikt kan worden om de functionaliteit van de RTC-Module voor de Rurtalsperre onder te brengen.

Een van de opties hiervoor is de uitbreiding van RTC-Tools 2, zodat het naast optimalisatie ook op regels gebaseerde simulatie ondersteund. In de loop van 2020 zal duidelijk worden of deze functionaliteit ook nodig is in het kader van de ontwikkeling van het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI), waar gewerkt wordt aan de vervanging van het Distributie Model (DM) door RTC-Tools 2.

- 4 Maak bij de prioritering van activiteiten voor modelschematisaties (hoofdstuk 4) onderscheid in het "niveau" van beheer en stel per model vast welk niveau noodzakelijk is, gegeven de toepassing en het ontwikkelstadium waarin het model verkeert. De volgende indeling van niveaus wordt voorgesteld, op volgorde van laagwaardig naar hoogwaardig beheer:
 - a) Opname in subversion met gestandaardiseerde naam. Dit is minimaal nodig om de traceerbaarheid en herhaalbaarheid van modelresultaten in een applicatie te garanderen.
 - b) Bovenstaande, plus opstellen volledig Protocol van Overdracht (PvO): Een impactanalyse is relevant voor modellen waaraan nog ontwikkeld wordt, met name die met meerdere toepassingen. Voor modellen die uitontwikkeld zijn of die slechts in één applicatie worden gebruikt is een PvO mogelijk niet nodig en zou kunnen worden volstaan met een verwijzing naar het model in het PvO van betreffende applicatie(s).
 - c) Bovenstaande, plus de definitie van standaardrandvoorwaarden: Hiermee kunnen sommen worden uitgevoerd voor verschilanalyses bij ontwikkelingen. Deze activiteit is vooral van belang voor modellen waaraan ontwikkeld wordt.
 - d) Bovenstaande, plus ontsluiting via de Helpdesk Water, inclusief een Factsheet: Dit is relevant voor modellen waarvoor toepassing voorzien is buiten de al bestaande toepassingen. Hierbij zal Rijkswaterstaat na moeten gaan of uitlevering van de modellen via de helpdesk past binnen de afspraken met de verantwoordelijke gebiedsbeheerders en/of eigenaars van de software en de onderliggende data.

Deze richtlijn wordt in dit werkplan ondersteund doordat in de gepresenteerde begrotingen voor inbeheername onderscheid is gemaakt naar de verschillende activiteiten. Daarbij is ook een eerste aanzet voor prioritering aangegeven, waarin onderscheid gemaakt is tussen prioriteit 1 (circa 85 duizend euro) en prioriteit 2 (circa 35 duizend euro). Specifiek wordt voorgesteld dat voor HBV-96-modellen opslag in subversion en levering van een PvO in eerste instantie volstaat, terwijl het opstellen van een Factsheet minder prioriteit heeft. Dit omdat de software van derden is, zodat ontsluiting via de Helpdesk Water minder voor de hand ligt. En verder omdat het de verwachting is dat aan HBV-96-modellen nog weinig ontwikkeld zal worden, omdat volop geïnvesteerd wordt in wflow-modellen.

5.2 Praktische invulling

De uitbreiding van het beheer met beheergebiedsoverschrijdende modellen vraagt voor een aantal activiteiten nog om het vaststellen van een concrete invulling. Het volgende wordt daarom aanbevolen:

- 5 Maak afspraken over de naamgeving van de beheergebiedsoverschrijdende modellen en leg deze vast middels een uitbreiding van het document m.b.t. de naamgevingsconventies (RWS, 2020). In sectie 2.1.1 zijn hieromtrent aan aantal voorstellen opgenomen en deze zijn ook verwerkt in bijlage A.
- 6 Pas de structuur van de website van Helpdesk Water aan indien er extra modellen uitgeleverd moeten kunnen worden.
- 7 Leg per model vast wie de beheerder is en waar welke verantwoordelijkheden liggen. Zie hiervoor ook secties 2.2 en 2.4. Informeer de (buitenlandse) beheerder dat RWS de modellen in beheer gaat nemen en wat dit beheer precies in gaat houden.

- 8 Stel een werkwijze vast voor het aanpassen van beheergebiedsoverschrijdende modellen voor het geval een model niet (meer) aan alle eisen en wensen voldoet. Dit dient te gebeuren in samenhang met voorgaande aanbeveling.
- Het gaat hier primair de hydrodynamische modellen, waarvoor extra aandacht nodig is in verband met het koppelen en “mergen” van modellen. De volgende werkwijze wordt hier voorgesteld:
- Met KPP Hydraulica Schematisaties wordt afgestemd welke aanpassingen nodig zijn en hoe die kunnen worden uitgevoerd, in samenhang met andere toepassingen.
 - Als er een 1D2D SOBEK 3-model beschikbaar is van het gebied, dan worden de aanpassingen hierin gedaan¹⁸.
 - Indien het een gekoppeld model betreft, worden aanpassingen niet hieraan gedaan, maar aan het betreffende deelmodel. Het vigerende deelmodel wordt uit Subversion verkregen, indien van toepassing met registratie via de Helpdesk Water.
 - Aan het deelmodel worden aanpassingen gedaan.
 - Er wordt een verschilanalyse uitgevoerd m.b.v. standaardsommen. De resultaten hiervan worden opgetekend in een (beknopt) memo en er wordt door RWS besloten of er wel of geen herkalibratie noodzakelijk is.
 - Indien noodzakelijk wordt ook een model met een grovere resolutie afgeleid en bijvoorbeeld zonder een 2D-deel.
 - Het nieuwe deelmodel wordt (indien noodzakelijk) gekoppeld aan andere modellen. Hierbij wordt ook een testsimulatie uitgevoerd.
 - Het deelmodel, daarvan afgeleide modellen en daarmee gekoppelde modellen worden geleverd aan KPP Hydraulica Schematisaties voor opname in Subversion, inclusief metadata, beknopte memo en waar nodig inclusief PvO en een aangepaste factsheet.

5.3 Aandachtspunten ten aanzien van databeheer

In het bovenstaande is opgemerkt dat het nuttig is voor een model een set standaardrandvoorwaarden beschikbaar te hebben. Deze randvoorwaarden dienen eenmalig te worden bepaald en worden daarna, alleen als de situatie erom vraagt, uitgebreid of aangepast. Daarnaast is het zinvol om een dataset met randvoorwaarden op te zetten die voortdurend geactualiseerd wordt. Dit biedt de mogelijkheid vragen over het recente verleden te beantwoorden. Bijvoorbeeld over de gerealiseerde modelnauwkeurigheid, over de effectiviteit van verschillende modelaanpassingen voor het representeren van een bepaalde gebeurtenis, of over de doeltreffendheid van beleid dat mede gebaseerd is op modeluitkomsten. Voor data-gebaseerde modellen is bovendien een actuele dataset nodig om regelmatig opnieuw te kunnen kalibreren. Voorgaande geldt overigens niet alleen voor de beheergebiedsoverschrijdende modellen, maar ook voor de Nederlandse modellen.

De staande praktijk, waarbij steeds opnieuw lokaal data wordt verzameld om een bepaalde vraag te beantwoorden is niet kostenefficiënt en vergt vaak veel doorlooptijd. Inspanningen voor het opvragen van de data, standaardisatie en kwaliteitscontrole kosten nu namelijk steeds veel handwerk. De betreffende data wordt veelal reeds operationeel ingewonnen. Daarom wordt de volgende aanbeveling gedaan:

- 9 Benut de inwinning van gegevens van derden, die in het kader van RWsOS al is georganiseerd, om een archief aan te leggen dat voortdurend geactualiseerd wordt en direct benut kan worden om recente periodes te kunnen valideren. Hierbij moet wel geborgd worden dat de data van voldoende kwaliteit is (of in ieder geval duidelijk is wat de kwaliteit van de betreffende data is). Daarnaast moet niet alleen de bewerkte of geassimileerde data, maar ook de oorspronkelijke meetdata worden opgeslagen.

¹⁸ Anders verdwijnen handmatig aangepaste 1D2D-linkjes.

Binnen RWsOS worden bouwstenen beheerd en onderhouden die nodig zijn voor een grotendeels geautomatiseerde standaardisatie en validatie van gegevens, alsook voor een centrale ontsluiting.

Verder is het belang van opslag van operationeel ingewonnen data breder dan hierboven geschetst. Het achteraf bepalen van de kwaliteit is namelijk niet alleen nuttig voor individuele modellen, maar ook voor de voorspellingen die tot stand komen uit het samenspel van data, modellen, koppelvlakken en gebruikersinteractie in de RWsOS-applicaties.

Een archief is tot slot nuttig voor het (snel) opzetten van trainingen gebaseerd op Delft-FEWS (de "Watercoach"-functionaliteit). Het volgende wordt daarom aanbevolen:

10 Beleg de operationele archivering bij RWsOS. Op dit moment is hierin al deels voorzien, maar nog niet alle data wordt gearchiveerd en sommige bouwstenen zijn verouderd. Door Den Toom (2019b) zijn voorstellen gedaan om de archivering dekkend te maken en de techniek erachter te moderniseren.

6 Referenties

- Becker, A. (2017): 1D2D model of the Lower Rhine and the upper Dutch Rhine branches – between Andernach and Nijmegen, Arnhem and Zutphen. Deltares rapport 11203685-002-ZWS-0003 (concept).
- Berglöv, G. en anderen (2009): Improvement HBV model Rhine in FEWS – Final Report. SMI rapport. Serie Hydrology 112. Verkregen via https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.100801!/hydrology_112.pdf
- Bergström, S. (1995): The HBV model. In V.P. Singh, *Computer models of watershed hydrology*, (pp. 443-476). Highland ranch, NJ: Water resources Publications.
- Boer-Euser, T. de (2017): Added value of distribution in rainfall-runoff models for the Meuse basin. Proefschrift, Technische Universiteit Delft, Delft. Doi: 10.4233/uuid:89a78ae9-7ffb-4260-b25d-698854210fa8.
- Booij, M.J. (2002): Appropriate modelling of climate change impacts on river flooding. Proefschrift, Universiteit Twente, Enschede.
- Booij, M.J. (2005): Impact of climate change on river flooding assessed with different spatial model resolutions. *Journal of Hydrology*, 303: 176-198.
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG (2005): Hydrological Modelling in the River Rhine Basin Part III: Daily HBV Model for the Rhine Basin. BfG-rapport 1451, Koblenz.
- Bouwmeester, H. & Meijer, D.G. (2006): Baseline-gebiedschematisatie Rijn, van Andernach tot Lobith, 10205, Meander Advies en Onderzoek.
- Davids F. en anderen (2015): Kalibratie en aanpassingen HBV model voor de Rijn voor laagwater. Deltares rapport onder referentie 1220065, september 2015.
- Dewals, B., Huismans, Y., Archambeau, P., de Keizer, O., Detrembleur, S., Erpicum, S., Buiteveld, H., & Piroton, M. (2012): Effects of climate change on river Meuse: hydraulic modelling from Aampsin to Maaseik and further down-stream: Scientific report of the AMICE Project (WP1 – Action 6).
- Dijkstra, R. (2019). Rapport LobithAI voor Rijkswaterstaat. Afstudeerverslag, Radboud Universiteit, Nijmegen, februari 2019.
- Fujisaki, A. (2016): Merging SOBEK3 Dutch and German Rhine models. Deltares memo 1230066-000-ZWS-0018, 22 september 2016.
- Gao, Q. (2017): The development of a SOBEK3-1D2D model for the Belgian Meuse. Deltares rapport 11200540-004-ZWS-0004.
- Giri, R., (2016): Review of the Belgian Meuse model to be used in GRADE. Deltares memo, 1230045-005-ZWS-0002.
- Haag, A. V. (2012): Herkalibratie LobithW – Verschillende calibratiemethoden voor een meervoudig lineair regressie model gericht op voorspellingen van de Rijn te Lobith. Conceptverslag bachelorleindopdracht, Universiteit Twente, Enschede, oktober 2012.
- Hegnauer, M. (2013): Technical Documentation GRADE part III – Models Meuse. Deltares rapport onder referentie 1207771-003.
- Hegnauer, M. & A. Becker (2013): Technical documentation GRADE part II – Models Rhine. Deltares rapport onder referentie 1207771-003.
- Hegnauer, M. en anderen (2014): Generator of Rainfall and Discharge Extremes (GRADE) for the Rhine and Meuse basins – Final report of GRADE 2.0. Deltares rapport onder referentie 1209424-004.
- HKV Hydrokontor (2014): Erstellung eines SOBEK-River Modells für den Rhein von Iffezheim bis Pannderdense kop als Weiterentwicklung bestehender SOBEK-RE Modelle. Aachen, June 2014.
- HKV (2011): SOBEK-Models Rhine for Hval and GRADE Including flood areas behind dikes. Oktober 2011.

- HKV (2014b): Update des SOBEK-River Modells für den Rhein von Iffezheim bis Pannerdensche Kop und Erweiterung an Mosel und Main. Projectbericht PR2858.10
- Jong, J. de (2015): Totstandkoming van het model van de Duitse Rijn in SOBEK 3. Deltares memo 1220065-000-ZWS-0017, september 2015.
- Jong, J. de (2017): Samenvoegen SOBEK3 modellen van de Nederlandse en Belgische Maas. Deltares memo 11200564-000-ZWS-0013.
- Joode, A. de (2007): WAQUA-model Niederrhein van Andernach tot Lobith – Bouw, kalibratie en verificatie van WAQUA-modelschematisaties voor 1995 en 2005. Meander rapport 10244_v4_nl.
- Kramer, N., Beckers, J. & Weerts, A. (2008): Generator of Rainfall and Discharge Extremes, Part D&E. Deltares rapport onder referentie Q4424. September 2008.
- LievenseCSO (2017): Baseline Trans Boundary Rhine. Generation Baseline schematisation including embanked area. LievenseCSO rapport 16M2007.RAP001.05, juni 2017.
- Lindström, G., en anderen (1997): Development and test of the distributed HBV-96 hydrological model. *Journal of Hydrology*, 210, 272 – 288.
- Meijer, D. & P. Weidema (2017): Optimierung/Anpassung des Sobek-Modells Niederrhein im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Analyse der Wirkung von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms“ (NHWS). December 2017.
- Paarberg, A. Silva, J.V. da & L. Lokin (2019): Baseline-database binnendijkse gebied Vecht – Tussen Ohne (Duitsland) en Zwolle (Nederland). HKV rapport PR3994.10, juni 2019.
- Parmet, B.W.A.H. & E. Sprokkereef (1997): Heralibratie Model Lobith. RIZA rapport 97.061, RIZA, Lelystad, december 1997
- Perwitasari T. (2015): HBV Rhine model improvement for low flow conditions using four lakes configuration in Upper Rhine Basin. Deltares rapport onder referentie 1207771, februari 2015.
- Rongen, G. (2016): The effect of flooding along the Belgian Meuse on the discharge and hydrograph shape at Eijsden. MSc thesis TU Delft <http://resolver.tudelft.nl/uuid:046c8e8e-34e8-4c92-a2d3-81e531997f0d>.
- RWS (2020): Naamgeving conventies modellen Rijkswaterstaat – Versie 2.0. RWS-memo d.d. 14-2-2020.
- Samaniego, L. en anderen (2017): Toward seamless hydrologic predictions across spatial scales. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21, 4323–4346.
- Smooenburg, M. & L. Bouaziz (2017): Opzet en evaluatie Wflow FLEX-Topo model voor de Maas - Focus: verbeteren voorspellingen bij lage afvoeren. Deltares rapport onder referentie 1230066-000-ZWS-0025, maart 2017.
- Sperna, F. m.m.v. D. Meissner van BfG (2011): Improving the snow modelling of HBV Rhine: parameter re-calibration. Deltares rapport onder referentie 1204281, december 2011.
- Toom, M. den (2019a): Plan van Aanpak KPP 2019 Project MA04ai – RWsOS, versie 7.0; Deltares rapport onder referentie 11203710, 16 juli 2019.
- Toom, M. den (2019b): Beschouwing RWsOS-architectuur. Deltares memo onder referentie 11203710-003-ZWS-0001, december 2019.
- UNECE (2011): Drainage basins of the North Sea and Eastern Atlantic. In *Second Assessment of Transboundary Rivers, Lakes and Groundwaters*. Geneva: United Nations. Verkregen via https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/assessment/English/K_PartI_V_Chapter7_En.pdf.
- Veen, R. van der (2012): Ontwikkeling Hydraulisch 1D-Model Vecht. Rura-Arnhem rapport P111027R; 22 augustus 2012.
- Veen, R. van der (2018): Bouw sobek-maas-j18_5-v2. Rura-Arnhem memo P180510R-9. 20 augustus 2018.
- Verseveld, W. van (2011): Heralibratie HBV Maas. Deltares memo zonder referentie. 11 oktober 2011.
- Vertessy, R. A. & H. Elsenbeer (1999): Distributed modeling of storm flow generation in an Amazonian rain forest catchment: Effects of model parameterization. *Water Resources Research*, 35, 2173 – 2187

- Visser, T. (2015): Conversie en kalibratie Sobek3 model van de Belgische Maas. Deltares memo 1220072-002-ZWS-0025.
- Visser, T. (2016): Herkalibratie Sobek 3 Belgische Maas (Sobek 3.4.1). Deltares memo 1230071-002-ZWS-0017.
- Weerts, A. H., G.Y. en anderen (2010): Application of generic data assimilation tools (DATools) for flood forecasting purposes. *Computers & Geosciences*, 36, 453–463.
- Zhang, B. (2018): Calibration of OpenDA-SOBK3 for improving water level prediction for the Rhine River. Afstudeerverslag, Wageningen University & Research, Wageningen, september 2018

Bijlage A: Overzicht modellen en activiteiten

In een apart Excelbestand is een lijst opgenomen van de huidige beheergebiedsoverschrijdende modellen en een overzicht van de in werkplan voorgestelde activiteiten met een indicatieve begroting:

Overzicht_inbeheername_beheergebiedsoverschrijdende_watermodellen_v1.0.xlsx.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl