

PBO HB data stappenplan

J.P. de Waal
J. Stijnen
P. van den Bosch



Titel

Hydraulische Belastingen data voor waterkeringen in Nederland

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat-WVL

Project

11203721-005

Kenmerk

11205758-014-GEO-0001

Pagina's

63

Trefwoorden

Hydraulische belastingen, Hydra-Ring, datamanagement, beheer en onderhoud.

Samenvatting

Bij de productie, het beheer en het onderhoud (B&O) van de Hydraulische Belastingen (HB) data zijn en worden diverse problemen ervaren, met aanzienlijke impact op de toepasbaarheid, reproduceerbaarheid en/of kosten van de HB data en daarmee tevens van de instrumenten voor beoordelen en ontwerpen van de waterkeringen in Nederland, die van deze HB data afhankelijk zijn.

Daarom is een traject ingezet gericht op verbeteringen van het proces van de productie, het beheer en het onderhoud van HB data. Het resultaat van dit traject vormt tevens een soort programma van eisen voor alle partijen die voor Rijkswaterstaat of derden HB data genereren.

Als vervolg op de probleemanalyse hebben Deltares, HKV en Arcadis samen een stappenplan opgesteld voor de productie van HB data. Dit stappenplan vormt zowel een eerste hulpmiddel bij de productie als een raamwerk voor het ontwerpen en ontwikkelen van deelproces-ondersteunende tools.




Dit document wordt nog omgezet naar Rijkswaterstaat format voor de definitieve versie. Dit om een formeel karakter te geven aan dit stappenplan als bijlage bij aanbestedingen van Rijkswaterstaat of derden bij de productie van nieuwe hydraulische belastingen.

Referenties

KPP programma BOI (Beoordelings en Ontwerp instrumentarium), projectnummer 49: Beheertool hydraulische databases.

HKV projectnummer: PR4248.10

Arcadis projectnummer: C07021.000025.0120

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0.1	June 2020	J.P. de Waal J. W. Stijnen P. van den Bosch		J. Groeneweg Robert Slomp (RWS)		M.R.A. van Gent	
1.0	Augustus 2020	J.P. de Waal J. W. Stijnen P. van den Bosch		J. Groeneweg Robert Slomp (RWS)		M.R.A. van Gent	

Status

Definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Uitgangspunten voor deze procesbeschrijving	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Keuzes gerelateerd aan algemene uitgangspunten in waterveiligheidsbeschouwingen	3
2.3 Focus op HB data voor toepassing in Hydra-Ring	4
2.4 Niet compleet ten aanzien van rol Hydra-NL	4
2.5 Pragmatische keuzes	5
3 Productie: hoofdlijnen	7
3.1 Output	7
3.2 Eisen aan HB data en productieketen	7
3.2.1 Inleiding	7
3.2.2 Hoofdlijnen	8
3.2.3 Hydra-Ring en de fysische relatie tussen basisstochasten en lokale HB parameters	9
3.3 Productieketen en (tussen-)producten	11
4 Productie S1: Voorbereiding	15
4.1 Output	15
4.2 Eisen	15
4.3 Proces	15
4.4 Specificatie toepassingskader en zichtjaar (S1.1)	16
4.5 Specificatie waterkeringen en gebiedsgeometrie (S1.2)	16
4.5.1 Output	16
4.5.2 Proces	17
4.5.3 Toelichting	17
4.6 Specificatie HB parameters (S1.3)	18
4.7 Specificatie relevant kansbereik (S1.4) en basisstochasten (S1.5)	18
4.8 Specificatie seizoenen, klimaat en waterbeheer (S1.6)	19
4.9 Specificatie probabilistisch model (S1.7)	19
4.10 Specificatie watersystemen (S1.8)	20
4.11 Specificatie modellen voor de fysische relatie tussen basisstochasten en lokale HB parameters (S.1.10)	20
4.12 Specificatie locaties (S1.11)	21
4.12.1 Inleiding	21
4.12.2 Toetslocaties	21
4.12.3 Basislocaties	21
4.12.4 Terugvallocaties	22
4.12.5 Extra locaties	22
4.12.6 Aslocaties	23
4.12.7 Koppelingen tussen locaties	24
4.12.8 Naamgeving locaties	25
4.12.9 Ondersteuning	25
4.13 Specificatie deelverzamelingen locaties (S1.12)	26
4.14 Specificatie events (S1.13)	26

4.14.1	Specificatie van de verzameling events	26
4.14.2	Specificaties per event	27
4.15	Specificatie SWAN hulp-events (S1.15)	27
4.16	Verificatie modelschematisaties en locaties (S1.17)	27
5	Productie S2-S5: Data fysica	29
5.1	Inleiding	29
5.2	Output	29
5.3	Proces	29
5.4	Productie S2 Productieberekeningen waterstanden	29
5.4.1	Output	29
5.4.2	Eisen	30
5.4.3	Proces	30
5.5	Productie S3: Productieberekeningen golven met SWAN	33
5.5.1	Output	33
5.5.2	Eisen	33
5.5.3	Proces in pseudo code	33
5.6	Productie S4: Schematisatie voor golfberekeningen met Bretschneider	34
5.6.1	Output	34
5.6.2	Proces	34
5.7	Productie S5: Verzameltabellen fysica samenstellen	34
5.7.1	Output	34
5.7.2	Proces	35
6	Productie S6: Data statistiek	41
6.1	Output	41
6.2	Proces	42
6.2.1	Statistiek basisstochasten	42
6.2.2	Modelonzekerheden lokale hydraulische belastingparameters	43
6.3	Ondersteuning	44
7	Productie S7: Rekeninstellingen probabilistisch model	45
7.1	Output	45
7.2	Eisen	45
7.3	Proces	46
8	Productie S8-S10: Verzamelen, combineren en distribueren	49
8.1	Input en Output	49
8.2	Proces(sen)	49
8.3	Ondersteuning: het HB RDBMS	50
9	Productie S11: Integrale verificatie	55
9.1	Output	55
9.2	Eisen	55
9.3	Proces	55
10	Beheer en onderhoud van HB data	57
11	Openstaande verbeterpunten	59
12	Referenties	61

Bijlage(n)

A Stakeholders

63

1 Inleiding

Kader

Voor de wettelijke beoordeling en het ontwerp van primaire waterkeringen in Nederland stelt Rijkswaterstaat namens het Rijk een instrumentarium ter beschikking: het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI) en het Ontwerpinstrumentarium (OI). Informatie over hydraulische belastingen ('HB data') maakt deel uit van dit instrumentarium. Deze HB data moeten worden geproduceerd, beheerd en onderhouden. Daarbij kunnen de volgende karakteriseringingen worden gehanteerd:

- Productie: Het doorlopen van de gehele productieketen voor een nieuwe editie van HB data. Dit vindt doorgaans plaats per watersysteem, maar NL-brede voorbereiding is noodzakelijk.
- Beheer: Het eenduidig (met een vorm van versiebeheer) beschikbaar hebben van de data voor distributie, hergebruik, analyses en onderhoud.
- Onderhoud: Het oplossen van issues, door aanpassing in een of meer onderdelen van de originele productieketen, en het (opnieuw) doorlopen van slechts een deel van de productieketen.

Probleem op hoofdlijnen

De productie, het beheer en het onderhoud (afgekort: PBO) van de HB data zijn omvangrijke, complexe, foutgevoelige en kostbare activiteiten¹. Kennis over (c.q. ervaring met) deze processen is slechts bij enkele specialisten aanwezig.

Doel op hoofdlijnen

Doel van onderhavig project is voor 'PBO HB data' de beheersbaarheid te vergroten, de kans op fouten te verkleinen en te besparen op de kosten.

Recente voorgeschiedenis

Het probleem op hoofdlijnen is al enige tijd bekend. Een uitgebreide probleemanalyse is gegeven in (De Waal et al, 2019). (De Waal, 2019a) geeft een verslag van de bespreking over de aanbevolen vervolgstappen op de probleemanalyse. (De Waal, 2019b) geeft suggesties voor nadere invulling van het eerstvolgende project.

Aanpak op hoofdlijnen

We streven naar een modulaire opbouw van het proces PBO HB data als geheel. Deze opbouw wordt vastgelegd in de vorm van een stappenplan. Nadere ondersteuning van het proces vindt plaats op het niveau van deelprocessen c.q. processtappen. We streven dus niet naar één ondersteunend instrument voor het proces als geheel, maar naar een 'toolkit'. Per te ondersteunen processtap kan een passende ondersteuningsvorm gekozen worden: software / scripts / draaiboek / checklist / etc.

Doel van dit document

Het doel van dit document vormt het opstellen van bovengenoemd stappenplan. Dit stappenplan vormt een

- ondersteunende tool op hoofdlijnen
- raamwerk voor selectie en/of (door-)ontwikkeling van ondersteunende tools op afzonderlijke processtappen

¹ Deze processen worden in het vervolg samen het proces van 'PBO HB data' genoemd

Aanpak in deze fase

Het stappenplan is gebaseerd op de procesbeschrijving binnen de probleemanalyse, kennis en ervaring van de auteurs, gesprekken met betrokken collega's binnen de genoemde organisaties en diverse documenten.

Afbakening

Ten aanzien van de afbakening van de (gewenste) keten en de richting en snelheid van toekomstige ontwikkelingen zijn bij het samenstellen van onderhavige procesbeschrijving diverse pragmatische keuzes gemaakt. De belangrijkste keuzes zijn beschreven in Hoofdstuk 2. Keuzes op meer detailniveau zijn beschreven bij de afzonderlijke processtappen.

Doelgroep

De doelgroep van dit rapport bestaat uit:

- partijen die voor Rijkswaterstaat of derden HB data genereren. Voorbeelden van dergelijke partijen zijn:
 - teams die voor RWS nieuwe HB data genereren ten behoeve van beoordelen of ontwerpen van primaire waterkeringen (in het kader van BOI)
 - teams binnen RWS achter de Maatgevende Hoogwater processor (MHWp) en het Nationaal Water Model (NWM) voor de bouw en het beheer van de databases fysica;
 - teams buiten RWS die databases genereren voor het ontwerp, voor beleidsstudies², of voor een Toets op Maat (ToM).
- specialisten die (gaan) werken aan de (door-)ontwikkeling van procesondersteunende tools, zowel in het kader van Productie als van Beheer en Onderhoud.

Kader en totstandkoming

Dit rapport is opgesteld door Hans de Waal (Deltares), Jan Stijnen (HKV Lijn in Water) en Peter van den Bosch (Arcadis) in het kader van het KPP programma BOI, projectnummer 49: 'Beheertool hydraulische databases'. Vanuit de opdrachtgever RWS WVL is de studie begeleid door Robert Slomp. Commentaar van andere collega's bij WVL, Deltares, HKV en Arcadis is ook verwerkt in dit document

Opbouw rapport

Dit rapport is opgebouwd als naslagwerk. Er wordt veel gebruik gemaakt van puntsgewijze, bondige formuleringen. Waar nodig wordt gewezen op de onderlinge samenhang tussen de procesonderdelen. De ingezette verbeteractie is niet eenmalig, maar moet gezien worden als een continu groeiproces. Dit document zal daarmee regelmatig een update krijgen, de ervaringen vanuit het BOI productie proces worden verwerkt.

In Hoofdstuk 2 wordt eerst ingegaan op de belangrijkste uitgangspunten die zijn gehanteerd bij het opstellen van de procesbeschrijving. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 3 het productieproces op hoofdlijnen beschreven. De Hoofdstukken 4 tot en met 9 gaan in op de afzonderlijke processtappen. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 10 nader ingegaan op de processen beheer en onderhoud. Dit stappenplan wordt in hoofdstuk 11 afgesloten met een opsomming van de belangrijkste openstaande verbeterpunten in dit stappenplan: de 'known issues' van deze tool.

² Bijvoorbeeld: Zeespiegelstijging (ZSS), Integraal Rivier Management (IRM), Prestatiepeilen onderzoek Oosterschelde en/of Haringvlietsluizen.

2 Uitgangspunten voor deze procesbeschrijving

2.1 Inleiding

Wensen en eisen ten aanzien van hydraulische belastingen staan niet stil. In het programma BOI worden op drie niveaus uitgangspunten opgesteld: generiek voor BOI, generiek voor hydraulische belastingen en specifiek per watersysteem. Deze uitgangspunten worden waar nodig bijgewerkt tijdens de uitvoering van het BOI programma. Wensen voor doorontwikkeling of verandering van hydraulische belastingen worden vastgelegd in documenten van het programma Kennis voor Keringen (ambitie Rijkswaterstaat). Per faalmechanisme worden eisen expliciet uitgeschreven voor de toekomst (ambitie na 2023) en voor de korte termijn (tot 2023). Twee dossiers met nieuwe eisen zijn al in wording, namelijk voor Duinen en Bekledingen.

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste uitgangspunten voor deze (versie van de) procesbeschrijving. Diverse keuzes zijn niet zozeer gemaakt omdat het de beste keuzes zouden zijn, maar zijn ingegeven vanuit pragmatische overwegingen. In toekomstige versies van dit stappenplan kunnen deze keuzes herzien worden.

Onderstaande uitgangspunten zijn gekozen met vooral het huidige toepassingskader 'beoordelen' (en in iets mindere mate het huidige toepassingskader 'ontwerpen') in het achterhoofd. Sommige van deze uitgangspunten passen mogelijk niet bij het PBO proces van HB data voor andere toepassingskaders of de toekomstige toepassingskaders 'beoordelen' en 'ontwerpen'. We bevelen daarom aan om onderstaande uitgangspunten te vergelijken met de algemene uitgangspunten van het beoogde toepassingskader.

2.2 Keuzes gerelateerd aan algemene uitgangspunten in waterveiligheidsbeschouwingen

Focus op topwaarden van hydraulische belastingen

Zie het Basisrapport WBI2017 (De Waal, 2018), paragraaf 4.2 en hoofdstuk 9.

Het water blijft in het watersysteem; geen invloed van de keringkenmerken op de HB data

Zie het Basisrapport WBI2017 (De Waal, 2018), paragraaf 4.4.4.2 en hoofdstuk 9.

Elk normtraject wordt door precies één watersysteem bedreigd.

Zie het Basisrapport WBI2017 (De Waal, 2018), paragraaf 2.3.3 en hoofdstuk 9.

In de vigerende WBI gaat dit uitgangspunt voor een aantal normtrajecten niet op, bijvoorbeeld:

- traject 8-3 wordt voor een deel door het IJsselmeer en voor een ander deel door het Markermeer bedreigd,
- trajecten 19-1 en 20-3 worden elk voor een deel door Europoort en voor een ander deel door de Benedenrijn bedreigd.
- verbindende keringen hebben in sommige gevallen twee buitenzijden en bijvoorbeeld de Houtribdijk (traject 204) wordt aan de ene zijde door het Markermeer en aan de andere zijde door het IJsselmeer bedreigd. In bijlage II bij de Ministeriële Regeling is aangegeven welke vigerend zijn. In sommige gevallen zijn bij dergelijke keringen extra hydraulische belastingen van belang, zoals bijvoorbeeld het verval over de kering.

In het PBO proces voor de HB Data moet worden vastgelegd hoe met deze uitzonderingen wordt omgegaan. De verwachting is dat dit in 2022 zal zijn opgelost.

2.3 Focus op HB data voor toepassing in Hydra-Ring

De focus op Hydra-Ring heeft vergaande consequenties voor de inrichting van het proces voor PBO HB data. Hierop wordt op diverse plekken later in dit stappenplan nader ingegaan. Eén hiermee samenhangend uitgangspunt wordt hieronder apart behandeld:

PBO HB data wordt vooralsnog ingericht op de huidige situatie wat betreft de Hydra-Ring rekensnelheid.

Diverse complicaties in de productie en het B&O van de HB data vloeien voort uit het feit dat in Hydra-Ring de rekentijd van de meest betrouwbare techniek onacceptabel groot is. Daarom wordt waar mogelijk gebruik gemaakt van snellere rekenmethoden, die echter 'op maat' gekozen moeten worden. Het oplossen van het probleem van de grote rekentijd van Hydra-Ring valt buiten de scope van onderhavig project, maar als op dit punt aanzienlijke verbetering zou kunnen worden bereikt, zou dat voor onderhavig project wel veel complicaties kunnen weghalen. Denk aan:

- Geen aparte database met rekeninstellingen nodig (want overal hetzelfde) en dus is ook de lus in de productieketen voor de bepaling van de instellingen niet meer nodig.
- Geen PreprocessorClosure data meer nodig en dus is ook de lus in de productieketen voor de bepaling van deze data niet meer nodig.
- Geen Preprocessor data meer nodig in de HRD en dus is ook de lus in de productieketen voor de bepaling van deze data niet meer nodig.
- Geen controle berekeningen meer met Hydra-NL, omdat het dan mogelijk wordt om alle controles (GEKB/hoogte (HBN), Hs, Waterstand) voor alle locaties met Hydra-Ring uit te voeren.
- De inzet van Hydra-Ring voor beleidsstudies wordt dan ook aantrekkelijker. Dat bespoedigt de uitfasering van Hydra-NL. Daarmee zou de noodzaak vervallen oog te houden op de – enigszins afwijkende - datastroom voor HB data naar Hydra-NL, zie ook paragraaf 2.4.

Het voldoende versnellen van Hydra-Ring is vooralsnog (te) moeilijk gebleken. Het zoeken naar kansrijke investeringen in versnelling van Hydra-Ring moet echter niet stil komen te staan: de baten kunnen immers groot zijn, niet alleen voor eindgebruikers, maar ook voor PBO HB data. Binnen het programma BOI wordt daarom aan de versnelling van Hydra-Ring gewerkt, in een apart project.

2.4 Niet compleet ten aanzien van rol Hydra-NL

Deze procesbeschrijving laat de productie en het B&O van HB data voor gebruik in Hydra-NL buiten beschouwing.

Hierbij worden de volgende opmerkingen gemaakt:

Gebruik van Hydra-NL binnen BOI blijft in 2020 en 2021 nog nodig voor testen op de HB data die Riskeer door de grote rekentijd niet binnen de gestelde termijnen kan uitvoeren.

Hydra-NL kan gebruik maken van de databases fysica zoals die - op dit moment - voor Hydra-Ring worden gegenereerd. Eventuele wijzigingen in de structuur van de databases fysica voor Hydra-Ring zullen echter mogelijk aanpassingen in Hydra-NL vergen.

Er zijn wezenlijke verschillen tussen Hydra-Ring en Hydra-NL wat betreft rekentechnieken en rekeninstellingen. De productie van statistische info en rekeninstellingen voor Hydra-NL vergt daardoor afzonderlijke processen. Bovendien maakt die informatie (tot op heden) deel uit van het product Hydra-NL, dus een nieuwe versie van die informatie leidt per definitie tot een nieuwe versie van Hydra-NL.

Mee-doorontwikkelen aan Hydra-NL is ongewenst, gezien het voornemen om Hydra-NL geleidelijk uit te faseren.

In de generieke keten toets voor de productie van HB data moeten de verschillen in rekenresultaten tussen Hydra-Ring en Hydra-NL getoetst worden. Daarom zou eigenlijk toch ook beschreven moeten zijn hoe de HB data geschikt gemaakt moeten worden voor gebruik in Hydra-NL.

2.5 Pragmatische keuzes

Deze procesbeschrijving PBO HB data omvat vooralsnog niet de productie en het beheer van:

- **waterstandsverlopen**
- **HB voor duinen**
- **resultaten uit probabilistische berekeningen³**

Focus op één zichtjaar en één scenario

De beschrijving van het productieproces beperkt zich tot de productie van HB data voor één combinatie van zichtjaar en scenario. Deze scope is bijvoorbeeld aan de orde bij de productie van HB data voor een WBI editie, voor het proces 'beoordelen'. In een project in het toepassingskader 'ontwerpen' of 'beleidsverkenningen' kan echter sprake zijn van de productie van HB data voor meerdere combinaties van zichtjaar en scenario. Dan kan het verstandig zijn om de keuzes bij de diverse combinaties zo veel mogelijk op elkaar af te stemmen, bijvoorbeeld ten aanzien van de ligging van locaties en de discretisatie van basisstochasten. Onderhavige procesbeschrijving gaat niet nader in op deze afstemming.

Beperkte interactie tussen wind, waterstanden en golven

In de modellering worden a) de invloed van wind op de waterstanden en golfcondities en b) de invloed van de lokale waterstand op de lokale golfcondities in rekening gebracht. Overige interacties worden buiten beschouwing gelaten, denk daarbij bijvoorbeeld aan:

- de invloed van stroming op de golfcondities
- de invloed van golven op waterstanden (via wave-set-up)
- de invloed van golfcondities op de ruwheid van het wateroppervlak en daarmee op de wind en de windschuifspanning.
- 3D effecten (retourstroming, etc.).

Geen wijziging in de rol van de dam- en voorlandmodule

In dit stappenplan geldt als uitgangspunt dat de (optionele) laatste transformatie van hydraulische condities naar de teen van de waterkering met behulp van de dam- en

³ Denk bijvoorbeeld aan terugkeerniveaus van de waterstand en aan decimeringshoogtes van de waterstand, die eenmalig berekend zouden kunnen worden en dan direct (zonder verdere rekentijd) beschikbaar zijn voor sommige types beleidsstudies.

voorlandmodule door de eindgebruiker van de HB data plaatsvindt en dat deze transformatie daarmee buiten de scope van het PBO proces voor de HB data valt.

Geen invloed eindgebruiker op de HB data

Aanpassingen aan de waterstand- en golfgegevens in de databases door gebruikers voor de beoordeling of voor het ontwerp zijn weliswaar mogelijk, maar worden niet door Rijkswaterstaat of Deltares beheerd. De archivering en rapportage van die gegevens blijft de verantwoordelijkheid van de beheerder.

Stappenplan als word document

In principe zouden de processen kunnen worden beschreven in UML, bijvoorbeeld met behulp van de tool 'Enterprise Architect'⁴. Dat is een optionele vervolgstap op dit document en maakt geen deel uit van deze beschrijving.

⁴ Zie <https://www.sparxsystems.eu/enterprise-architect/ea-purchase/>.

3 Productie: hoofdlijnen

3.1 Output

De Hydraulische Belastingen informatie, die in het probabilistische model Hydra-Ring wordt toegepast, bestaat uit de volgende onderdelen:

- 1) HB parameters, locaties en basisstochasten
- 2) Statistische data⁵
 - a) Statistiek Basisstochasten, inclusief correlaties tussen de basisstochasten
 - b) Statistische onzekerheden
- 3) Fysica data⁶; Fysische relatie tussen Basisstochastwaardecombinaties en lokale hydraulische belastingparameters (resultaat van productieberekeningen fysica)
 - a) Basisstochastwaardecombinaties
 - b) Hydraulische belastingparameters
 - c) Modelonzekerheden in de fysische relatie
- 4) Rekeninstellingen⁷ probabilistisch model (rekentechniek, tijdintegratiemethode, startwaarde)

Deze informatie wordt vastgelegd in drie types sqlite bestanden:

- HLCD-bestanden (voornamelijk statistiek)
- HRD-bestanden (voornamelijk fysica)
- config-bestanden (voornamelijk rekeninstellingen)

De precieze verdeling van de informatie over deze bestanden en de structuur binnen de bestanden verdient nog heroverweging.

Op dit moment is binnen het toepassingskader beoordelen sprake van (in principe) 1 HLCD bestand (toepasbaar voor heel Nederland)⁸ en voor ieder dijktraject een HRD-bestand en een config bestand. Meer algemeen (voor andere toepassingen) geldt dat 1 HLCD gemaakt wordt per combinatie van zichtjaar en scenario (klimaat en waterbeheer). HRD bestanden kunnen ook verschillen per combinatie van zichtjaar en scenario. Config-bestanden worden doorgaans gelijk gehouden aan die voor beoordelen, voor alle combinaties van zichtjaar en scenario.

3.2 Eisen aan HB data en productieketen

3.2.1 Inleiding

De in dit hoofdstuk beschreven eisen zijn afkomstig uit het project WBI2017. Deze worden hier als basis gepresenteerd. Het wordt echter aanbevolen deze eisen kritisch te (blijven) bekijken en aan te passen of aan te vullen indien dat nuttig is voor het beoogde toepassingskader (in

⁵ NB: in de praktijk gekoppeld aan het watersysteem.

⁶ NB: gekoppeld aan de HB locaties.

⁷ NB: in de praktijk gekoppeld aan het normtraject

⁸ Omdat dit in de praktijk onhandig is gebleken zijn er nu meerdere HLCD-bestanden in omloop. Ook dit heeft echter nadelen, en (mede) daarom vindt een re-design van de HB datastructuur plaats. Dat zal daarna hoogstwaarschijnlijk tot aanpassing van dit stappenplan moeten leiden, maar daarop kunnen we nu nog niet vooruitlopen.

eerste instantie: BOI). Zo'n herziening kan goed deel uitmaken van het opstellen van de generieke uitgangspunten binnen BOI.

3.2.2 Hoofdpijnen

Op globaal niveau zijn de volgende eisen gesteld aan het WBI (waarvan de HB data deel uitmaken):

- A. Altijd een antwoord
- B. Een betrouwbaar antwoord
- C. Acceptabele rekentijden

Doorvertaling van globaal naar specifiek

Vanuit deze globale eisen aan WBI zijn eisen aan de HB data af te leiden. Hierbij is onder meer sprake van eisen samenhangend met:

- de waterkeringtypes (faalmechanismen, toetssporen en faalmechanismemodellen en de ligging van de waterkeringen en ruimtelijke variatie)
- de normstelling
- het probabilistisch model
- consistentie (verklaarbaarheid van eventuele variatie) in:
 - het kansdomein c.q. frequentiedomein (plausibele frequentielijnen)
 - de ruimte (nabijgelegen locaties)
 - de tijd (voorgaande edities)
 - toegepaste software / rekenmodel (Hydra-Ring rekentechnieken, Hydra-NL)

Extra globale eis aan data: reproduceerbaar

Naast de globale eisen A, B en C aan WBI is in globale zin vereist dat de HB data reproduceerbaar c.q. herleidbaar zijn. Deze eis heeft dan in feite betrekking op *de productie en het B&O* van HB data.

Eisen vanuit leerervaringen

Bij de bouw van HR2001 en TMR2006 zijn een aantal belangrijke leerervaringen gekomen die deels zijn te vertalen naar eisen.

Ten aanzien van locaties en databases moet gelden:

- Langs de waterkering is om de 100 m (rivieren) of 300 m (kust en meren) een HB locatie beschikbaar, zo dicht mogelijk bij de teen van de waterkering.
- De naamgeving van locaties en databases vindt plaats op basis van de naamgevingsconventie die nog vastgelegd wordt.
- Voor iedere locatie is de database ('matrix') voor 100% gevuld⁹.
- Voor het omgaan met droogval wordt een procedure gevolgd die zal worden vastgelegd in een memo.
- Meta data is zichtbaar in de database:

⁹ De onderliggende eis is minder streng. Strikt genomen geldt in zowel Hydra-Ring als Hydra-NL dat (per discrete basisstochast) sprake moet zijn van 100% gevulde rechthoeken, die kleiner mogen zijn dan de rechthoeken die worden opgespannen door de oorspronkelijke reeksen basisstochastwaarden. Hydra-Ring resultaten blijken niet heel gevoelig voor het gebruik van verkleinde rechthoeken. Hydra-NL stelt (om te kunnen rekenen) strengere eisen aan de variatie in de rechthoeken binnen een database dan Hydra-Ring. Zowel bij Riskeer en Hydra-NL bepaalt de vullingsgraad de kwaliteit van het eindantwoord en voor Riskeer ook de rekensnelheid. De hoogst mogelijke vullingsgraad is dus altijd de ambitie.

- over het gehanteerde model voor wind, waterstanden en golven en de daarbij gehanteerde schematisatie;
- over de gekozen statistiek (zichtjaar, klimaatscenario).

Tevens is sprake van een integrale ketentoets van data en software, waarbij moet gelden:

- Uitkomsten van HB berekeningen komen voldoende overeen met de metingen (in het meetbereik van terugkeertijd tussen 1 en 100 jaar)¹⁰.
- Uitkomsten in het extreme bereik zijn logisch te verklaren op basis van de uitkomsten in het meetbereik.
- Decimeringshoogten zijn logisch voor waterstand en HBN (consistent met ervaring en fysische relaties). Ook de uitkomsten voor decimeringshoogte waterstand gedeeld door decimeringshoogte HBN zijn logisch.
- Voor WBI2017 komen de rekenresultaten van Riskeer en Hydra-NL voldoende overeen; verschillen in waterstand zijn kleiner dan 10 cm en verschillen voor HBN zijn kleiner dan 20 cm. Incidentele grotere verschillen kunnen alsnog geaccepteerd worden als deze zijn te verklaren door specifieke verschillen in de rekenmethodes tussen Hydra-NL en Hydra-Ring, zoals het wel of niet toepassen van 'reparaties'.

3.2.3 Hydra-Ring en de fysische relatie tussen basisstochasten en lokale HB parameters

Basisgedachten bij 'Fysische relatie tussen basisstochastwaardecombinaties en lokale hydraulische belastingparameters'

- 1 Binnen Hydra-Ring zijn voor iedere 'willekeurige' locatie langs de primaire waterkeringen in Nederland en iedere 'willekeurige' basisstochastwaardecombinatie de bijbehorende waarden van de lokale hydraulische belastingparameters nodig.
- 2 De fysische relatie uit punt 1 is complex en de bepaling ervan vergt veel rekentijd. Daarom wordt deze relatie in de praktijk vóóraf bepaald en in een (veeldimensionale) tabelvorm aan Hydra-Ring aangeboden. De dimensies bestaan uit de locaties en de basisstochasten. Met dit 'vooraf in een tabel vastleggen' wordt wel het 'willekeurige' karakter van de locaties en de basisstochastwaarden aanzienlijk ingeperkt. Punt 3 en 4 gaan hier nader op in.
- 3 Hydra-Ring maakt langs de dimensies van de continue basisstochasten gebruik van eenvoudige interpolatie (en indien nodig extrapolatie) in deze tabel. Voorbeelden van continue basisstochasten zijn 'windsnelheid', 'zeewaterstand', 'afvoer', 'meerpeil'.
- 4 In de dimensies van de 'locatie' en de discrete basisstochasten ('windrichting' en 'toestand stormvloedkering') wordt alleen gebruik gemaakt van de HB informatie bij een (representatief geachte¹¹) in de tabel beschikbare discrete waarde. In deze dimensies wordt dus géén gebruik gemaakt van interpolatie.
- 5 De methode voor inter- en extrapolatie in Hydra-Ring langs de dimensies van de continue basisstochasten is bewust eenvoudig gehouden: deze methode bevat géén fysische regels. Afspraak is dat we zorgen dat de tabel de relevante fysische logica bevat.
- 6 De tabel (verzameling locaties en stochastwaardecombinaties) moet voldoende gevuld zijn: de discretisatie moet goed gekozen zijn en bij alle gevulde waardecombinaties moet betrouwbare hydraulische belastinginformatie beschikbaar zijn.

¹⁰ In de praktijk blijkt deze ambitie nog niet in alle gevallen waar te maken.

¹¹ De representatieve locatie wordt door de toetsers gekozen uit de beschikbare locaties.

Eisen aan de fysische relatie in tabelvorm

De keuze om de benodigde continue fysische relatie te benaderen met een tabel, in combinatie met een methode van inter- en extrapolatie, impliceert dat er eisen (en wensen) zijn waaraan die tabel moet voldoen. Hieronder worden de globale eisen (uit paragraaf 3.2) nader geïnterpreteerd voor de HB data fysica en productieketen:

De eis 'Altijd een antwoord' (A) vereist:

- 1) Voor ieder dijktraject zijn voldoende nabije locaties beschikbaar (om ieder traject te kunnen toetsen):
 - a) minimaal een locatie per 100 m (rivieren) of 300 m (kust en meren)¹².
- 2) De tabel moet voldoen aan de technische eisen om überhaupt te kunnen rekenen met het probabilistisch model:
 - a) minstens 2 waarden voor elke continue basisstochast
 - b) de beschikbare basisstochastwaardecombinaties moeten (per afzonderlijke waardecombinatie van locatie en discrete basisstochasten) een rechthoekig rooster vormen: ze moeten een 'gevulde matrix' vormen.

De eis 'Een betrouwbaar antwoord' (B) vereist:

- 3) Algemeen:
 - a) De juiste data: geen verwisselingen van parameters of fouten in eenheden
 - b) Fysisch correcte c.q. representatieve data
 - i) geen dummies, NaNs, spikes of andere reken-artefacten
 - ii) plausibele trends (interne consistentie, ook bijvoorbeeld plausibele relatie tussen waterstand en golven)
 - c) Herleidbaar, reproduceerbaar:
 - i) documentatie
 - ii) vastlegging bewerkingen (vastlegging procedures, opslag & versiebeheer scripts)
 - iii) opslag tussenresultaten
- 4) Aanvullend, specifiek t.a.v. de tabel voor het probabilistisch model:
 - a) Voldoende *bereik* in data (om het tamelijk grove extrapoleren in het probabilistisch model te voorkomen danwel zo veel mogelijk te beperken)
 - b) Voldoende *dichtheid* in data (met het oog op het realiteitsgehalte c.q. de nauwkeurigheid van de interpolatie binnen het probabilistisch model)
 - c) Zoals bij 4a (bereik) en 4b (dichtheid) en 2b (gevulde matrix) al impliciet bedoeld, moet sprake zijn van voldoende hoge *vullingsgraad* met representatieve waarden.

De eis 'Acceptabele rekentijden' (C) wordt als volgt uitgewerkt:

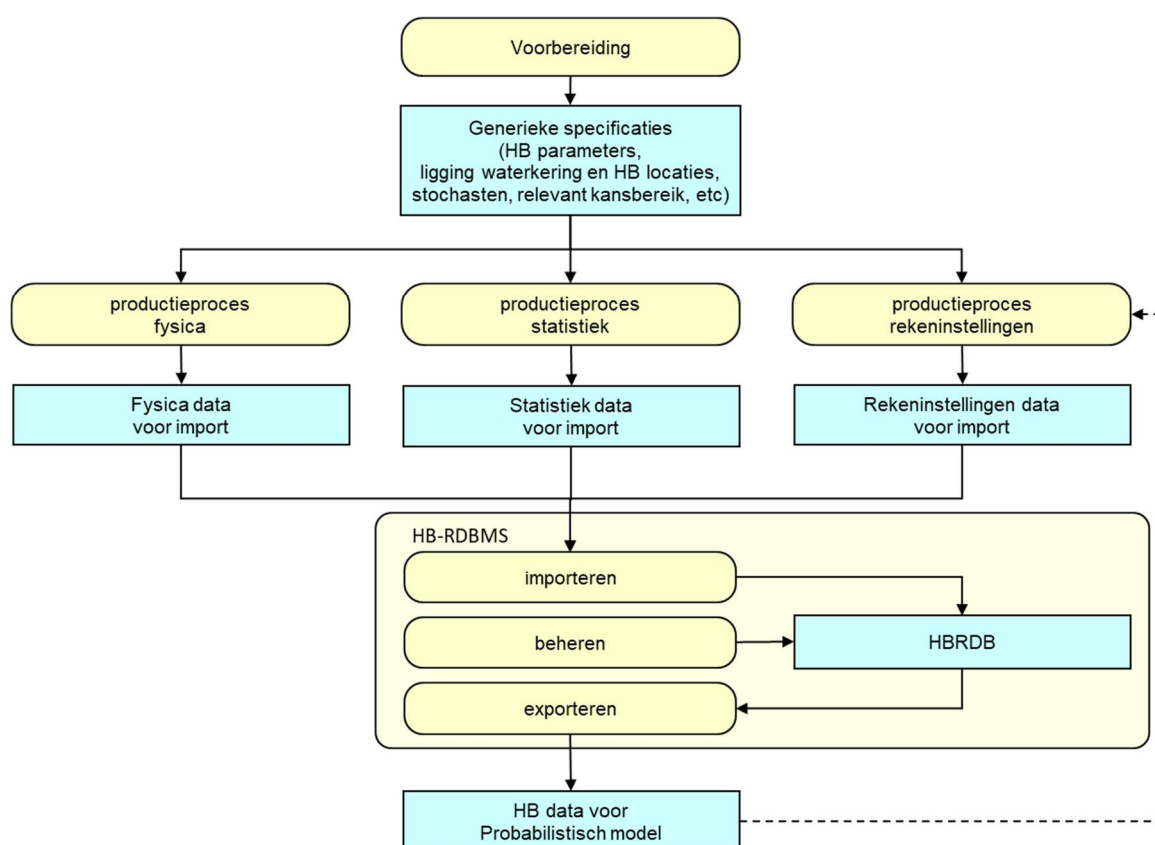
- 5) De *omvang* van de HB data is behapbaar, zowel binnen het PBO proces als binnen het eindgebruik in Riskeer / Hydra-Ring.
- 6) De *rekentijd* benodigd voor de productie van HB data is acceptabel. Dit impliceert dat vooral het aantal productiesommen fysica niet te groot moet worden.
- 7) De *rekentijd* van Riskeer / Hydra-Ring met de HB data is acceptabel. Dit impliceert dat waar mogelijk voor een snelle rekentechniek gekozen moet worden. In het algemeen geldt dat hoe grilliger de trends in de data zijn, hoe zwaarder de voor een betrouwbaar antwoord benodigde rekentechniek in de probabilistische analyse van Hydra-Ring is en hoe groter de rekentijd. Zie ook paragraaf 2.3.

¹² Dit is het uitgangspunt, maar voor een betrouwbaar antwoord is het soms nodig om locaties te verwijderen.

Uit het voorgaande blijkt dat de eis 'Altijd een antwoord' (A) slechts leidt tot minimum-eisen, waaraan sowieso voldaan moet worden. De eis 'Een betrouwbaar antwoord' (B) stelt strengere eisen en leidt tot de productie van méér HB data en tot langere rekentijden. De eis 'Acceptabele rekentijden' (C) stelt echter juist beperkingen aan de omvang van de HB data en de rekentijden en stuurt dus in tegengestelde richting. Dat laatste betekent dat in de uitwerking een goede *balans* gezocht moet worden. In sommige gevallen ligt die balans bij (helaas toch) grote rekentijden in Hydra-Ring.

3.3 Productieketen en (tussen-)producten

Figuur 3.1 geeft de hoofdlijnen van de productieketen van HB data naar het probabilistisch model.



Figuur 3.1 Hoofdlijnen van de productieketen van HB data naar het probabilistisch model.

Het eindproduct bestaat uit Hydra-Ring sqlite data voor alle primaire waterkeringen in NL voor de volgende processen:

- beoordelen (zowel huidige als toekomstige WBI edities),
- ontwerpen (verschillende klimaatscenario's voor verschillende zichtjaren),
- beleidsverkenningen en
- B&O taken (waaronder vergunningverlening).

Het is overigens niet zo dat HB data voor álle gewenste vormen van ontwerpen, beleidsverkenningen en B&O taken geschikt zijn: bij die processen kán sprake zijn van zodanig afwijkende uitgangspunten, dat ook andere HB data vereist zijn, zie ook paragraaf 2.1.

Het wel of niet in beheer nemen van HB data die gemaakt zijn voor een Toets op Maat in het kader van de wettelijke beoordeling vergt in alle gevallen een apart besluit. Als het later nodig is voor een regulier proces is dat een mogelijke reden (maar geen eis) om het wel in beheer te nemen. Elke casus vergt een apart besluit.

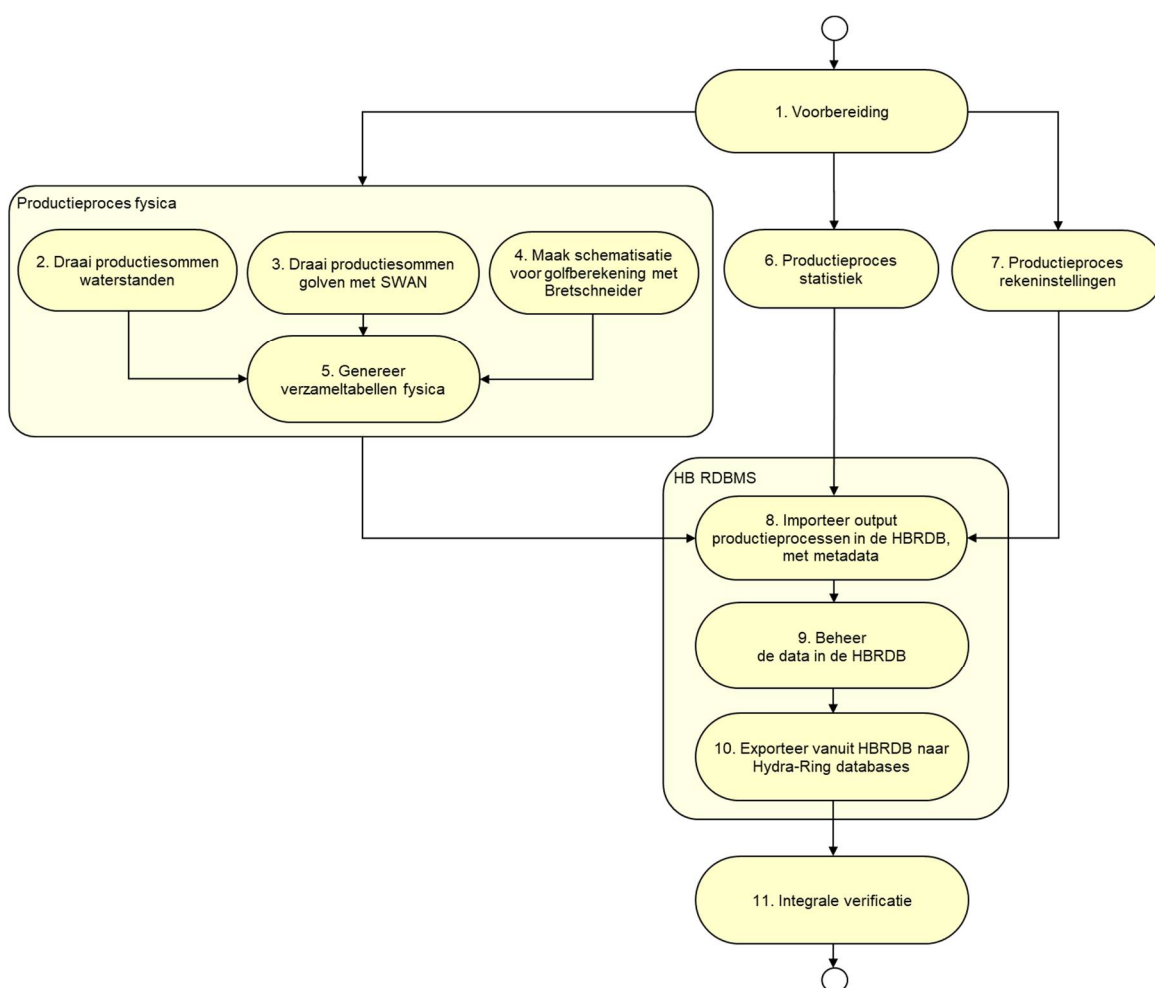
De eindproducten worden overigens pas geaccepteerd na succesvolle tests in de vorm van probabilistische berekeningen met zowel Riskeer als Hydra-NL, en waarbij de resultaten van Riskeer en Hydra-NL ook onderling consistent zijn. Deze stap is niet zichtbaar in Figuur 3.1.

Reflectie en aanbeveling

Het in Figuur 3.1 geschetste proces toont opeenvolgende stappen met in principe één richting (de getrokken zwarte pijlen). In de praktijk is echter in veel gevallen sprake van onzekerheden (danwel veranderende inzichten en/of eisen) en moet gebruik gemaakt worden van tijdelijke aannames. Het is daarom verstandig het proces zo in te richten dat hierin eenvoudig een of meer stappen teruggaan kan worden om eerdere aannames of keuzes aan te passen. Daartoe dienen de tussenproducten en gehanteerde procedures goed bewaard te worden¹³. Met een dergelijke werkwijze wordt tevens de reproduceerbaarheid van het eindresultaat geborgd. Het opzetten en in de praktijk volgen van deze aanpak vergt overigens wel tijd, geld en discipline, dus snel en goedkoop schakelen is er niet meer bij.

Ten behoeve van de structuur in dit stappenplan wordt gebruik gemaakt van een enigszins aangepaste versie van de schets van de gehele productieketen, zie Figuur 3.2.

¹³ Deze werkwijze is bij de productie van de WBI2017 HB data initieel gehanteerd, maar na de eerste eindresultaten zijn enkele (inderdaad nodig gebleken) 'stappen terug' niet langs het daarvoor voorbereide pad gemaakt.



Figuur 3.2 Alternatieve schets van de productieketen HB data, met genummerde processtappen.

In het vervolg van dit rapport worden de processtappen uit Figuur 3.2 nader uitgewerkt, deels in de vorm van pseudo-code. De stappen worden daarbij verder aangehaald als 'S1' t/m 'S11'. Uit deze pseudo-code tabellen blijkt het verschil in opzet van de verschillende stappen in de keten: de diverse stappen hebben betrekking op verschillende doorsneden van de HB data. Het is daardoor niet mogelijk om het proces significant te vereenvoudigen of te verkorten door de scope te beperken tot bijvoorbeeld 1 locatie, of tot bijvoorbeeld alleen de locaties bij 1 normtraject.

4 Productie S1: Voorbereiding

4.1 Output

De belangrijkste output van deze stap is:

- Document met uitgangspunten en specificaties
- Keringenshape en bodembestand
- Geverifieerde modelschematisaties voor de fysicamodellen, inclusief uitvoerlocaties en aansturing

4.2 Eisen

- 1) Bij alle belanghebbenden (opdrachtgever, eindgebruikers, productieteam, kwaliteitsborgingsteam, B&O-team):
 - a) Duidelijkheid, eenduidigheid over toepasbaarheid van de te maken HB data
 - b) Draagvlak en herkenning
 - c) NL-breed moet gelden: uniform waar mogelijk, verschillend waar nodig
- 2) Modellen fysica gereed voor productie (i.e. goed gekalibreerd en getest, ook onder extreme WBI-omstandigheden)

4.3 Proces

In pseudo-code:

S1 Voorbereiding

- 1 [Specificeer het] toepassingskader en te beschouwen zichtjaar
- 2 [Specificeer de] te beschouwen waterkeringen (ligging, normen, type, faalmechanismen) en bodemligging in het watersysteem (bathymetrie)
- 3 [Specificeer de] te gebruiken HB parameters
- 4 [Specificeer het] relevante kansbereik (range van herhalingstijden waarbinnen we betrouwbare resultaten willen genereren)
- 5 [Specificeer de] te gebruiken basisstochasten
- 6 [Specificeer de] te beschouwen seizoenen, het klimaat en het waterbeheer
- 7 [Specificeer het] te gebruiken probabilistisch model
- 8 [Specificeer de] watersystemen (combinaties van stochasten)
- 9 [Doe] voor ieder watersysteem:
- 10 [Specificeer de] modellen voor wind, waterstanden en golven, met schematisatie: randen, bodem, rekenroosters, aansturing, uitvoer
- 11 [Specificeer de] HB locaties (en hun namen)
- 12 [Specificeer de] deelverzamelingen uitvoerlocaties
- 13 [Specificeer de] verzameling events
- 14 [Als SWAN-berekeningen binnen dit watersysteem dan]:
- 15 [Specificeer de] SWAN-hulp-events
- 16 [Eindals SWAN-berekeningen binnen dit watersysteem]
- 17 [Verifieer de] modelschematisaties en uitvoerlocaties
- 18 [Einddoe] voor ieder watersysteem

Specificeren betekent hier: expliciet maken *en draagvlak bij de belanghebbenden borgen*, zie ook Bijlage A.

Diverse stappen uit deze pseudo-code worden in de hierna volgende paragrafen nader toegelicht.

4.4 Specificatie toepassingskader en zichtjaar (S1.1)

Het toepassingskader kan bestaan uit bijvoorbeeld:

- wettelijke beoordeling
- ontwerp
- beleidsverkenning
- vergunningverlening

Met name bij ontwerp en beleidsverkenning kan voor een gegeven zichtjaar nog sprake zijn van meerdere varianten van HB data, gerelateerd aan bijvoorbeeld verschillende gehanteerde klimaatscenario's of maatregelpakket (andere afvoerverdeling, dijkverleggingen, of andere grote ingrepen).

Specificatie van het toepassingskader is van belang voor de status van de HB data en daarmee tevens voor de gehanteerde kwaliteitseisen en de voorwaarden voor distributie.

Het zichtjaar is bepalend voor ondermeer de specificatie van de waterkeringen, de watersystemen en hun schematisaties, het waterbeheer en het klimaat. Het zichtjaar ligt vrijwel altijd in de toekomst. Dit betekent dat de benodigde gegevens kunnen afwijken van beschikbare gegevens over de actuele situatie. Hier moet men zéér alert op zijn. Het expliciet specificeren van het zichtjaar geeft duidelijkheid en draagt bij aan de vereiste alertheid.

Voor beoordelen wordt (per WBI editie) het te beschouwen zichtjaar centraal vastgesteld. Daar mag niet van worden afgeweken. Voor ontwerpen worden (per centraal beschikbaar gestelde OI-editie) twee zichtjaren in de toekomst centraal vastgesteld. Ontwerpprojecten mogen daar overigens desgewenst van afwijken en hun eigen zichtjaar kiezen. Dat laatste geldt ook voor beleidsverkenningen.

4.5 Specificatie waterkeringen en gebiedsgeometrie (S1.2)

4.5.1 Output

Gebiedsgeometrie

- Ligging waterkering en eventuele hoge gronden
- Bodemligging (bathymetrie tussen bandijken)
- Obstakels
- Bijzondere kenmerken zoals as van rivier of geul, zijtak of haveningang

Waterkeringen

- Trajecten en normen

4.5.2 Proces

- 1) Verzamel de actuele c.q. vigerende informatie:
 - a) actuele ligging bodem en obstakels (Baseline)
 - b) specificatie normtrajecten in Waterwet
 - c) vigerende normtrajectenshape (in beheer bij IHW)
- 2) Maak een HB-eigen kopie van de vigerende normtrajectenshape: de keringenshape
- 3) Breng in de keringenshape enkele aanpassingen en aanvullingen aan voor de toepasbaarheid in Riskeer en het proces voor PBO HB data:
 - a) Breid – waar nodig - de keringenshape uit met hoge gronden en trajecten in het buitenland.
 - b) Maak - waar nodig - een kopie zodat een traject aan beide zijden HB data kan hebben.
 - c) Zorg dat Riskeer kan omgaan met trajecten die uit meerdere lijnstukken bestaan door de afzonderlijke lijnstukken als afzonderlijke trajecten te benoemen (en dus ook elk een eigen naam te geven).
- 4) Breng - in nauw overleg met in ieder geval RWS, IHW en keringbeheerders - de eventueel benodigde aanpassingen aan met het oog op het toepassingskader en zichtjaar:
 - a) in de keringenshape
 - b) in de gebiedsgeometrie (bijvoorbeeld als set 'maatregelen' in Baseline)
- 5) Neem bij de normtrajecten in de keringenshape de van toepassing zijnde lengte-effectfactoren op.

4.5.3 Toelichting

In de praktijk wordt de productie van HB data uitgevoerd per watersysteem. Dit betekent dat de in deze stap te genereren output met betrekking tot de gebiedsgeometrie en de keringen alleen op orde hoeft te zijn voor het beschouwde watersysteem, niet voor heel Nederland. Echter, strikt genomen is de ruimtelijke indeling in watersystemen bij deze stap S1.2 in het proces nog niet bekend: deze indeling wordt pas in stap S1.8 globaal (ruim) en in stap S9 scherp vastgesteld. Als pragmatische aanpak kan in deze stap S1.2 de ruimtelijke indeling aangehouden worden die is gehanteerd in (stap S1.8 van) het meest recente productieproces van HB data voor het beschouwde gebied. Als later (in stap S1.8 binnen het uit te voeren proces) een ruimere afbakening nodig blijkt dan nu hier in stap S1.2 is gekozen, dan zal deze stap S1.2 moeten worden herzien (uitgebreid).

De ligging van de keringen en hoge gronden wordt toegepast in:

- begrenzing rekenrooster en bodemrooster voor modellen (S1.10)
- bepaling uitvoerlocaties (S1.11)
- Riskeer, als kaartlaag ter oriëntatie, bron voor de normen, etc.

De normen van de keringtrajecten (en lengte-effectfactoren) zijn sterk bepalend voor het relevante kansbereik van de hydraulische belastingen en daarmee voor het relevante kansbereik van de basisstochasten. En dat is weer bepalend voor benodigde toepassingsbereik van de te gebruiken modellen.

In het uitgangspuntendocument per gebied moet expliciet aandacht aan besteed worden aan de bodemligging en obstakels. Grote obstakels / objecten moeten afzonderlijk worden beschreven, kleinere moeten generiek behandeld worden.

De ligging van bodem en obstakels wordt toegepast in:

- gebiedsschematisatie waterstandmodel (S1.10)
- gebiedsschematisatie golfmodel (S1.10)
- bepaling uitvoerlocaties (S1.11)
- bepaling droogval tijdens probabilistische berekening (o.b.v. lokale bodemhoogte, per locatie opgenomen in de HRD)
- (optioneel:) Riskeer, als kaartlaag ter oriëntatie.

4.6 Specificatie HB parameters (S1.3)

In deze procesbeschrijving wordt voorsnog vastgehouden aan de tot nu toe gebruikelijke keuze van de lokale HB parameters: 'topwaarden voor (de combinatie van) waterstand, golfhoogte, golfperiode en golfrichting'.

Los van het feit dat deze keuze nader moet worden gespecificeerd (bijvoorbeeld: golfperiode $T_{m-1,0}$), moet bedacht worden dat deze keuze afhangt van de te beschouwen faalmechanismen van de in het beschouwde gebied voorkomende waterkeringen uit S1.2. Door veranderende inzichten ten aanzien van die faalmechanismen zou het kunnen zijn dat in de toekomst andere, of aanvullende HB informatie nodig is, bijvoorbeeld over de stroomsnelheid of over het verloop van een parameter in de tijd. Maar deze procesbeschrijving houdt, zoals gezegd, geen rekening met een dergelijke aanpassing.

4.7 Specificatie relevant kansbereik (S1.4) en basisstochasten (S1.5)

De specificatie van de basisstochasten bestaat uit de specificatie van het stochasttype en de locatie, bijvoorbeeld: 'afvoer Lobith', 'windsnelheid Schiphol'. De selectie van de basisstochasten wordt voor een belangrijk deel bepaald door de HB parameters uit S1 en ook deels door het relevante kansbereik van de HB. In deze stap gaat het om het overzicht van voor NL relevante basisstochasten. De relevantie verschilt weliswaar per watersysteem, maar sommige basisstochasten zijn voor meer dan één watersysteem relevant.

De specificatie van basisstochasten bouwt veelal voort op in het verleden gemaakte keuzen. Van twee van deze 'traditionele' basisstochasten wordt aanbevolen de toepassing te laten vervallen¹⁴:

- Afvoer Olst (gebruik liever Afvoer Lobith)
- Afvoer Lith (gebruik liever Afvoer Borgharen)

Voor variabelen die niet als stochast worden behandeld, maar wel enige invloed op de HB hebben, moeten representatieve waarden gekozen worden. Die keuzes moeten vastgelegd worden in documentatie, ten behoeve van de herleidbaarheid en reproduceerbaarheid van de HB data.

De laagfrequente begrenzing van het relevante kansbereik van de HB hangt samen met de normen van de waterkeringen uit S1.2. De begrenzing aan de hoogfrequente zijde hangt af van het toepassingskader en van de mogelijkheid om berekende statistiek van HB data te kunnen valideren aan de hand van de statistiek van gemeten HB, zie paragraaf 3.2.2.

¹⁴ Dat vergt wel aanpassing van de software.

4.8 Specificatie seizoenen, klimaat en waterbeheer (S1.6)

De specificatie van seizoenen is van belang voor de (nadere) specificatie van het klimaat en het waterbeheer. Binnen het probabilistisch model Hydra-Ring wordt vooralsnog één seizoen per jaar beschouwd: het winterhalfjaar; de bijdrage van het zomerhalfjaar aan de overstromingskans wordt namelijk verwaarloosd¹⁵. In deze procesbeschrijving wordt verder aangenomen dat deze indeling in seizoenen gehandhaafd wordt. Desalniettemin is de expliciete specificatie van de seizoenen wel van belang.

De specificatie van het klimaat en het waterbeheer is van belang voor de statistiek van de basisstochasten (S6) en/of de fysische relatie tussen basisstochasten en lokale HB parameters (S2-S5).

Denk bij specificatie wat betreft klimaat aan bijvoorbeeld:

- zeespiegelstijging, meerpeilstijging
- afvoerstatistiek, aftopniveau
- windstatistiek

En wat betreft waterbeheer aan bijvoorbeeld:

- afvoerdeling splitsingspunten
- meerpeilbeheer (streefpeilen per seizoen of per maand)
- bediening stormvloedkeringen: sluitpeilen, procedure voor sluiten en openen
- bediening van niet-als-stochast-beschouwde kunstwerken

4.9 Specificatie probabilistisch model (S1.7)

De keuze van het probabilistisch model lijkt triviaal, want we richten ons op Hydra-Ring (binnen Riskeer)¹⁶. Toch wordt de specificatie hier als stap genoemd, omdat dit model veel eisen stelt aan de HB data, bijvoorbeeld wat betreft de aan te leveren parameters en de te hanteren formats van bestanden. Dergelijke kenmerken zouden nog per *versie* van het probabilistisch model kunnen verschillen.

De ontwikkeling van Hydra-Ring staat niet stil. Voorbeelden van *mogelijke* toekomstige ontwikkelingen in relatie tot de verwerking van HB data zijn:

- aanpassing van de HB parameters (bijvoorbeeld tijdsafhankelijkheid binnen event)
- aanpassing van basisstochasten
- aanpassing van specificatie seizoenen
- aanpassing van mogelijke watersysteemtipes (bijvoorbeeld Volkerak-Zoommeer, Hollandse IJssel, Kust-op-fysica-gebaseerd met als eerste systeem de Oosterschelde)
- verdiscontering correlatie tussen de modelonzekerheden golfhoogte en golfperiode
- aanpassing van mogelijke rekentechnieken
- aanpassing aan indeling van informatie over de HB databases en/of de formats van de HB databases

Voor sommige toepassingskaders zouden aanpassingen aan Hydra-Ring *vereist* kunnen zijn. Maar in deze procesbeschrijving wordt niet ingegaan op het proces van aanpassen van Hydra-

¹⁵ Ook in Hydra-NL wordt standaard met alleen het winterhalfjaar gerekend, maar Hydra-NL is al wel ingericht op het specificeren van meerdere seizoenen. Daarmee is in diverse studies ook al ervaring opgedaan.

¹⁶ En Hydra-NL, voor de integrale verificatie (S11).

Ring. Hoe dan ook is het voor het proces van PBO HB data wel van groot belang goed zicht te hebben op de uiteindelijk te gebruiken Hydra-Ring versie.

Merk op dat deze procesbeschrijving (vooralsnog) de HB data voor Hydra-NL buiten beschouwing laat, zie ook paragraaf 2.4.

4.10 Specificatie watersystemen (S1.8)

De specificatie van de watersystemen bestaat per watersysteem uit twee onderdelen:

- de specificatie van de relevante combinatie van stochasten (en daarmee het watersysteemtype)
- de ruimtelijke afbakening

Een geschikte ruimtelijke afbakening is niet overal op voorhand duidelijk. Daarom moet in deze voorbereidingsfase de ruimtelijke afbakening aan de ruime kant genomen worden, zodat bij sommige overgangen sprake is van overlappende watersystemen. De definitieve keuze voor de overgangen tussen bijvoorbeeld bovenrivieren en benedenrivieren/IJsseldelta wordt namelijk pas aan het eind van het productieproces gemaakt.

4.11 Specificatie modellen voor de fysische relatie tussen basisstochasten en lokale HB parameters (S.1.10)

Voor de relatie tussen basisstochasten en lokale HB parameters wordt traditioneel gebruik gemaakt van drie modellen:

- een windmodel
- een model voor waterstanden (en stroomsnelheden)
- een golfmodel

Per model dienen in ieder geval te worden gespecificeerd:

- de modelnaam en -versie
- de modelschematisatie en ontstaanswijze
- de globale aansturing: stationair / instationair
- de aard van de koppeling tussen de drie modellen (zie ook paragraaf 2.5)

Aandachtspunten zijn:

- Beargumenteer, mede aan de hand van testberekeningen, de geschiktheid van de modellen voor het beoogde (zeer brede!) toepassingsbereik.
- Streef naar landelijke uniformiteit in de keuze voor de modellen (landelijke uniform waar het kan, lokaal op maat waar het moet).
- Zorg ervoor dat de schematisaties aansluiten op alle keringtrajecten in het watersysteem (hooguit met uitzondering van delen van keringtrajecten die in een haven liggen). In sommige gevallen, zoals bij havens of zijtakken (bijvoorbeeld Amer, Oude IJssel), zal er mogelijk voor gekozen worden de schematisatie lokaal in eerste instantie niet op de keringtrajecten te laten aansluiten. Specificeer bij zo'n keuze dan wel direct hoe in latere instantie alsnog data bij die keringtrajecten geproduceerd zullen worden.
- SLA modellen en schematisaties maakt de eerste versie van de modelschematisaties. Elk project moet deze input controleren en eventueel (laten) aanpassen, en voor archivering teruggeven aan SLA modellen en schematisaties (inclusief de

aansturingsbestanden van WAQUA en SWAN uit de Sommengenerator Watermodellen (SGWM)).

4.12 Specificatie locaties (S1.11)

4.12.1 Inleiding

Het kiezen van goede locaties is voor de kwaliteit en toepasbaarheid van de HB data zeer belangrijk. De keuze moet goed afgestemd zijn op

- de keringenshape,
- de procedure voor omgaan met droogval,
- de schematisatie en roosters van de te gebruiken modellen (hydrodynamica en golven),
- de toepassing van de HB data (niet alleen de beoordeling van de kering zelf, maar ook voor dam, voorland, duin, haveningang, as)

De volgende typen locaties worden onderscheiden:

- toetslocaties
- basislocaties
- terugvallocaties
- extra locaties
- aslocaties

Elk van deze typen locaties lichten we hieronder separaat toe, met aanwijzingen voor de positionering. Vervolgens gaan we in op koppelingen tussen locaties en de naamgeving van locaties.

4.12.2 Toetslocaties

Kenmerken:

- Toetslocaties liggen op de kruin van de waterkering.
- In de context van de HB data vormen toetslocaties slechts hulplocaties: op de toetslocaties zelf worden geen HB data gegenereerd.

Aanwijzingen voor de bepaling:

- Toetslocaties volgen de primaire waterkering (keringenshape) met een onderlinge afstand van 100 meter (voor kust en meren 300 meter).
- Toetslocaties worden in de praktijk meestal gekoppeld met de dijkpalen/hectometerpalen (voor meren en kust) die door de keringbeheerders worden gebruikt, of aan de rivierkilometers.

4.12.3 Basislocaties

Kenmerken:

- Basislocaties zijn de locaties die als basis gebruikt worden om een beoordeling van de waterkeringen mee uit te voeren.
- Basislocaties volgen (zoveel mogelijk) de teen van de waterkering.

Aanwijzingen voor de bepaling:

- Leg een basislocatie initieel op 60 m afstand (aan de waterzijde) van elke toetslocatie. Kies in geval van smalle wateren een kleinere afstand dan 60 m of gebruik alleen locaties in de as voor beide oevers (bijvoorbeeld in de stadskanalen in Zwolle).
- Stem de locatiekeuze af op de modelschematisaties voor waterstanden en golven:
 - Voorkom dat een basislocatie achter een schotje in het rooster ligt. Let ook op kribben, strekdammen op de rivier
 - Leg de basislocaties minimaal 2 roosterzellen van de modelrand af.
- Voorkom dat op een basislocatie (bijna) altijd sprake is van droogval:
 - Specificeer een "functionele berekening I" als een berekening bij een "hoogste belastingcombinatie" en voer deze berekening uit. (Een "hoogste belastingcombinatie" is hier een combinatie met een hoge afvoer, een hoge zeewaterstand en een hoog meerpeil, maar zonder wind.)
 - Bepaal in het resultaat van "functionele berekening I" het natte areaal.
 - Verwijder uit dit natte areaal de plassen ('natte eilanden') die niet in verbinding staan met het basis-areaal (in rivieren: de rivieras).
 - Beschrijf het verkregen natte areaal m.b.v. een polygoon
 - Visualiseer de eventuele basislocaties die buiten de polygoon liggen en verplaats deze basislocaties naar (net binnen) de polygoon.

4.12.4 Terugvallocaties

Kenmerken:

- Terugvallocaties zijn de locaties die als terugvaloptie dienen voor basislocaties: Eventuele onbetrouwbare of ontbrekende HB data op een basislocatie kan worden aangevuld op basis van de HB data op de (aan de basislocatie gekoppelde) terugvallocatie.

Aanwijzingen voor de bepaling:

- Zorg dat op een terugvallocatie (bijna) nooit sprake is van droogval¹⁷:
 - Specificeer een "functionele berekening II" als een berekening bij een "laagste belastingcombinatie" en voer deze berekening uit. (Hierbij is de laagste belastingcombinatie gedefinieerd als een combinatie met een lage afvoer, lage zeewaterstand, laag meerpeil en geen wind.)
 - Bepaal in het resultaat van "functionele berekening II" het natte areaal.
 - Verwijder uit dit natte areaal de plassen ('natte eilanden') die niet in verbinding staan met het basis-areaal (in rivieren: de rivieras).
 - Beschrijf het verkregen natte areaal m.b.v. een polygoon.
 - Leg op de rand van deze polygoon om de 100 meter een terugvallocatie.
- Controleer de positie van elke terugvallocatie in het rekenrooster (mag niet achter schotjes liggen, of binnen een obstakel).

4.12.5 Extra locaties

Kenmerken:

- Extra locaties zijn locaties in het water, waarvan de HB data niet primair of direct bedoeld zijn voor de beoordeling van de waterkering zelf. In het bijzonder vallen hieronder de locaties bij voorlanden, dammen, hoge gronden en havens.

¹⁷ Droogval die het gevolg is van afwaaiing is in deze context geen probleem.

- Voorlandlocaties bevinden zich aan de teen van het voorland (vlak voor het voorland) en net op het begin van het voorland (als sprake is van een plateauvormig voorlandprofiel).
- Locaties bij hoge gronden dienen voor het vereenvoudigen van productieprocedures en controles binnen het proces van PBO HB data.
- HB data van locaties rondom een haven dienen als invoer voor de productie van HB data nabij de teen van de keringen binnen de haven. Deze productie vindt plaats in een separaat proces, dat wordt ondersteund door de tool 'HB Havens'. De locaties buiten de haven vormen in dat proces dus randvoorwaardenlocaties van het specialistische golfmodel (bijvoorbeeld Pharos) dat de vertaling maakt van buiten naar binnen de haven. Daarom dient de ligging van deze locaties goed afgestemd te zijn met de gebruikers van het specialistische golfmodel.

Aanwijzingen voor de bepaling:

- Kies langs elk van de categorieën voorlanden, dammen en hoge gronden een reeks locaties met onderlinge afstand van 100 meter.
- Specificeer de havens en daarmee de (deel)trajecten waarvoor HB havens gebruikt dient te worden. Specificeer vervolgens per haven de set locaties die het mogelijk maakt om HB-Havens toe te passen.
- Stem de locatiekeuze af op mogelijke droogval (maak gebruik van de functionele berekeningen I en II).
- Stem de locatiekeuze af op de modelschematisaties voor waterstanden en golven (schotjes, obstakels en roostercellen-tot-de-modelrand)
- Sluit (indien mogelijk) zoveel mogelijk 1-op-1 aan bij de basislocaties, hoewel dit niet altijd noodzakelijk zal zijn.

4.12.6 Aslocaties

Kenmerken:

- Aslocaties zijn in feite ook 'extra locaties', maar vormen traditioneel een afzonderlijke categorie, met 'aslocaties' als eigen naam.
- Aslocaties zijn de locaties die in de as van een rivier liggen, of in een (hoofd)vaargeul van meren of estuaria.
- Op aslocaties worden alleen waterstanden berekend, geen golfcondities.
- Aslocaties zijn voor drie toepassingen relevant:
 - Monitoring van veranderingen in het watersysteem vindt doorgaans plaats aan de hand van veranderingen in de terugkeerniveaus van waterstanden op de aslocaties.
 - Beleidsstudies gebruiken traditioneel de aslocaties
 - De waterstanden op de aslocaties kunnen als (uiterste) terugvaloptie dienen bij het vullen van de databases voor locaties dichtbij de waterkering.

Aanwijzingen voor de bepaling:

- Definieer ook aslocaties in nevengeulen van rivieren¹⁸, in 'diep water' in meren en in de geulen van de estuaria.
- Leg de aslocaties in de talweg en hanteer daarbij een onderlinge afstand van 100 m (in plaats van 1000 m voorheen). Zeker bij een rivier met een groot verhang zoals de Grensmaas en de kop van de IJssel bij Arnhem.
- Voorkom onnodige verschillen in (naamgeving en) coördinaten tussen aslocaties die in verschillende schematisaties voorkomen (Baseline).

¹⁸ NB: aslocaties in nevengeulen kunnen droogvallen, zie bijvoorbeeld Veessen-Wapenveld.

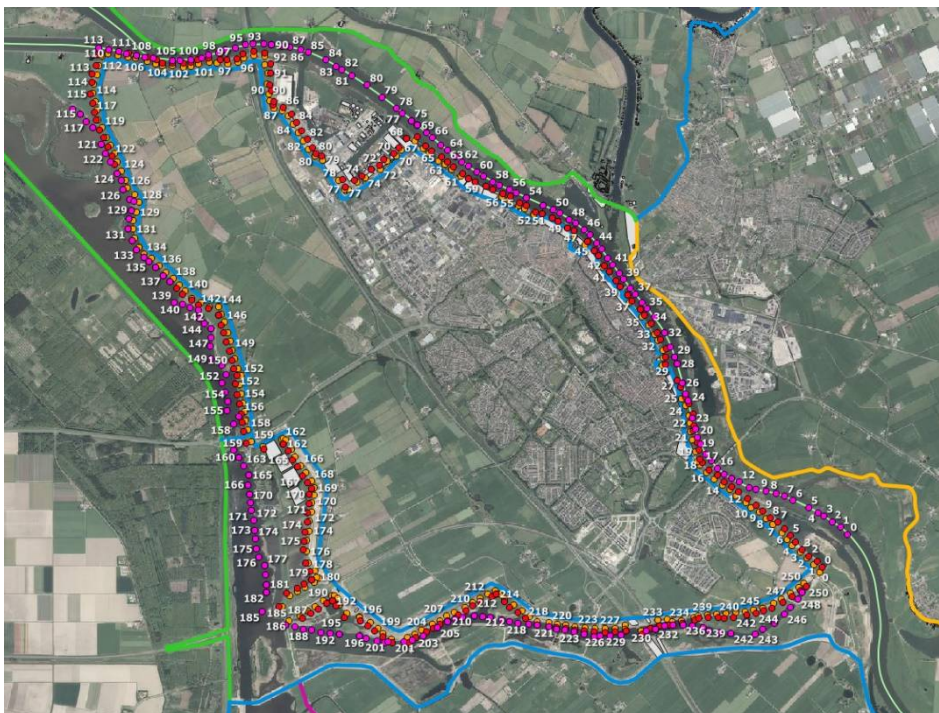
- Hanteer een praktische werkwijze om bij de specificatie van de aslocaties in rivieren om te gaan met wijzigingen in de ligging van de talweg, bijvoorbeeld: geen wijziging doorvoeren als de benodigde verplaatsing kleiner is dan 25 meter.

4.12.7 Koppelingen tussen locaties

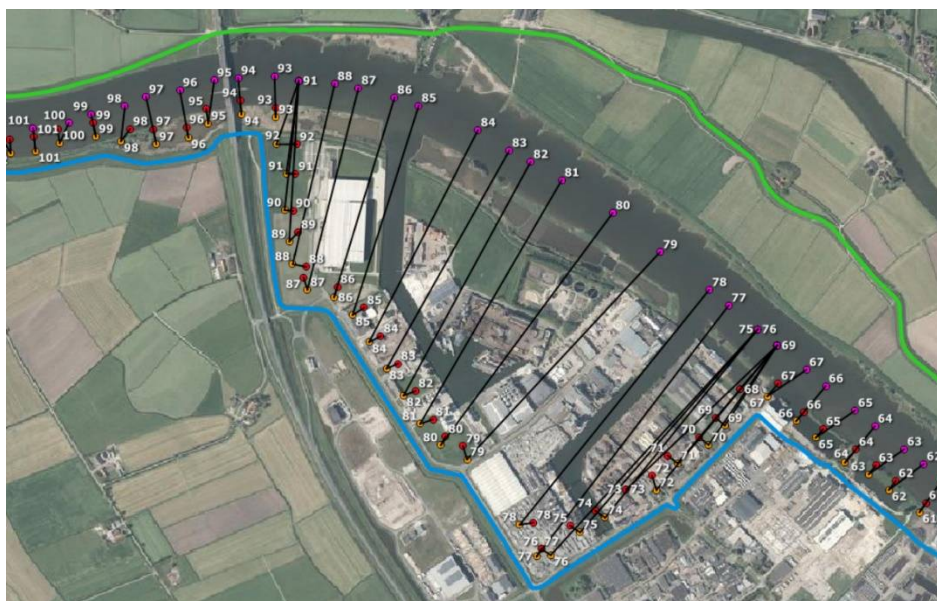
- Controleer of bij elke toetslocatie (nog steeds) een geschikte basislocatie aanwezig is.
- Koppel de basis- en terugvallocaties aan elkaar via het kortste pad binnen de polygoon van het natte areaal uit functionele berekening I.
- Koppel de terugval- en aslocaties aan elkaar via het kortste pad binnen de polygoon van het natte areaal uit functionele berekening II.
- Zorg ervoor dat ook de aslocaties 1-op-1 gekoppeld zijn aan de basislocaties. Met name bij hoogwatergeulen is de koppeling erg belangrijk en vaak maatwerk.
- Controleer de gelegde koppelingen visueel en aan de hand van de onderlinge afstanden.

Dit zal voor het overgrote deel van de locaties werkbaar zijn. Bij een complexe geometrie werkt dit echter niet. In die gevallen raden we aan gebruik te maken van stroomlijnen met gelijke waterstanden. Dit is maatwerk en het is dan ook noodzakelijk om de resultaten voor deze locaties visueel goed te controleren.

Hieronder zijn twee voorbeelden toegevoegd.



Figuur 4.1 Voorbeeld uitgewerkte locatiesets voor normtraject 11-2 (rondom Eiland van Kampen). De oranje locaties liggen aan de teen van de waterkering, de rode locaties liggen 60 meter vanuit de teen richting de as en de roze locaties liggen in de as. Alle locaties liggen 100 meter uit elkaar en elk trio van locaties (oranje, rood en roze) is steeds een op een aan elkaar gekoppeld, genummerd en op de goede volgorde gelegd voor langsfiguren.



Figuur 4.2 Voorbeeld van de een-op-een koppeling tussen basislocatie (langs de teen van de waterkering, oranje), de terugvallocatie (rood) en de aslocatie (roze) ter plaatse van de Zuiderzeehaven ten noorden van Kampen.

4.12.8 Naamgeving locaties

Een goede naamgeving van locaties draagt sterk bij aan het gebruiksgemak c.q. de toepasbaarheid van de HB data, zowel binnen het proces van PBO HB data (controles, visualisatie) als bij de toepassing van de HB data door de eindgebruiker.

Aanwijzingen voor de bepaling:

- Zorg voor flexibiliteit; voorkom dat een wijziging in locatienamen nieuwe (kostbare en tijdrovende) productieberekeningen vergt:
 - Maak binnen (kostbare en tijdrovende) productieprocessen binnen PBO HB data gebruik van 'werknamen' voor de locaties.
 - Maak bij presentatie van tussenresultaten en bij de uiteindelijke distributie gebruik van de 'externe namen' voor de locaties, dat wil zeggen 'namen voor eindgebruikers'.
 - Beheer de koppeling tussen werknamen en externe namen in een koppeltabel.
- Stem de externe namen van aslocaties af met SLA-modellen (Baseline).
- Maak voor de externe namen van de overige locaties gebruik van de naamgevingsconventies die zijn opgesteld in memo's op basis van overleg tussen de programma's SLA modellen en WBI en de betrokken organisaties Deltares, HKV en Rijkswaterstaat. Bij elke locatie is ook een uniek HRDLocatielID opgesteld, wat gehanteerd wordt in de HRD-database met data fysica.

4.12.9 Ondersteuning

Het kiezen van de locaties is een proces dat slechts voor een beperkt deel automatisch kan worden uitgevoerd. Het proces vraagt om ondersteuning van een tool waarmee het mogelijk is om:

- het betreffende gebied met bijbehorende eigenschappen en kenmerken te visualiseren;

- het rekenrooster met bijbehorende eigenschappen en gemodelleerde objecten in het betreffende gebied te visualiseren;
- eenvoudige geografische bewerkingen uit te voeren;
- automatisch locaties te definiëren gerelateerd aan de polygoon van de waterkering en de polygonen van de natte gebieden uit functionele berekeningen I en II;
- koppelingen aan te brengen en deze te visualiseren tussen basislocaties en terugvallocaties.

Zorg ervoor dat per locatie een lijst met eigenschappen is opgeslagen in een Excel-bestand per normtraject. (Zo'n lijst kan eenvoudig naar een GIS-bestand worden omgezet).

Hoe dan ook vraagt het leggen van de juiste koppelingen, het controleren van alle locaties en het documenteren ervan veel handwerk. Het proces vraagt ook specifieke expertise: het team dat het uitvoert moet zowel database specialisten bevatten als experts van hydraulische belastingen.

4.13 Specificatie deelverzamelingen locaties (S1.12)

Voor presentatie- en controledoeleinden dienen deelverzamelingen van locaties gespecificeerd te worden, met binnen elke verzameling een specificatie van volgorde in de locaties. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een reeks aslocaties per riviertak.

4.14 Specificatie events (S1.13)

Iedere basisstochastwaardecombinatie representeert een belastinggebeurtenis. Dergelijke belastinggebeurtenissen worden in de HB data context doorgaans 'events' genoemd. In deze stap S1.13 gaat het om het specificeren van:

- de verzameling events (alle te beschouwen basisstochastwaardecombinaties)
- de afzonderlijke events (de schematisering van de overige kenmerken van de belastinggebeurtenis, zoals het verloop in de tijd)

4.14.1 Specificatie van de verzameling events

- De discretisatie van basisstochasten en de specificatie van de door te rekenen combinaties van basisstochastwaarden dient worden afgestemd op:
 - het relevante bereik in de fysica (onder- en bovengrens)
 - de verwachte nauwkeurigheid van lineaire interpolatie van de HB parameters tussen opeenvolgende waarden van de continue basisstochasten (stapgrootte)
- Het verdient aanbeveling voor de delta's en de aansluitende bovenrivieren dezelfde discretisatie van de rivierafvoer te hanteren, of in ieder geval veel overeenkomende afvoerstochastwaarden te hanteren. Dit vereenvoudigt namelijk de controle van consistentie in keuzen voor de regelwerken bij de splitsingspunten, het meestromen van nevengeulen en het volstromen van berging voor de verschillende modelschematisaties.
- Met name bij de discretisatie van de (discrete basisstochast) windrichting dient te worden gestreefd naar landelijke uniformiteit.
- Bij de discretisatie van de (discrete basisstochast) stormvloedkeringtoestand verdient de specificatie van te beschouwen combinaties van toestanden van meerdere keringen binnen een watersysteem nadere aandacht.

- Bij de discretisatie van de basisstochast afvoer is het raadzaam om niveaus toe te voegen waarbij de drempelhoogten van hoogwatergeulen in het watersysteem door de waterstand ter plekke wordt bereikt.

4.14.2 Specificaties per event

- Specificeer per event de initiële condities en het tijdverloop.
- Voor watersystemen met stormvloedkeringen is vaak sprake van complicaties, doordat in de praktijk sturing plaatsvindt op basis van metingen en/of voorspellingen, die er in de probabilistische context niet zijn. Denk hierbij aan:
 - Keringscript: hoe regel je dat de sluiting en opening van de SVK realistisch verloopt?
 - Geforceerd sluiten: hoe modelleer je een 'onnodige' sluiting (d.w.z. een sluiting die voortvloeit uit een verkeerde voorspelling)?

4.15 Specificatie SWAN hulp-events (S1.15)

Golfberekeningen met SWAN worden in diverse watersystemen gemaakt met een horizontale waterstand in het systeem, waarbij een reeks verschillende waterstandsniveaus wordt beschouwd. De combinaties van de verschillende waterstandsniveaus met een gekozen discretisatie van de windcondities (snelheid en richting) vormen dan de 'SWAN hulp-events'. De lokale resultaten bij de originele basisstochastwaardecombinaties en de daarbij aanwezige lokale waterstand worden hieruit afgeleid door middel van interpolatie van de resultaten voor de beschikbare reeks waterstandsniveaus.

Let op: deze werkwijze is niet toepasbaar als men naast de lokale waterstand bijvoorbeeld ook de invloed van stroomsnelheden op de golfcondities wil meenemen, zie ook paragraaf 2.5.

4.16 Verificatie modelschematisaties en locaties (S1.17)

Tijdens de kalibratie en validatie van de modellen fysica moet overleg zijn met SLA modellen en schematisaties over het beoogde toepassingsbereik van de modellen. Bij afvoer-, zeespiegel- en meerpeilstijgingen kan dit tot extra controles leiden.

De afstemming tussen modelschematisaties, de locaties, de bodem en de keringenshape is niet altijd een proces in één richting. Soms is het bijvoorbeeld beter om lokaal het rekengrid aan te passen dan om een locatie te verplaatsen om te voldoen aan de minimaal-twee-cellen-naar-de-rand regel. En soms blijkt het nodig nog eens kritisch naar de gehanteerde bodem en keringenshape te kijken. Daarom is controle - indien nodig gevolgd door een iteratiestap in het voorafgaande proces - nodig in deze verificatiestap.

5 Productie S2-S5: Data fysica

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk ligt de focus op de data en processtappen met betrekking tot de fysische relatie tussen basisstochastwaardecombinaties en lokale hydraulische belastingparameters.

Binnen de scope van HB data is sprake van andere data met een sterke relatie met fysica, die niet in dit hoofdstuk worden behandeld:

- data met betrekking tot modelonzekerheden van lokale hydraulische belastingparameters wordt behandeld in paragraaf 6.2.2, omdat hier een sterke relatie is met de data statistiek;
- data met betrekking tot het belastingverloop in de tijd wordt (nog) niet in dit stappenplan behandeld, zie ook paragraaf 2.5.

5.2 Output

De output bestaat per watersysteem uit de fysische relatie tussen de basisstochastwaardecombinaties en de lokale hydraulische belastingparameters in tabelvorm.

De output heeft de vorm van een sqlite bestand per watersysteem. De structuur van dit sqlite bestand heeft de vorm van een 'platte tabel', vergelijkbaar met de tabel 'resultaat' in de Rand2001 databases (MS Access).

5.3 Proces

In deze processtap onderscheiden we 4 deelprocessen:

- Productieberekeningen waterstanden
- Productieberekeningen golven met SWAN
- Schematisatie voor golfberekeningen met Bretschneider
- Verzameltabellen samenstellen

Deze deelprocessen beschrijven we nader in de hierna volgende paragrafen.

NB:

- In deze procesbeschrijving zijn productieberekeningen met het windmodel niet afzonderlijk c.q. expliciet beschreven. Dit verdient heroverweging.
- Het proces wordt complexer en uitgebreider dan hier beschreven, als bijvoorbeeld waterstand- en stromingsvelden moeten worden geleverd aan het golfmodel. Zie paragraaf 2.5 voor de in deze procesbeschrijving aangenomen koppelingen tussen de modellen voor wind, waterstand en golven.

5.4 Productie S2 Productieberekeningen waterstanden

5.4.1 Output

- Verzameling uitvoerbestanden van het waterstandsmodel

- Meta-informatie

5.4.2 Eisen

- Compleetheid uitvoer
- Stabiliteit

5.4.3 Proces

In pseudo code:

S2 Draai productiesommen waterstanden

- 1 [Doe] voor ieder watersysteem:
- 2 [Doe] voor ieder event:
- 3 [Specificeer de] randvoorwaarden / modelaansturing
- 4 [Bereken] voor alle uitvoerlocaties het verloop van de waterstand in de tijd
(1 Waqua/DHydro berekening)
- 5 [Controleer de] rekenresultaten
- 6 [Bewaar de] uitvoerbestanden
- 7 [Einddoe] voor ieder event
- 8 [Einddoe] voor ieder watersysteem

Toelichting bij afzonderlijke regels

- Stap S2.3 is inhoudelijk voorbereid in S1.13. In de context van stap S2 gaat het om het genereren en klaarzetten van de benodigde bestanden. WAQUA modelschematisaties (5e generatie) worden gemaakt via Baseline. In een Baseline-database zit roosteronafhankelijke gebiedsinformatie opgeslagen zoals bodemligging, vegetatie en kunstwerken. Met Baseline wordt deze gebiedsinformatie geprojecteerd op het te gebruiken rekenrooster. Dit levert een WAQUA-modelschematisatie die typisch de structuur uit Tabel 6.1 heeft. De basis van WAQUA-berekeningen is een siminp-file (tekstbestand). In de siminp-file staan de modelinstellingen (viscositeit, tijdstap, etc) en verwijzingen naar alle noodzakelijke losse invoerbestanden (bodem, ruwheid, overlaten, etc). In een pre-processing-stap (waqpre) wordt de siminp gecontroleerd en verwerkt tot bruikbare informatie voor de rekenkern (waqpro).

Onderdeel schematisatie	Beschrijving	Bron
bodem\	Bodemligging	Baseline
initieel\	Initiële condities	Modelleur
kunstwerken\	Aansturing van stuwen, regelwerken, keringen	Baseline
locaties\	Definities van alle locaties, inclusief uitvoerlocaties	Baseline
overlaten\	Overlaten	Baseline
randen\	Modelbegrenzing	Baseline
randvw\	Randvoorwaarden voor stroming en (stof) transport	Modelleur
ruwheid\	Ruwheid	Baseline
schotjes\	Hoogwatervrije lijnen en vlakken	Baseline
uitvoer\	Checkpoints	Baseline
wind\	Invoerbestanden wind	Modelleur
roosternaam.rgf	Rekenrooster	Baseline

Tabel 5.1 Generieke structuur WAQUA-modelschematisatie informatie¹⁹.

Opmerkingen bij het proces als geheel:

- Deze stap is zeer rekenintensief; heeft een lange doorlooptijd.
- Er is sprake van een grote hoeveelheid data (zowel in- als uitvoer).
- Deze stap is zeer controle-intensief (S2,5); heeft een lange doorlooptijd.

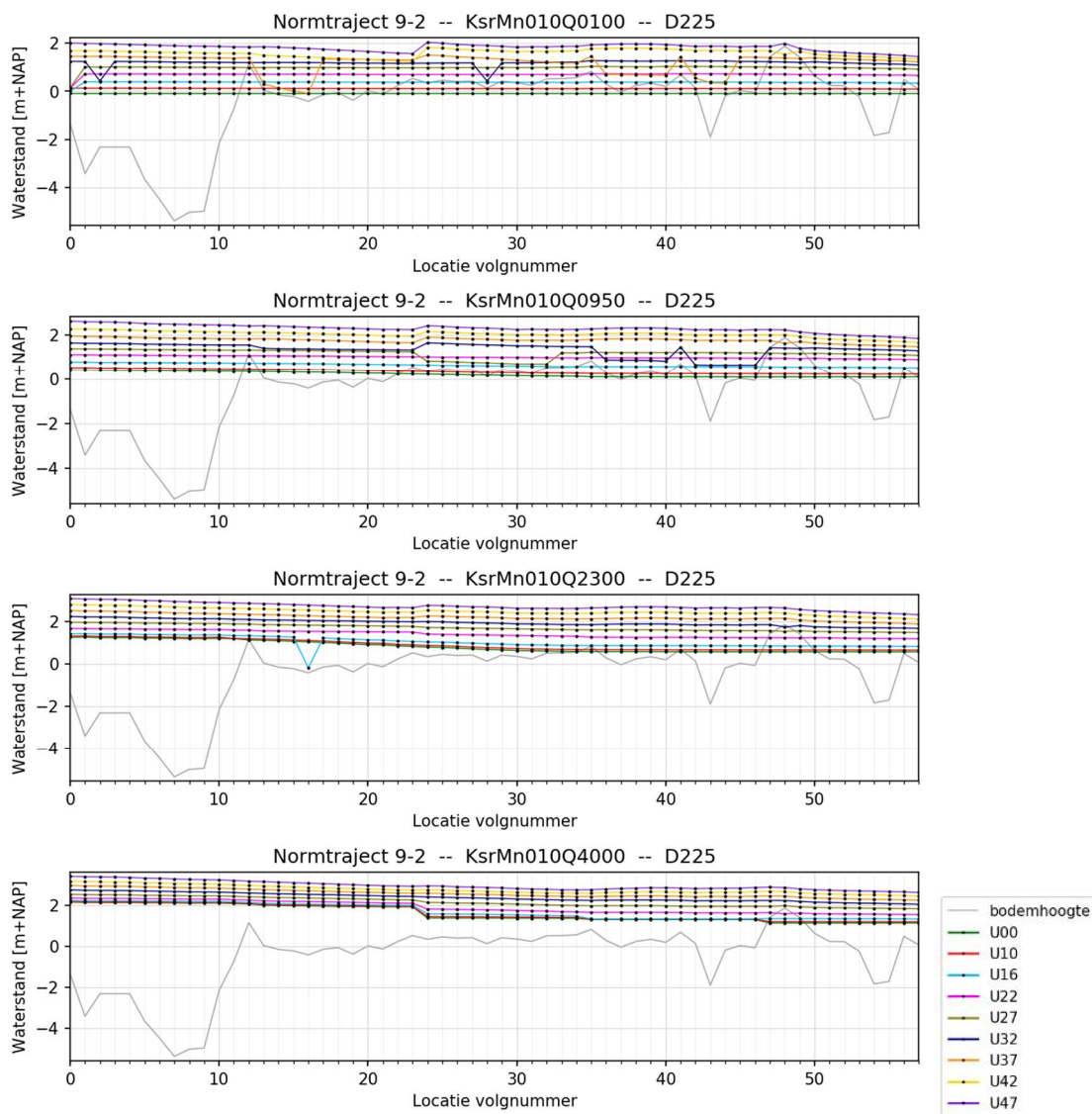
Aanwijzingen:

- Minimaliseer handmatig werk: automatiseer de productie en richt een productie-omgeving in²⁰.
- Maak in de geautomatiseerde omgeving ook het draaien van een individueel event of een deelverzameling events eenvoudig mogelijk
- Zorg voor goede visualisaties van de resultaten. Vaak kunnen alleen zo (on)logische verbanden makkelijk worden gedetecteerd. Denk aan visualisatie van events per locatie, of van één event voor alle locaties langs een traject.

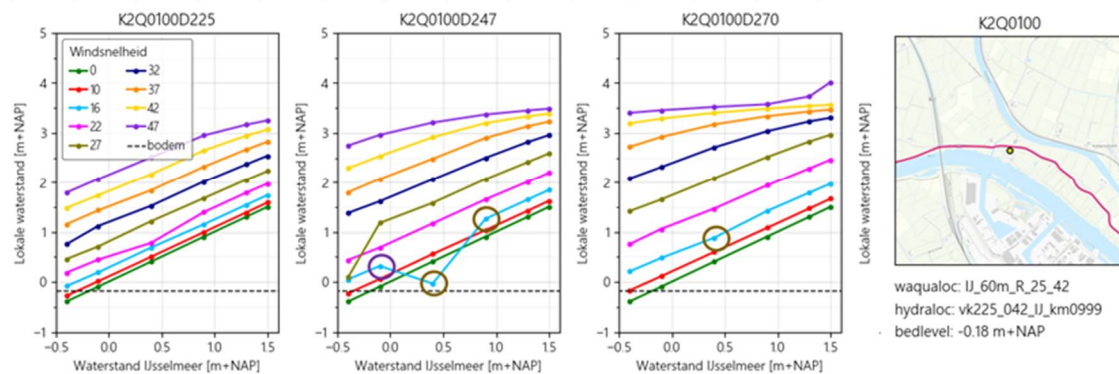
Voorbeelden:

¹⁹ Voor D-HYDRO is in beginsel hetzelfde type informatie nodig, maar de bestandsstructuur is anders.

²⁰ Op dit moment is het Nationaal Water Model de voorkeur-productieomgeving.



Figuur 5.1 Ruimtelijk verloop van waterstanden langs normtraject 9-2 bij afvoerniveaus van 100, 950, 2300 en 4000 m³/s en windsnelheden variërend van 0 tot 47 m/s.



Figuur 5.2 Waterstanden op een locatie van normtraject 225. De paars omcirkelde waterstand komt van een oeverlocatie, de bruin omcirkelde waterstanden komen van aslocaties.

Ondersteuning:

Dit productieproces wordt in principe ondersteund door NWM (o.a. de SommenGenerator daarbinnen).

5.5 Productie S3: Productieberekeningen golven met SWAN

5.5.1 Output

Verzameling uitvoerbestanden van het golfmodel SWAN

5.5.2 Eisen

- Compleetheid uitvoer
- Controle convergentie

5.5.3 Proces in pseudo code

S3 Draai productiesommen golven met SWAN

```

1  [Doe] voor ieder watersysteem met SWAN berekeningen:
2    [Doe] voor ieder SWAN-hulp-event:
3      [Specificeer de] randvoorwaarden / modelaansturing
4      [Bereken] voor alle uitvoerlocaties de golfcondities (1 SWAN berekening)
5      [Controleer de] rekenresultaten
6      [Bewaar de] uitvoerbestanden
7    [Einddoe] voor ieder event
8  [Einddoe] voor ieder watersysteem

```

Toelichting bij afzonderlijke regels

- Stap S3r3 is inhoudelijk voorbereid in S1.15. In de context van stap S3 gaat het om het genereren en klaarzetten van de benodigde bestanden. Het gaat hierbij specifiek om de bestanden:
 - SWAN invoer bestand (*.SWN)
 - Bodembestand
 - Bestand met uitvoerlocaties
 - Wind, stroming, waterstand (als bestand of als waarde in de .SWN file)
 - Eventueel bestand met obstakels

Opmerkingen bij het proces als geheel:

- Deze stap is zeer rekenintensief; heeft een lange doorlooptijd.
- Er is sprake van een grote hoeveelheid data (zowel in- als uitvoer).
- Deze stap is zeer controle-intensief (S3.5); heeft een lange doorlooptijd.

Aanwijzingen :

- Minimaliseer handmatig werk: automatiseer de productie.
- Maak in de geautomatiseerde omgeving ook het draaien van een individueel event of een deelverzameling events mogelijk

- Zorg voor goede visualisaties van de resultaten. Vaak kunnen alleen zo (on)logische verbanden makkelijk worden gedetecteerd. Denk aan visualisatie van events per locatie, of van één event voor alle locaties langs een traject.

Ondersteuning:

Dit productieproces wordt in principe ondersteund door NWM (o.a. de SommenGenerator daarbinnen).

5.6 Productie S4: Schematisatie voor golfberekeningen met Bretschneider

5.6.1 Output

Bestand met bodem- en strijklengteschematisatie t.b.v. golfberekening met Bretschneider.

5.6.2 Proces

Pseudo code:

S4	Maak schematisatie voor golfberekening met Bretschneider
1	[Doe] voor ieder watersysteem:
2	[Doe] voor iedere oeverlocatie:
3	[Bepaal het] representatieve bodemniveau (op de locatie zelf) ²¹
4	[Doe] voor iedere windrichting:
5	[Bepaal het] representatieve bodemniveau (per strijkraai)
6	[Bepaal de] effectieve strijklengte
7	[Einddoe] voor iedere windrichting
8	[Einddoe] voor iedere oeverlocatie
9	[Einddoe] voor ieder watersysteem

Opmerkingen:

- In de huidige aanpak zijn de effectieve strijklengtes en representatieve bodemniveaus onafhankelijk van de waterstand.

Ondersteuning:

Voor ondersteuning is een - informele - tool beschikbaar: FetchBottom²². Deze tool heeft diverse rekeninstellingen. Gekozen instellingen zouden moeten worden vastgelegd.

5.7 Productie S5: Verzameltabellen fysica samenstellen

5.7.1 Output

In deze processtap wordt de uitvoer van de productie van de data fysica samengesteld. Zie voor een beschrijving van die uitvoer paragraaf 5.2.

²¹ Deze informatie is nodig voor (een variant van) de Bretschneider toepassing in stap S5: om de golfhoogte af te kappen op de helft van de lokale waterdiepte.

²² Ook Hydra-NL heeft de functionaliteit voor ondersteuning van de stappen S4.3-S4.7.

5.7.2 Proces

In pseudo code:

S5 Genereer verzameltabellen fysica

```

1  [Doe] voor ieder watersysteem:
2      [Doe] voor ieder event:
3          [Doe] voor iedere uitvoerlocatie:
4              [Bepaal de] maximale waterstand [en bijbehorend kwaliteitskenmerk]
5              [Bepaal de] bijbehorende golfcondities (uit SWAN resultaten dan wel m.b.v.
                  Bretschneider) [met daar bij behorend kwaliteitskenmerk]
6          [Einddoe] voor iedere uitvoerlocatie
7      [Einddoe] voor ieder event
8      [Doe] voor iedere uitvoerlocatie:
9          [Zorg voor een] events-matrix zonder gaten
10     [Einddoe] voor iedere uitvoerlocatie
11     [Selecteer de] uitvoerlocaties
12     [Voeg deze info toe aan de] verzameltabel (voor dit watersysteem)
13 [Einddoe] voor ieder watersysteem

```

In deze fase zijn de resultaten van de simulatie modellen beschikbaar. Voor iedere belastingconditie moeten in elke locatie een representatieve waterstand en golfcondities bepaald worden. Hierbij moeten keuzes gemaakt worden wat betreft:

- het toepassen van filtering op de tijdreeks van berekende waterstanden
- het eventueel benutten van data op een terugvallocatie
- het eventueel interpoleren binnen de lokale data

Het verdient aanbeveling de gemaakte keuzen per locatie en per event vast te leggen in de vorm van een kwaliteitskenmerk.

Opmerkingen:

- In deze processtap worden belangrijke stappen gezet om te voldoen aan de eisen 1 t/m 4 in paragraaf 3.2.3.
- De omvang van de uitvoerdata is aanzienlijk kleiner dan die van de invoerdata van deze stap: veel rekeninformatie uit de voorgaande stappen wordt ter zijde gelegd.

In de volgende subparagrafen wordt nog nader ingegaan op enkele onderdelen binnen deze processtap.

Ondersteuning

Bij het totale proces van verzamelen van de data is behoefte aan ondersteunende tools (in dit geval: software) met de volgende mogelijkheden:

- Bepalen maximale waterstanden in de uitvoerlocaties voor alle berekende condities. Bij de bepaling van de maxima moet gebruik worden gemaakt van een filter om te voorkomen dat lokale maxima, spikes of reken-artefacten worden geselecteerd. Als er geen maximum kan worden bepaald, of als er sprake is van droogval, moet voor de betreffende conditie de waterstand van de terugval locatie worden bepaald.
- Bepalen golfcondities in de uitvoerlocaties voor alle berekende condities.
- Consistent maken golfcondities en waterstand (zoals: geen golfhoogte bij droogval).

- Controles van de bepaalde maxima in de waterstand door consistentie checks met naastliggende locaties en het visualiseren van de waterstand als functie van de belastingconditie (langsfiguren).
- Het visualiseren van de tijdseries van de simulaties om het bepaalde maximum van de waterstand te controleren en om inzicht te krijgen in de correcte werking van de gehanteerde filtering.
- Het visualiseren van bijvoorbeeld Q-H relaties (op Bovenrivieren) voor specifieke uitvoer locaties en belastingcondities om inzicht te verkrijgen in de betrouwbaarheid van de bepaalde maxima van de waterstand.
- Het interpoleren van ontbrekende condities (waterstanden en golven) in belastingcondities, het visualiseren van de resultaten daarvan en controleren welk effect dit heeft op het eindresultaat, zijnde de probabilistisch bepaalde hydraulische belasting.
- Het visualiseren van de relatie tussen de waterstanden en de lokale bodemhoogte, ook tijdsafhankelijk.
- Het visualiseren van de relatie tussen de waterstanden op de basis-, terugval- en aslocaties, ook tijdsafhankelijk.

5.7.2.1 Bepaling maximale waterstand (S5.4)

Deze stap focust op de bepaling van de maximale waterstand uit de tijdreeks van één event voor één locatie.

Het bepalen van de maximale waterstand uit de tijdserie van een locatie is soms lastig. Mogelijke complicaties zijn:

- afwaaiing
- stagnante 'waterstand' (door droogval, bijvoorbeeld in een hoogwatergeul)
- lokale maxima
- numerieke instabiliteiten of artefacten.

In geval van afwaaiing (zoals op bovenwindse locaties in meren) is sprake van waterstands*daling* tijdens de event-top. In de gangbare praktijk wordt dan de waterstand bij de start van het event (wanneer de windsnelheid nog nul is) aangehouden als maximale waterstand.

Voor het omgaan met de overige genoemde complicaties worden verschillende (geautomatiseerde) filtertechnieken gebruikt. De daarin te gebruiken criteria en instellingen zijn echter moeilijk generiek vast te stellen. In principe wordt standaard gebruik gemaakt van zogenaamde "max13"-waarden uit de hydrodynamische berekeningen, maar die zijn niet altijd beschikbaar. Soms moet daarom gebruik gemaakt worden van zogenaamde "last25"-waarden. De procedure hiervoor moet goed vastgelegd worden.

Na de automatische operatie zal een intensief proces van controles, inspecties, visualisaties en eventueel opnieuw bepalen van de maxima plaats moeten vinden.

Droogval

Als in een Waqua berekening op een locatie sprake is van droogval, dan geeft Waqua het lokale bodemniveau als uitvoer voor de lokale waterstand. Fysisch gezien is dat echter niet juist: de lokale waterstand is dan 'onbepaald', oftewel NaN. Daar kan echter niet mee verder gerekend worden in het probabilistisch model. Om toch verder te kunnen rekenen moeten we

een 'representatieve' waarde toekennen aan de waterstand, waarmee het probabilistisch model wel kan rekenen en bovendien interpreteerbare rekenresultaten kan opleveren. Als keuze voor de 'representatieve' waarde voor de waterstand bestaan (tenminste) de volgende twee opties:

- Het lokale bodemniveau
- De waterstand bij de terugval locatie

Het voordeel van het gebruik van het lokale bodemniveau is dat hiervoor geen aparte bewerking nodig is: de uitvoer van Waqua²³ kan ook hier gebruikt worden. Nadeel is echter dat het in feite geen waterstand is, en dat geeft een springerig beeld (en daardoor verwarring) bij het plotten van de 'waterstand' op een reeks al of niet droogvallende locaties. Bovendien ontstaat een 'knik' in de relatie tussen de basisstochasten en de lokale waterstand, van horizontaal (in geval van droogval, bij lage waarden van de beschouwde stochast) naar plots toenemend (vanaf de waarde van de beschouwde stochast waarbij water op de locatie komt te staan). Zo'n knik kan lastig zijn voor de convergentie in het probabilistisch model. En in de resultaten van het probabilistisch model levert deze keuze (mogelijk) lastig uit te leggen frequentielijnen, of verlopen van terugkeerniveaus langs een traject.

De voor- en nadelen van gebruik van de waterstand bij de terugval locatie zijn hier globaal het tegenovergestelde van: Nadeel is dat een bewerking nodig is (en deze bewerking is niet in alle gevallen rechttoe-rechtaan). Voordeel is dat het daadwerkelijk een waterstand is (die goed interpreteerbaar is) en dat er geen sprake is van een knik in de relatie tussen basisstochasten en de lokale waterstand. En als bij de tweede optie in de database óók het lokale bodemniveau wordt opgenomen (op één plaats, als kenmerk van de *locatie*), dan kan bij ieder event eenvoudig worden herkend of sprake is van droogval of niet.

Let op: Bij beide opties is aandacht nodig voor de vraag welke implicaties de keuze heeft wanneer in het probabilistisch model ook modelonzekerheden in rekening worden gebracht.

5.7.2.2 *Bepaling golfcondities bij maximale waterstand (S5.5)*

In deze procesbeschrijving wordt aangenomen dat de lokale golfcondities worden gekoppeld aan de lokale waterstand bij elk gegeven event, zie ook paragraaf 2.5. Het betreft hier de lokale waterstand zoals bepaald in stap S5.4. De kwaliteit en herkomst van deze lokale waterstand is dus ook van belang voor de invulling van de golfcondities. Ook voor golfcondities is aanvullende aandacht nodig voor het omgaan met droogval:

Droogval

Bij events waar sprake is van droogval ligt het voor de hand de golfhoogte in de database gelijk aan nul te stellen en verder weinig aandacht aan de golfcondities te besteden. Toch is deze aanpak niet zondermeer het meest geschikt en is nadere aandacht voor golfcondities bij het vullen van gaten in de database wel degelijk nodig. Als golfcondities bijvoorbeeld worden bepaald op basis van Bretschneider, dan wordt gebruik gemaakt van een (richtingsafhankelijk) gemiddeld bodemniveau over de strijkraai. Dat niveau kan lager liggen dan het lokale bodemniveau. (De Riskeer gebruiker moet in zo'n geval een voorland schematiseren om het effect van de lokale bodem te verdisconteren). Voor consistentie binnen de database zou het daarom beter kunnen zijn om de golfcondities bij droogval te vullen op basis van de lokale

²³ Het bodemniveau uit het WAQUA bodemrooster is niet altijd betrouwbaar: Bijvoorbeeld als een punt in een cel ligt waarvan twee hoekpunten op de kade liggen en de twee andere in het bassin. De geïnterpoleerde bodemhoogte van WAQUA komt dan vaak niet overeen met de werkelijke.

relatie tussen golfcondities enerzijds en waterstand (op terugval locatie), windrichting en windsnelheid anderzijds.

Als in een bestaande database sprake is van een HB locatie waarbij in veel omstandigheden sprake is van droogval, dan kan men kiezen deze HB locatie geheel weg te laten uit de database en de beoordelaar gebruik te laten maken van een terugval locatie, al of niet in combinatie met een dam en een voorland. Een dergelijke aanpak heeft echter beperkingen en vergt derhalve veel kennis van de beoordelaar. Daarom verdient het de voorkeur de databases voor HB locaties met veel droogval zo te vullen dat de probabilistische verwerking in Riskeer op een soepele en realistische manier verloopt.

5.7.2.3 *Het realiseren van een volledig gevulde events-matrix (S5.9)*

Opvullen waterstanden

Om te zorgen dat het productiespoor een volledig gevulde database met hydraulische belastingen geeft, is speciale aandacht nodig voor 2 aspecten: wat te doen met onbetrouwbare resultaten en wat te doen met droogval?

Onbetrouwbare resultaten

In het productieproces worden eisen gesteld aan de betrouwbaarheid van het numerieke resultaat van de productieberekeningen. Hierdoor worden sommige resultaten als "niet betrouwbaar" aangemerkt en niet gebruikt bij het vullen van de databases met hydraulische belastingen. In Morris (2016) is de procedure beschreven die in WBI2017 is gehanteerd om afwijkende resultaten te identificeren en te verwijderen uit de HB data. De procedure die is gehanteerd in WBI2017 bestaat uit een filter dat toetst op schommelingen van waterstanden en stroomsnelheid en een detectieprocedure voor droogval.

De ervaring leert dat (afhankelijk van de gekozen filtercriteria) in de praktijk een 100% betrouwbaarheidsscore van alle productieberekeningen niet haalbaar is. Het is niet uit te sluiten dat voor bepaalde combinaties de databases niet kunnen worden gevuld. Er zijn altijd wel een aantal uitzonderingen, die ervoor zorgen dat rond de 5% van de berekeningen nader onderzoek vereist. Denk hierbij aan lastig te verklaren instabiliteiten in de resultaten door het numerieke rekenschema, of het gedrag van kunstwerken. Omdat we dus bijna per definitie met ontbrekende belastingcombinaties te maken zullen hebben (op alle of een deel van de locaties), is het noodzakelijk richtlijnen op te stellen hoe hiermee wordt omgegaan.

Conditie waarvoor geen representatieve waterstand uit de berekende simulaties kan worden bepaald kunnen worden opgevuld door interpolaties langs de continue basisstochasten, of zelfs tussen locaties (bij onderlinge afstand kleiner dan 300 meter).

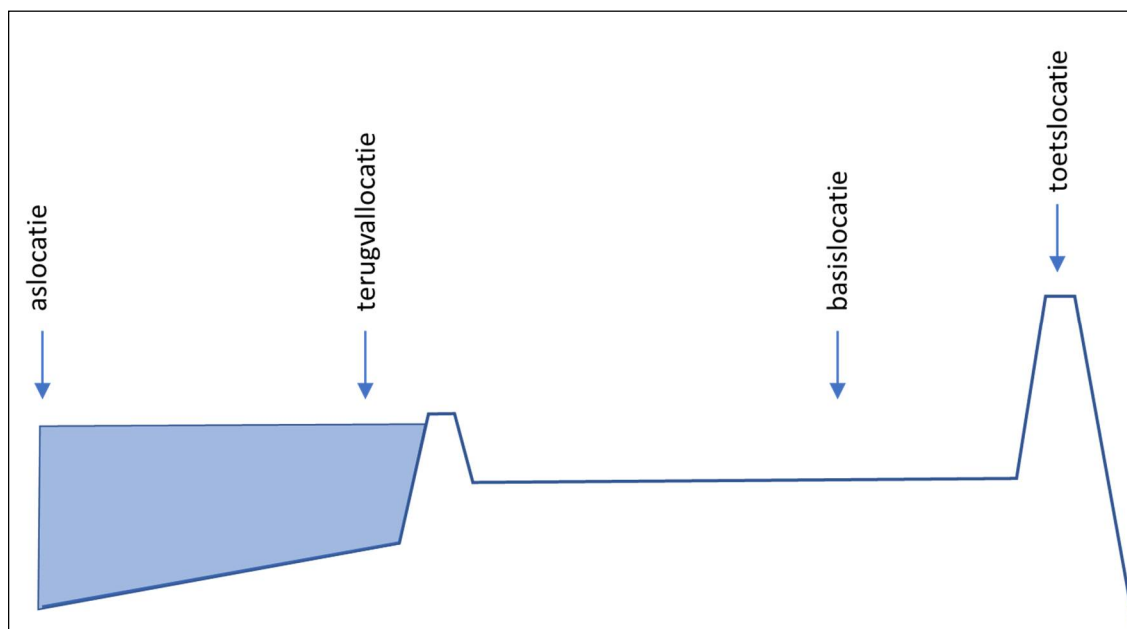
In de nog uit te werken richtlijnen is óók expliciete aandacht nodig voor de *golfcondities*.

Droogval

Er zijn op hoofdlijnen twee vormen van droogval:

- Droogval omdat het lokale bodemniveau boven het niveau van de waterstand op de terugval locatie ligt.

- Droogval waarbij het lokale bodemniveau weliswaar onder het niveau van de waterstand op de terugvallocatie ligt, maar waarbij de locatie is afgeschermd (door bijvoorbeeld een zomerkade) van de waterstand op de terugval locatie, zie Figuur 5.3.



Figuur 5.3 Schematische weergave van droogval op een afgeschermd basislocatie.

De eerste vorm van droogval is relatief eenvoudig te verdisconteren in de database, voor zowel waterstand als golfcondities. Maar de uiteindelijke keuze voor de richtlijnen moet nog gemaakt worden.

De tweede vorm vergt meer discussie, bijvoorbeeld over de mate van (gemodelleerde) waterdichtheid/stabiliteit van de afscherming. Enkele algemene complicaties zijn verder:

- In de relatie tussen lokale waterstand en basisstochasten is hoogstwaarschijnlijk sprake van een *sprong*. Kan de probabilistische rekenmethode hier op betrouwbare wijze mee omgaan? Anders gezegd: kunnen we binnen de rekenmethode een aanname doen die er enerzijds voor zorgt dat in de probabilistische berekening geen problemen ontstaan en anderzijds weinig tot geen invloed heeft op het eindresultaat?
- Gaat de Bretschneider golfmodellering wel goed, wat betreft bodemniveau, waterstand en strijklengte?
- Het waterstandsverloop in de tijd wijkt lokaal vrijwel zeker sterk af van dat op aslocaties. In principe vereist dit lokaal maatwerk.

Het verdient aanbeveling de optie nader te verkennen om bij het samenstellen van de verzameltabel alle data te voorzien van een kwaliteitskenmerk. Met het kwaliteitskenmerk kan onder andere worden aangegeven of de data afkomstig is van een terugvallocatie of dat het resultaat verkregen is door interpolatie. Het kwaliteitskenmerk kan gekoppeld worden aan procedures om met diverse kwalificaties om te gaan, hetgeen een belangrijk hulpmiddel kan vormen bij het borgen van de reproduceerbaarheid van de uiteindelijk uit te leveren HB data.

In onderstaand kader staat een voorbeeld van hoe we dit in de VIJD recent hebben opgelost, zie (Stijnen et al., 2019).

Traceerbaarheid

Methoden A, B en C en de filtering leiden tot een set waterstanden met diverse bronnen. Om de waterstanden in deze gemengde set traceerbaar te houden is per normtraject een extra csv-bestand gemaakt. Deze beschrijven met cijfercodes de oorsprong van de waterstanden op alle locaties in alle combinaties. Onderstaande tabel toont de codes en hun betekenis.

Code	Betekenis
0	"NaN"-waarde
1	"max13"-waarde van oeverlocatie
2	"last25"-waarde van oeverlocatie
3	"max13"-waarde van back-uplocatie
4	"last25"-waarde van back-uplocatie
5	"max13"-waarde van aslocatie
6	"last25"-waarde van aslocatie
7	Lineair geïnterpoleerde waarde

De tabel hieronder toont een voorbeeld van de tabel die voor ieder normtraject is gegenereerd. De eerste 5 kolommen beschrijven de belastingcombinatie, de kolommen daarna geven per locatie en per belastingcombinatie aan hoe de waterstand is bepaald.

K	Q	U	D	M	Locatie 1	Locatie 2	...
1	100	10	225	-0.1	1	5	...
1	100	10	247	-0.1	2	7	...

5.7.2.4 Selectie uitvoerlocaties (S5.11)

Het resultaat van de inspecties en controles kán zijn dat besloten wordt om bepaalde locaties niet in de database op te nemen, omdat de kwaliteit van de data op die locaties onvoldoende wordt geacht. Door in de voorbereiding genomen voorzorgsmaatregelen is echter de verwachting dat dit voor weinig locaties aan de orde zal zijn.

6 Productie S6: Data statistiek

6.1 Output

Inhoud

De output van de productie van de data statistiek bestaat uit:

- Statistiek basisstochasten
- Modelonzekerheden lokale hydraulische belastingparameters

Nadere details worden gegeven in de respectievelijke subparagrafen onder de volgende paragraaf ('Proces').

Vorm van de output

De output van het productieproces data statistiek bestaat uit 77 MS-Excel bestanden, zie Tabel 6.1 voor een overzicht van de bestandsnamen. Er is voor zover bekend geen documentatie die het format en de inhoud van deze bestanden beschrijft. Van sommige bestanden is herkenbaar dat zij de modelonzekerheid per locatie bevatten. Voor deze bestanden geldt:

- De naam geeft de opbouw: 'Uncertainty Model Factor <watersysteemnaam>.xlsx'.
- De inhoud bestaat uit slechts 1 tabblad, met de naam van het watersysteem.
- Het tabblad bevat een grote tabel met per HB locatie informatie over de onzekerheid per HB parameter.

De informatie met betrekking tot de modelonzekerheid per locatie wordt gebruikt als basis voor het vullen van de uiteindelijke HRD bestanden (sqlite databases met informatie over de lokale fysica) die door Hydra-Ring worden gebruikt. De overige bestanden worden gebruikt als basis voor het vullen van de uiteindelijke HLCD (sqlite database met informatie over de statistiek) die door Hydra-Ring wordt gebruikt.

Regions and stochasts.xlsx	Closing scenario Measlantkering.xlsx
Regional Input and Result coupling HLCD - HRD .xlsx	Closing scenario Ramspolkering.xlsx
Implic stations.xlsx	Prediction error water level Maasmond.xlsx
Interpolation Support.xlsx	Storm surge duration.xlsx
Wind direction.xlsx	Uncertainty seiches.xlsx
Wind speed Schiphol 16 directions.xlsx	Model uncertainty implic.xlsx
Wind speed Schiphol 16 directions with winddrag.xlsx	Model uncertainty local water level.xlsx
Wind speed Schiphol 12 directions with winddrag.xlsx	Model uncertainty wave height.xlsx
Wind speed Schiphol - wl MM.xlsx	Model uncertainty wave period.xlsx
Wind speed de Kooy - wl DH.xlsx	Uncertainty Model Factor Dutch coast Central.xlsx
Wind speed Deelen.xlsx	Uncertainty Model Factor Dutch coast North.xlsx
Wind speed Hoek van Holland - wl HvH.xlsx	Uncertainty Model Factor Dutch coast South.xlsx
Wind speed IJmuiden - wl YM.xlsx	Uncertainty Model Factor Dutch dune coast.xlsx
Wind speed Vlissingen - wl VL.xlsx	Uncertainty Model Factor Eastern Scheldt.xlsx
Wind speed Vlissingen with winddrag - wl OS11.xlsx	Uncertainty Model Factor Europoort.xlsx
Wind speed West Terschelling - wl HA.xlsx	Uncertainty Model Factor Grevelingen.xlsx
Wind speed West Terschelling - wl LO.xlsx	Uncertainty Model Factor IJssel delta.xlsx
Discharge Lobith.xlsx	Uncertainty Model Factor IJssel lake.xlsx
Discharge Borgharen.xlsx	Uncertainty Model Factor Marker lake.xlsx
Discharge Lith.xlsx	Uncertainty Model Factor Non-tidal river reaches Meuse h.xlsx
Discharge Olst.xlsx	Uncertainty Model Factor Non-tidal river reaches Meuse l.xlsx
Discharge Dalfsen.xlsx	Uncertainty Model Factor Non-tidal river reaches Rhine.xlsx
Water level IJssel lake.xlsx	Uncertainty Model Factor Tidal river reaches Meuse.xlsx
Water level Marker lake.xlsx	Uncertainty Model Factor Tidal river reaches Rhine.xlsx
Water level Veluwerandmeren.xlsx	Uncertainty Model Factor Vecht delta.xlsx
Water level Grevelingen.xlsx	Uncertainty Model Factor Veluwe Randmeren.xlsx
Water level Delfzijl.xlsx	Uncertainty Model Factor Wadden sea East.xlsx
Water level Den Helder.xlsx	Uncertainty Model Factor Wadden sea West.xlsx
Water level Den Oever Buiten.xlsx	Uncertainty Model Factor Western Scheldt.xlsx
Water level Dunes.xlsx	Dunes.xlsx
Water level Hansweert.xlsx	Uncertainty water level Dunes.xlsx
Water level Harlingen.xlsx	Wave height Dunes.xlsx
Water level Hoek van Holland.xlsx	Wave period Dunes.xlsx
Water level Huibergat.xlsx	
Water level IJmuiden - Additional.xlsx	
Water level IJmuiden.xlsx	
Water level Lauwersoog.xlsx	
Water level local.xlsx	
Water level Oosterschelde.xlsx	
Water level OS11.xlsx	
Water level Vlissingen - Additional.xlsx	
Water level Vlissingen.xlsx	
Water level West Terschelling.xlsx	
Water level Maasmond.xlsx	

Tabel 6.1 Overzicht van uiteindelijke MS Excel bestanden met statistische data.

6.2 Proces

6.2.1 Statistiek basisstochasten

Output

De statistiek van de basisstochasten bestaat uit:

- de extreme waarden statistiek per basisstochast
- de tijdschaal van de stochasten

- de modellering van de trage stochasten in de tijd, afhankelijk van de rekenmethode voor tijdintegratie
- de statistische onzekerheid
- de correlaties tussen basisstochasten

Proces

De productie van statistiek voor de basisstochasten vindt veelal plaats per afzonderlijke basisstochast. In het proces speelt expert judgment een belangrijke rol. In de praktijk is per basisstochasttype (denk aan 'wind', 'afvoer', 'zeewaterstand', 'meerpeil') sprake van een eigen groep experts.

De basis voor de productie wordt gevormd door een of meer reeksen met (synthetische of in-situ) meetgegevens. Die meetreeks kan de basisstochast zelf betreffen, maar dat hoeft niet. In sommige gevallen is namelijk sprake van extra modellering in de keten. Bijvoorbeeld in geval van de afvoerstatistiek kan gebruik gemaakt worden van GRADE. In dat productieproces vormen neerslagmeetreeksen de basis. Deze reeksen worden via o.a. een resampling methode en een neerslag-afvoermodel omgezet in een synthetische afvoerreeks (bijvoorbeeld bij Lobith) die veel langer is dan de oorspronkelijke neerslagmeetreeksen. Van deze synthetische afvoerreeks worden vervolgens overschrijdingsfrequenties van afvoerniveaus bepaald ("de statistiek van de afvoer").

6.2.2 Modelonzekerheden lokale hydraulische belastingparameters

Output

De 'modelonzekerheid lokale hydraulische belastingparameters' betreft:

- de onzekerheid in de lokale HB parameters die het gevolg is van onzekerheden in de modellering van de fysische relatie tussen de basisstochasten en de lokale HB parameters. Specifiek gaat het over de modelonzekerheid in de waterstand en de modelonzekerheid in de golfparameters.
- eventuele correlaties tussen onzekerheden van de afzonderlijke HB parameters (denk bijvoorbeeld aan waterstand-golfhoogte en golfhoogte-golfperiode).

De mate van onzekerheid wordt in principe gegeven per afzonderlijke HB locatie, maar in de praktijk worden de waarden wel gelijk genomen voor deelgebieden: aansluitende reeksen van HB locaties, met overgangen bij trajectgrenzen. We merken expliciet op dat binnen het huidige belastingmodel deze modelonzekerheden worden toegevoegd aan de keten in de stap van de probabilistische modellering (en dus niet in de stap van de fysica). Het is bekend dat door deze vorm van modelleren van de modelonzekerheid in de praktijk soms onrealistische resultaten kunnen ontstaan. Inmiddels zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar alternatieve manieren om de modelonzekerheid op een meer fysische manier mee te nemen.

Proces

Bij de bepaling van de modelonzekerheid in de lokale hydraulische belastingparameters is noodzakelijkerwijs sprake van aggregatie over bronnen van onzekerheid (!) en over het waarde-bereik (!). De instelling van deze modelonzekerheden is daarom gebaseerd op expert judgment. Daarbij wordt ondermeer gebruik gemaakt van vergelijkingen tussen modelresultaten en beschikbare meetgegevens.

6.3 Ondersteuning

Het genereren van de Excel bestanden is nog niet ver gestandaardiseerd, ook niet per afzonderlijke stochast. Er komt nog relatief veel 'handwerk' bij kijken, met mogelijke inbreng van nieuwe inzichten. Documentatie is slechts beperkt aanwezig.

7 Productie S7: Rekeninstellingen probabilistisch model

7.1 Output

Categorieën instellingen

De Hydra-Ring rekeninstellingen bestaan uit instellingen ten aanzien van:

- Rekentechniek
- (afhankelijk van de rekentechniek:) Startmethode
- Methode voor tijdintegratie

Deze drie kenmerken moeten in onderlinge samenhang ingesteld worden. De Hydra-Ring technical reference bevat informatie en achtergronden over de beschikbare opties voor deze kenmerken. (Voor tijdintegratie is in de praktijk tot op heden alleen gekeken naar NTI en FBC; APT is buiten beschouwing gelaten, zie de technical reference van Hydra-Ring).

Specificatie

De Hydra-Ring rekeninstellingen worden per locatie en per (probabilistisch door te rekenen) faalmechanisme (Z-functie) gespecificeerd.

Vorm van de output

De output van het productieproces voor de rekeninstellingen van het probabilistisch model bestaat uit 62 csv bestanden, namelijk:

- 2 algemene bestanden:
 - CalculationTypes.csv
 - ExcludedLocations.csv
- en voor elk van de 20 watersystemen (regio's) in Hydra-Ring 3 watersysteem-specifieke bestanden:
 - <regionummer>_NumericSettings.csv
 - <regionummer>_TimeIntegrationSettings.csv
 - <regionummer>_DesignTableSettings.csv

De rekeninstellingen zijn gekoppeld aan LocationID's zoals binnen Hydra-Ring van toepassing en in de bestanden wordt ook voor diverse andere variabelen gebruik gemaakt van ID's zoals binnen Hydra-Ring van toepassing. Daardoor zijn deze bestanden met instellingen niet echt 'human-readable'.

7.2 Eisen

De rekeninstellingen moeten worden afgeleid met een aantal doelen voor ogen:

1. stabiliteit / betrouwbaarheid;
2. consistentie in resultaten in (geografische) ruimte en terugkeertijd;
3. consistentie met Hydra-NL resultaten;
4. het beperken van de benodigde rekentijd;
5. niet al te veel ruimtelijke variatie in instellingen;
6. niet al te veel variatie in instellingen over de gehanteerde Z-functies.

Ad 1. Welke instellingen tot een betrouwbaar resultaat leiden is afhankelijk van de vorm van het faalvlak, hetgeen op voorhand niet altijd te voorspellen is.

Ad 2. De consistentie in ruimte en terugkeertijd hangt sterk samen met de dominantie van (combinaties van) stochasten, denk aan wind- en meerpeildominantie op de meren, of wind- en afvoerdominantie op de rivieren. De aanname bij ruimtelijke consistentie is dat deze dominantie ruimtelijk verklaarbare patronen heeft, ingegeven door o.a. geometrie van het watersysteem, bodemligging en oriëntatie van het dijktraject. Eventuele afhankelijkheid van de terugkeertijd is vaak het gevolg van een ontwerp punt dat 'omslaat' naar bijvoorbeeld een significant andere windrichting, een andere keringtoestand of een andere stochast die plotseling dominant wordt. Ruimtelijke coherentie beoordelen is vooral een kwestie van 'expert judgement'.

Consistentie over de terugkeertijd kan gewaarborgd worden door trends in terugkeerniveaus te berekenen over een reeks relevante terugkeertijden, in plaats van slechts één terugkeertijd te beschouwen. Frequentielijnen moeten een glad, betrouwbaar, fysisch verklaarbaar, stijgend verloop hebben.

Ad 3. Deze procesbeschrijving gaat niet in op de productie van HB data voor gebruik in Hydra-NL, zie paragraaf 2.4.

7.3 Proces

Het productieproces rekeninstellingen kan tot op zekere hoogte gezien worden als een *kalibratie* van de rekeninstellingen (de vrijheidsgraden in het probabilistische model bij de gegeven gebiedsschematisatie in de vorm van lokale data fysica en data statistiek).

In de praktijk wordt de keuze van de rekeninstellingen gemaakt op basis van resultaten uit diverse berekeningen, met een:

- selectie aan locaties;
- selectie aan Z-functies;
- selectie aan rekeninstellingen;
- aanpak via berekening overschrijdingskans van reeks Z-waarden²⁴.

De uiteindelijke keuzes van de rekeninstellingen worden gebaseerd op expert judgement²⁵. Daarbij wordt voor (delen binnen) een watersysteem eerst een inschatting gemaakt van de dominantie van basisstochasten. Op basis daarvan wordt een inschatting gemaakt welke rekentechnieken geschikt zijn. Bestudering van de grafische uitvoer moet deze inschatting bevestigen of tegenspreken. Op basis hiervan worden de keuzes vastgelegd, wordt de opdeling van het watersysteem herzien, of worden uitzonderingslocaties apart van instellingen voorzien. Het Grevelingenmeer/Veluwerandmeren rapport (Den Bieman, 2017) is de beste illustratie van het keuzeproces wat betreft ruimtelijke consistentie en dominantie van stochasten.

De productie van rekeninstellingen vormt een iteratielus in het totale productieproces. Vooral vanwege de benodigde expert judgement is deze stap niet geautomatiseerd. Er is ook geen (geautomatiseerde) controle op uitvoering van de procedure. De stap wordt daardoor nog wel eens vergeten.

²⁴ In plaats van een (iteratieve, en dus tijdrovendere) berekening van de Z-waarde bij een reeks doelkansen.

²⁵ Indien hiervoor onvoldoende budget beschikbaar is, moet worden gekozen voor een betrouwbare maar trage rekenmethode; de eindgebruiker kan dan eventueel zelf in een Toets op Maat voor een snellere methode kiezen. Dit laatste vergt wel kennis en ervaring met Hydra-Ring in het algemeen en de interpretatie van rekenresultaten.

Intermezzo:

In het ideale geval zou geen keuze voor rekeninstellingen meer nodig zijn (geen iteratielus) en zou de rekestijd toch acceptabel zijn. Binnen de huidige opties is dit niet mogelijk. Een stap in de richting van de ideale situatie is een geautomatiseerd keuzeproces voor rekeninstellingen.

Opties hiervoor zijn:

- Een cascade van rekentechnieken in combinatie met een stopcriterium op basis van een geautomatiseerde analyse van de betrouwbaarheid van het rekenresultaat (output-gestuurd);
- Een keuze van de rekentechniek op basis van een geautomatiseerde analyse van de Z-functie (input-gestuurd);
- Gebruik maken van kennis van het watersysteem (HB expert) en eigenschappen van rekentechnieken (Hydra-Ring expert) om te komen tot een scherpe initiële schatting. Maar de verwachting is dat de enorme variabiliteit in resultaten het onmogelijk maakt een geautomatiseerd proces te ontwikkelen dat leidt tot eenduidige geschikte resultaten voor modelinstellingen.

Ondersteuning

Er zijn (matlab) scripts geschreven voor:

- klaarzetten invoer voor berekeningen
- uploaden naar Amazon
- figuren genereren van rekenresultaten
- wegschrijven uiteindelijk gekozen instellingen in csv bestanden

Deze scripts zijn overigens steeds ad hoc aangepast; zeker niet plug and play herbruikbaar.

8 Productie S8-S10: Verzamelen, combineren en distribueren

8.1 Input en Output

De input bestaat uit:

- Al dan niet bewerkte uitvoer van de productieberekeningen, in een verzameltabel
- Statistiekbestanden
- Bestanden met rekeninstellingen

De output bestaat uit de HB data voor het probabilistisch model Hydra-Ring, zie ook paragraaf 3.1.

Opmerkingen:

- Het datamodel van de HRD-, HLCD- en config-bestanden is uitgegroeid tot een complex geheel. De sterke indruk bestaat dat hierin vereenvoudigingen kunnen c.q. moeten worden doorgevoerd. Dit moet echter niet lichtzinnig worden opgepakt, want het huidige format is 'bevroren' tot 1-1-2023 en ook de backward compatibility van Hydra-Ring zal een aandachtspunt zijn.
- De naamgeving van HLCD-bestanden dient te worden aangepast aan de conventies, onder andere vanwege de noodzaak om verschillende HLCD bestanden naast elkaar te kunnen gebruiken.

8.2 Proces(sen)

De HB data uit de eerdere processtappen worden verzameld in een centrale relationele database (RDB). Deze database wordt ook wel '(HB) moederdatabase' of 'HBRDB' genoemd. Vanuit deze moederdatabase kunnen verschillende doorsneden van HB data worden gegenereerd en geëxporteerd in de vorm van bestanden die in Hydra-Ring gebruikt kunnen worden. Er is dan ook sprake van 3 sterk samenhangende processen, die hieronder als S8, S9 en S10 nader worden beschreven.

Pseudo code:

S8 Importeer verzameltabellen in HBRDB

- 1 [Doe] voor ieder watersysteem:
- 2 [Importeer de] verzameltabel fysica in de HBRDB
- 2 [Importeer de] bestanden statistiek in de HBRDB
- 2 [Importeer de] bestanden rekeninstellingen in de HBRDB
- 3 [Einddoe] voor ieder watersysteem

S9 Beheer de data in de HBRDB

- 1 toekenning locaties aan watersystemen
- 2 toekenning locaties aan trajecten
- 3 toekenning namen aan locaties
- 4 toekenning namen aan te exporteren database-bestanden
- 5 verwerking resultaten van lussen (rekeninstellingen, sluitgrafieken²⁶)
- 6 validatie harde regels²⁷
- 7 controle interne relaties en trends
- 8 vergelijkingen met andere data voor hetzelfde watersysteem (zichtjaar, scenario, ...)
- 9 verwerking aanpassingen / correcties / aanvullingen
- 10 beheer de meta-informatie

S10 Exporteer vanuit HBRDB naar Hydra-Ring

- 1 [Doe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties:
- 2 [Genereer een] Hydra-Ring HRD database-bestand (sqlite format)
- 3 [Genereer een] Hydra-Ring HLCD database-bestand (sqlite format)
- 4 [Genereer een] Hydra-Ring config database-bestand (sqlite format)
- 5 [Einddoe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties

Opmerkingen:

- In stap S9.1, de keuze van de overgangen in reeksen locaties tussen verschillende watersystemen (b.v. bovenrivieren en Rijn-Maasmonding), geldt het volgende:
 - De overgangen in de reeksen aslocaties worden gekozen op basis van een vloeiend verloop in de probabilistische rekenresultaten voor waterstanden.
 - De overgangen in de reeksen overige locaties worden in principe gelegd bij dijktrajectgrenzen, op basis van een vloeiend verloop in de probabilistische rekenresultaten voor waterstanden en HBN.
- Met stap S9.1 is in feite de koppeling tussen normtraject en bedreigend watersysteem gelegd. Het verdient overweging om deze koppelingsinformatie ook in de keringenshape op te nemen.
- Stap S9.2 zit in feite in de algemene voorbereiding. Het zou echter prettig zijn als een locatie uiteindelijk aan meer dan één traject kan worden gekoppeld (bijvoorbeeld nabij de grens tussen twee trajecten).
- Bij stap S9.3 gaat het om de 'externe namen' ten behoeve van de eindgebruikers, zie ook paragraaf 4.12.8.
- De naamgeving in stap S9.4 kan pas hier plaatsvinden in verband met de versienummering. De basis voor de naamgeving zou in de algemene voorbereiding gelegd kunnen worden.

8.3 Ondersteuning: het HB RDBMS

Voor ondersteuning van de processen S8-S10 is het relationele database management systeem (RDBMS) voor HB data opgezet, kortweg aangeduid als 'HB RDBMS'. Het HB RDBMS vormt niet alleen het centraal archief, maar ook de centrale beheeromgeving: het is de combinatie van de centrale database ('moederdatabase') met daarop toegesneden ETL²⁸

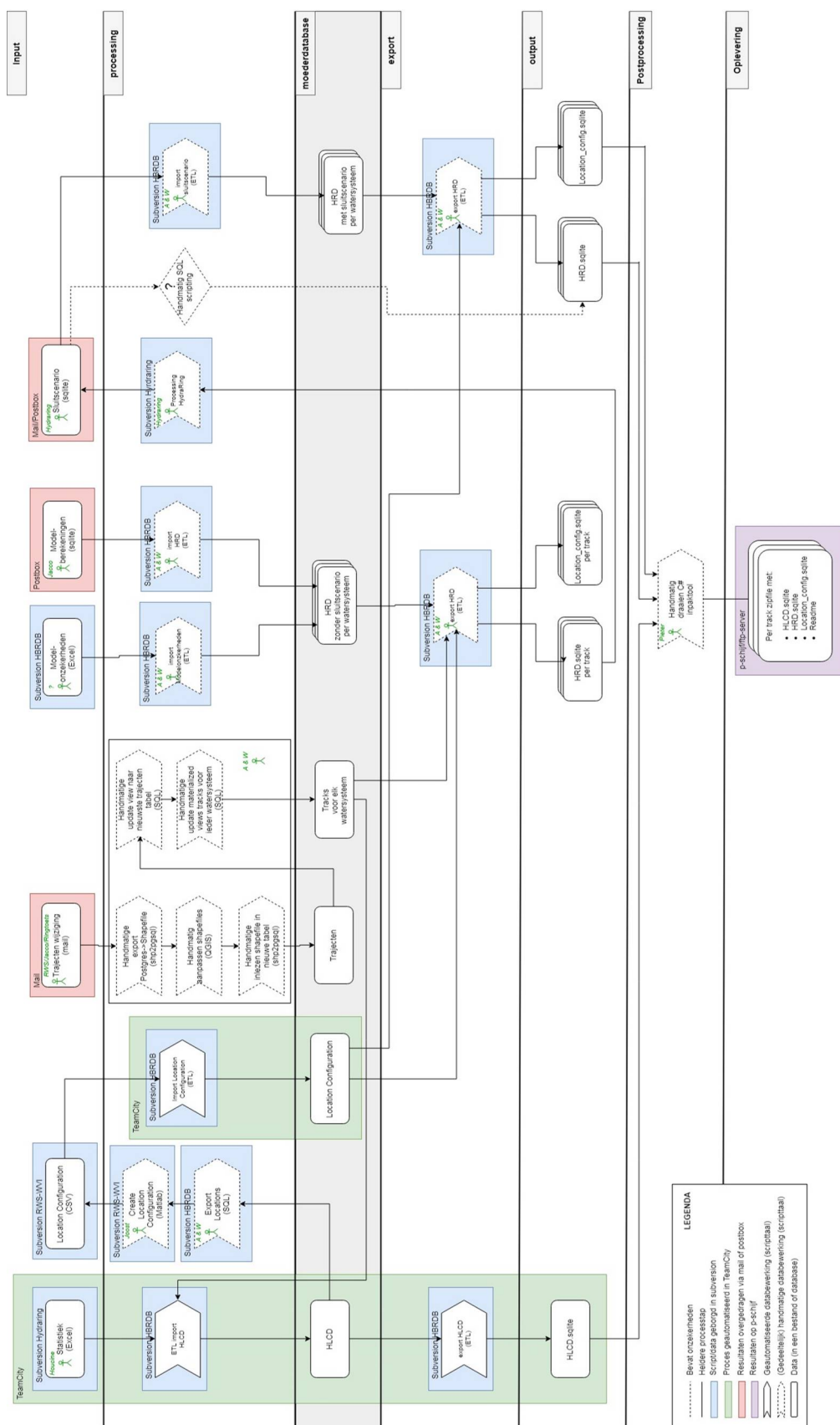
²⁶ Bijvoorbeeld de sluitwindsnelheden bij Ramspol.

²⁷ Bijvoorbeeld 'minstens 2 waarden aanwezig voor elke continue basisstochast'.

²⁸ De term ETL is afkomstig uit de databasewereld en staat voor Extract, Transform and Load (oftewel extraheren, transformeren en laden).

procedures (scripts) voor beheer. Deze beheeromgeving zorgt mede voor borging van landelijke consistentie in het datamodel (parameters, relaties, naamgeving). Het vormt tevens één centrale plek om de aansluiting op Hydra-Ring te borgen.

Het HB RDBMS functioneert op dit moment echter niet naar wens. Een probleembeschrijving met voorstel voor aanpak is gegeven in (Van Gils en Schoonveld, 2018). Daaruit is het stroomschema van Figuur 8.1 overgenomen.



Figuur 8.1 Dataflow HB-RDBMS (uit (Van Gils en Schoonveld, 2018))

Enkele aandachtspunten zijn:

Het HB RDBMS speelt een rol in diverse lussen in het overall productieproces, denk aan:

- rekeninstellingen
- preprocessor closure
- preprocessor (waterstanden)

Dergelijke lussen vergen aandacht c.q. handmatige acties en er vindt geen geautomatiseerde controle op uitvoering plaats. Dit vormt een bron voor inconsistenties en fouten.

Een groot en belangrijk deel van de input voor het HB RDBMS bestaat uit de output van de drie productieprocessen die in Hoofdstuk 5 (voorbereiding), 6, 7 en 7 zijn behandeld. Aanvullend dient aparte aandacht gegeven te worden aan andere input, zoals:

- meta-data bij de output van de drie productieprocessen;
- meta-data, mee te geven bij de output van het HB RDBMS;
- de naamgeving (voor eindgebruikers) van HB locaties en uitgeleverde bestanden, bestaande uit conventies en/of conversielijsten.

9 Productie S11: Integrale verificatie

9.1 Output

De output van deze processtep bestaat uit een kwaliteitsoordeel op de HB data, c.q. goedkeuring van de te distribueren HB data.

9.2 Eisen

De eisen die bij de controle gehanteerd worden staan beschreven in paragraaf 3.2.2, onder de integrale keten toets.

9.3 Proces

Stap S11 voorziet in de eindcontrole van de data door controle op de resultaten uit Riskeer. Controles vinden plaats op vier soorten berekeningen betrekking tot de hydraulische belastingen:

- de waterstand
- de golfhoogte
- het hydraulisch belastingniveau (HBN)
- de golfbelasting op bekledingen

Hiermee worden vier controleprocessen ingericht. De controles vinden plaats voor een deelverzameling van locaties, verspreid over alle watersystemen in Nederland.

In pseudo code:

S11A Controleer waterstand

- 1 [Specificeer een] reeks terugkeertijden
- 2 [Doe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties:
- 3 [Doe] voor iedere uitvoerlocatie:
- 4 [Doe] voor iedere terugkeertijd:
- 5 [Bereken met Hydra-Ring het] terugkeerniveau van de waterstand
- 6 [Einddoe] voor iedere terugkeertijd
- 7 [Einddoe] voor iedere uitvoerlocatie
- 8 [Einddoe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties
- 9 [Voer uit:] controles

S11B Controleer golfhoogte

- 1 [Specificeer een] reeks terugkeertijden
- 2 [Doe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties:
- 3 [Doe] voor iedere uitvoerlocatie:
- 4 [Doe] voor iedere terugkeertijd:
- 5 [Bereken met Hydra-Ring het] terugkeerniveau van de golfhoogte
- 6 [Einddoe] voor iedere terugkeertijd
- 7 [Einddoe] voor iedere uitvoerlocatie
- 8 [Einddoe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties
- 9 [Voer uit:] controles

S11B Controleer HBN

- 1 [Specificeer een] reeks terugkeertijden
- 2 [Doe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties:
- 3 [Doe] voor iedere uitvoerlocatie:
- 4 [Doe] voor iedere terugkeertijd:
- 5 [Bereken met Hydra-Ring het] terugkeerniveau van het HBN
- 6 [Einddoe] voor iedere terugkeertijd
- 7 [Einddoe] voor iedere uitvoerlocatie
- 8 [Einddoe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties
- 9 [Voer uit:] controles

S11D Controleer golfbelasting bekleding

- 1 [Specificeer een] reeks terugkeertijden
- 2 [Doe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties:
- 3 [Doe] voor iedere uitvoerlocatie:
- 4 [Doe] voor iedere terugkeertijd:
- 5 [Specificeer een] reeks waterstandniveaus
- 6 [Doe] voor ieder waterstandniveau:
- 7 [Bereken met Hydra-Ring de] representatieve golfbelasting
- 8 [Einddoe] voor ieder waterstandniveau
- 9 [Einddoe] voor iedere terugkeertijd
- 10 [Einddoe] voor iedere uitvoerlocatie
- 11 [Einddoe] voor iedere deelverzameling uitvoerlocaties
- 12 [Voer uit:] controles

Opmerkingen:

- Voor de controle van het HBN (S11C) worden voor elke controlelocatie een dijkprofiel en een dijkoriëntatie gespecificeerd.
- De controle van de golfbelasting op bekleding (S11D) wordt in de praktijk doorlopen voor één type bekleding en voor véél minder locaties dan de controle van de overige berekeningstypen (er moeten namelijk veel meer berekeningen gemaakt worden per locatie, omdat resultaten per "waterstandsniveau" moeten worden bepaald).

10 Beheer en onderhoud van HB data

In de voorgaande hoofdstukken is het proces van de productie van HB data beschreven. Zoals in Hoofdstuk 1 is beschreven is daarnaast ook nog sprake van de processen beheer en onderhoud.

Het doorlopen van het gehele productieproces zoals geschetst in de stappen S1 t/m S11 kost veel tijd en geld. In geval van gewenste aanpassingen of uitbreidingen op eenmaal geproduceerde data wordt daarom het productieproces in veel praktijkgevallen niet opnieuw in zijn geheel doorlopen.

Enkele voorbeelden van beperking tot slechts een deel van de productieketen:

- Slechts voor een selectie van watersystemen nieuwe HB data voor het beoordelen produceren.
- Een beperkte update van HB data voor een watersysteem, in de vorm van alleen een update van de data statistiek.
- Klimaatscenario's voor ontwerpen, in de vorm van alleen een uitwerking van de data statistiek.
- Aanpassing naamgeving locaties.
- Extra uitvoerlocaties toevoegen aan data voor een watersysteem: data fysica voor keringen in havens, gegenereerd met de tool 'HB Havens'.
- Lokale toepassing van een meer geavanceerd golfmodel voor een speciale versie van HB data, voor een Toets op Maat.

De begrenzing van beschikbare tijd en geld voor HB data impliceert dat in de praktijk landsbrede consistentie in de HB data niet volledig te realiseren is; in de praktijk zullen pragmatische keuzes gemaakt moeten worden. Wel is het van groot belang de pragmatische keuzes expliciet te maken. Dit stappenplan - en met name de verzameling specificaties in de 'voorbereiding' (S1) - biedt daartoe een goed raamwerk.

De indeling van het productieproces in stappen met eigen (tussen-)producten maakt het ook mogelijk dat eenvoudig een of meer stappen teruggaan kan worden om eerdere aannames of keuzes aan te passen. Daartoe dienen de tussenproducten en gehanteerde procedures wel goed bewaard en beheerd te worden.

De schakels met de meeste problemen en valkuilen blijken de stappen S1 (Vorbereiding), S5 (Verzamelen data fysica) en S7, S8 (beheer en export data) te zijn. Duidelijk is dat er voor deze onderdelen een andere werkwijze, een betere ondersteuning van de bestaande werkwijze en/of aanvullende mogelijkheden beschikbaar moeten komen.

De processtappen achterin de keten (S8 - S11) zullen het vaakst doorlopen moeten worden en moeten dan ook efficiënt(er) worden ingericht. Enkele aandachtspunten daarbij zijn:

- Om tot verkorte processen te komen is het wellicht nodig de onderlinge afhankelijkheden tussen de diverse deelproducten (bestanden) zo klein mogelijk te maken. Daartoe dient de indeling van de informatie over verschillende bestanden te worden heroverwogen.
- In de huidige opzet is voor elke combinatie van maatregel en klimaatscenario een aparte moederdatabase nodig. Dit verdient heroverweging.
- Het moet mogelijk gemaakt worden om een database voor een enkel traject te genereren, zonder dat daarbij alle databases van het betreffende watersysteem worden aangemaakt.

- Er is behoefte aan een bredere toegang tot (onderdelen van) de beheertool, bijvoorbeeld het aanmaken van databases voor beleidsstudies door marktpartijen.

Voor specifieke (vaker voorkomende types) onderhoudsactiviteiten zou het verkorte proces in deze procesbeschrijving uitgewerkt moeten worden.

11 Openstaande verbeterpunten

Het stappenplan HB data is nog zeker niet geheel uitgekristalliseerd. De belangrijkste openstaande verbeterpunten zijn:

1. Het ontwerp van de HB data en de (overige) tools binnen de beoogde 'toolkit HB data' zijn nog onderwerp van (door-)ontwikkeling. Het totaaloverzicht van het PBO proces in dit stappenplan vormt enerzijds een raamwerk bij die ontwikkelingen. Anderzijds zullen nieuwe stappen in die ontwikkelingen leiden tot aanpassingen in dit stappenplan.
2. Het beheer en onderhoud (de 'B' en de 'O' in 'PBO') is nog relatief summier uitgewerkt. Nadere uitwerking is vooral gewenst van:
 - a. het inrichten van versiebeheer op HB data eindproducten (en wellicht ook op tussenproducten);
 - b. de distributie van HB data eindproducten (en de publicatie van een overzicht van beschikbare HB data eindproducten);
 - c. de beschikbaarstelling van HB data tussenproducten en de 'toolkit PBO HB Data'.
3. Het stappenplan focust nu op alleen het technische proces. Daarnaast is echter ook enige aandacht gewenst voor de organisatie: het benoemen van de betrokken partijen, hun rollen, verantwoordelijkheden en bevoegdheden.
4. De rol van Hydra-NL in het PBO proces HB data is nog niet consistent uitgewerkt: enerzijds wordt Hydra-NL gepresenteerd als een cruciale tool in de integrale verificatie van de HB data, anderzijds ontbreekt een goede beschrijving van de extra processtappen die nodig zijn om de HB data te kunnen gebruiken in Hydra-NL.
5. In de huidige eisen met betrekking tot de HB data is sprake van het zoeken van een balans tussen 'Een betrouwbaar antwoord' en 'Acceptabele rekentijden'. Met name ten aanzien van 'Een betrouwbaar antwoord' is behoefte aan nadere uitwerking van de eisen, bijvoorbeeld wat betreft de te hanteren (meetbare!) acceptatiecriteria en de wijze waarop de behaalde (mate van) betrouwbaarheid wordt aangetoond.
6. In de praktijk wordt de productie van HB data uitgevoerd per deelgebied van Nederland: per watersysteem. Echter, strikt genomen is de ruimtelijke indeling in watersystemen pas laat in het productieproces echt bekend. Dit betekent dat bij aanvang van het productieproces een (ruime) ruimtelijke afbakening moet worden gehanteerd en dat later in het proces moet worden geverifieerd of deze afbakening voldoende was. Deze iteratie wat betreft het vaststellen van de ruimtelijke afbakening van het watersysteem komt nog niet goed tot uiting in de huidige procesbeschrijving.

7. Het is gewenst dat dit document de status en uitstraling van RWS-richtlijn heeft. Het is daarom de intentie een volgende versie op te maken als RWS rapport.

12 Referenties

- Den Bieman, J., 2017. Hydraulische Belastingen Grevelingenmeer en Veluwerandmeren. Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017. Deltares rapport 11200574-006-GEO-0004, 22 oktober 2017.
- De Waal, J.P., Stijnen, J., Van den Bosch, P., 2019. Hydraulische Belastingen data voor waterkeringen in Nederland. Probleemanalyse productie en beheer. Deltares, HKV Lijn in Water en Arcadis rapport 11203721-005-GEO-0008, 11 oktober 2019.
- De Waal, J.P., 2018. Basisrapport WBI 2017. Versie 1.2. Deltares rapport 11202225-012-0001, 13 december 2018.
- De Waal, J.P., 2019a. Productie, beheer en onderhoud HB data: plan voor vervolg. Verslag bespreking dd 8 oktober 2019. Deltares verslag, 9 oktober 2019.
- De Waal, J.P., 2019b. Vervolgstap B&O HB data - suggesties invulling 'FO'-stap. Deltares memo, 19 november 2019.
- Morris, J.C., 2016. Combining the Results from the Production Runs (SWAN, WAQUA). Deltares draft report, 2016.
- Programmateam BOI, 2019. Programmaplan BOI 2020 - 2023. Doorontwikkeling van het Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium voor Primaire Waterkeringen, RWS informatie, versie 3.0, definitief, 30 november 2019.
- Stijnen, J.W., Van Hove, A., Daggenvoorde, R.J., 2019. Databases Vecht-IJsseldelta. Nationaal Water Model. HKV Lijn in Water concept rapport PR4108.10, november 2019.
- Van Gils, A., Schoonveld, W., 2018. WBI Datamanagement. Deltares memo, maart 2018²⁹.

²⁹ Dit document vermeldt alleen een titel, geen auteur(s), organisatie en datum. Deze laatste kenmerken zijn ingeschat.

A Stakeholders

Stakeholders wat betreft de bepaling van hydraulische belastingen zijn:

- Waterkeringbeheerders
- Waterbeheerders (RWS directies, WDOD (Vecht), etc.)
- RWS-WVL (voor beleidsstudies)
- Provincies (voor de normering en HR voor buitendijkse en/of regionale waterkeringen)
- DGWB (als opdrachtgever)

Voor het bepalen van HB data met een beoogde formele status (zoals WBI) wordt aanbevolen een 'watersysteemgroep' samen te stellen waarin de diverse stakeholders zijn vertegenwoordigd. Zie ook het programmaplan BOI (Programmateam BOI, 2019).