

## hydroconsult©

Lulofstraat 55, unit 47  
2521 AL Den Haag  
The Netherlands  
+ 31 (0)6 17 682 689  
[hydroconsult@siebebosch.nl](mailto:hydroconsult@siebebosch.nl)  
[www.hydroconsult.info](http://www.hydroconsult.info)

FEBRUARI 2015

GEBRUIKERSHANDLEIDING

# De Nieuwe Stochasten tool

Siebe Bosch



**hydroconsult**  
siebe bosch

*specialists in water management*

GEBRUIKERSHANDLEIDING

# De Stochasten tool

**Siebe Bosch**

Februari 2015



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Installatie</b>	<b>6</b>
2.1	Installatieprocedure	6
2.2	Licentie activeren	8
<b>3</b>	<b>De Nieuwe Stochastentool configureren</b>	<b>9</b>
3.1	Het configuratiebestand (.xml)	9
3.1.1	Een simulatiemodel configureren	10
3.1.2	Uitvoerlocaties toevoegen	10
3.2	De database (.mdb)	11
<b>4</b>	<b>Stochasten configureren en classificeren</b>	<b>12</b>
4.1	Configuratie inladen	12
4.2	De stochast neerslagvolume configureren	13
4.2.1	Inleiding	13
4.2.2	Classificatie	14
4.2.3	Praktijkadvies	14
4.3	De stochast neerslagpatroon configureren	15
4.3.1	Inleiding	15
4.3.2	Classificatie	16
4.3.3	Praktijkadvies	17
4.4	De stochast grondwater configureren	17
4.4.1	Inleiding	17
4.4.2	Configureren	18
4.4.3	Classificeren	18
4.4.4	Praktijkadvies	21
4.5	De stochast randvoorwaarden configureren	21
4.5.1	Inleiding	21
4.5.2	Configureren	21
4.5.3	Classificeren	23
4.5.4	Praktijkadvies	26
4.6	De Stochast wind en windopzet configureren	26
4.7	De stochast extra configureren	26
4.7.1	Inleiding	26
4.7.2	Configureren	27
4.7.3	Classificeren	27
4.7.4	Praktijkadvies	27

<b>5 Simulaties uitvoeren en nabewerken</b>	<b>29</b>
<b>6 Technische documentatie</b>	<b>32</b>
6.1 Grondwaterclassificatie op basis van SOBEK-RR	32
6.1.1 Inleiding	32
6.1.2 Achtergrond	32
6.1.3 Werkwijze	33
6.2 Getijden statistisch classificeren	34
6.2.1 Inleiding	34
6.2.2 Achtergrond	34
6.2.3 Werkwijze	35
<b>7 Tips 'n tricks</b>	<b>37</b>
7.1 Inleiding	37
7.2 Parallel simuleren	37
7.2.1 Inleiding	37
7.2.2 Werkwijze	37
7.3 Analyse op basis van meerdere modelschematisaties	38
7.3.1 Inleiding	38
7.3.2 Werkwijze	38
<b>8 Bijlage A Toelichting bestandstype .xml</b>	<b>42</b>
8.1 Inleiding	42
8.2 Elementen	42
8.3 Attributen	43
<b>9 Bijlage B structuur van het configuratiebestand</b>	<b>44</b>
9.1 Inleiding	44
9.2 Element <instellingen>	44
9.3 Element <modellen>	45
<b>10 Bijlage C structuur van de database</b>	<b>46</b>



Na jarenlang ervaring te hebben opgedaan met de stochastenmethode en de door Hydroconsult ontwikkelde Stochastentool, kwam waterschap Scheldestromen met het verzoek om enkele belangrijke verbeteringen door te voeren. Omdat wij zelf inmiddels ook een omvangrijke lijst met wensen hadden opgesteld voor de Stochastentool, grepen we deze gelegenheid met beide handen aan om de Stochastentool geheel van de grond af opnieuw op te bouwen. Het nieuwe programma is gedoopt: **De Nieuwe Stochastentool.**

TEN OPZICHT VAN DE 'OUDE' STOCHASTENTOOL BEVAT DE  
NIEUWE STOCHASTENTOOL DE VOLGENDE VERBETERINGEN EN  
NIEUWE FUNCTIONALITEITEN:

- DE TABELLEN MET NEERSLAGVOLUMES EN HUN BIJBEHORENDE KANSEN ZIJN 'OMGEKEERD'. NIET LANGER WORDT GEGEVEN EEN HERHALINGSTIJD HET BIJBEHORENDE NEERSLAGVOLUME OPGEZOCHT, MAAR WORDT GEGEVEN EEN NEERSLAGVOLUME DE BIJBEHORENDE HERHALINGSTIJD OPGEZOCHT. HIERDOOR KUNNEN KLIMAATSCENARIO'S VOLSTAAN MET EEN EENVOUDIGE STATISTISCHE NABEWERKING VAN DE REEDS DOORGEREKENDE NEERSLAGVOLUMES.
- DE KNMI '14-KLIMAATSCENARIO'S ZIJN GEIMPLEMENTEERD.
- AUTOMATISCHE CLASSIFICATIE VAN DE STOCHAST 'INITIËLE GRONDWATERSTAND' OP BASIS VAN EEN MEERJARIG SIMULATIERESULTAAT.
- AUTOMATISCHE CLASSIFICATIE VAN DE STOCHAST 'GETIJ' OP BASIS VAN EEN LANGJARIGE MEETREEKS.
- WIND MET BIJBEHORENDE WINDOPZET TOEGEVOEGD ALS STOCHAST (NOG NIET OPERATIONEEL).
- EEN NIEUWE STOCHAST OP BASIS VAN EEN WILLEKEURIG MODELBESTAND. DEZE KAN WORDEN INGEZET VOOR ZAKEN ALS WANDRUWHEID OF BIJVOORBEELD DE KANS OP HET FALEN VAN EEN KUSTWERK.
- EEN BESTAANDE STOCHASTENANALYSE EENVOUDIG UITGEBREIDEN MET NIEUWE KLASSEN.
- MEERDERE METEOSTATIONS MET VERSCHILLENDEN GEBIEDSREDUCTIEFACTOREN IMPLEMENTEREN.
- MEERDERE SOBEK-BEREKENINGEN PARALLEL KUNNEN DRAAIEN.

Met de hierboven genoemde verbeteringen is de Stochastentool op vele fronten gebruikersvriendelijker geworden en levert hij (veel) sneller resultaten. Dit document vormt de gebruikershandleiding voor De Nieuwe Stochastentool.

*Ik wens u veel plezier met dit mooie nieuwe softwareproduct!*

Siebe Bosch, Hydroconsult

16 februari 2015

# Installatie

De Nieuwe Stochastentool kan worden geïnstalleerd op computers met Windows 7 of hoger. De installatie bestaat uit twee bestanden:

- **setup.exe**
- **Stochastentool Setup.msi**

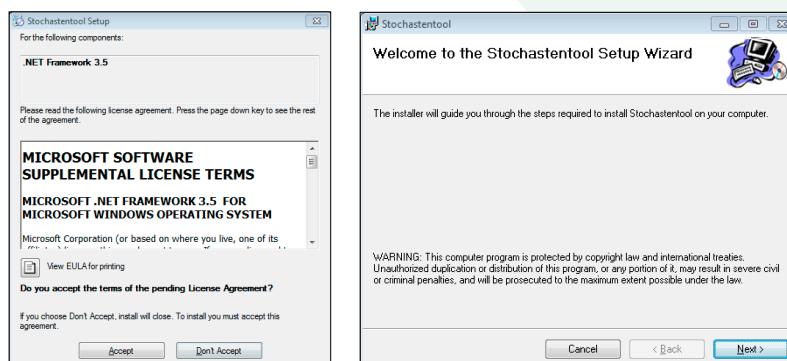
Beide bestanden moeten aanwezig zijn in dezelfde map op de harde schijf. De installatie begint zodra het bestand *setup.exe* wordt dubbelgeklikt.

## 2.1 Installatieprocedure

De eerste stap tijdens de installatie is het accepteren van het .NET-framework van Microsoft. De Nieuwe Stochastentool maakt gebruik van verschillende standaardcomponenten van Microsoft die onderdeel uitmaken van dit framework.

### FIGUUR 1

Gebruikersovereenkomst voor het .NET-framework, gevolg door de start van de installatie.

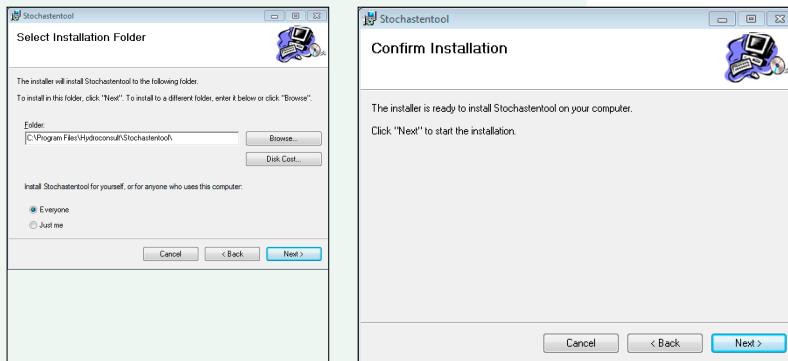


- Klik op <Accept> om het .NET-framework van Microsoft te installeren.
- Vervolgens verschijnt het startscherm van de installatiewizard.
- Klik op <Next> om door te gaan.

Het volgende scherm geeft een keuze voor de installatie-directory en welke gebruikers toegang krijgen tot het programma. In dit voorbeeld installeren we het programma in de standaard-directory en geven we alle gebruikers toegang. De stap erna completeert de wizard.

#### FIGUUR 2

Kiezen van de installatie-directory en het afsluiten van de wizard.

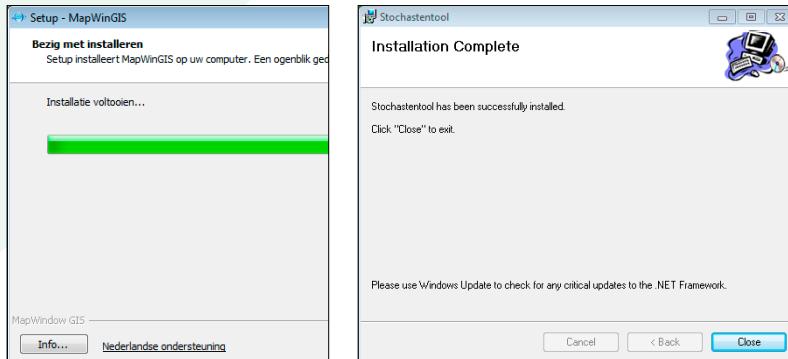


- Klik op <Next> om de installatie in gang te zetten.

Hierna zal de installatie daadwerkelijk beginnen. Merk op dat ook een installatie van het opensource GIS-programma MapWindow (Idaho State University) wordt uitgevoerd. De Nieuwe Stochastentool maakt onder de motorkap gebruik van enkele functionaliteiten uit deze bibliotheek.

#### FIGUUR 3

Installatie van MapWindow GIS, gevolgd door de completering van de installatie.

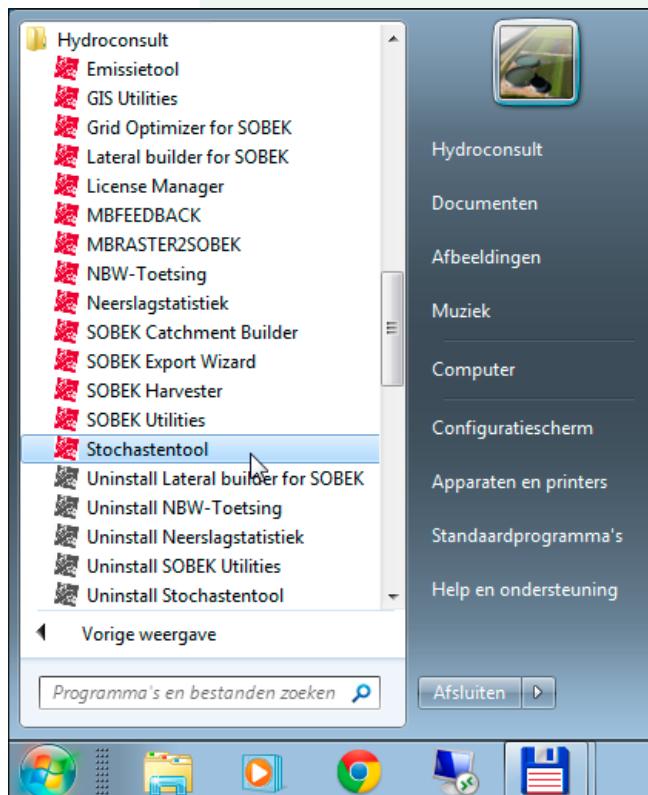


Tenslotte verschijnt de melding dat de installatie compleet is.

Druk op <Close>. Nu de installatie compleet is, kunt u het programma vinden in het startmenu onder Hydroconsult. Merk op dat er ook een optie is om het programma de de-installeren. Deze herkent u aan het zwart/witte icoontje.

FIGUUR 4

De Nieuwe Stochastentool in het startmenu.



## 2.2 Licentie activeren

Van Hydroconsult hebt u na aanschaf een licentiecode ontvangen. Als dat niet het geval is, neem dan contact op met de auteur op [siebe@hydroconsult.nl](mailto:siebe@hydroconsult.nl).

- Om de licentie te activeren, start u het programma en klikt u op het menu License.
- Plak de code in het tekstvak
- Klik op de button <Validate>

In het scherm verschijnt informatie over de licentie en een *popup* geeft de melding "Thank you for registering!". De licentie is actief en de button <Starten> op het tabblad wordt nu actief gemaakt. U kunt vanaf nu stochastenberekeningen uitvoeren en nabewerken.

# De Nieuwe Stochastentool configureren

In het volgende hoofdstuk laten we zien hoe De Nieuwe Stochastentool kan worden geconfigureerd voor een project. Maar eerst zetten we uiteen welke bestanden tezamen een configuratie vormen en hoe die in elkaar steken.

Iedere analyse met De Nieuwe Stochastentool begint met twee basisbestanden:

- 1 **Het configuratiebestand (.xml)**
- 2 **De database (.mdb)**

Beide bestanden kunnen zich het beste naast elkaar in dezelfde directory bevinden. Bij aanvang van een project is het aan te raden om een kopie te maken van de twee basisbestanden zoals meegeleverd met de installatie. Zo wordt gegarandeerd dat de structuur in beide bestanden overeenstemt met de structuur die de betreffende versie van het programma vraagt.

## 3.1 Het configuratiebestand (.xml)

We gebruiken het configuratiebestand om een aantal uitgangspunten voor De Nieuwe Stochastentool vast te leggen, zoals directories, bestandsnamen, modellen en uitvoerlocaties. Voor wie niet bekend is met het XML-formaat, volgen in bijlage A een paar korte aanwijzingen.

Het configuratiebestand bestaat uit twee elementen, beide onder het hoofdelement <stochastentool>:

- 1 **<instellingen>**
- 2 **<modellen>**

Onder het element <instellingen> worden de algemene instellingen voor de stochastenanalyse vastgelegd: directories, bestanden, neerslag- en klimaatinstellingen en het pad naar de te gebruiken database.

Onder het element <modellen> geeft u aan welke modelschematisaties achtereenvolgens moeten draaien. Voor ieder model moeten u zaken als

uitvoeringsdirectory, modeldirectory, paden naar het uitvoeringsbestand en uitvoerlocaties opgeven.

Het gaat te ver om in dit hoofdstuk het gehele XML-bestand te bespreken. Deze informatie staat in bijlage B. Maar een vluchige blik op een voorbeeldbestand zal al veel duidelijk maken. In de volgende paragrafen lopen we de belangrijkste instellingen langs.

### 3.1.1 Een simulatiemodel configureren

Om een specifiek simulatiemodel in een stochastenanalyse te kunnen draaien, moet het worden gespecificeerd in het configuratiebestand. Dit gebeurt binnen het element modellen, dus na `<modellen>` en voor `</modellen>`. Als voorbeeld geven we hier de instellingen voor een SOBEK-model:

```
<model id="Model1" type="SOBEK" executable="z:\Sbk21203\programs\simulate.exe" arguments="simulate.ini" modeldir="z:\Sbk21203\NBEV.LIT" casename="STOCHASTEN" tempworkdir="z:\temp1"> ... </model>
```

In dit geval wordt een model gedraaid dat we gemakshalve "Model1" noemen. Het is van het type SOBEK, en het uitvoerbare bestand staat op de z-schijf in het opgegeven pad. Als extra argument verwijzen we naar het bestand simulate.ini. De modelschematisatie staat op zijn beurt in de map NBEV.LIT, en de case die gedraaid moet worden heet "STOCHASTEN". Voordat hij wordt doorgerekend, kopieert De Nieuwe Stochastentool de hele modelschematisatie naar een tijdelijke werkdirctory getiteld z:\temp1.

LET OP: DE TIJDELIJKE DIRECTORY MOET (VOORLOPIG) OP DEZELFDE SCHIJF STAAN ALS HET SOBEKPROJECT. WE KUNNEN NOG NIET GARANDEREN DAT ALLE PADVERWIJZINGEN AUTOMATISCH WORDEN GECORRIGEERD WANNEER DE TIJDELIJKE DIRECTORY OP EEN ANDERE SCHIJF KOMT TE STAAN.

### 3.1.2 Uitvoerlocaties toevoegen

Ook de uitvoerlocaties per model worden in de XML-file vastgelegd, en wel binnen het element `<model>`. Dus na het element `<model>` en voor het afsluitende element `</model>`.

Een voorbeeld:

```
<uitvoer bestandsnaam="calcpnt.his" parameter="Water">
<locatie id="428" alias="bovenstrooms" type="max"/>
<locatie id="419" alias="benedenstrooms" type="max"/>
</uitvoer>
```

dit voorbeeld geeft aan dat het bestand **calcpnt.his** moet worden uitgelezen, en daaruit de parameter waarvan de naam begint met "Water". Uit het bestand moeten waterhoogtes worden gehaald voor twee locaties: 428 en 419. Voor de nabewerking krijgen ze een alias mee, resp. bovenstrooms en beneden-

strooms. Uit iedere simulatie haalt De Nieuwe Stochastentool voor beide knopen alleen de maximale waterstand op.

### 3.2 De database (.mdb)

Achter De Nieuwe Stochastentool draait een Access-database (in de vorm van een .mdb-bestand) die bijhoudt welke stochasten in gebruik zijn, in welke klassen ze zijn verdeeld en welke kansen eraan worden toegekend.

Het pad naar de database wordt gespecificeerd in het configuratiebestand in het element `<stochastenconfigfile>` binnen `<instellingen>`.

De database bevat 12 tabellen:

- 1 Volumes – bevat neerslagvolumes en hun bijbehorende klassenfrequenties
- 2 Patronen – bevat neerslagpatronen en hun bijbehorende kanstoedeling
- 3 Grondwater – bevat klassen initieel grondwater met verwijzing naar modelbestanden
- 4 Randknoten – bevat een lijst met boundary nodes uit de modelschematisatie
- 5 Randvoorwaarden – bevat per randknoop de klassenindeling voor randvoorwaarden
- 6 Randreeksen – bevat voor iedere randvoorwaardenklasse de bijbehorende tijdreeks
- 7 Wind – bevat klassen met windsnelheid en -richting
- 8 Windreeksen – bevat voor iedere windklasse de bijbehorende tijdreeks
- 9 Meteostations – bevat meteorologische stations en hun gebiedsreductiefactor
- 10 Extra – bevat een klassenindeling voor een willekeurige extra stochast met verwijzing naar modelbestanden
- 11 Resultaten – bevat de nabewerkte resultaten van de laatst uitgevoerde stochastenanalyse

De volledige structuur van de database staat in Bijlage C.

# Stochasten configureren en classificeren

## 4.1 Configuratie inladen

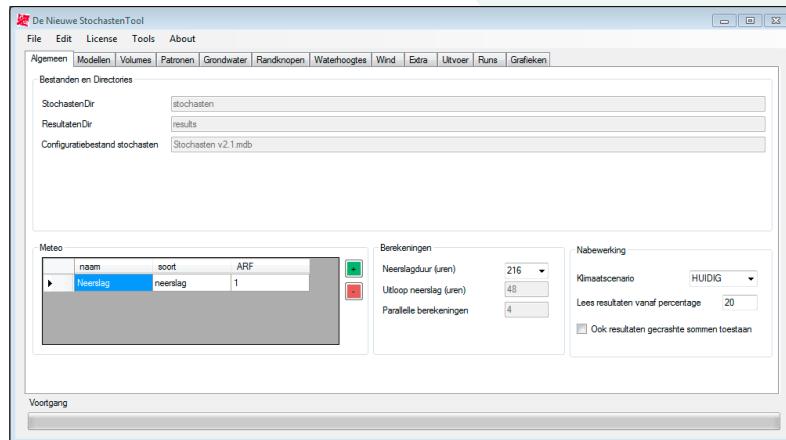
Voordat we stochasten kunnen classificeren en simulaties draaien, moeten we De Nieuwe Stochastentool opstarten en het xml-bestand inladen:

- Zorg ervoor dat de database staat op de plaats zoals opgegeven in het xml-bestand
- Start De Nieuw Stochastentool via het startmenu – Hydroconsult
- Laad een configuratie (xml-bestand) in via het menu File – Open XML.

In het startscherm van De Nieuwe Stochastentool zijn nu alle instellingen uit het XML-bestand te zien.

**FIGUUR 5**

De configuratie uit het xml-bestand is ingeladen.



### Bestanden en Directories

In deze sectie wordt getoond welke subdirectories gebruikt gaan worden voor resp. de stochasten en resultaten en hoe de database heet. Als het

mdb-bestand in een subdirectory staat, moet dit pad ook zijn opgenomen in dit veld.

### **Meteo**

Hier staat het meteo-station gespecificeerd dat gebruikt wordt in de stochastenanalyse. Als deelgebieden verschillende gebiedsreductiefactoren nodig hebben, kan voor iedere reductiefactor (ARF) een afzonderlijk meteo-stations worden aangemaakt.

### **Berekeningen**

In deze sectie staan enkele instellingen voor de daadwerkelijke simulaties. De duur van de gebeurtenissen en de eventuele uitloop, uitgedrukt in uren. De parameter *Parallelle berekeningen* is (nog) niet operationeel en dus niet relevant.

### **Nabewerking**

Deze instellingen zijn bedoeld voor de nabewerking, dus wanneer alle berekeningen zijn uitgevoerd. De keuze voor klimaatscenario bepaalt welke kansen worden toegekend aan neerslagvolumes, neerslagpatronen, getijden en andere stochasten. De parameter *lees resultaten vanaf percentage* is bedoeld om eventuele te hoge initiële waterstanden weg te houden uit het resultaat. In het voorbeeld wordt de eerste 20% van de tijdstappen van het resultaat overgeslagen bij het zoeken naar de maximale waterstand.

## **4.2 De stochast neerslagvolume configureren**

### **4.2.1 Inleiding**

De belangrijkste kansvariabele in een stochastenanalyse is *neerslagvolume*. Het volume van de neerslag vormt de drijvende kracht achter peilstijgingen in het oppervlaktewater en is daarom een bijzonder goed geanalyseerde grootheid. In 2004 publiceerde STOWA regenduurlijnen voor het huidige klimaat (Nieuwe Neerslagstatistiek voor Waterbeheerders), waarin voor vijf neerslagduren en een veertiental herhalingstijden het bijbehorende neerslagvolume werd geschat. In 2013 kwamen daar regenduurlijnen voor de KNMI '06-klimaat-scenario's bij, wat voor ieder scenario en neerslagduur resulteerde in veertien nieuwe neerslagvolumes. Deze werden gepubliceerd op Meteobase ([www.meteobase.nl](http://www.meteobase.nl)).

De regenduurlijnen zoals STOWA die publiceerde, dekken echter niet helemaal het gewenste toepassingsbereik voor waterschappen. De publicaties bevatten tabellen met regenduurlijnen voor jaarrond, het groeiseizoen en buiten-groeiseizoen, maar niet voor het zomerhalfjaar en het winterhalfjaar. In andere studies met de Stochastenmethode is gebleken dat het gebruik van jaarrondvolumes in de stochastenmethode leidt tot structurele overschattingen van de berekende waterhoogtes (Bosch en Gooijer, vakblad H2O editie 09, 2011).

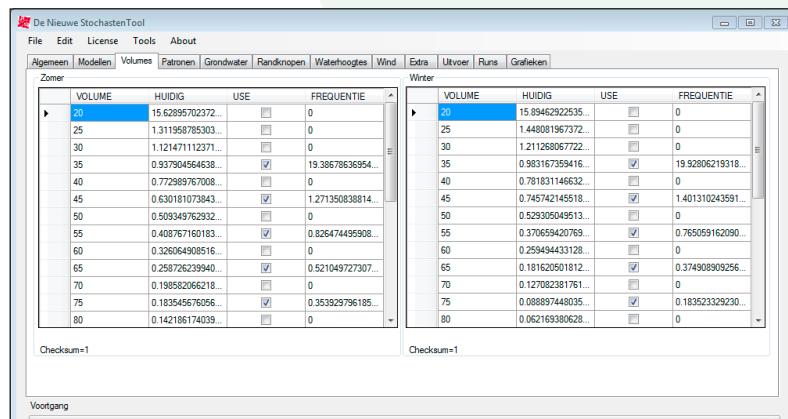
Omdat waterschappen doorgaans afwijkende streefpeilen hanteren in het zomerhalfjaar dan in het winterhalfjaar, ligt het voor de hand om ook in een stochastenanalyse dit onderscheid aan te brengen. Ten behoeve van de tabellen in De Nieuwe Stochastentool hebben wij deze statistische analyse op neerslagvolumes uitgevoerd. De aanpak en uitkomsten van deze analyse zijn terug te lezen in ons rapport voor Waterschap Scheldestromen: *Stochastenmethode 2.0, doorontwikkeling van de methodiek voor het analyseren van extreme waarden in het waterbeheer, Hydroconsult, 2014.*

#### 4.2.2 Classificatie

In De Nieuwe Stochastentool is de stochast neerslagvolume al geklassificeerd in 20 tot 30 volumeklassen (afhankelijk van de neerslagduur) met een stapgrootte van 5 mm. Zo zijn voor de neerslagduur van 192 uur de kansen op zomervolumes variërend tussen 20 t/m 150 mm vastgelegd. U kunt het aantal klassen zelf nog reduceren door desgewenst klassen 'uit te vinken'.

**FIGUUR 6**

Selectie stochast Neerslagvolume.



Merk op dat bij het uitschakelen van klassen geheel automatisch de frequenties van de uitgeschakelde klassen worden herverdeeld over de nog actieve klassen. Op die manier blijft de som van de frequenties altijd gelijk aan  $365.25 \times 24 / \text{neerslagduur}$ . Dit is te zien aan het feit dat de *checksum* onderin het scherm altijd 1 bedraagt.

#### 4.2.3 Praktijkadvies

Uit een groot aantal praktijktesten voor waterschap Scheldestromen is gebleken dat de neerslagvolumes langs de flanken van de tabel met neerslagvolumes weinig tot geen invloed hebben op overschrijdingswaarden met een herhalingstijd van 10 tot 100 jaar. Ook mag met een stapgrootte van 10 mm worden gewerkt zonder dat het eindresultaat al te veel gaat afwijken van een complete analyse.

Het is erg eenvoudig om een stochastenanalyse in een later stadium uit te breiden, dus raden we aan te beginnen met een beperkte set aan neerslagvolumes. Bijvoorbeeld door de eerste drie en de laatste drie klassen uit te schakelen en door over te stappen op een klassengrootte van 10mm door om en om een klasse uit te schakelen.

## 4.3 De stochast neerslagpatroon configureren

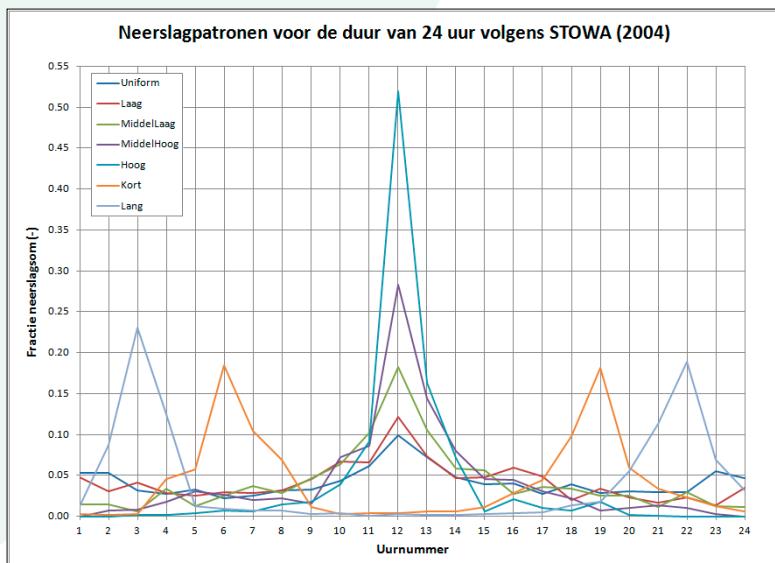
### 4.3.1 Inleiding

Voor het verloop van de neerslag in de tijd heeft STOWA in 2004 een zevental ontwerppatronen gepubliceerd. De gedachte hierachter is dat ze gezamenlijk representatief zijn voor alle mogelijke patronen (vormen) volgens welke de neerslag in de tijd kan vallen. In de basis is onderscheid gemaakt tussen:

- Buien zonder piek (type *uniform*)
- Buien met een piek (types *laag*, *middellaag*, *middelhoog* en *hoog*)
- Buien met twee pieken (types *kort* en *lang*)

FIGUUR 7

De zeven neerslagpatronen voor 24-uursbuien zoals onderscheiden door STOWA in 2004.



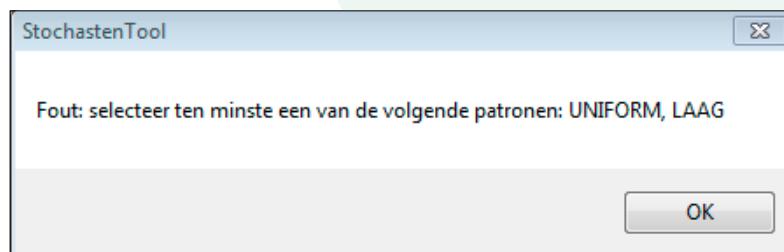
Idealiter wordt een stochastenanalyse altijd met alle zeven buipatronen doorgerekend. Dit is echter lang niet altijd mogelijk vanwege de grote rekentijd die nodig is om een volledige analyse uit te voeren. Daarom wordt in veel studies een keuze gemaakt voor minder patronen. Een consequentie van die keuze is echter wel dat de kansen behorende bij de gedeactiveerde patronen moeten worden herverdeeld over de nog actieve.

#### 4.3.2 Classificatie

Het zomaar uitschakelen van patronen is niet mogelijk zonder enig inzicht te hebben in de totstandkoming van die patronen en hun kanstoedeling. Omdat we niet kunnen verwachten dat de gemiddelde gebruiker die kennis heeft, helpen we in De Nieuwe StochastenTool door automatisch de kansen van inactieve patronen te herverdelen over de nog actieve patronen. Bovendien stellen we een limiet aan het uitschakelen van patronen. U moet ten minste één patroon uit elk van de volgende categorieën hebben geselecteerd:

- *uniform* en *laag*
- *middellaag*, *middelhoog* en *hoog*
- *kort* en *lang*

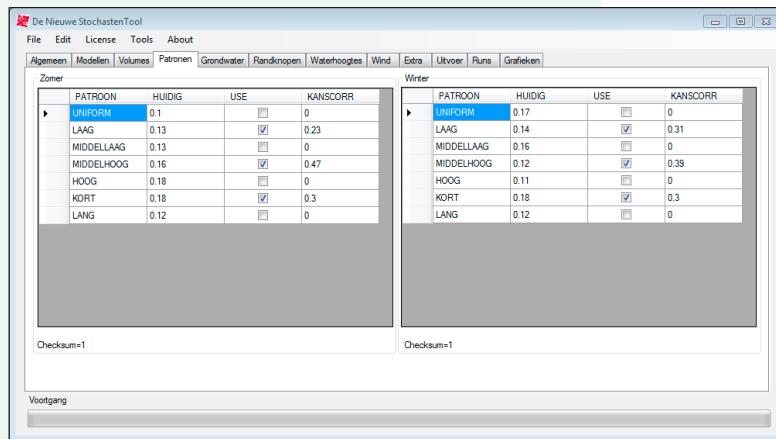
Deze categorieën lijken sterk op de basisclassificatie van STOWA (geen piek, een piek en twee pieken), maar we hebben een uitzondering gemaakt, namelijk voor het patroon laag. Het verloop van dit patroon vertoont namelijk meer gelijkenis met type *uniform* dan met de andere patronen met één piek. Als u een niet-geldige selectie van patronen maakt, volgt een waarschuwing middels een pop-up:



Wanneer u een geldige combinatie van patronen heeft geselecteerd, zullen de kansen op de inactieve patronen automatisch worden ondergebracht bij de nog actieve patronen.

**FIGUUR 8**

Selectie van de stochast neerslagpatroon.



Dit herverdelen van de kansen van inactieve gaat als volgt te werk:

- Wanneer patroon *uniform* inactief is, wordt zijn kans geheel toegekend aan patroon *laag* en vice versa
- Wanneer patroon *kort* inactief is, wordt zijn kans geheel toegekend aan patroon *lang* en vice versa
- Wanneer een van de patronen *middellaag*, *middelhoog* of *hoog* inactief is, wordt zijn kans recht evenredig verdeeld over de nog overgebleven actieve broeders.

Door deze aanpak zal ook hier de *checksum* altijd 1 bedragen.

#### 4.3.3 Praktijkadvies

Uit een groot aantal praktijktjesten voor waterschap Scheldestromen is gebleken dat de combinatie *Laag*, *MiddelHoog* en *Kort* de beste benadering geeft van het resultaat op basis van een volledige analyse. Wanneer de rekencapaciteit beperkt is, is dit een redelijk veilige keuze voor een subset aan patronen. Let op: vooral de keuze van patroon *MiddelHoog* is cruciaal, want het resultaat blijkt bijzonder gevoelig voor de keuze van de eenpieksbui.

## 4.4 De stochast grondwater configureren

### 4.4.1 Inleiding

In veel modellen is de hydrologische voorgeschiedenis een belangrijke component bij het tot stand komen van afvoeren. De meeste van die modellen hebben een 'geheugen' dat veel langer is dan de duur van de gebeurtenis die wordt doorgerekend.

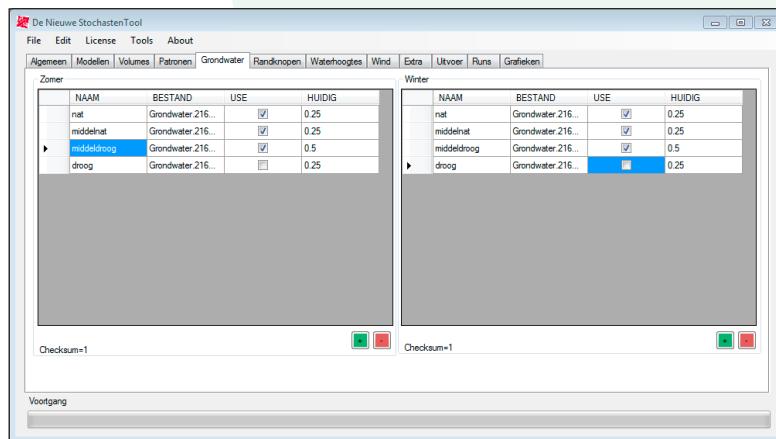
In zulke modellen moet de initiële toestand worden meegenomen als stochast. Dit kan worden gedaan op het tabblad Grondwater.

#### 4.4.2 Configureren

Op het tabblad Grondwater kunt u de stochast initiële grondwaterstand classificeren door eenvoudig naar bestanden met initiële grondwaterstanden te verwijzen.

FIGUUR 9

Selectie van de stochast Grondwater.



- Stem met de knoppen **<+>** en **<->** het aantal grondwaterklassen af met de keuze die u tijdens de classificatie maakte.
- Verwijs voor iedere klasse naar het bijbehorende grondwaterbestand (in het geval van SOBEK-RR: *unpaved.3b*) door te dubbelklikken op de cel in de kolom BESTAND.
- Maak desgewenst een subselectie van actieve klassen en zorg dat de som van de kansen in de actieve klassen gelijk is aan 1.

Merk op dat de *checksum* bij deze stochast niet langer automatisch optelt tot 1. Voor deze stochast is dit uw eigen verantwoordelijkheid. De reden is dat wij als makers van de tool niet op voorhand kunnen weten hoe de kansen op eventuele uitgeschakelde stochastenklassen moeten worden herverdeeld over de nog actieve klassen.

#### 4.4.3 Classificeren

De stochast initieel grondwater wordt vaak afgeleid uit een meerjarige simulatie van het neerslag-afvoermodel door alle resultaten te classificeren op basis van percentielwaarden.

Het grote bezwaar tegen deze methodiek is echter dat ten onrechte ook die grondwaterstanden meedoen die nooit de begintoestand van een bui vormen,

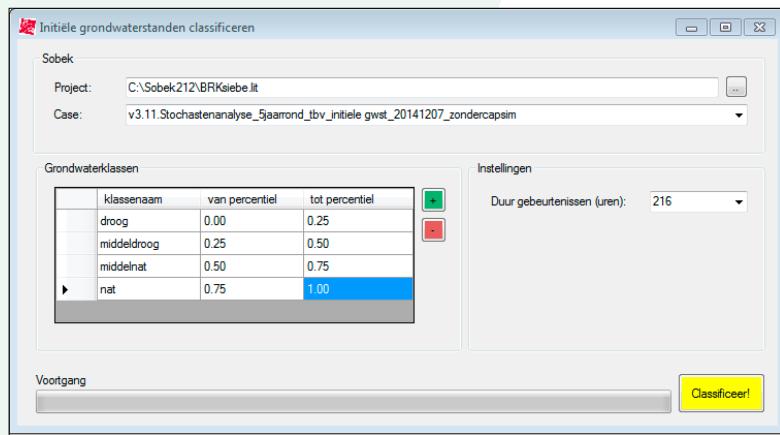
maar nu juist het gevolg zijn van zo'n bui. Dit betekent dat een stelselmatige overschatting wordt geïntroduceerd in de resultaten van de stochastenanalyse.

Om dit probleem op te lossen, introduceren wij in De Nieuwe Stochastentool een nieuwe methodiek voor het classificeren van initiële grondwaterstanden (voorlopig alleen voor het model SOBEK-RR). Nog steeds moet een langjarige simulatie van het grondwater worden aangeleverd, echter worden niet langer alle resultaten gebruikt.

De Nieuwe Stochastentool bevat een tool waarmee u de resultaten uit een meerjarige grondwaterberekening met SOBEK-RR automatisch kunt omwerken tot stochastische klassen. Deze tool is te vinden onder het menu *tools - grondwater classificeren*.

**FIGUUR 10**

Classificatietool voor initieel grondwater.



In deze tool kunt u zelfstandig aanwijzen uit welke SOBEK-case de meerjarige reeks aan grondwaterstanden moeten worden geclassificeerd. Daarnaast kunt u zelf aangeven welke grondwaterklassen gewenst zijn, en welke percentielwaarden voor die klassen gelden. Tenslotte geeft u aan voor welke duur de stochast moet worden geclassificeerd.

- Klik op de knop <..> om het gewenste SOBEK-project (.lit) te selecteren
- Kies in de selectielijst daaronder de gewenste SOBEK-case
- Gebruik de knoppen <+> en <-> om grondwaterklassen toe te voegen of te verwijderen en ken aan elke klasse een percentielwaarde voor de ondergrens en voor de bovengrens toe
- Kies onder 'instellingen' de gewenste duur van de stochastische gebeurtenissen.

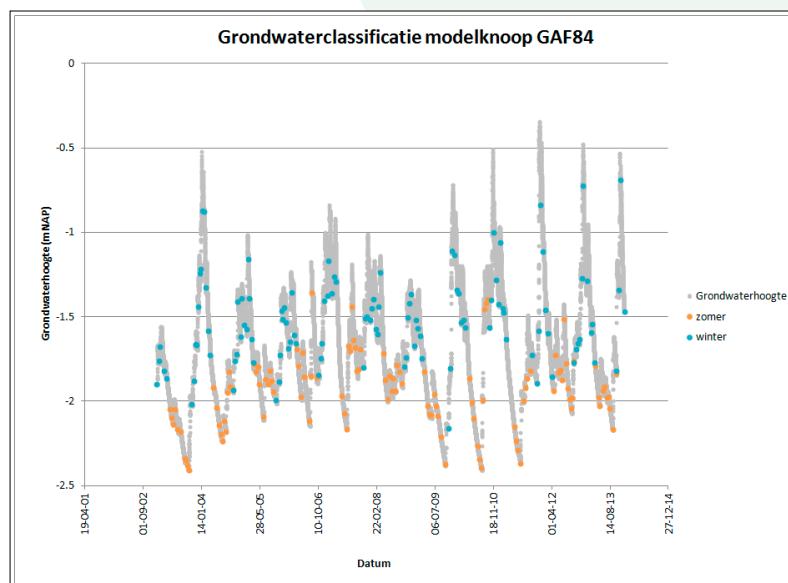
Een paar belangrijke randvoorwaarde is: de percentielen moeten oplopen van 0 tot 1. Daarbij moet de ondergrens van een klasse gelijk zijn aan de bovengrens van de vorige klasse. Verder moet de gekozen duur gelijk zijn aan de duur van de stochastische gebeurtenissen waarmee uiteindelijk gerekend gaat worden.

De routine werkt als volgt: hij extraheert niet alleen het verloop van de grondwaterstanden uit de aangewezen case, maar ook het verloop van de neerslag. In het verloop van de neerslag identificeert de tool uitsluitend die gebeurtenissen die ook daadwerkelijk als volume in de stochast neerslag-volume zouden worden geïdentificeerd. Dit gebeurt met een Peak-Over-Threshold-analyse (POT) met een frequentie van 10x per jaar, consistent aan de methodiek van STOWA.

Figuur 11 toont het resultaat van zo'n analyse. De grijze bollen geven het verloop van de gesimuleerde grondwaterstand weer; de gekleurde bollen tonen de *begin*grondwaterstand die hoort bij elk van de geïdentificeerde neerslaggebeurtenissen.

**FIGUUR 11**

Resultaat van de grondwateranalyse voor een onverhard-knoop.



Uit de figuur blijkt duidelijk dat de initiële grondwaterstanden zouden worden overschat als de analyse werd uitgevoerd op alle gesimuleerde hoogtes.

Bij die geïdentificeerde neerslaggebeurtenissen extraheert de tool dus

uitsluitend die grondwaterstanden die de *begin*grondwaterstand van elke gebeurtenis vormden. Uit een gesimuleerde reeks van 8 jaren extraheert de routine 80 initiële grondwaterstanden voor iedere modelknoop, zowel voor het zomerhalfjaar als het winterhalfjaar. Die 80 waarden worden vervolgens geklassificeerd volgens de percentielen die u opgaf. De mediaan tussen boven- en ondergrens wordt gebruikt als representatieve waarde voor iedere klasse. Ter illustratie: de 12.5%-grondwaterstand wordt representatief geacht voor de klasse van 0% tot 25%.

De Nieuwe Stochastentool schrijft de gevonden waarden weg in bestanden van het type *unpaved.3b*. Die kunnen op hun beurt in de stochastenanalyse worden gebruikt.

#### 4.4.4 Praktijkadvies

Uit onze analyses in Zeeland bleek dat de grondwaterstochast *droog* nauwelijks enige invloed had op het verloop van de overschrijdingswaterstanden  $> T=10$ . Deze klasse kon worden gedeactiveerd en de bijbehorende kans opgeteld bij die van de klasse *middeldroog*. Alle overige grondwaterklassen waren wel relevant.

### 4.5 De stochast randvoorwaarden configureren

#### 4.5.1 Inleiding

Alle modelschematisaties voor hydrologie en hydraulica zijn op een of andere wijze uitsneden uit de fysieke ruimte. Dit betekent per definitie dat we langs de randen van het model randvoorwaarden moeten opleggen.

In veel gevallen betreft dit randvoorwaarden met het verloop van waterhoogtes als functie van de tijd. Voor dit type randen specificeren we de stochast "randvoorwaarden". Debietranden worden op dit moment nog niet ondersteund.

Het configureren van de stochast met randvoorwaarden is een stuk complexer dan voor de overige stochasten. In de eerste plaats kan een modelschematisatie meer dan één randknoop bevatten. Op zijn beurt kan iedere randknoop weer een eigen classificatie hebben, en tenslotte zal iedere klasse weer zijn eigen verloop van de waterhoogte of afvoer in de tijd kennen.

#### 4.5.2 Configureren

Om de configuratie van deze stochast te stroomlijnen hebben we twee tabbladen toegevoegd aan De Nieuwe Stochastentool: Randknopen en Waterhoogtes.

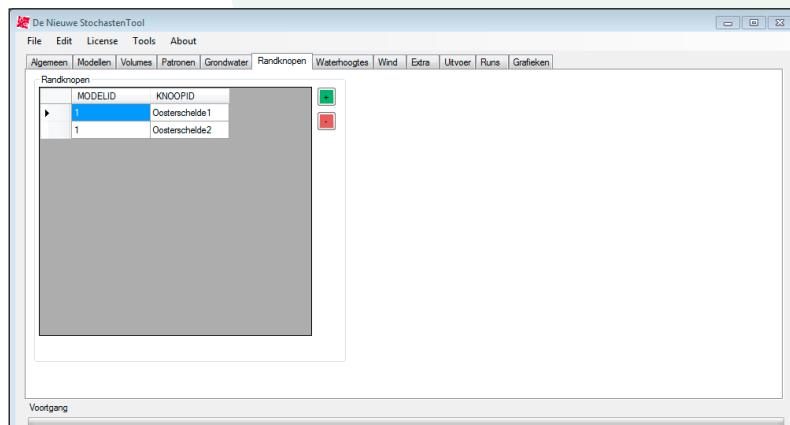
Op het tabblad "Randknopen" leggen we vast welke objecten in de modelschematisatie randknopen zijn moeten worden gevuld met een stochast als

randvoorwaarden. Met de knoppen  $<+>$  en  $<->$  kunt u desgewenst randknopen toevoegen en verwijderen.

**LET OP: HET IS NIET MOGELIJK OM TE VERWIJZEN NAAR MODELOBJECTEN DIE UITSLUITEND EEN NUMERIEKE WAARDE ALS ID HEBBEN!**

**FIGUUR 12**

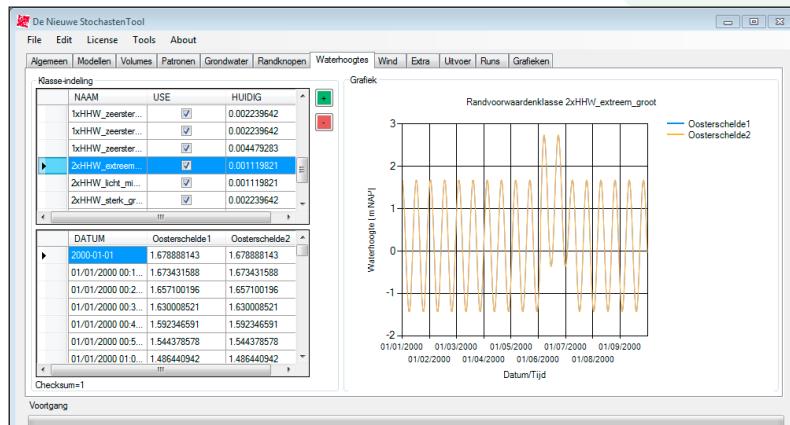
Tabblad Randknopen waar u kunt opgeven welke modelobjecten moeten worden benaderd als randvoorwaarde.



Op het tabblad “Waterhoogtes” creëren we vervolgens een klassenindeling voor iedere randknoop en voeren we voor iedere klasse de bijbehorende kans en het verloop van de waterhoogtes in de tijd in.

**FIGUUR 13**

De Stochast Waterhoogte.



Met de knoppen  $< >$  en  $< >$  kunnen naar wens klassen met waterstanden worden toegevoegd en verwijderd. Wanneer u op de kop van een rij klikt, verschijnt in het vak eronder de reeks met waterhoogtes als functie van de tijd.

Merk op dat ook voor deze stochast de *checksum* niet automatisch optelt tot 1. Dit is een verantwoordelijkheid voor uzelf.

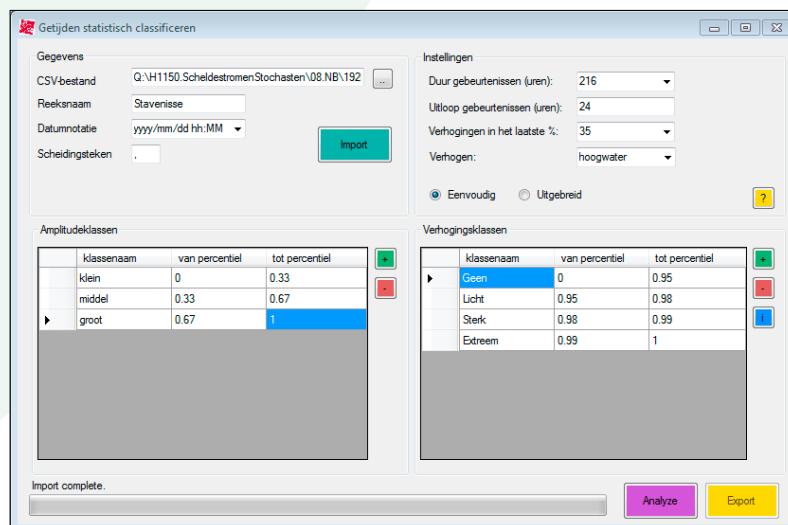
Tenslotte is het belangrijk om te weten dat u niet zelf de datums en tijdstapgroottes van de tijdreeksen kunt aanpassen. De tijdstap is standaard 10 minuten, wat het minimum is voor randen met getijdenbeweging, en de duur is afgestemd op de duur van de stochastische gebeurtenissen + uitloop zoals gekozen in de instellingen. Iedere tijdreeks begint altijd op 1 januari 2000 en loopt met tijdstappen van 10 minuten. Het programma zal de reeks automatisch een halfjaar verschuiven ten behoeve van zomerbuiken.

#### 4.5.3 Classificeren

Uiteraard staat het u vrij om geheel zelfstandig het verloop van de randvoorwaarden te classificeren en in te voeren in De Nieuwe Stochastentool. Maar om het classificeren van getijden te vergemakkelijken, hebben we in De Nieuwe Stochastentool een functionaliteit toegevoegd die dit proces automatiseert. Deze tool bevindt zich in het menu onder *tools - getijden statistisch classificeren*.

**FIGUUR 14**

Classificatietool voor de stochast getij.



In dit hoofdstuk bespreken we alleen de werkwijze die gevolgd moet worden om getijden te classificeren. Meer informatie over de interne werking van deze routine is te vinden in paragraaf 6.2.

### ***Inlezen tijdreeks***

Allereerst moet een langjarige tijdreeks met waterstanden worden ingelezen. Deze functionaliteit is met opzet flexibel gemaakt om een grote variatie in tekstbestanden aan te kunnen.

- Druk op de knop <..> om aan te wijzen waar een tekstbestand met een langjarige tijdreeks van gemeten waterhoogtes staat. Gebruik bij voorkeur reeksen met een lengte van ca. 18,6 jaar (de periode van declinatiegetijden) of een veelvoud daarvan
- Geef in het vak *reeksnaam* de titel van de kolom met waarden op
- Kies in de selectielijst de notatie van datum en tijd in het tekstbestand
- Geef in het vak *scheidingsteken* aan door welk teken de kolommen in het tekstbestand van elkaar worden gescheiden.
- Druk tenslotte op <Import> om de tijdreeks in het geheugen te laden.

### ***Instellingen kiezen***

Het tweede onderdeel van de classificatie bestaat uit de instellingen (rechtsboven). Hier geeft u aan welke duur gebeurtenissen in de stochastenanalyse zullen krijgen en hoeveel uitloop. Ook geeft u aan in welk gedeelte van iedere gebeurtenis een verhoging van de buitenwaterstand relevant is.

- Kies in de selectielijst *duur gebeurtenissen* de duur van de neerslaggebeurtenissen die stochastisch zullen worden doorgerekend
- Geef in het tekstvak "uitloop gebeurtenissen" de uitloop van de bui in uren
- Kies in de selectielijst "verhoging in de laatste x %" het (eind)percentage van de gebeurtenis waarin verhogingen van de laagwaterstand ook daadwerkelijk invloed uitoefenen op de maxima binnendijks.
- Kies in de selectielijst *verhogen* welk aspect van het getij in de eerste plaats moet worden geclassificeerd voor wat betreft verhogingen. Bij vrij-lozende gebieden zal dit vooral het laagwater zijn, maar in bemalen gebieden kan het ook de middenstand of het hoogwater zijn i.v.m. teruglopende maalcapaciteit.
- Kies de classificatiemethode eenvoudig of uitgebreid. In paragraaf 6.2 meer hierover.

### ***Classificeren amplitude***

Het derde aspect is het classificeren naar amplitude. De amplitude van het astronomische getij varieert niet alleen over een maand (spring- en dooddij), maar ook over een periode van 18,6 jaar, wat het declinatiegetij wordt genoemd. Met name in vrij lozende gebieden kan de variatie in amplitude een belangrijke stochast zijn.

- Maak in de sectie *Amplitudeklassen* het gewenste aantal klassen aan, en geef ze een naam en de percentielwaarden die de onder- en bovengrens vertegenwoordigen. Zorg dat de eerste klasse begint bij percentiel 0, de laatste eindigt bij percentiel 1 en dat iedere klasse begint met de bovengrens van de vorige. Voeg klassen toe of verwijder ze met de knoppen <+> en <->.

### Classificeren mate van verhoging

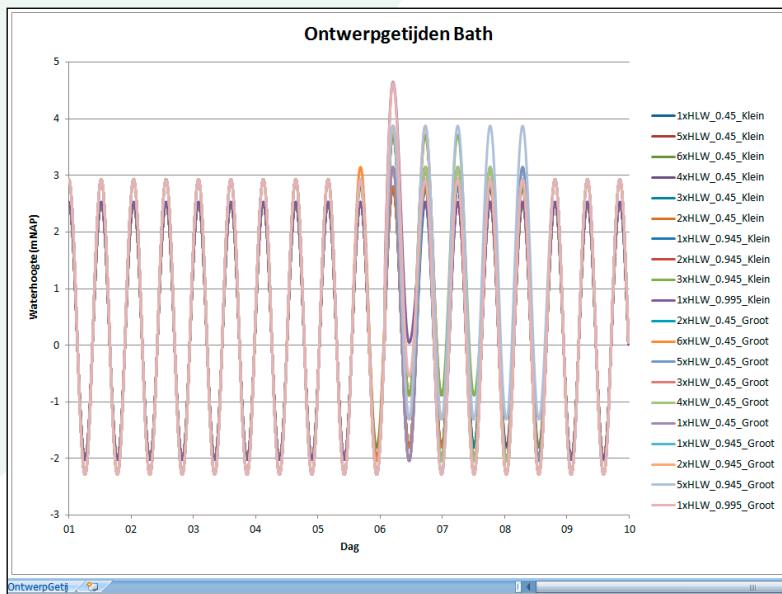
Tenslotte geeft u aan in welke mate van verhoogde waterstanden u geïnteresseerd bent. Alvorens dit te doen is het raadzaam eerst te kijken naar de hydraulische werking van het watersysteem en te kijken welke mate van verhogingen daadwerkelijk stremmingen van de afvoer kunnen veroorzaken.

- Maak in de sectie *Verhogingsklassen* het gewenste aantal klassen aan, en geef ze een naam en onder- en bovengrens. Zorg dat de eerste klasse begint bij percentiel 0, de laatste eindigt bij percentiel 1 en dat iedere klasse begint met de bovengrens van de vorige.

Klik daarna op <Analyze> en de routine gaat om de getijdenreeks analyseren en classificeren. Wanneer dit proces gereed is, kunt u representatieve getijdenreeksen voor iedere klasse exporteren met de knop <Export>.

Op basis van de klassen worden twee zaken weggeschreven naar Excel: de kansverdeling, de klassen en een ontwerpgetij voor elk van de klassen. De waarden kunt u eenvoudig uit Excel kopiëren naar De Nieuwe Stochastentool (tabblad Waterhoogtes). Figuur 15 toont het resultaat van een analyse in de vorm van ontwerpgetijden die horen bij opgegeven klassen.

**FIGUUR 15**  
Ontwerpgetijden.



#### 4.5.4 Praktijkadvies

In ons project in Zeeland hebben wij een uitgebreide analyse uitgevoerd op de stochast getij; voor bemalen gebieden, gebieden die lozen onder vrij verval en gebieden met een combinatie van beide methodes. Uit onze analyses bleek zonder uitzondering dat de invloed van getij op de overschrijdingswaterstanden binnendijks bijzonder klein is. In het getoetste gebied met vrije afwatering was de spuikom dusdanig groot dat daadwerkelijke invloed extreem zeldzaam was. Het effect werd alleen zichtbaar boven de  $T=100$ . In de gebieden met bemaling bedroeg de impact van verhoogd buitenwater 2 tot 3 cm op de waterhoogtes binnendijks.

In bemalen gebieden was de eenvoudigste classificatie waarvan het resultaat de meeste gelijkenis vertoonde met die van de volledige analyse de volgende classificatie:

- Twee amplitudeklassen [0%-50%][50%-100%]
- Drie verhogingsklassen [0%-90%][90%-98%][98%-100%]

In vrij-afwaterend gebied speelde de amplitude relatief belangrijke rol. Bij een kleine amplitude (=hoogste laagwaterstanden) konden de meeste verhogingsklassen al voor stremmingen zorgen. In dergelijke gebieden adviseren we een driedeling voor de amplitude:

- Drie amplitudeklassen [0%-33%][33%-67%][67%-100%]
- Vijf verhogingsklassen [0%-90%][90%-95%][95%-98%][98%-99%][99%-100%]

Binnen iedere amplitudeklasse kunnen vervolgens, afhankelijk van gebiedskenmerken zoals spuikom en kruinhoogte lozende stuwen, verhogingsklassen worden geaggregeerd tot één. Bij de kleine amplitudeklasse zal dit nauwelijks mogelijk zijn, maar bij de grote kunnen meerdere klassen worden samengevoegd.

### 4.6 De Stochast wind en windopzet configureren

Deze functionaliteit is nog niet operationeel.

### 4.7 De stochast extra configureren

#### 4.7.1 Inleiding

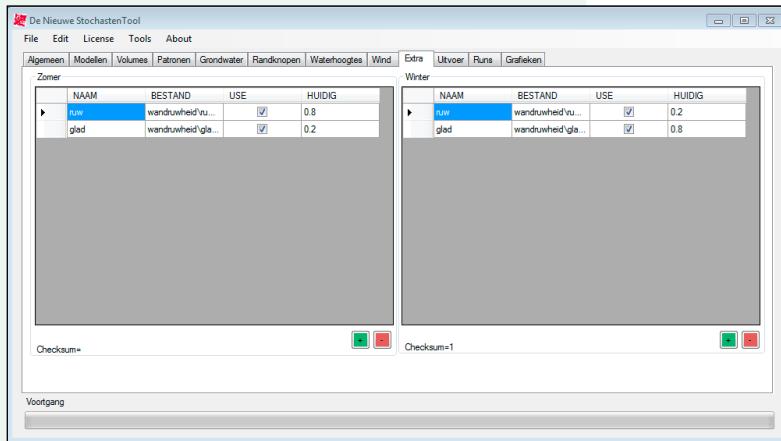
Nieuw in De Nieuwe Stochastentool is de introductie van een zelf te bepalen stochast. U kunt helemaal zelf beslissen hoe u deze stochast wilt inzetten. Hierbij valt te denken aan toepassingen als wandrueheid van de watergangen (gemaaid/niet gemaaid), maar ook zaken als de kans op het uitvallen van een gemaal tijdens hoogwater.

De stochast moet gevat kunnen worden in één enkel bestand dat naar de modelschematisatie kan worden gekopieerd. In het geval van wandrueheid in

een SOBEK-model zal dit het bestand *friction.dat* zijn. In het geval van kunstwerkfunctioneren *control.def* of *struct.def*. Kennis van het gebruikte model en haar bestandsstructuur is dus noodzakelijk om deze functionaliteit optimaal te kunnen inzetten.

## FIGUUR 16

## Het invoerscherm voor de extra stochast.



- Bepaal met de knoppen  $<+$  en  $<-$  het aantal klassen
  - Verwijs voor iedere klasse naar het bijbehorende modelbestand (bijvoorbeeld *friction.dat*) door te dubbelklikken op de cel in de kolom BESTAND.
  - Maak desgewenst een subselectie van actieve klassen en zorg dat de som van de kansen in de actieve klassen gelijk is aan 1.

Merk op dat de *checksum* bij deze stochast niet automatisch optelt tot 1. Voor deze stochast is dit uw eigen verantwoordelijkheid. De reden is dat wij als makers van de tool niet op voorhand kunnen weten hoe de kansen op eventuele uitgeschakelde stochastenklassen moeten worden herverdeeld over de nog actieve klassen.

### 4.7.3 Classificeren

Het classificeren van de extra stochast is geheel in uw handen. U zet de invoerbestanden klaar en bedenkt welke kansen horen bij de gebeurtenissen die ze vertegenwoordigen.

#### 4.7.4 Praktijkadvies

Onze tests wezen uit dat de wandruwheid een rol van betekenis speelt bij de totstandkoming van hoogwaters: vooral voor herhalingstijden tussen 1 en 50 jaar. Bij kleinere herhalingstijden is de afvoer te laag om daadwerkelijk te worden beïnvloed door de wandruwheid, en bij grotere herhalingstijden is het doorstromend oppervlak weer zodanig groot dat de wandruwheid weinig extra

verhang meer kan veroorzaken. Het verschil tussen een gladde en een ruwe watergang kan bij deze herhalingstijden al gauw oplopen tot meer dan 10 cm.

Ons advies is daarom om deze stochast in te zetten wanneer een accurate simulatie van hoogwaters met herhalingstijden tussen 1 en 50 jaar gevraagd wordt.

# Simulaties uitvoeren en nabewerken

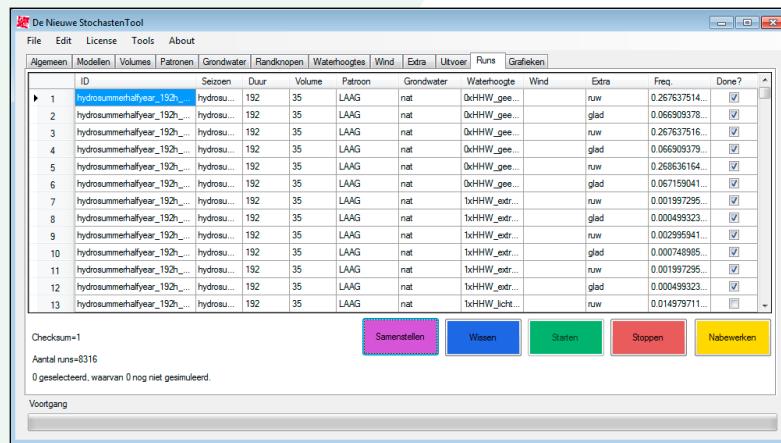
Wanneer alle stochasten zijn geklassificeerd en de *checksums* van alle stochasten gelijk zijn aan 1 (stochast in gebruik) of 0 (stochast niet in gebruik), kan de lijst met benodigde berekeningen worden samengesteld.

- Ga naar het tabblad *Runs* en druk op de knop <Samenstellen>

De Nieuwe Stochastentool zal nu een run creëren voor iedere mogelijke combinatie van geselecteerde stochastenklassen.

**FIGUUR 17**

De runs zijn samengesteld.

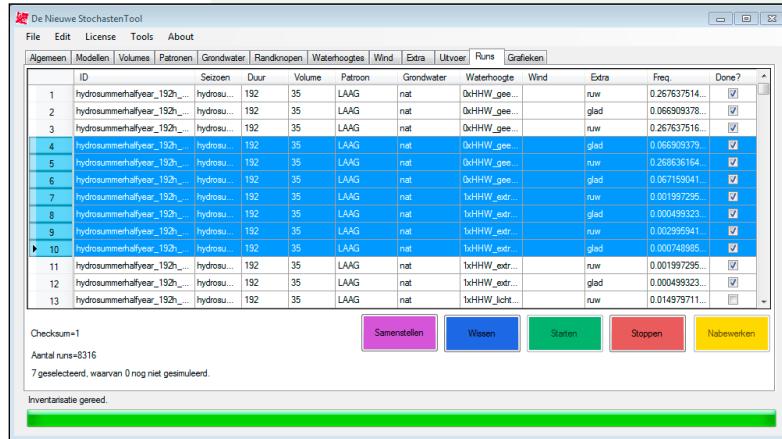


In het hierboven getoond voorbeeld bestaat de stochastenanalyse uit 8316 berekeningen (wat tamelijk extreem is). We zien dat de gesimuleerde duur 192 uur bedraagt en dat er gebruik gemaakt wordt van de stochasten Seizoen, Volume, Patroon, Initieel grondwater, buitenwaterstand en Extra (wandruwheid). De *checksum* bedraagt 1, wat betekent dat de som van alle frequenties gelijk is aan  $365.25 \times 24 / \text{neerslagduur}$ .

- Kies de te simuleren rijen (runs) door links op de rijkoppen te klikken.
- Gebruik <CTRL> en/of <Shift> voor Multi-selectie
- Druk daarna op <Starten> om de simulaties op te starten.

**FIGUUR 18**

De eerste set aan runs is geselecteerd.



Voor iedere run wordt de modelschematisatie eerst gekopieerd naar de tijdelijke directory die u in het XML-bestand hebt gespecificeerd. Dan worden de bestanden behorende bij de run gekopieerd naar die directory, zoals het meteobestand, het grondwaterbestand, het bestand met randvoorwaarden en/of het bestand met de wandruwheid. Het model wordt gesimuleerd en de resultaatbestanden gekopieerd naar de subdirectory *stochasten* in de map van het XML-bestand.

De Nieuwe Stochastentool houdt zelf bij of alle resultaten beschikbaar zijn. De gebruiker kan dit zien aan de vinkjes in de kolom "Done?". Zodra alle rijen in die kolom aangevinkt zijn, betekent dit dat alle resultaten beschikbaar zijn en wordt de knop <Nabewerken> aanklikbaar.

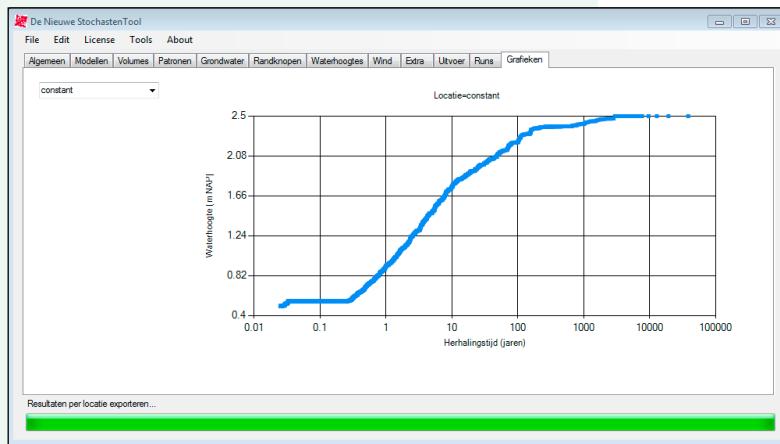
- Druk op de knop <Nabewerken> om de nabewerking te starten.

De Nieuwe Stochastentool zal nu overschrijdingsgrafieken opstellen voor alle uitvoerlocaties zoals in het XML-configuratiebestand gespecificeerd. Zodra de nabewerking compleet is, kunnen op het tabblad *Grafieken* de overschrijdingsgrafieken worden getoond.

- Ga naar het tabblad "Grafieken" en kies in de keuzelijst de gewenste uitvoerlocatie voor een overschrijdingsgrafiek.

**FIGUUR 19**

Overschrijdingsgrafiek voor de uitvoerlocatie met alias 'bovenstrooms'.



Uiteraard worden voor alle uitvoerlocaties de volledige overschrijdingsgrafieken ook weggeschreven in de resultatenmap zoals gespecificeerd in het XML-configuratiebestand. De resultatenmap bevat een Excel-document met daarin voor iedere locatie de  $T=10$ ,  $T=25$ ,  $T=50$  en  $T=100$  overschrijdingswaterstanden en voor iedere locatie een CSV-bestand met de exacte samenstelling van de overschrijdingsgrafiek: welke gebeurtenis met welke kans leidde tot welke waterhoogte.

# Technische documentatie

## 6.1 Grondwaterclassificatie op basis van SOBEK-RR

### 6.1.1 Inleiding

De routine voor het automatisch classificeren van initiële grondwaterstanden kan worden gebruikt om het resultaat van een meerjarige reeks met grondwaterstanden te analyseren en uit het resultaat te classificeren ten behoeve van de stochastenanalyse.

De gebruiker geeft aan welke SOBEK-case moet worden uitgelezen, welke neerslagduur moet worden geanalyseerd en in welke klassen het resultaat moet worden verdeeld. Wij bevelen een simulatie van ten minste acht jaren aan, met een uitvoertijdstap van 1 tot 3 uren. De routine zal het bestand *upflowdt.his* uitlezen, wat het verloop van de grondwaterstand op iedere modelknoop van het type *unpaved* bevat.

LET OP: ONZE ERVARING IS DAT BESTANDEN > 2 GB NIET GOED KUNNEN WORDEN UITGELEZEN; DIT IS VERMOEDELijk TE WIJten AAN DE GROOTTE VAN CLUSTERS OP HARDE SCHIJVEN. BIJ EEN TE GROOT UITVOERBESTAND BEVELEN WIJ AAN OM DE UITVOERTIJDSTAP TE VERGROTEn EN DE SIMULATIE NOGMAALS TE DRAAIEN.

### 6.1.2 Achtergrond

De filosofie achter de werkwijze is dat we uitsluitend geïnteresseerd zijn in de grondwaterstanden die *vooraangaan* aan die neerslaggebeurtenissen die ook daadwerkelijk als stochast zouden worden aangemerkt. Daarom analyseert de routine eerst het verloop van de neerslag. Dit is een grootheid die eveneens wordt weggeschreven in *upflowdt.his*. Dat neerslag in dit bestand wordt uitgedrukt in m<sup>3</sup>/s is niet relevant in deze context.

Het is te tijdrovend om het neerslagverloop van alle *unpaved*-knopen statistisch te analyseren; daarom analyseert de routine uitsluitend het verloop van de neerslag op de eerste *unpaved*-knoop die hij vindt in de modelschematisatie. Op dit neerslagverloop wordt een vervolgens zogeheten Peak-Over-Threshold (POT)-analyse uitgevoerd met de door de gebruiker gegeven neerslagduur en een frequente van 10x per jaar, zowel voor het zomer- als het winterhalfjaar. Voor iedere *unpaved*-knoop wordt vervolgens de grondwaterstand opgezocht die heerst aan het begin van iedere geïdentificeerde bui.

Een simulatie van 8 jaren levert daarom  $10 \times 8 \times 2 = 160$  neerslaggebeurtenissen van de gegeven duur op: de 80 zwaarste voor het zomerhalfjaar en de 80 zwaarste voor het winterhalfjaar. De grondwaterstanden die voorafgaan aan die gebeurtenissen worden gebruikt voor de classificatie met behulp van percentielen.

### 6.1.3 Werkwijze

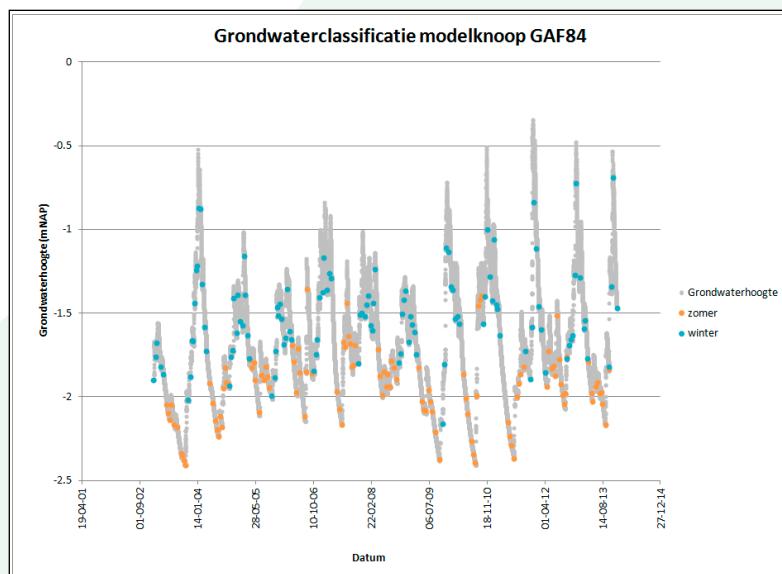
Allereerst zoekt de routine de allereerste *unpaved*-knoop op die hij kan vinden in de modelschematisatie. Dit is de knoop uit het eerste record van het bestand *unpaved.3b*. Voor die knoop vraagt de routine het verloop van de neerslag op uit de hisfile *upflowdt.his*.

Op de neerslag wordt zowel voor het hydrologische zomer- als winterhalfjaar een POT-analyse uitgevoerd voor de neerslagduur die de gebruiker heeft gespecificeerd. Als frequentie wordt 10x per jaar gehanteerd en tussen twee neerslaggebeurtenissen moet ten minste 24 uur zitten. Deze aanpak is consistent met die van STOWA uit 2004. Uit een simulatie van 8 jaar identificeert de routine dus 80 neerslaggebeurtenissen voor de zomer en 80 voor de winter.

Voor iedere knoop van het type *unpaved* in de modelschematisatie wordt nu de grondwaterstand opgevraagd die voorafgaat aan elk van die 160 neerslaggebeurtenissen uit het voorbeeld. Dit resulteert in een reeks met 80 grondwaterstanden per halfjaar en per modelknoop.

**FIGUUR 20**

Het resultaat van de POT-analyse voor een modelknoop: twee reeksen met initiële grondwaterstanden: voor het zomerhalfjaar en voor het winterhalfjaar.



De reeks met initiële grondwaterstanden wordt tenslotte geklassificeerd aan de hand van de percentielklassen die u opgaf.

Voorbeeld:

Als u de percentielklassen [0.00,0.25], [0.25,0.50], [0.50,0.75] en [0.75,1.00] specificeerde, worden door de routine zowel voor het zomer- als het winterhalfjaar als representatieve waarden die grondwaterstanden berekend die in respectievelijk 12.5%, 37.5%, 62.5% en 87.5% van de gevallen wordt onderschreven. Alle vier de klassen krijgen dan een kans van 0.25 toegewezen.

Wanneer de classificatie is afgerond, schrijft de routine een Excel-bestand weg met daarin alle geïdentificeerde grondwaterstanden (tabbladen zomer en winter), de afgeleide percentielwaarden (tabbladen zomer.stats en winter.stats) en de gebruikte neerslagvolumes (in m<sup>3</sup>/s) met de daarin geïdentificeerde POT-waarden.

Daarnaast schrijft de routine voor iedere grondwaterklasse een *unpaved.3b*-bestand weg met daarin de bijbehorende initiële grondwaterdiepte verwerkt (token *ig*, voor de kenners). Deze bestanden kunnen één op één worden gebruikt in de stochastenanalyse.

## 6.2 Getijden statistisch classificeren

### 6.2.1 Inleiding

Met de routine voor het automatisch classificeren van getijden kunt u langjarige reeksen met gemeten waterhoogtes analyseren en het resultaat te classificeren ten behoeve van de stochastenanalyse.

U opent de tool via het menu *tools - getijden statistisch classificeren*. Zoals beschreven in paragraaf 4.5.3 geeft u in het gebruikersinterface aan welk tekstbestand gemeten waterhoogtes bevat, welke amplitudeklassen worden gehanteerd en welke klassen van verhoogde waterstanden. In dit hoofdstuk bespreken we de interne werking van de classificatietool.

### 6.2.2 Achtergrond

De grondgedachte achter deze classificatiemethode is dat de volgende kentallen van het getij relevant zijn bij het *binnendijks* tot stand komen van hoogwater:

- 1 De amplitude
- 2 De mate van verhoging van hoogwater, laagwater of middenstand
- 3 Het aantal achtereenvolgende verhogingen of het verloop van de verhogingen.

Alle drie de elementen stremmingen van de afvoer uit het beheersgebied veroorzaken. Verhoogde hoogwaterstanden remmen de gemaalcapaciteiten

en verhoogde laagwaterstanden stremmen de spuicapaciteit. Die stremmingen hebben bovendien de meeste impact binnendijks wanneer ze meerdere getijdenlagen achtereen plaatsvinden.

De classificatie van getij vindt daarom plaats in een driedimensionale matrix van klassen: amplitude, mate van verhoging en het verloop van de verhogingen over de serie getijdenlagen. Voor iedere cel in de matrix wordt de kans berekend door eenvoudigweg het aantal gevonden gebeurtenissen te delen door het totaal. De som van alle kansen in de matrix bedraagt 1.

### 6.2.3 Werkwijze

De routine in de eenvoudige modus werkt als volgt: hij verdeelt de geïmporteerde tijdreeks eerst in losse gebeurtenissen van de opgegeven duur en berekent van elke gebeurtenis de gemiddelde amplitude. Vervolgens brengt hij ze onder in de bijbehorende amplitudeklassen. Daarna doorloopt de routine alle gebeurtenissen binnen een amplitudeklasse en classificeert hij ze naar de mate waarin de hoogste waterstand verhoogd is. Tenslotte wordt daarbinnen weer onderscheid gemaakt naar het verloop van de verhogingen over meerdere getijdenlagen.

#### 1 *Identificeren hoog- en laagwaterstanden*

Omdat de routine uitsluitend geïnteresseerd is in de hoog- en laagwaterstanden in de tijdreeks, worden die geïdentificeerd en als aparte tijdreeks opgeslagen.

#### 2 *Verdelen in losse gebeurtenissen*

De routine loopt met blokken ter lengte van de gekozen duur door de tijdreeks met hoog- en laagwaterstanden en maakt van elk blok een afzonderlijke gebeurtenis. Een gebeurtenis met een duur van 48 uur zal dus gemiddeld iets minder dan 4 hoogwaters en 4 laagwaters bevatten.

#### 3 *Classificeren naar amplitude*

Van alle gebeurtenissen wordt de gemiddelde amplitude bepaald. Aan de hand van de percentielen die de gebruiker heeft opgegeven worden ze ondergebracht in hun bijbehorende amplitudeklasse.

#### 4 *Classificeren naar mate van verhoging*

Iedere amplitudeklasse bevat nu een groot aantal gebeurtenissen met hoog- en laagwaterstanden. In de volgende stap wordt gekeken naar de mate waarin de hoogst gemeten waterstand binnen die gebeurtenis is verhoogd. Afhankelijk van de keuze van de gebruiker wordt gekeken naar het hoogwater, laagwater of de middenstand. Ook bepaalt de gebruiker in welk deel van de gebeurtenis wordt 'gezocht' naar verhogingen.

Als de gebruiker opgeeft dat verhogingen van de laagwaterstand in de laatste 35% van een gebeurtenis relevant zijn voor de stochastenanalyse, dan zal de routine in die laatste 35% zoeken naar de hoogst voorkomende laagwaterstand.

Op basis van de gevonden maxima worden de gebeurtenissen ondergebracht in hun bijbehorende verhogingsklasse.

##### **5 *Classificeren van het verloop van de verhogingen***

In deze fase maken we onderscheid naar twee methodes: de eenvoudige en de uitgebreide. De gebruiker kan deze keuze zelf maken in het scherm.

In de eenvoudige modus kijkt de routine uitsluitend naar het aantal achtereenvolgende verhogingen binnen dezelfde klasse. In de uitgebreide kijkt hij naar het daadwerkelijke verloop van de verhogingen gedurende de gebeurtenissen.

De laagste verhogingsklassen (ondergrens op percentielwaarde 0) vormt een uitzondering op punten 4 en 5. Van deze klasse nemen we aan dat hij de situatie **zonder enige verhoging** vertegenwoordigt, dus eigenlijk een gewone sinusoïde op basis van de onderhavige amplitude.

# Tips 'n tricks

## 7.1 Inleiding

Dit hoofdstuk bevat enkele tips 'n tricks voor intensieve gebruikers van De Nieuwe Stochastentool. Zo is het met wat omwegen mogelijk om meerdere berekeningen parallel te draaien, of om een stochastenanalyse uit te voeren op basis van verschillende modelschematisaties.

## 7.2 Parallel simuleren

### 7.2.1 Inleiding

De Nieuwe Stochastentool kan meerdere keren naast elkaar worden opgestart. In Windows 7 is dit gewoon een kwestie van het programma nogmaals kiezen uit het startmenu; in Windows 8 aanklikken met de rechter muisknop en de optie 'openen in nieuw venster' kiezen.

Simultaan simuleren kan heel veel tijdwinst opleveren, maar uitsluitend wanneer u beschikt over een computer met:

- Meerdere cores (rekenprocessoren)
- Een SSD (Solid State Drive)

Meerdere cores hebben geen meerwaarde wanneer de computer een reguliere harde schijf heeft, want dan wordt het lezen en schrijven van/naar de schijf de limiterende factor bij de berekeningen. Evenzogoed heeft een SSD geen meerwaarde wanneer de computer slechts een processor heeft. Een enkele berekening gebruikt de processor namelijk al voor bijna 100%, zodat de rekenkracht dan de bottleneck wordt.

### 7.2.2 Werkwijze

Om parallel te kunnen rekenen, is het cruciaal om te weten dat meerdere xml-bestanden nodig zijn; *elk geconfigureerd met een eigen tijdelijke directory voor de modelschematisaties*. Twee simulaties kunnen immers nooit simultaan in dezelfde directory worden uitgevoerd. Wel kan worden volstaan met één database.

Hieronder geven we de werkwijze voor het parallel simuleren van twee berekeningen, maar deze methodiek werkt ook voor drie of vier. Het is echter sterk af te raden om parallel meer berekeningen te draaien dan er processoren in de computer zitten.

Een mooie natuurlijke scheiding voor twee parallelle processoren is die tussen zomer- en wintersommen. Deze selectie is eenvoudig te maken, en daarom gebruiken we hem hier als voorbeeld.

- Maak twee versies van de XML-file: een voor de zomersommen en een voor de wintersommen. Verwijs in elk *naar een andere tijdelijke werkdirectory* voor de modelschematisatie(s), bijvoorbeeld resp. c:\TempZom en c:\TempWin
- Start de eerste instantie van De Nieuwe Stochastentool
- Laad de XML-file voor de zomersommen in.
- Configureer alle stochasten; óók de winterstochasten!
- Stel de runs samen
- Selecteer uitsluitend de zomerruns en simuleer die.
- Start nu een tweede instantie van De Nieuwe Stochastentool
- Laad het xml-bestand voor de wintersommen in
- Stel de runs samen
- Selecteer uitsluitend de winterruns en simuleer die.

Wanneer alle simulaties compleet zijn, volstaat het om één van beide instanties af te sluiten, en kunt u de complete postprocessing uitvoeren in de nog openstaande instantie van De Nieuwe Stochastentool.

**LET OP: HET IS NOG ALTJD VAN BELANG DAT DE TIJDELIJKE WERKDIRECTORIES OP DEZELFDE SCHIJF (MOET TEVENS DE SSD ZIJN) STAAN ALS HET SOBEK-MODEL OMDAT WE NIET KUNNEN GARANDEREN DAT ALLE PADVERWIJZINGEN ANDERS GOED WORDEN GECORRIGEERD.**

## 7.3 Analyse op basis van meerdere modelschematisaties

### 7.3.1 Inleiding

In sommige gevallen verschilt bijvoorbeeld een zomersimulatie zo sterk van een wintersimulatie, dat ze om twee verschillende modelschematisaties vragen. De Nieuwe Stochastentool is daar (nog) niet op toegerust, maar met een kleine *work-around* kan dit wel degelijk worden uitgevoerd.

### 7.3.2 Werkwijze

De werkwijze lijkt een beetje op die van het parallel rekenen, zoals besproken in de vorige paragraaf. Ook hier moeten twee xml-bestanden worden aangemaakt: een waarin we verwijzen naar de modelschematisatie voor het zomerhalfjaar en een waarin we verwijzen naar de modelschematisatie voor het winterhalfjaar.

- Maak twee versies van het xml-bestand en verwijst in elk daarvan naar de van toepassing zijnde modelschematisatie
- Start De Nieuwe Stochastentool en open het eerste xml-bestand.
- Stel de runs samen en simuleer alleen die runs die met de onderhavige modelschematisatie moeten worden gedraaid.
- Herstart, wanneer de simulaties compleet zijn, De Nieuwe Stochastentool en open het tweede xml-bestand.
- Stel de runs samen en simuleer alleen die runs die met de onderhavige modelschematisatie moeten worden gesimuleerd.

Op deze manier kunnen eenvoudig meerdere modelschematisaties worden aangesproken binnen één stochastenanalyse.



## Bijlagen

# Bijlage A

## Toelichting bestandstype .xmle

### 8.1 Inleiding

Een xml-bestand is in feite een eenvoudig tekstbestand. Het is echter gestructureerd volgens een internationaal vastgestelde opmaak. XML staat voor eXtended Markup Language. Mensen die bekend zijn met de programmeertaal voor websites (HTML) zullen er veel in herkennen.

### 8.2 Elementen

Het belangrijkste om te weten van xml is dat het bestaat uit elementen die in een boomstructuur gezet kunnen worden. In het geval van het configuratie-bestand voor De Nieuwe Stochastentool toont dit zich in het eerste element <stochastentool>, waaronder zich twee vertakkingen bevinden: <instellingen> en <modellen>. <modellen> heeft op zijn beurt weer twee vertakkingen: <model> en <uitvoer>, en <uitvoer> heeft weer vertakkingen in de vorm van meerdere instanties van het element <locatie>.

Een element moet altijd worden geopend en gesloten. Het openen gebeurt door de naam van het element tussen haken te zetten, en het sluiten met de aanvulling / na de openingshaak:

```
<instellingen>
  --- hier bevinden zich allerlei child-elementen en commentaarregels---
</instellingen>
```

Er is ook een alternatieve, kortere schrijfwijze voor het openen en sluiten, maar die is alleen van toepassing als er geen child-elementen in het element voorkomen:

```
<instellingen --hier komen straks nog attributen (zie volgende paragraaf)-- />
```

### 8.3 Attributen

Een element kan ook attribuutwaarden bevatten. Dit zien we bijvoorbeeld terug in het element <model>. Dit element bevat de attributen id, type, executable, arguments, etc. Een attribuut staat altijd tussen de haken waar het element wordt geopend. Bijvoorbeeld:

```
<model id="mijnSobekModel">  
  ---hier nog wat sub-elementen---  
</model>
```

Of, als er geen child-elementen zijn de snelle schrijfwijze:

```
<model id="mijnSobekModel"/>
```

# Bijlage B

## Structuur van het configuratiebestand

### 9.1 Inleiding

Onderstaand zullen we achterhalen welke bestanden een configuratiebestand benoemen. Let op: alle paden mogen relatief zijn, dus ten opzichte van de locatie van het xml-bestand.

### 9.2 Element <instellingen>

Onder het element <instellingen> geeft u de algemene instellingen op voor de stochastenanalyse.

- 1 <stochastenmap>: de directory waarin alle te gebruiken stochastenbestanden zullen worden weggeschreven, zoals neerslag en grondwaterstanden.
- 2 <resultatenmap>: de directory waarin alle resultaten worden weggeschreven. In het geval van SOBEK de .his-files, maar ook de geproduceerde overschrijdingsgrafieken.
- 3 <maxparallel>: het maximum aantal parallelle berekeningen. Deze functionaliteit is nog niet operationeel.
- 4 <klimaatscenario>: welk klimaatscenario in beginsel wordt geanalyseerd. De opties zijn momenteel: HUIDIG, GL2050, GH2050, WL2050 en WH2050.
- 5 <duur>: welke neerslagduur moet worden toegepast bij de stochastenanalyse. Keuze uit 24, 48, 96, 192 en 216 uur.
- 6 <uitloop>: hoeveel uur uitloop iedere neerslaggebeurtenis moet krijgen om zeker te zijn dat de hoogste waterstand ook in de resultaatbestanden zal voorkomen. Gebruikelijk is 24. Is een langere duur noodzakelijk, dan is dit reden om te twijfelen aan de juistheid van de gekozen neerslagduur.
- 7 <stochastenconfigfile>: de bestandsnaam van het MS Access database-bestand dat alle kansen en herhalingstijden van neerslagvolumes en -patronen, getijdenreeksen en grondwaterklassen bevat.
- 8 <leesresultatenvanafpercentage>: het eerste percentage uit de modelresultaten dat moet worden overgeslagen om het onterechte gebruik van initiële waarden te voorkomen.

### 9.3 Element <modellen>

Onder het element <modellen> worden alle simulatiemodellen opgegeven die moeten worden gedraaid om een volledige stochastenanalyse uit te voeren. Ook geeft u hier per model de uitvoerlocaties op.

Een simulatiemodel wordt gespecificeerd binnen het element <model>. Op dit moment richt De Nieuwe Stochastentool zich nog vooral op modellen van het type SOBEK, versie 2.

- 1 Attribuut "id": een uniek id voor het betreffende simulatiemodel. Dit kan eenvoudigweg een nummer zijn.
- 2 Attribuut "type": welk type simulatiemodel. Op dit moment worden twee waarden ondersteund: SOBEK en Custom. In het laatste geval betreft het willekeurige modellen die via de command line of een batchfile kunnen worden gedraaid.
3. Attribuut "executable": de locatie van het uitvoerbare bestand waarmee het model wordt gestart. In het geval van SOBEK bijvoorbeeld: c:\sobek212\programs\simulate.exe
- 4 Attribuut "arguments": eventuele command line argumenten om het model mee te starten. In het geval van SOBEK: simulate.ini
- 5 Attribuut "modeldir": locatie van de modelschematisatie. In het geval van SOBEK bijvoorbeeld: c:\sobek212\model.lit
- 6 Attribuut "casename": naam van de modelschematisatie. Moet in het geval van SOBEK overeenstemmen met die van een werkelijke case.
- 7 Attribuut "tempworkdir": een tijdelijke werkdirectory waar de modelschematisatie naar toe wordt gekopieerd om vervolgens gedraaid te worden.

De uitvoer van een model wordt gespecificeerd onder het element <uitvoer>.

De volgende attributen worden hierbinnen gebruikt:

- 1 Attribuut "bestandsnaam": de naam van het uitvoerbestand. bijv. struc.his
- 2 Attribuut "parameter": (een gedeelte van) de parameternaam van de gewenste uitvoer. In het geval van SOBEK hoeft niet de gehele parameternaam te worden opgegeven. Alleen de beginletters volstaan.

Element <locatie>: iedere uitvoerlocatie wordt vastgelegd met een element getiteld <locatie> hierbinnen worden de attributen "id", "alias" en "type" gebruikt. "alias" als populaire benaming voor het vaak wat cryptische "id" en "type" om aan te geven of het gemiddelde (avg), minimum (min) of de maximumwaarde (max) uit de modelberekening moet worden gehaald.

# Bijlage C

## Structuur van de database

Onderstaand lichten we de inhoud van de tabellen in de database toe.

### 1 VOLUMES

Deze tabel bevat voor vijf neerslagduren de zomer- en winterhalfjaarlijkse neerslagvolumes en hun bijbehorende klassenfrequenties (aantal keren per jaar) voor ieder klimaatscenario.

### 2 PATRONEN

Bevat voor vijf neerslagduren de zeven neerslagpatronen zoals onderscheiden door STOWA in haar publicatie uit 2004 en de bijbehorende kansverdeling.

### 3 GRONDWATER

Bevat de stochast initiële grondwaterdiepte en voor iedere klasse de bijbehorende kans en een verwijzing naar een invoerbestand voor de berekeningen. In het geval van SOBEK is dat het bestand *unpaved.3b*.

### 4 RANDKNOPEN

Bevat een lijst met de randknopen in de modelschematisatie die moeten worden gevuld met stochastische waterhoogtes.

### 5 RANDVOORWAARDEN

Bevat klassen met waterhoogtes voor elk van de randknopen en de bijbehorende kansen.

### 6 RANDREEKSEN

Bevat de daadwerkelijke tijdreeksen met waterhoogtes voor iedere combinatie van randvoorwaarde en randknoop.

## UW AANTEKENINGEN

## Colofon

Dit is een publicatie van:

**hydroconsult©**

Lulofstraat 55, unit 47  
2521 AL Den Haag  
The Netherlands  
+ 31 (0)6 17 682 689  
hydroconsult@siebebosch.nl

**Vormgeving**

Zeevonk grafisch ontwerp | fotografie (Den Haag)

**Fotografie**

Hydroconsult