

MEMO EV/M04.100  
Datum 10 december 2004  
Auteur(s) Erik de Goede, Edwin Vollebregt en Bas van 't Hof  
Onderwerp Overzicht van nieuwe droogvalopties voor gebruikers van WAQUA/TRIWAQ

## Documentinformatie

Versie	Auteur	Datum	Opmerkingen	Review
0.7	EdG	05-11-2004	Nieuwe versie van rapport	EV
0.8	BvtH	11-11-2004	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X-versie van droogval-3.doc	
0.9	EV	15-11-2004	Concept-versie van rapport	
1.0	EdG, EV	10-12-2004	Definitieve versie van rapport	
Bestandslocatie: /v3/E05k.droogval/doc/droogval_opties				

## Samenvatting

In dit memo wordt een overzicht gegeven van de nieuwe opties van WAQUA/TRIWAQ met betrekking tot de diepteschematisatie en met betrekking tot droogvallen en onderlopen. Deze nieuwe opties zijn gerealiseerd in het droogvalproject 2004 dat door VORtech Computing in samenwerking met WL|Delft Hydraulics is uitgevoerd.

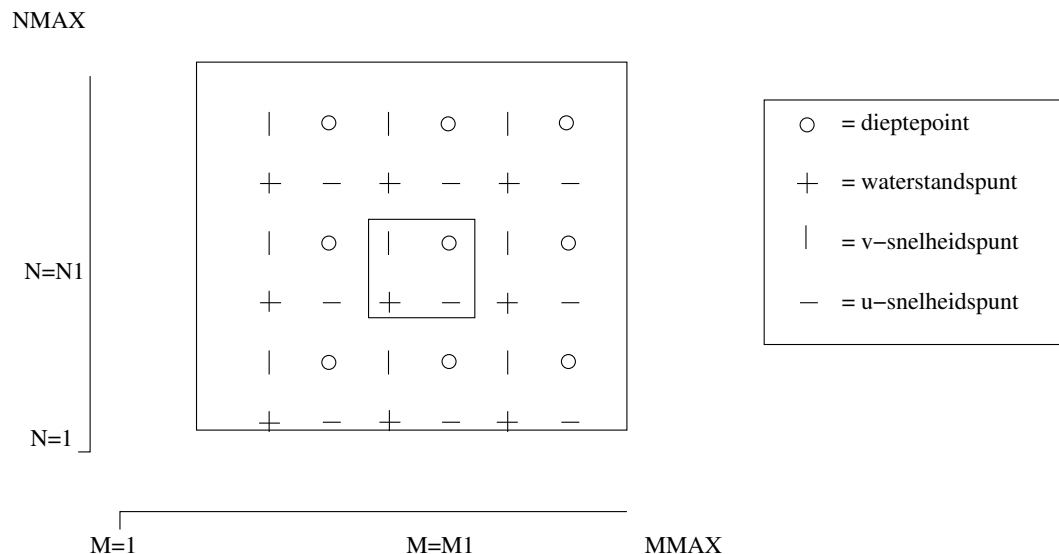
Het memo heeft tot doel de WAQUA/TRIWAQ gebruiker meer inzicht te geven in de droogval- en onderloopties die er nu zijn. Er wordt aangegeven welke combinaties van opties voor zover nu bekend aan te raden zijn. Tenslotte wordt aangegeven hoe de nieuwe opties in bestaande modellen kunnen worden ingevoerd.

## 1 Mogelijkheden voor de diepteschematisatie in WAQUA/TRIWAQ

### 1.1 Inleiding

In het project “Verbeteren droogvallen in onderlopen in WAQUA/TRIWAQ” (hierna te noemen project “Droogval2004”) zijn de mogelijkheden voor de diepteschematisatie flink uitgebreid. In dit memo worden de verschillende (oude en nieuwe) mogelijkheden op een rij gezet. Verder wordt aangegeven welke combinaties de voorkeur verdienen en hoe bestaande modellen geconverteerd kunnen worden naar de nieuwe opties.

Het doel van dit memo is de WAQUA/TRIWAQ gebruiker meer inzicht te geven in de (vele) droogval/onderloop-opties die er inmiddels zijn en om aan te geven hoe bestaande modellen het beste kunnen worden aangepast. Het memo is zo opgesteld dat het gelezen



Figuur 1: *Overzicht van het gestaggerde rooster in WAQUA/TRIWAQ.*

kan worden zonder gebruikmaking van de gebruikershandleiding WAQUA. Hierbij zijn de benamingen gebruikt die ook in de gebruikershandleiding gebruikt worden.

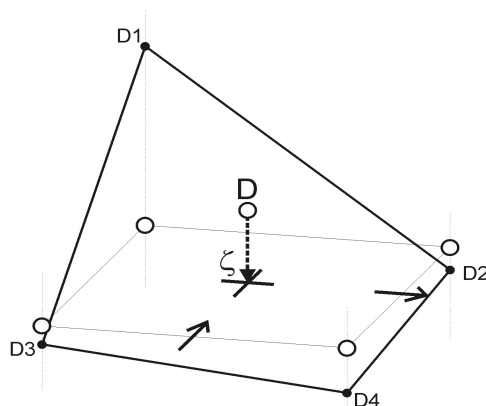
**NB:** In het project Droogval2004 zijn ook vele aanpassingen aan de algoritmes voor het droogvallen en onderlopen in WAQUA/TRIWAQ geïmplementeerd. Alleen wanneer dit in de gebruikersinvoer is terug te zien zal dat worden besproken in dit rapport. Voor de overige werkzaamheden in het project Droogval2004 wordt verwezen naar [3].

## 1.2 Diepteschematisatie in WAQUA/TRIWAQ

Het specificeren van een diepteschematisatie in WAQUA/TRIWAQ is gerelateerd aan het rekenrooster dat gebruikt wordt. In WAQUA/TRIWAQ wordt een zogeheten “gestaggerd rooster” toegepast. Dit betekent dat waterstands-, snelheids- en dieptepunten op verschillende, ten opzichte van elkaar verschoven locaties zijn gedefiniëerd. Het gestaggerde rooster van WAQUA wordt geïllustreerd in Figuur 1.

Bij het specificeren van een diepteschematisatie in WAQUA/TRIWAQ spelen de volgende onderdelen een rol:

1. **Waar worden de dieptes gespecificeerd?**
2. **Welk algoritme wordt gebruikt om de diepte in waterstandspunten te berekenen?**
3. **Welk algoritme wordt gebruikt om de diepte in snelheidspunten te berekenen?**



Figuur 2: Definitieschets voor opgegeven dieptes  $D1$ ,  $D2$ ,  $D3$  en  $D4$  in dieptepunten voor de berekening van de diepte in een waterstandspunt.

### 1.2.1 Oude opties voor de diepteschematisatie

De beschikbare opties in WAQUA/TRIWAQ waren voordat het project Droogval2004 werd uitgevoerd als volgt:

1. Dieptes werden opgegeven in dieptepunten.
2. Voor de diepte in waterstandspunten (keyword IDRYFLAG) waren er vier opties, namelijk 0, 1, 2 en 3. Deze komen min of meer overeen met de nieuwe opties METH\_DPS = 'MAX\_DPUV', 'MEAN\_DPD' en 'MIN\_DPUV'. Deze nieuwe opties zullen in dit memo uitgebreid toegelicht worden.
3. Voor de diepte in snelheidspunten werd altijd het gemiddelde genomen van de twee naburige dieptepunten. Dit komt overeen met de nieuwe optie METH\_DPU = 'MEAN\_DPD'.

Als we aannemen dat de vier bodemhoogtes in de hoekpunten van een roostercel  $D1$ ,  $D2$ ,  $D3$  en  $D4$  zijn conform de definities in Figuur 2, en dat de bodemhoogtes positief zijn in benedenwaartse richting t.o.v. de referentiehoogte, dan zijn de bovengenoemde drie opties voor diepte in waterstandspunten te definiëren als:

- IDRYFLAG=0 (nieuwe optie METH\_DPS = 'MAX\_DPUV'):

$$DPS = D = D^\zeta = \max\left(\frac{D1 + D2}{2}, \frac{D2 + D4}{2}, \frac{D4 + D3}{2}, \frac{D3 + D1}{2}\right)$$

Dit is het zogenaamde “**maximum criterium**” waarbij de diepte in het midden van een cel gelijk is aan de grootste diepte van de vier zijdes van de cel.

- IDRYFLAG=1 (nieuwe optie METH\_DPS = 'MEAN\_DPD'):

$$DPS = D^\zeta = \frac{D1 + D2 + D3 + D4}{4}$$

Dit is het zogenaamde “**gemiddelde criterium**”.

- IDRYFLAG=2 (nieuwe optie METH\_DPS = 'MIN\_DPUV'):

$$DPS = D^\zeta = \min \left( \frac{D1 + D2}{2}, \frac{D2 + D4}{2}, \frac{D4 + D3}{2}, \frac{D3 + D1}{2} \right)$$

Dit is het zogenaamde “**minimum criterium**”. Hierbij is de diepte in een cel gelijk aan de kleinste diepte van de vier zijdes van de cel.

Als deze drie opties van boven naar beneden worden gevolgd, dan wordt de bodem in de middens van een rooster cel steeds ondieper.

De gebruikte formule voor de berekening voor de diepte in snelheidspunten was voorafgaand aan het project Droogval2004 niet instelbaar voor gebruikers. De gebruikte formule is

$$DPU = D^U = \frac{D2 + D4}{2}$$

Deze formule correspondeert met de nieuwe invoeroptie METH\_DPUV = 'MEAN\_DPD'.

Voorafgaand aan het project Droogval2004 kon de gebruiker dus eigenlijk kiezen uit drie methodes voor de bodemschematisatie, IDRYFLAG=0, 1 en 2. De waarde IDRYFLAG=3 levert dezelfde bodemhoogtes op als IDRYFLAG=1. Gebruik van deze optie zorgt ervoor dat er in de simulatie minder droogvalcontroles worden uitgevoerd.

### 1.2.2 Uitbreiding van opties voor de diepte in snelheidspunten

In het project Droogval2004 zijn extra opties voor de diepte in snelheidspunten toegevoegd. Met deze opties worden discrepanties tussen de dieptes in waterstandspunten en snelheidspunten voorkomen, waardoor het gedrag van onderlopen en droogvallen gelijkmatiger en derhalve beter wordt. De volgende drie opties zijn toegevoegd voor de berekening van de diepte in een snelheidspunt:

1. METH\_DPUV = 'MIN\_DPS' met

$$DPU = D^U = \min \left( D_{m,n}^\zeta, D_{m+1,n}^\zeta \right), \quad DPV = D^V = \min \left( D_{m,n}^\zeta, D_{m,n+1}^\zeta \right)$$

2. METH\_DPUV = 'MEAN\_DPS' met

$$DPU = D^U = \frac{D_{m,n}^\zeta + D_{m+1,n}^\zeta}{2}, \quad DPV = D^V = \frac{D_{m,n}^\zeta + D_{m,n+1}^\zeta}{2}$$

3. METH\_DPUV = 'MAX\_DPS' met

$$DPU = D^U = \max \left( D_{m,n}^\zeta, D_{m+1,n}^\zeta \right), \quad DPV = D^V = \max \left( D_{m,n}^\zeta, D_{m,n+1}^\zeta \right)$$

Bij deze drie opties is de diepte in een snelheidspunt gelijk aan respectievelijk de minst diepe, het gemiddelde en de meest diepe van de waarden in de tweede naburige waterstandspunten.

### 1.2.3 Uitbreiding van opties voor de diepte in waterstandspunten

In WAQUA/TRIWAQ voor het project Droogval2004 waren er al drie opties mogelijk voor de berekening van de diepte in waterstandspunten. In het Droogval2004 project is een vierde optie toegevoegd, namelijk:

- METH\_DPS = 'MAX\_DPD':

$$DPS = D^{\zeta} = \max(D1, D2, D3, D4).$$

Dit is een “**maximum criterium**” waarbij naar de diepte in de hoekpunten in plaats van de zijden van een cel wordt gekeken.

Met deze optie wordt een bodem gegenereerd die dieper is dan die van het maximale criterium dat al bestond ('MAX\_DPUV'). Deze optie is toegevoegd omdat dit het maximum criterium is dat in Delft3D-FLOW wordt toegepast.

### 1.2.4 Uitbreiding van locaties voor invoerdieptes

In het project Droogval2004 is de optie ingebouwd dat bij invoer (dus via de siminp-file) de dieptewaarden ook in waterstandspunten opgegeven kunnen worden. Dus naast de optie van het specificeren van dieptes in dieptepunten (DPD\_GIVEN) is er nu een tweede optie mogelijk met dieptes in waterstandspunten (DPS\_GIVEN).

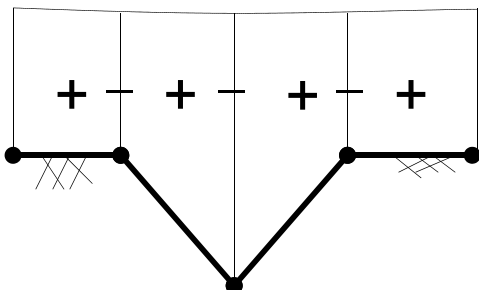
Een belangrijk voordeel van de laatste methode is dat de komberging van een model veel directer kan worden aangestuurd c.q. beïnvloed. Voor de komberging is namelijk van belang bij welke waterstand een roostercel uit de berekening genomen wordt, en dit wordt bepaald door de diepte in het midden van de cel. Deze kan met de nieuwe optie direct gespecificeerd worden in de siminp-file, in plaats van dat ze door interpolatie wordt bepaald. Een ander voordeel van de nieuwe methode is smalle geultjes met één cel breedte weergegeven kunnen worden, zie Figuur 4. In Figuur 3 is aangegeven hoe in de oude situatie een geul gemodelleerd werd.

In de siminp-file wordt een diepteschematisatie in dieptepunten aangegeven met het keyword DPD\_GIVEN en voor de nieuwe optie van dieptes in waterstandspunten wordt het keyword DPS\_GIVEN gebruikt.

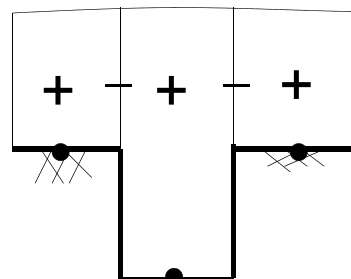
Indien de dieptewaarden in waterstandspunten gedefinieerd worden, dan is de berekening van dieptewaarden in waterstandspunten (zie keyword METH\_DPS) uiteraard niet meer van toepassing. Dieptewaarden in dieptepunten zijn ook niet meer nodig. Ze worden wel berekend in WAQUA voor bijvoorbeeld de postprocessing. De dieptewaarden in dieptepunten hebben echter geen invloed op de modelresultaten. In WAQUA/TRIWAQ is het voldoende als de dieptes in het waterstandspunt en in de  $u$ - en  $v$ -snelheidspunten bekend zijn.

### 1.2.5 Uitbreiding van de opties voor het droogvalalgoritme

In het project Droogval2004 zijn drie bestaande opties (namelijk DUPWND, DEPCRT en IDRYFLAG) omgezet naar nieuwe keywords. De functionaliteit is iets generieker gewor-



Figuur 3: *Natte doorsnede op basis van een “gemiddelde aanpak” (diepte in snelheidspunt is het gemiddelde van de dieptes in naastgelegen dieptepunten). Deze oude optie heet DPD\_GIVEN.*



Figuur 4: *Natte doorsnede op basis van een “tegelbenadering” (diepte in snelheidspunt is het minimum van de dieptes in naastgelegen waterstandspunten). Deze nieuwe optie heet DPS\_GIVEN*

oude keywords	nieuwe keywords
DUPWND	UPWIND_ZETA
DEPCRT	THRES_WL_FLOODING, THRES_UV_FLOODING
IDRYFLAG	CHECK_WL

Tabel 1: *Overzicht van oude en nieuwe keywords voor droogvallen*

den. Zo is het keyword DEPCRT min of meer opgesplitst in twee keywords (namelijk in THRES\_WL\_FLOODING en THRES\_UV\_FLOODING). Hierdoor kan nu zowel in waterstands- als in snelheidspunten een droogvaldrempel opgegeven worden.

In Tabel 1 bevat een overzicht van de oude en de nieuwe keywords. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van deze oude en nieuwe keywords verwijzen we naar paragraaf 2.1.

Opgemerkt wordt dat bij nieuw op te zetten modelschematisaties in het algemeen aanbevolen wordt een diepteschematisatie in waterstandspunten (DPS\_GIVEN) te gebruiken. Een dergelijke aanpak biedt voordelen boven de oorspronkelijke aanpak. De komberging kan directer worden aangestuurd en er treden minder artefacten door droogvallen en onderlopen op. Verder is een koppeling met morfologie eenvoudiger te realiseren. Tenslotte kunnen impulsbehoudende schema's die worden overwogen voor WAQUA gemakkelijker worden gerealiseerd wanneer een diepteschematisatie in waterstandspunten wordt gebruikt.

### 1.3 Vergelijking van de verschillende opties

In Paragraaf 1.2 (en de subparagrafen 1.2.1 t/m 1.2.4) zijn de oude en nieuwe opties voor het modelleren van de diepteschematisatie in WAQUA/TRIWAQ beschreven. In deze paragraaf zullen de diverse opties nader geïllustreerd worden.

In de figuren zullen “bolletjes” (●) en “ruitjes” (◆) gebruikt worden. Met een “●” wordt aangegeven dat de betreffende dieptewaarde via de SIMONA invoerfile is opgegeven en een “ruitje” geeft aan dat die waarde berekend is door WAQUA/TRIWAQ. Verder wordt de (standaard)notatie gebruikt met een “+” voor een waterstandspunt en een “-” voor een snelheidspunt. De figuren hebben een 1-dimensionaal karakter (alleen in  $x$ -richting). Aangenomen is dat de dieptes in de  $y$ -richting, loodrecht op het papier, constant zijn.

### 1.3.1 Monotone dieptes

We beginnen met de situatie waarin de dieptes monotoon zijn, wat wil zeggen dat ze steeds toe- of afnemen. In Figuur 5 is aan de linkerkant een diepteschematisatie met dieptes in dieptepunten te zien (DPD\_GIVEN), die afnemen. Voor een dergelijke situatie is aan de rechterkant dezelfde diepteschematisatie gerealiseerd met een diepte in waterstandspunten (DPS\_GIVEN). Onder de figuren is aangegeven welke opties voor de waterstandspunten (DPS) en voor de snelheidspunten (DPU) gebruikt zijn. In dit geval is dus METH\_DPS='MEAN\_DPUV' en METH\_DPU='MEAN\_DPD' gebruikt voor de bodem met DPD\_GIVEN invoer en METH\_DPU='MEAN\_DPS' voor de bodem met DPS\_GIVEN invoer. Het is belangrijk te vermelden dat in alle figuren de bodemhoogtes positief in benedenwaartse richting t.o.v. de referentiehoogte gedefinieerd zijn.

Figuur 5 illustreert een belangrijk aspect, namelijk dat in een aantal situaties dezelfde bodemschematisatie via verschillende combinaties van opties (zowel met DPD\_GIVEN als met een DPS\_GIVEN diepte) gerealiseerd kan worden. Bij een DPS\_GIVEN diepte is er geen waarde voor METH\_DPS vereist.

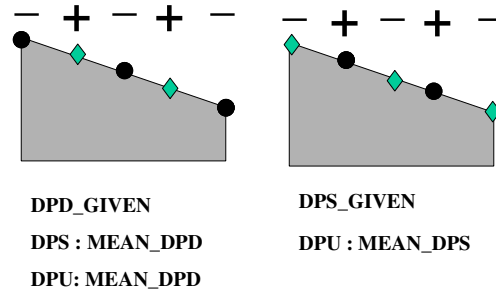
Figuur 6 bevat een voorbeeld van dieptewaarden in dieptepunten met het oude MAX-criterium (METH\_DPS='MAX\_DPUV'). Aan de rechterkant is dezelfde diepteschematisatie gegenereerd met dieptewaarden in waterstandspunten (dan met METH\_DPU='MIN\_DPS'). Op dezelfde wijze bevat Figuur 7 een voorbeeld van dieptewaarden in dieptepunten met het oude MIN-criterium (METH\_DPS='MIN\_DPUV') en dieptewaarden in waterstandspunten met METH\_DPU='MAX\_DPS'.

**De Figuren 5 t/m 7 geven aan dat met de twee opties (dieptewaarden in hetzij dieptepunten hetzij waterstandspunten) voor monotone dieptes dezelfde diepteschematisaties mogelijk zijn.**

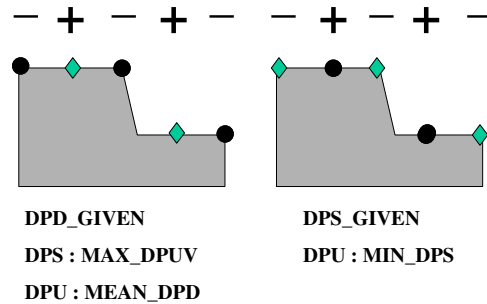
In de praktijk zullen de (overeenkomstige) diepteschematisaties voor de twee opties (DPD of DPS\_GIVEN) niet identiek zijn, maar wel veel overeenkomsten vertonen. In paragraaf 1.4 worden de “min of meer” equivalente opties in een tabel weergegeven.

### 1.3.2 Niet-monotone dieptes

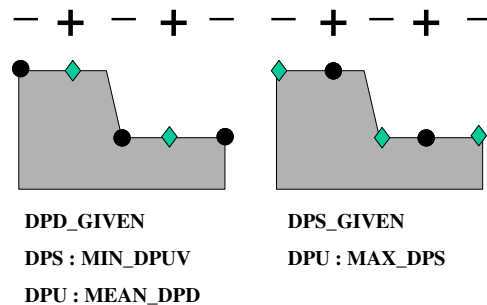
Voor niet-monotone dieptes is de situatie volledig anders. In Figuren 8 en 9 zijn voorbeelden opgenomen waarin een dieptepunt respectievelijk hoger of lager dan de twee buurpunten ligt. Aan de linkerkant is weer een diepteschematisatie in dieptepunten toegepast en aan de rechterkant een diepteschematisatie in waterstandspunten.



Figuur 5: *Illustratie van een monotone diepteschematisatie (1). Bullets zijn gegeven waardes, ruiten zijn hieruit afgeleid.*



Figuur 6: *Illustratie van een monotone diepteschematisatie (2). Bullets zijn gegeven waardes, ruiten zijn hieruit afgeleid.*



Figuur 7: *Illustratie van een monotone diepteschematisatie (3). Bullets zijn gegeven waardes, ruiten zijn hieruit afgeleid.*



Hierbij wordt een belangrijk verschil zichtbaar tussen de oude en nieuwe opties. Met de oude opties zijn “oneindig dunne onderwaterdijken” of “oneindig dunne geulen” mogelijk (zie de linkerplaatjes in Figuren 8 en 9) en bij de nieuwe opties niet. Bij de nieuwe aanpak zijn zowel onderwaterdijken als geulen op z’n minst één roostercel breed. Dit laatste geeft ook meteen het voordeel van de nieuwe opties aan. Met de oude aanpak was het lastig smalle geulen te modelleren, waren deze juist minimaal twee cellen breed.

Voor de duidelijkheid dient opgemerkt te worden dat deze verschillen niet te maken hebben met waar de dieptecijfers worden gespecificeerd (DPD\_GIVEN of DPS\_GIVEN). De verschillen ontstaan puur door de formules die voor snelheidspunten wordt gehanteerd. De oneindig dunne onderwaterdijken zijn mogelijk bij de optie METH\_DPU='MEAN\_DPD'. De geulen van 1 cel breed zijn juist mogelijk bij de optie METH\_DPU='MIN\_DPS'. Deze laatste optie wordt de “tegelaanpak” genoemd.

#### 1.4 Welke opties zijn min of meer gelijkwaardig?

In Paragrafen 1.2 en 1.3 is beschreven welke opties er zijn en dat de nieuwe optie voor het opgeven van bodemcijfers in waterstandspunten een aantal belangrijke voordelen heeft. Verder is aangegeven dat verschillende oude en nieuwe opties aan elkaar kunnen worden gerelateerd. Dit wordt weergegeven in Tabel 2. De eerste kolom van de tabel bevat de waarde van keyword IDRYFLAG. De tweede kolom geeft aan hoe deze waarde nu beter kan worden gerepresenteerd, zonder dat dit tot verandering van de resultaten leidt. De derde kolom geeft aan welke opties voor bodemcijfers in waterstandspunten er het meeste mee correspondeert.

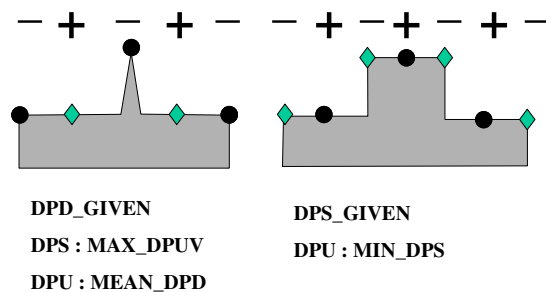
Uit de eerste regel van de tabel blijkt dat de optie METH\_DPU='MAX\_DPD' voorheen niet mogelijk was. Deze optie is equivalent met het maximum criterium dat in Delft3D-FLOW wordt toegepast.

Als gebruikers een model omzetten naar dieptewaarden in waterstandspunten, dan wordt aanbevolen de “overeenkomstige” METH\_DPU optie in de siminp-file te specificeren. Opgemerkt wordt dat met dieptecijfers in waterstandspunten wel exact dezelfde komberging kan worden bereikt, maar dat de dieptes in snelheidspunten kunnen veranderen. Dit geeft aanleiding tot verschillende modelresultaten. De aangegeven combinaties liggen het dichtste bij elkaar in de buurt.

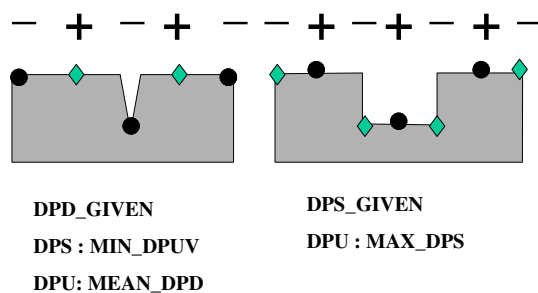
#### 1.5 Oneindig dunne dammen

Zoals wordt opgemerkt in paragraaf 1.3 is het met de nieuwe methodes voor snelheidspunten niet mogelijk om “oneindig dunne richels” te maken in de bodemschematisatie. Daarom dient er bij het omzetten van een modelschematisatie te worden onderzocht of deze feature van de oude methodes (veelvuldig?) wordt gebruikt. Als dat zo is dan kunnen er lokaal grote veranderingen in de resultaten ontstaan wanneer de nieuwe opties voor snelheidspunten worden gebruikt.

In WAQUA en in TRIWAQ met 1 laag is het mogelijk om de richels te modelleren via overlaten. In 3D berekeningen met TRIWAQ is het gebruik van overlaten echter niet toegestaan. Als de onderwaterrichels voor modelleers belangrijk zijn dan zou hiervoor een nieuwe feature in de siminp-file voor kunnen worden gemaakt.



Figuur 8: *Illustratie van een niet-monotone diepteschematisatie (1). Bullets zijn gegeven waardes, ruiten zijn hieruit afgeleid.*



Figuur 9: *Illustratie van een niet-monotone diepteschematisatie (2). Bullets zijn gegeven waardes, ruiten zijn hieruit afgeleid.*

Oude optie	Nieuwe namen: DPD_GIVEN, METH_DPU= 'MEAN_DPD'	Dieptecijfers in waterstands- punten: DPS_GIVEN
<b>IDRYFLAG:</b>	<b>METH_DPS:</b>	<b>METH_DPU:</b>
-	'MAX_DPD'	'MIN_DPS'
0	'MAX_DPUV'	'MIN_DPS'
1, 3	'MEAN_DPD'	'MEAN_DPS'
2	'MIN_DPUV'	'MAX_DPS'

Tabel 2: *Min of meer equivalente opties voor de diepteschematisatie. Links staan de oude invoeropties, in het midden de nieuwe opties die hier volledig mee overeen komen, en rechts staan de opties die er zo goed mogelijk bij passen.*

N.B. Het feit dat “oneindig dunne richels” niet mogelijk zijn bij de nieuwe optie voor de diepteschematisatie is vooral een probleem bij grove roosterschematisaties. Vanwege de almaar toenemende rekenkracht is er een tendens zichtbaar naar steeds kleinere roosterafstanden waardoor dit probleem minder urgent wordt. Bovendien is er ook discussie gaande of bijvoorbeeld overlaten niet meer subgrid, maar “gewoon” op het rekenrooster gemodelleerd kunnen worden, zie [1]. Een dergelijke aanpak sluit goed aan bij de nieuwe opties.

## 2 Conversie van WAQUA/TRIWAQ invoer

Met de nieuwe opties voor de diepteschematisatie worden nieuwe methodes mogelijk. Bovendien wordt de siminp-file beter leesbaar met betrekking tot de diepteschematisatie en de droogval/onderloop-opties, omdat “namen” gebruikt worden in plaats van “nummers”. Derhalve wordt sterk aanbevolen de bestaande invoerfiles aan te passen. In eerste instantie hebben deze wijzigingen geen effect op de modelresultaten. Als er nieuwe methodes worden toegepast, dan veranderen de modelresultaten uiteraard wel.

In deze paragraaf wordt aangegeven hoe een bestaande siminp-file aangepast kan worden zodat de nieuwe keywords door de diepteschematisatie en voor droogvallen / onderlopen gebruikt worden.

### 2.1 Nieuwe namen voor bestaande methodes

In deze paragraaf worden de omzettingen beschreven die (nagenoeg) geen effect hebben op de rekenresultaten. Met deze omzettingen worden dezelfde methodes geselecteerd als voorheen. Alleen worden de nieuwe keywords gebruikt. Dit maakt de invoerfile leesbaarder, bovendien verdwijnen de oude keywords op termijn. Deze omzettingen dienen handmatig te worden uitgevoerd. De conversies vergen overigens een geringe inspanning van de gebruiker.

#### 2.1.1 Keyword METH\_DPS

In eerdere WAQUA/TRIWAQ versies werd niet parameter METH\_DPS gebruikt, maar parameter IDRYFLAG. Er wordt aanbevolen voortaan parameter IDRYFLAG niet meer te gebruiken. In onderstaande lijst is aangegeven hoe de verschillende waarden van IDRYFLAG overeenkomen met die van METH\_DPS:

IDRYFLAG = 0: METH\_DPS = 'MAX\_DPUV'

IDRYFLAG = 1: METH\_DPS = 'MEAN\_DPD'

IDRYFLAG = 2: METH\_DPS = 'MIN\_DPUV'

IDRYFLAG = 3: METH\_DPS = 'MEAN\_DPD', CHECK\_WL = 'NO'

waarbij keyword CHECK\_WL in de volgende paragraaf wordt beschreven. Geadviseerd wordt dit in de bestaande siminp-files (handmatig) aan te passen. Met het nieuwe keyword is de gebruikte methode meer inzichtelijk geworden (namen in plaats van nummers).

### 2.1.2 Keyword CHECK\_WL

Voor compatibiliteit met de optie IDRYFLG=3 is het keyword CHECK\_WL geïntroduceerd. Hierbij zijn twee opties:

CHECK\_WL = 'NO' : geen extra droogvalprocedure op waterstandspunten

CHECK\_WL = 'YES' : wel extra droogvalprocedure op waterstandspunten

De defaultwaarde voor CHECK\_WL is 'YES'. Als de optie IDRYFLG=3 gebruikt werd dan moet het keyword CHECK\_WL toegevoegd worden met de waarde 'NO' om identieke modelresultaten te bewerkstelligen. Bij gebruik van andere waarden van IDRYFLAG wordt geadviseerd het keyword CHECK\_WL ook toe te voegen, maar dan met de waarde 'YES'. Het is dan beter zichtbaar welke methode er wordt gebruikt.

### 2.1.3 Keyword DPD\_GIVEN

Bij het keyword BATHYMETRY is toegevoegd dat hetzij DPD\_GIVEN hetzij DPS\_GIVEN gespecificeerd kan worden. Dit geeft respectievelijk aan of dieptes in dieptepunten of in waterstandspunten gedefinieerd zijn.

Hoewel DPD\_GIVEN de defaultwaarde is, wordt geadviseerd dit keyword toe te voegen aan de siminp-file, opdat er geen verwarring kan ontstaan.

### 2.1.4 Keyword TRESH\_UV\_FLOODING en TRESH\_WL\_FLOODING

In WAQUA/TRIWAQ werd de drempelwaarde voor droogvallen en onderlopen altijd met het keyword DEPCRIT gespecificeerd. In het project Droogval2004 is er voor numerici een optie gemaakt om met verschillende drempels te experimenteren voor waterstands- en snelheidspunten. Hiervoor zijn de twee nieuwe keywords THRES\_UV\_FLOODING en THRES\_WL\_FLOODING geïntroduceerd.

Vanwege compatibiliteitsredenen kan DEPCRIT nog steeds gebruikt worden. De gebruiker wordt echter geadviseerd voortaan het keyword THRES\_UV\_FLOODING te gebruiken. De waarde voor THRES\_WL\_FLOODING wordt dan automatisch ingevuld.

### 2.1.5 Keyword UPWIND\_ZETA

In de WAQUA/TRIWAQ versie van voor het project Droogval2004 diende het keyword DUPWND gebruikt te worden voor het al dan niet aanschakelen van een zogeheten “upwind-benadering” voor de berekening van de waterdiepte in snelheidspunten. Als de gemiddelde waterdiepte in het snelheidspunt kleiner is dan DUPWND, dan wordt er overgeschakeld naar een upwind-benadering. Dit is belangrijk in ondiepe gebieden waar de gemiddelde benadering tot onjuist onderlopen kan leiden.

In het project Droogval2004 is het keyword UPWIND\_ZETA geïntroduceerd. Het verschil is dat met de vlag UPWIND\_ZETA in alle roosterpunten al dan niet de upwind benadering

wordt toegepast, terwijl met de DUPWND vlag alleen in de punten met een lagere waterstanden dan DUPWND de upwind benadering wordt toegepast. Dit betekent ook dat met de DUPWND vlag “flip-flop” gedrag c.q. oscillaties kunnen optreden als de waterstand bijna gelijk is aan de DUPWND waarde. De ene tijdstap wordt dan wellicht wel upwinding toegepast en een volgende tijdstap niet.

Een positieve waarde voor DUPWND in een bestaande schematisatie correspondeert het beste met UPWIND\_ZETA='YES'. Een negatieve waarde voor DUPWND correspondeert altijd met UPWIND\_ZETA='NO'. Dit is ook de default voor invoerfiles waarin DUPWND niet wordt gespecificeerd.

De gebruiker wordt geadviseerd voortaan het keyword UPWIND\_ZETA te gebruiken.

**N.B.** Als in een modelschematisatie de waarde -99999 of 99999 had (dus geen upwinding of upwinding in alle roosterpunten) dan leidt de conversie naar UPWIND\_ZETA niet tot andere modelresultaten. Als DUPWND daarentegen een andere waarde heeft (bijv. DUPWND=1 m), dan leidt de conversie wel tot (iets) andere modelresultaten. In de roosterpunten met een totale waterdiepte van meer dan 1 m wordt met UPWIND\_ZETA= 'YES' immers ook upwinding toegepast.

## 2.2 Verbetering van het droogval- en onderloopgedrag

De aanpassingen aan de invoerfile die in de vorige paragraaf zijn gesuggereerd leiden niet of nauwelijks tot veranderingen in de resultaten van een model. In deze paragraaf beschrijven we aanpassingen die wel zulke gevolgen hebben. Met deze aanpassingen kan het gedrag van modellen met betrekking tot droogvallen en onderlopen verbeterd worden.

### 2.2.1 Grenswaardes voor droogvallen

Een eerste aanpassing die wordt gesuggereerd betreft de drempelwaarde voor droogvallen (keyword THRES\_UV\_FLOODING). In veel bestaande schematisaties worden hiervoor relatief grote waardes gebruikt: 10 cm, 30 cm e.d.

In het droogvalproject zijn aanpassingen gemaakt waardoor zulke grote waardes niet meer nodig zouden moeten zijn. Bijvoorbeeld is er in WAQUA een droogvalcontrole in de dwarsrichting geïmplementeerd waardoor negatieve volumina niet meer mogelijk zijn.

Verder is er uit de testen die zijn uitgevoerd in het droogvalproject naar voren gekomen dat grotere drempelwaardes aanleiding geven tot grotere slingeringen bij het onderlopen van een punt. Het waterstandsverschil tussen natte en droge punten is namelijk van de orde  $\delta/2$ . Daarom wordt aangeraden om kleine waardes te gebruiken, bijvoorbeeld  $\leq 5$  cm. Dit geldt zowel voor de oude als voor de nieuwe droogvalopties. Door de verbeterde droogval/onderloopalgoritmen in WAQUA en TRIWAQ (denk bijvoorbeeld aan het niet meer optreden van negatieve waterdieptes) zal ook met de oude droogvalopties het droogvalgedrag verbeteren.

### 2.2.2 Diepte in snelheidspunten

De tweede aanpassing die wordt aangeraden om het gedrag met betrekking tot droogvallen en onderlopen te verbeteren betreft de berekening van dieptes in snelheidspunten, keyword METH\_DPU.

In het project Droogval2004 en eerder zijn diverse problemen geconstateerd die samenhangen met de methode die tot nu toe altijd werd gebruikt ('MEAN\_DPD'). Als bijvoorbeeld de waterstand in een rivier daalt dan zullen er door deze methode aan de oevers eerst schotjes haaks op de stroming worden gezet. En in de zogenaamde "testbak WL met put" leidt deze methode tot schotjes haaks op de bodemgradiënt. Het water wordt daardoor gedwongen langs een flauwe helling van een plaat af te stromen, het droogvalgedrag is niet correct.

Deze problemen met methode METH\_DPU='MEAN\_DPD' treden het sterkste op wanneer IDRYFLAG=0, de oude MAX-methode, wordt gebruikt. Deze combinatie van methodes leidt ertoe dat er op veel plekken in het model kleine richels in de bodem worden gemaakt. Hier komen weer andere problemen uit voort, waardoor het gebruik van de upwind-benadering nodig wordt. Maar eigenlijk is de upwind-benadering vanuit het oogpunt van nauwkeurigheid minder gewenst.

Vanwege deze problemen wordt aangeraden om de oude methode METH\_DPU='MEAN\_DPD' zo veel mogelijk te omzeilen en te kiezen voor een van de nieuwe methodes voor de diepte in snelheidspunten. In Tabel 2 is aangegeven welke waarde voor METH\_DPU bij iedere waarde voor METH\_DPS zou moeten worden geselecteerd.

**N.B.** Om de nieuwe methode voor snelheidspunten te gebruiken hoeft er nog geen diepte-file voor waterstandspunten te worden aangemaakt. De optie METH\_DPU kan direct worden toegevoegd onder DPD\_GIVEN en de gebruikte methode voor METH\_DPS (zie paragraaf 2.1.1).

**N.B.** Een beperking van de nieuwe methodes voor de diepte in snelheidspunten is dat dunne richels die echt bestaan in de werkelijkheid niet langer via de bodemschematisatie kunnen worden gerepresenteerd. Hieraan moet aandacht worden besteed bij het omzetten van een model.

### 2.2.3 Gebruik van de upwindbenadering

Met de nieuwe methodes voor de diepte in snelheidspunten worden veel problemen met betrekking tot onechte dunne richels omzeild. Het is daardoor niet meer nodig om de upwindbenadering te gebruiken om het correcte afstroomgedrag te bereiken.

De upwindbenadering is nu alleen nodig om de beste diepte in snelheidspunten te krijgen. Deze diepte bepaalt de stroomsnelheid waarmee wordt gewerkt (advectie, bodemwrijving) en komt ook direct in de wrijvingsterm voor. De upwindbenadering geeft in het algemeen grotere doorstroomhoogtes in snelheidspunten. Dit leidt tot een afname van de bodemwrijvingsterm. Verder leidt het tot lagere snelheden, zodat de advectieve termen relatief minder belangrijk worden en de wrijvingsterm verder wordt verkleind.

Het keyword METH\_DPU kan worden gezien als de keuze voor de interpolatie van dieptes in waterstandspunten naar snelheidspunten. Analog is het keyword UPWIND\_ZETA

hoe de waterstanden worden geïnterpoleerd. Wanneer METH\_DPU='MIN\_DPS' dan is UPWIND\_ZETA='YES' hiermee consistent. In andere gevallen ligt UPWIND\_ZETA='NO' meer voor de hand.

### 2.3 Nieuwe dieptefile op basis van DPS\_GIVEN

In deze paragraaf wordt beschreven hoe een model omgezet kan worden van dieptes in dieptepunten (DPD\_GIVEN) naar dieptes in waterstandspunten (DPS\_GIVEN). Dit kan grotendeels op een automatische wijze plaatsvinden zodra een van de nieuwe methodes voor de diepte in snelheidspunten wordt gebruikt (zie vorige paragraaf). De lokatie waar de dieptecijfers worden opgegeven heeft dan (nagenoeg) geen effect op de modelresultaten. De dieptes in waterstandspunten die bij een DPD\_GIVEN berekend wordt, wordt immers als invoer opgegeven bij een DPS\_GIVEN diepteschematisatie. Wel wordt het met een DPS\_GIVEN diepteschematisatie makkelijker de komberging van een model te sturen.

De volgende drie stappen dienen te worden uitgevoerd:

1. De oorspronkelijke modelsimulatie dient te worden uitgevoerd.
2. Via het programma WAQPAN of via een MATLAB script dient een file (in BOX-formaat) gegenereerd te worden van de dieptes in waterstandspunten. **N.B.:** Deze grootte staat op de SDS-file.
3. Via het INCLUDE-mechanisme dient deze nieuwe dieptefile toegevoegd te worden aan de siminp-file en het keyword DPS\_GIVEN dient toegevoegd te worden.

#### 2.3.1 Conversie via WAQPAN of via MATLAB?

In de vorige paragraaf is bij stap 2 aangegeven dat een conversie hetzij via WAQPAN hetzij via MATLAB uitgevoerd kan worden, om een dieptefile in BOX-formaat te genereren. Bij nadere inspectie van het WAQPAN programma zijn er echter problemen geconstateerd met WAQPAN.

Uit een codeinspectie is gebleken dat WAQPAN inmiddels sterk verouderd is. Zo worden er tal van grootheden herberekend in plaats van de SDS-file gehaald. Dit betreft bijvoorbeeld de diepte in waterstands- en snelheidspunten, waarbij niet alle oude waarden van IDRYFLAG correct worden ondersteund. De in het project Droogval2004 gerealiseerde nieuwe diepte-opties leiden ook tot verschillen. Tenslotte weigert WAQPAN om dieptecijfers weg te schrijven voor de eerste rij en kolom van het grid (M=1, N=1). Hieruit kan geconcludeerd worden dat de huidige versie van WAQPAN niet geschikt is voor de conversie naar een diepteschematisatie in waterstandspunten in BOX-formaat.

Als alternatief is een MATLAB functie geschreven om de betreffende dieptefile in BOX-formaat te genereren. Dit is een *ad hoc* aanpak die afdoende is voor het Droogval2004 project. Hiermee zijn dieptefile in BOX-formaat gegenereerd voor testmodellen die in de volgende paragraaf beschreven zullen worden. De vraag is echter of een dergelijke aanpak ook toevertrouwd kan worden aan WAQUA/TRIWAQ gebruikers. Dit zal nader besproken worden met de opdrachtgever in het Droogval2004 project.

### 2.3.2 Baseline

**N.B.:** met het programma Baseline kan op een automatische wijze een diepteschematisatie voor WAQUA/TRIWAQ worden gegenereerd. Tot nu toe kunnen echter alleen diepteschematisaties in dieptepunten gegenereerd worden. *Aanbevolen wordt Baseline uit te breiden met de mogelijkheid tot diepteschematisaties in waterstandspunten.*

### 2.3.3 QUICKIN

**N.B.:** met het programma QUICKIN kan zowel een dieptefile in dieptepunten als een dieptefile in waterstandspunten worden aangemaakt ([2]). Als een gebruiker van plan is een nieuwe diepteschematisatie te maken, bijvoorbeeld op basis van metingen, dan verdient het de voorkeur direct een dieptefile in waterstandspunten te maken. Hierdoor is er geen conversie van dieptewaarden meer nodig.

## 3 Testmodellen

In deze paragraaf worden modelresultaten beschreven voor twee testmodellen, waarvan simulaties zijn uitgevoerd met zowel een diepte in dieptepunten (DPD\_GIVEN) als een dieptes in waterstandspunten (DPS\_GIVEN). De twee gebruikte testmodellen zijn:

- een Lek model; en
- een Kustzuid model.

In het Lek model wordt een klein gedeelte van de Lek geschematiseerd. Het is een klein model, met 43 bij 35 roosterpunten in de horizontaal en met een constante maaswijdtes van 20 m. Het Kustzuid model is een realistisch model. Het is een uitsnede van het Kuststrook model en bevat een deel van de Noordzee, de Oosterschelde, de Westerschelde en een deel van de Schelde tot voorbij Antwerpen. Het is kromlijinig en  $213 \times 300$  roosterpunten groot.

Voor beide testmodellen zijn drie simulaties uitgevoerd, te weten:

1. Met het oorspronkelijke model (DPD\_GIVEN);
2. Met het oorspronkelijke model (DPD\_GIVEN), waarbij voor de dieptebeplanning in snelheidspunten METH\_DPU='MEAN\_DPS' is toegepast, in plaats van 'MEAN\_DPD'; en
3. Met een model dat is omgezet naar een diepteschematisatie in waterstandspunten (DPS\_GIVEN).

Het belangrijkste verschil tussen simulaties 1) en 2) is dat bij 1) wel oneindig dunne richels optreden en bij 2) niet. De richels ontstaan door de formules die voor de verschillende dieptecijfers worden gemaakt, vooral bij gebruik van de oude MAX-optie (IDRYFLAG=0). Ze komen dus ook voor in modellen waarin de opgegeven bodem gelijkmatig varieert. Hierdoor worden er verschillen in modelresultaten tussen simulaties 1) en 2) verwacht. Bij simulatie 3) is net als bij 2) methode METH\_DPU='MEAN\_DPS' toegepast. Daardoor wordt verwacht dat de modelresultaten van simulaties 2) en 3) sterke overeenkomsten zullen vertonen.



### 3.1 Modelresultaten voor het Lek model

In de modelsimulatie met het Lek model ontstaat een waterstandverhang van zo'n 6 cm tussen de twee open randen. In Figuur 10 zijn voor simulatie 1) tijdreeksen van waterstanden weergegeven voor drie stations, te weten bij de twee open randen en ongeveer in het midden van het model.

Figuur 11 bevat een contourplot van het verschil in de totale waterstand tussen simulaties 1) en 3) aan het einde van de simulatieperiode. Hierin is ook het verschil in droogvalschotjes weergegeven. Zo is dat te zien in het gebied rondom (M=11, N=18..24) een rij van schotjes gezet wordt in het ene model (namelijk bij DPD\_GIVEN) en niet in het andere model (DPS\_GIVEN). Dit leidt lokaal ook tot enig verschil in de waterstanden en de snelheden. Zo is aan de linkerkant van de schotjes te zien dat de verschillen in waterstand bijna -1 cm zijn, terwijl de verschillen aan de rechterkant bijna +1 cm zijn.

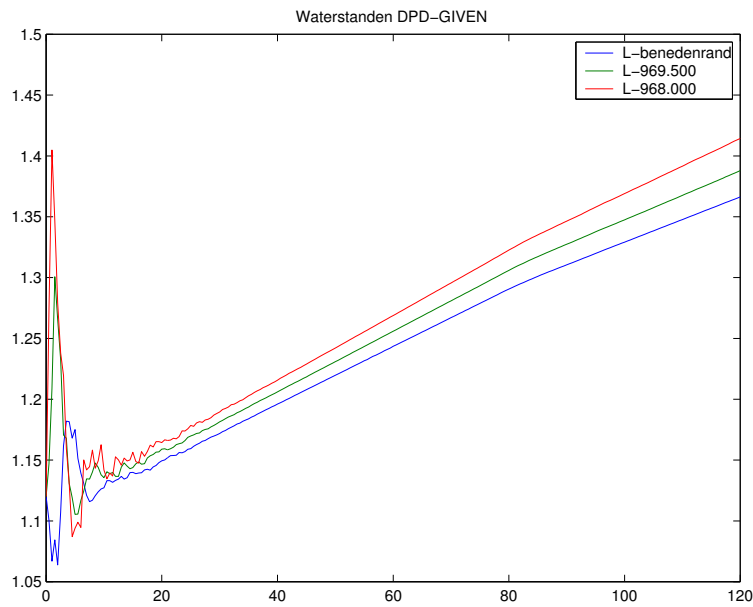
In Figuur 12 zijn de verschillen in waterstanden weergegeven voor dezelfde drie stations. Het verschil loopt op in de richting van de ene open rand naar de andere open rand en het maximale verschil is iets minder dan 1 cm. Opgemerkt wordt dat het waterstandverhang tussen de twee open randen zo'n 6 cm is. Een verschil van zo'n 1 cm betekent dus een percentageel verschil van ongeveer 15%. Dit wordt verklaard door het feit dat dit model een relatief grove schematisatie is waardoor diepteschematisatieverschillen iets nadrukkelijker kunnen optreden. Nogmaals, het feit dat in het ene model wel oneindig dunne onderwaterdammen en geulen optreden en in het andere model niet (zie Figuur 11) is een belangrijke oorzaak voor de opgetreden verschillen in de modelresultaten.

Figuur 13 bevat de verschillen in waterstanden tussen simulaties 2) en 3). Hieruit blijkt dat de verschillen een stuk kleiner zijn. Het maximale verschil in waterstand is nog maar zo'n 2 mm. Dit geeft aan dat de oorspronkelijke modelschematisatie met een andere keuze voor de bepaling van de diepte in snelheidspunten (namelijk niet meer via 'MEAN\_DPD', maar op basis van één van de drie nieuwe opties) modelresultaten oplevert die zeer dicht bij die van een diepteschematisatie met dieptes in waterstandspunten.

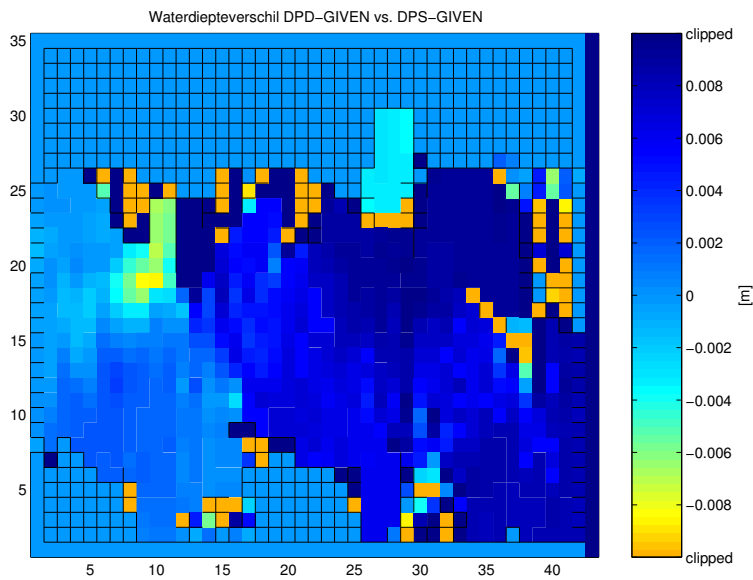
### 3.2 Modelresultaten voor het Kustzuid model

Voor het Kustzuid model is een periode van twee dagen gesimuleerd. In Figuur 14 is voor simulatie 1) tijdreeksen van waterstanden weergegeven in Antwerpen. Hieruit blijkt dat zelfs voor een station ver stroomopwaarts nog een fors getij optreedt, namelijk met waterstanden tussen ongeveer  $-3 m$  en  $+4 m$ . Figuur 15 bevat de verschillen in waterstanden tussen simulaties 1) en 3) voor drie stations, te weten Vlissingen, Bath en Antwerpen. Deze figuur geeft aan dat:

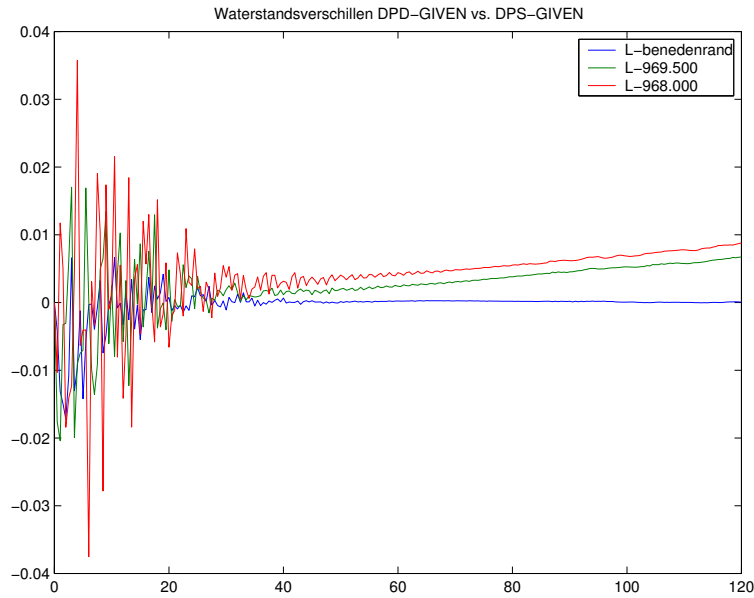
- de verschillen groter worden naar mate de stations meer stroomopwaarts (in de Schelde) liggen; en
- dat voor Antwerpen de verschillen tussen  $-0.15 m$  en  $+0.2 m$  liggen. De maximale verschillen treden op bij hoog water (ongeveer 0.15 m) en bij laag water (ongeveer 0.2 m).



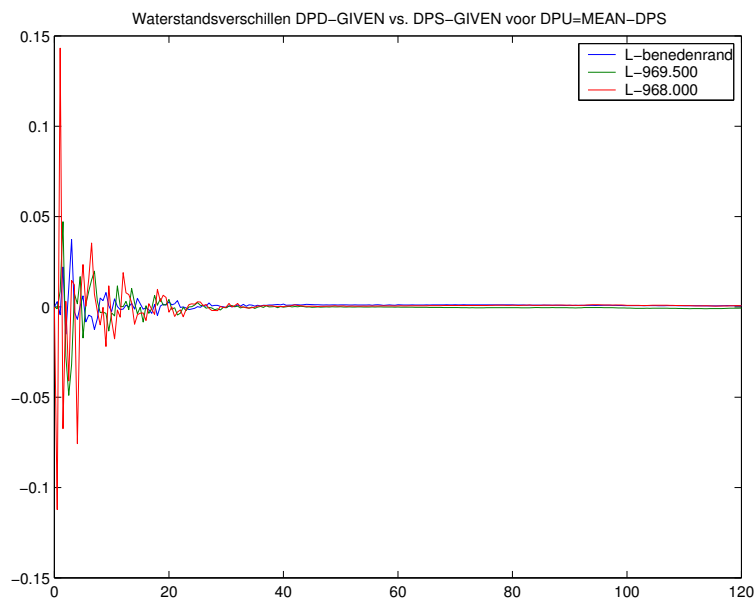
Figuur 10: *Tijdreeksen van waterstanden in het Lek-model.*



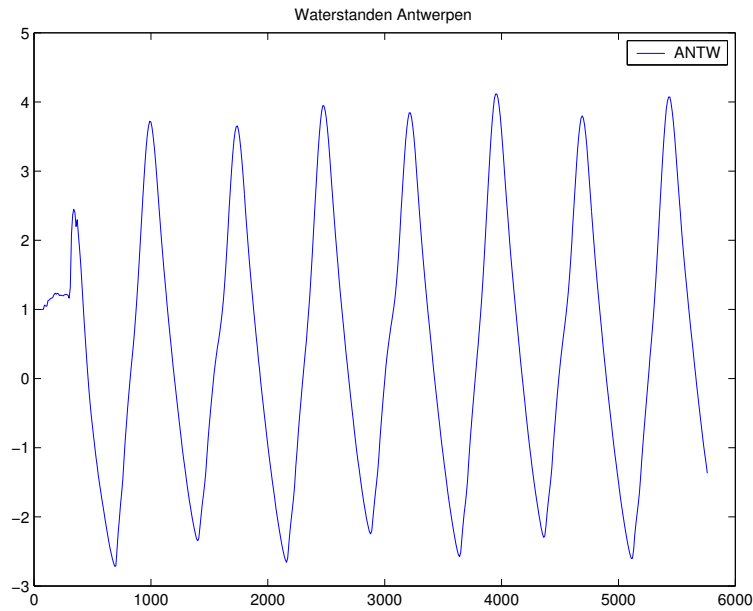
Figuur 11: *Verschillen in waterstanden in het Lek-model aan het einde van de simulatie.*



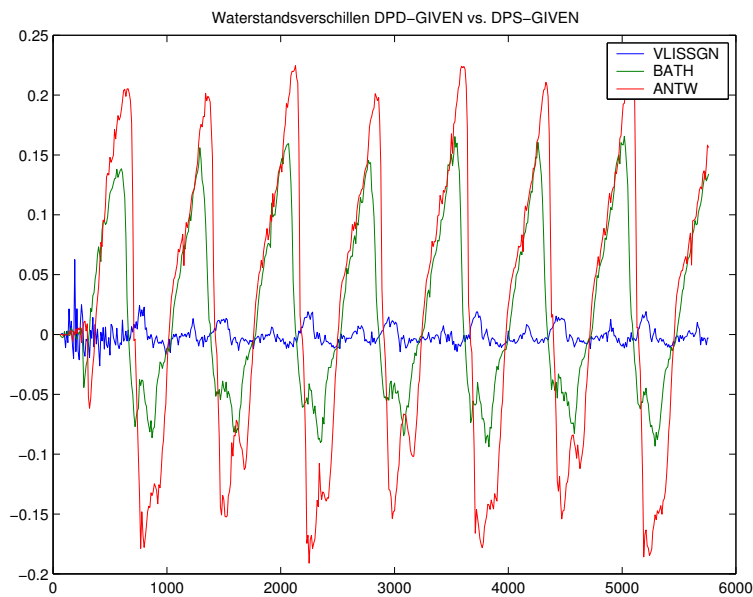
Figuur 12: *Tijdreeks van waterstandsverschillen tussen simulaties 1) en 3) in het Lek-model.*



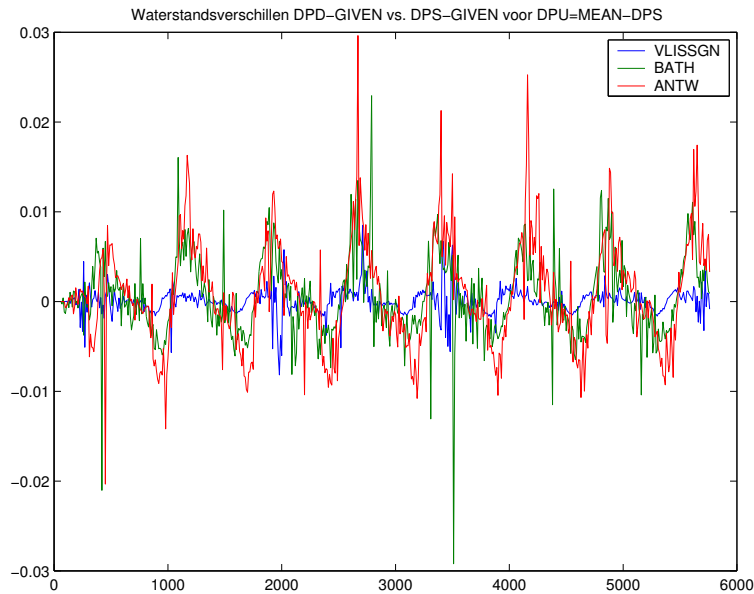
Figuur 13: *Tijdreeks van waterstandsverschillen tussen simulaties 2) en 3) in het Lek-model.*



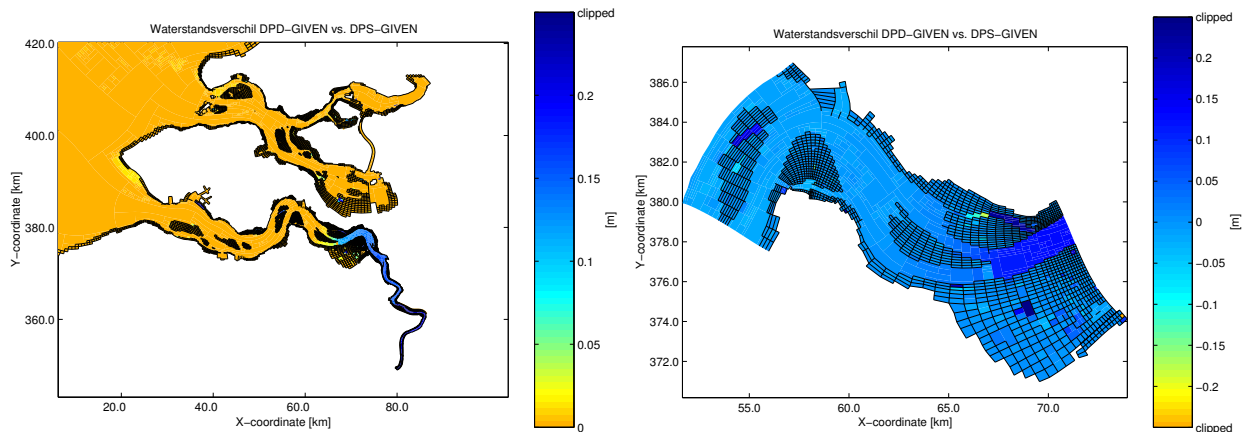
Figuur 14: *Tijdreeksen van waterstanden in het Kustzuid-model.*



Figuur 15: *Tijdreeksen van waterstandsverschillen tussen simulaties 1) en 3) in het Kustzuid-model.*



Figuur 16: Tijdsreeks van waterstandsverschillen tussen simulaties 2) en 3) in het Kustzuid-model.



Figuur 17: Verschillen in waterstanden in het Kustzuid-model bij laag water. (Rechts: detail).

Figuur 17 bevat een plot van het verschil in de totale waterstand tussen simulaties 1) en 3) op tijdstip  $T = 5100 \text{ min}$ . Dit is een moment van laag water en dus een moment waarop de verschillen maximaal zijn. Uit dit figuur blijkt ook dat de verschillen stroomopwaarts steeds groter worden. Pas behoorlijk ver op de Westerschelde en de Beneden Zeeschelde treden verschillen op in de orde van  $20 \text{ cm}$ . In Figuur 17 (rechts) is ingezoomd voor het gebied waar als eerste (stroomopwaarts gezien) zo'n verschil optreedt. Het blijkt dat slingeringen in de verschilplot optreden. De waterstand in het ene punt ligt bijvoorbeeld  $20 \text{ cm}$  lager, terwijl buurpunten een  $20 \text{ cm}$  hogere waterstand hebben. Dit treedt vooral op in de smalle geulen. Door een klein verschil in het droogval-algoritme kan er lokaal een behoorlijk verschil optreden. In Figuur 17 is ook te zien dat er een behoorlijk groot gebied is drooggevallen in de Schelde.

In Figuur 16 zijn de verschillen in waterstanden weergegeven tussen simulaties 2) en 3). Hieruit blijkt dat de verschillen een stuk kleiner zijn. Het maximale verschil in waterstand is in de orde van  $1 \text{ cm}$ . Evenals bij het Lek model geldt dus dat een modelschematisatie met een diepte in dieptepunten en een DPS-gebaseerde optie voor de bepaling van de diepte in snelheidspunten modelresultaten kan opleveren die zeer goed overeenkomen met de resultaten voor een diepteschematisatie met dieptes in waterstandspunten.

Ter afsluiting kan geconcludeerd worden dat voor een realistisch model waterstandsverschillen in de orde van enkele decimeters kunnen optreden in gebieden met veel droogval, als de diepteberekening in snelheidspunten (METH.DPU) veranderd wordt. Voor de volledigheid dient wel vermeld te worden dat deze verschillen overeenkomen met zo'n 5% van de getijamplitude.

Per modelschematisatie dient beoordeeld te worden of de verschillen in modelresultaten ten gevolge van de nieuwe droogvalopties een nieuwe afregeling van het model vereisen. In het onderzochte Kustzuid model treden verschillen op in de orde van  $20 \text{ cm}$  (zie Figuur 15). Dan lijkt een nieuwe afregeling noodzakelijk.

#### 4 Conclusies en aanbevelingen

In het project Droogval2004 is het aantal opties in WAQUA/TRIWAQ voor droogvallen en onderlopen en voor het specificeren van de diepteschematisatie sterk uitgebreid. In de praktijk zullen echter een klein aantal van deze opties het meest geschikt zijn. Hieronder wordt aangegeven welke dat zijn. Bovendien wordt een procedure beschreven die aanbevolen wordt bij het aanpassen van modelschematisaties.

De volgende procedure wordt aanbevolen als een gebruiker een model wil converteren naar een diepteschematisatie in waterstandspunten:

1. Zet de oude keywords om naar de nieuwe. In paragraaf 2.1 is in detail beschreven hoe dit uitgevoerd kan worden. Dit leidt niet tot andere modelresultaten (met uitzondering van de conversie van DUPWIND naar UPWIND.ZETA, waarbij kleine verschillen mogelijk zijn).
2. Verlaag eventueel de drempelwaarden voor droogvallen/onderlopen. Aanbevolen wordt waarden in de orde van  $5 \text{ cm}$ , al is de keuze natuurlijk modelafhankelijk. In het project

Droogval2004 is ook het droogval- en onderloopgedrag van modellen verbeterd, zie [3]. Hierdoor zijn naar verwachting kleinere droogvaldrempel-waarden mogelijk dan die in het verleden toegepast zijn. Dus voor zowel de oude als voor de nieuwe droogvalopties zal het droogvalgedrag verbeteren.

3. Vervang METH\_DPU='MEAN\_DPD' door een andere optie voor METH\_DPU ('MAX\_DPS', 'MEAN\_DPS' of 'MIN\_DPS'). Dit geeft aanleiding tot andere modelresultaten. De twee opties die worden aanbevolen zijn 'MIN\_DPS', de “tegelaanpak” van Delft-FLS (zie bijvoorbeeld de Figuren 4 en 8), en 'MEAN\_DPS', de “gemiddelde aanpak”.
4. Bij het gebruik van METH\_DPU = 'MIN\_DPS' wordt het gebruik van upwinding aanbevolen (UPWIND\_ZETA= 'YES'). Bij het gebruik van METH\_DPU = 'MEAN\_DPS' zou upwinding niet moeten worden gebruikt. (UPWIND\_ZETA= 'NO').
5. Tot slot kan worden overwogen om de bodem op te geven in waterstands- in plaats van dieptepunten (DPS\_GIVEN versus DPD\_GIVEN). Dit leidt in het algemeen tot kleine wijzigingen in de modelresultaten wanneer voor METH\_DPU een van de drie nieuwe opties wordt gebruikt. Voordelen van een DPS\_GIVEN bodem zijn dat de komberging van een model veel directer kan worden aangestuurd en dat smalle geulen met één cel breedte weergegeven kunnen worden.

De mate waarin de modelresultaten veranderen bij stap 3 hangt in een behoorlijke mate van het aantal oneindig dunne (onderwater)dammen of geulen dat in het model optreedt.

Bij nieuw op te zetten modelschematisaties wordt in het algemeen wel aanbevolen een diepteschematisatie in waterstandspunten (DPS\_GIVEN) te gebruiken. Een dergelijke aanpak biedt voordelen boven de oorspronkelijke aanpak van dieptes in dieptepunten. De komberging kan directer worden aangestuurd en er treden minder artefacten door droogvallen en onderlopen op. Verder is een koppeling met morfologie eenvoudiger te realiseren. Tenslotte kunnen impulsbehoudende schema's die worden overwogen voor WAQUA gemakkelijker worden gerealiseerd wanneer een diepteschematisatie in waterstandspunten wordt gebruikt.

## Referenties

- [1] Uittenbogaard en Van Kester. Nader onderzoek overlaatroutines WAQUA. Technical Report rapport Z3407, WL|Delft Hydraulics, 2003.
- [2] WL|Delft Hydraulics. Delft3D-QUICKIN: Generation and manipulation of grid-related parameters such as bathymetry, initial conditions and roughness. Technical Report Version 4.0, WL|Delft Hydraulics, April 2004.
- [3] E.A.H. Vollebregt, B. van 't Hof, and J.A.Th.M. van Kester. Verbetering van de algoritmen m.b.t. droogvallen en onderlopen in WAQUA/TRIWAQ. Technical Report TR04-04, VORtech Computing, Postbus 260, 2600 AG Delft, Nederland, Augustus 2004.