

1D/2D/3D Modellersoftware voor integrale wateroplossingen

D-HYDRO Suite

Dutch Delta Systems



Afsluiting TKI-1: opvolging in D-HYDRO Regional Hydrology Urban (RHU) ontwikkelproject

Arthur van Dam, Govert Verhoeven

D-HYDRO RHU

Agenda voor vanmiddag

- Update stand van zaken ontwikkeling D-HYDRO
- Pilots, performance en (software) aanbevelingen
- Rapportage van pilot resultaten
- Retrospective TKI project en vooruitblik

- Drinks..

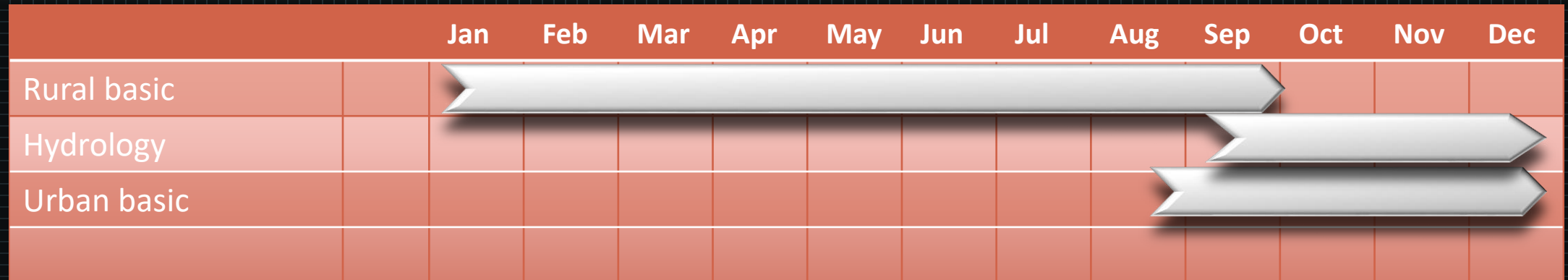


An aerial photograph of a rural landscape. A river flows through the scene, bordered by green fields and a dirt path. In the center, a white house with a red-tiled roof and a dormer window is surrounded by trees. To the left, there are smaller buildings, including a red one and a wooden shed. The overall scene is lush and green.

D-HYDRO Regional Hydrology and Urban



Roadmap D-HYDRO 2019



Ontwikkelstappen (increments) met features

* De huidige 2D functionaliteiten binnen het FM rekenhart vormen het uitgangspunt (startpunt) van waarop wordt doorontwikkeld.

D-HYDRO Suite: Rural basic (Increment 1)

- 1D network
- Cross sections
- Roughness
- Boundaries
- Converters (Importers)
- 1D structures
- Laterals
- Storage nodes (rational method)
- 1D2D links
- 2D line elements (fixed weirs/ levee breach, ...)
- RTC on 1D structures

D-HYDRO Suite: Rural Basic + Hydrology lumped (Increment 2)

- Catchments (lumped)
- Catchments links
- Meteo data
- lumped RR-concepts

D-HYDRO Suite: Rural Basic + Hydrology lumped + Hydrology distributed (Increment 3)

- Distributed RR concept

D-HYDRO Suite: Rural Basic + Hydrology + Urban Basic (Increment 4)

- 1D pipe network
- Sewer objects and structures
- Roof objects
- 1D2D links
- DWF profiles
- Sewer validation and inspection features
- NWRW concept

D-HYDRO Suite: Rural Advanced + Hydrology + Urban Basic (Increment 5)

- Final Rural version, includes all functionalities necessary for rural modelling

D-HYDRO Suite: Rural Advanced + Hydrology + Urban Advanced (Increment 6)

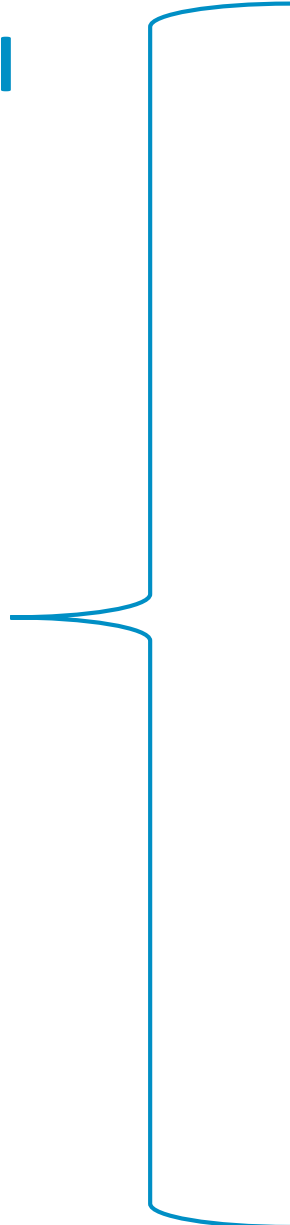
- Final Urban version, includes all functionalities necessary for urban modelling

Status rekenhart ontwikkelingen

D-HYDRO Suite: Rural basic (Increment 1)	file format design	code implementation	validated by test models	UM and Tech. Ref. documentation
- 1D network	●	●	●	●
- Cross sections	●	●	●	●
- Roughness	●	●	●	●
- Boundaries	●	●	●	●
- Observation points/crosssections	●	●	●	●
- Converters (Importers)	●	●	●	●
- 1D structures	●	●	●	●
- Laterals	●	●	●	●
- Storage node	●	●	●	●
- 1D2D links	●	●	●	●
- Levee breach	●	●	●	●
- RTC on 1D structures	●	●	●	●
			●	= to do
			●	= in progress
			●	= done

Functionaliteiten in meer detail

D-HYDRO Suite: Rural basic (Increment 1)
- 1D network
- Cross sections
- Roughness
- Boundaries
- Observation points/crosssections
- Converters (Importers)
- 1D structures
- Laterals
- Storage node



Item	incl.	Feature	priority	Waterschappen	Deltares
1D Flow features (objects)					
<i>waterway/branch/reach</i>					
	✓	channel	1		high
<i>structures as point objects</i>					
	✓	weir (rechte stuw)	1	1.00	high
	✓	orifice	1	1.00	high
	✓	pump	1	1.00	high
	✓	culvert	1	1.00	high
	✓	bridge	1	1.00	high
	✓	universal weir	1	1.00	low
	✓	general structure	2	0.64	high
	✓	compound structure;	1	0.64	high
	✗	advanced weir	3	0.57	low
	✗	river weir (RWS)	2	0.50	low
	✗	database structure	3	0.50	low
	✗	river pump	3	0.43	low
<i>cross-sections</i>					
	✓	trapezium (ty 1)	1	1.00	high
	✓	round (ty 2, open, en ty 4, closed)	1	1.00	high
	✓	egg (Urban)	1	1.00	low
	✓	rectangle (subset van ty 0)	1	1.00	high
	✓	YZ profile	1	1.00	high
	✓	elliptical (Urban)	2	1.00	low
	✗	ground layer	2	1.00	low
	✓	tabulated (ty 0: level, total width, flow width)	1	0.93	high
	✗	asymmetrical trapezium (ty 11)	2	0.93	low
	✓	arch (Urban)	2	0.86	low
	✓	cunette (Urban)	2	0.71	low
	✓	steel cunette (Urban)	2	0.64	low
	✓	river profile (level, total width, flow width, summer dike)	2	0.57	low
	✓	use cross section profile at multiple cross section location	1		
	?	add cross section (interpolation)	2		
<i>frictie</i>					
	✓	Manning (mf 1)	1	1.00	high
	✓	Strickler ks (mf 3)	1	1.00	high
	✓	Friction values for different user-defined sections (YZ)	1	1.00	high
	✓	Chezy (mf 0)	1	0.93	high
	✓	Strickler kn (mf 2)	1	0.93	high
	✓	Bos Bijkerk (mf 7)	1	0.93	high
	✓	White Colebrook (mf 4)	2	0.79	high
	✓	for different sections (e.g. main, FP1, FP2 bij tabulated)	2	0.79	high
	✓	YZ: option lumped or segmented conveyance	1	0.79	high
	✗	Engelund (alleen bij River profile)	3	0.21	
	✗	Time depending roughness values	1		
<i>laterals</i>					
	✓	constant (dc lt 0)	1	1.00	high
	✓	time serie (dc lt 1)	1	1.00	high
	✓	from RR	1	1.00	high
	✗	Area based with constant intensity for seepage/infiltration (dc lt 6)	1	0.93	high
	✗	Area based with rainfall based on meteo station (dc lt 7);	1	0.93	high
	✗	from table (Boundlat.dat; dc lt 11)	2	0.86	low
	✗	retention (dc lt 5)	3	0.57	low
	✗	level depending (dc lw 2)	3	0.43	low
	✗	related laterals (e.g. lateral extraction location 1, return flow x% at lo	3	0.43	low
	✗	lateral structure (dc lt 4)	3	0.43	low
<i>flow boundary</i>					
	✓	Q (constant or time series)	1	1.00	high
	✓	h (constant or time series)	1	1.00	high
	✓	Q-h	1	1.00	high
	✓	from table (Boundlat.dat; h_wt 11)	2	0.79	low
<i>other 1D objects</i>					
	✓	connection node with storage and lateral flow (or runoff)	1	1.00	high
	✓	(fixed) calculation points	1	1.00	high
	✓	measurement station (observation points)	1	1.00	high
	✗	extra resistance	2	0.57	low
	✓	manhole (various type: with runoff, lateral, level measurement)	2	0.57	high
	✗	external weir = weir + boundary	3	0.36	
	✗	external pump = pump + boundary	3	0.36	
	✗	external culvert = culvert + boundary	3	0.36	

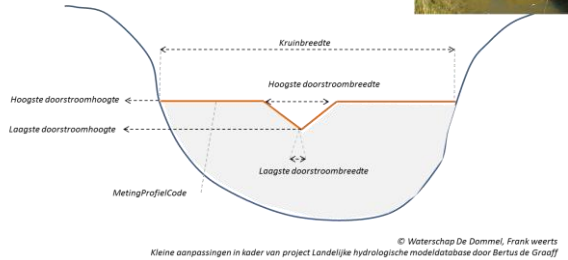
alle belangrijkste 1D functionaliteiten uit de requirements zijn ontsloten!

Check met kunstwerkvoorbeelden uit HyDAMO

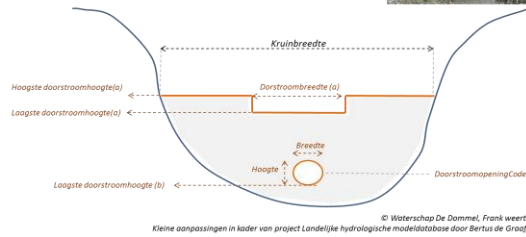
structures as point objects

- ✓ weir (rechte stuw)
- ✓ orifice
- ✓ pump
- ✓ culvert
- ✓ bridge
- ✓ universal weir
- ✓ general structure
- ✓ compound structure;

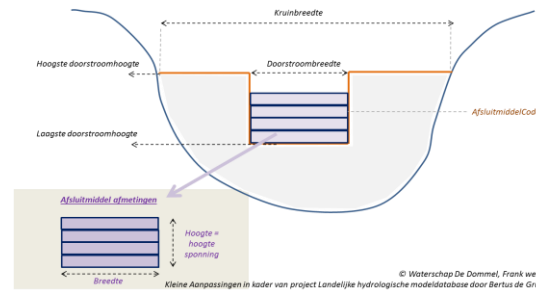
1a. Vaste stuw met bijzondere kruin



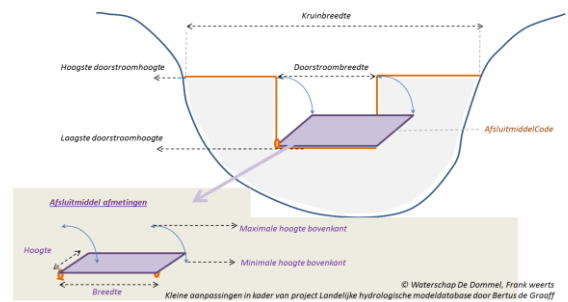
1b. Vaste stuw (met meerdere doorstroombreedtes)



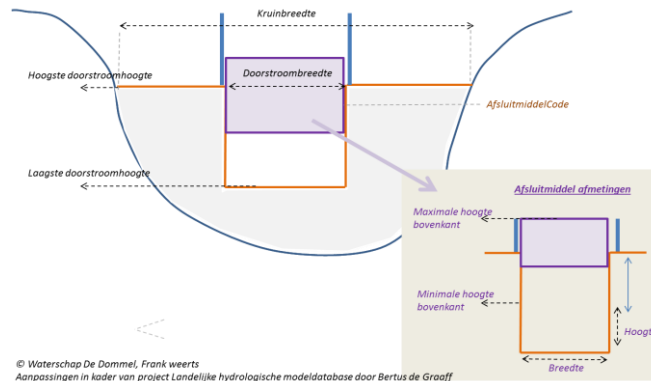
2a. Schotbalkstuw



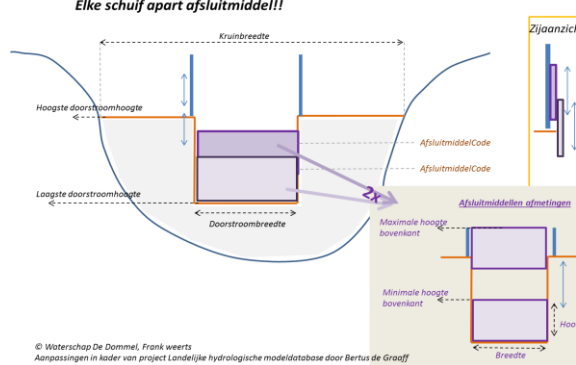
3. Stuw met klep



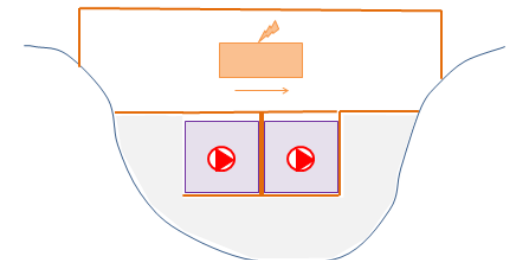
4. Stuw met schuif



5. Segmentstuw



Een gemaal met 2 pompen



Per gemaal zijn pompen als aparte objecten op te nemen

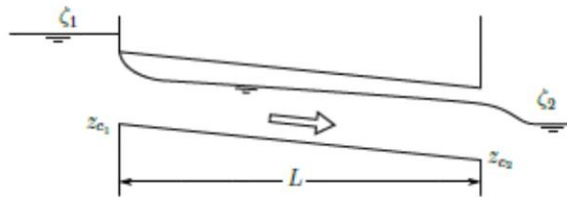
Documentatie in User Manual

- https://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/D-Flow_FM_User_Manual.pdf

13.2.5 Culvert

The culvert is an underground structure that normally connects two open channels. The flow through a culvert is affected by its upstream and downstream invert levels (z_{c1} and z_{c2} , respectively), its length, the size and shape of its closed cross section, its inlet loss, its friction loss, its valve loss and its outlet loss. The input file format for a culvert is described in Section C.12.3.

Figure 13.7 shows a side view of a culvert.



Hydraulic structures

Two flow conditions can occur:

Free flow when $\zeta_2 < z_{c2} + h_{c2}$

$$Q = \mu A_{fc} \sqrt{2g(\zeta_1 - (z_{c2} + h_{c2}))} \quad (13.28)$$

Submerged flow when $\zeta_2 \geq z_{c2} + h_{c2}$:

$$Q = \mu A_{fc} \sqrt{2g(\zeta_1 - \zeta_2)} \quad (13.29)$$

Where:

- Q Discharge through culvert [m^3/s]
- μ Discharge coefficient, derived from loss-coefficients [-]
- A_{fc} Discharge culvert flow area $\min(A_{fc1}, A_{fvalve}) [m^2]$
- A_{fc1} : Flow area in the culvert at its upstream side [m^2]
- A_{fvalve} : Flow area under the culvert valve [m^2]
- g Acceleration due to gravity [m/s^2] (≈ 9.81)

C.12.3 Culvert

Structure type specific data for a culvert structure. The geometrical shape is described by the parameters in the following table and these refer to the symbols in Figure 13.7. The entrance and exit losses are further described in Section 13.2.5.

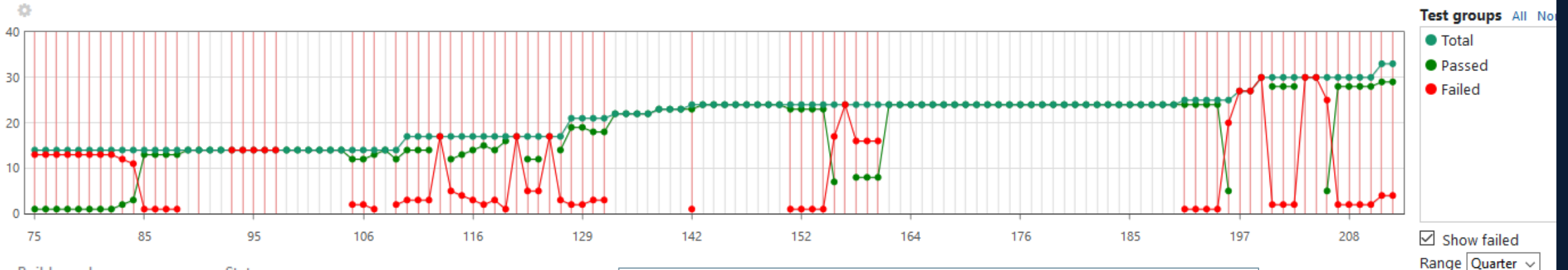
Table C.9: Culvert

Keyword	Type	Default	Description
[Structure]			
type	String	culvert	Structure type; must read culvert.
allowedFlowdir	String		Possible values: both, positive, negative, none.
leftLevel	Double		Left invert level of the culvert (z_{c1}) [m AD].
rightLevel	Double		Right invert level of the culvert (z_{c2}) [m AD].
csDefId	String		Id of cross section definition.
length	Double		Length (L) [m].
inletLossCoeff	Double		Inlet loss coefficient (ξ_i) [-].
outletLossCoeff	Double		Outlet loss coefficient (k) [-].
valveOnOff	Int		Flag for having valve or not (0=no valve, 1=valve).
valveOpeningHeight	*		Valve opening height (h_{valve}) [m].
			Table for loss coefficients of valve.
numLossCoeff	Int		Number of rows in table.
relOpening	Double[]		Relative valve opening (0.0 — 1.0). (number of values = numLossCoeff)
lossCoeff	Double[]		Loss coefficients (ξ_v) [-]. (number of values = numLossCoeff)
bedFrictionType	String		Friction type, possible values are listed in Section C.15.

(continued on next page)

RHU validation cases

Test Count



Test groups All No

- Total
- Passed
- Failed

Show failed

Range

Build number	Status
#212	❗ Tests failed: 4, passed: 29 ▾
#211	❗ Tests failed: 4 (2 new), passed: 29 ▾
#210	❗ Tests failed: 2, passed: 28 ▾

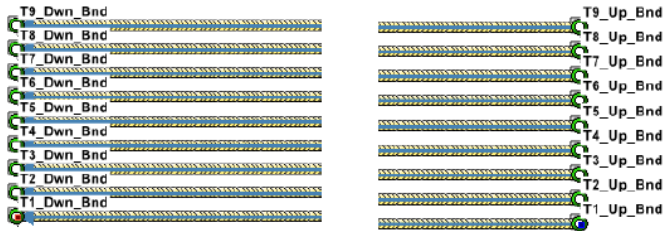
Status ▾	Test ⇅
OK	e02_f101_c01_steady-state-flow ▾
OK	e02_f104_c01_junction-advection-acceleration-equidistant ▾
OK	e02_f104_c02_junction-advection-deceleration-equidistant ▾
OK	e02_f104_c03_junction-advection-acceleration-non-equidistant ▾
OK	e02_f104_c04_junction-advection-deceleration-non-equidistant ▾
OK	e02_f104_c05_junction-advection-flood-wave-divergence-equidistant-pos-flow-upstream ▾
OK	e02_f104_c06_junction-advection-flood-wave-divergence-equidistant-neg-flow-upstream ▾
OK	e02_f104_c07_junction-advection-flood-wave-confluence-equidistant-pos-flow-upstream ▾
OK	e02_f104_c08_junction-advection-flood-wave-confluence-equidistant-neg-flow-upstream ▾
OK	e02_f104_c16_curved-channel-junction-advection-reference ▾
OK	e02_f104_c17_initial-conditions-water-level ▾
OK	e02_f104_c18_initial-conditions-water-depth ▾
OK	e02_f104_c19_1Dnetwork-length-noOpenBC ▾
OK	e02_f104_c20_1Dnetwork-length-OpenBC ▾
OK	e02_f105_c01_YZ-profile ▾
OK	e02_f105_c02_tabulated-profile ▾
OK	e02_f105_c08_YZ-profile-storage ▾
OK	e02_f105_c09_tabulated-profile-storage ▾

OK	e02_f105_c16_YZ-profile_Jumped ▾
OK	e02_f105_c17_YZ-profile_Jumped_V-shaped ▾
OK	e02_f105_c18_YZ_cross-section_interpolation ▾
OK	e02_f106_c01_weir ▾
OK	e02_f106_c04_pump ▾
OK	e02_f106_c08_Pump_without_stages ▾
OK	e02_f115_c01_M1 ▾
OK	e02_f115_c02_M2 ▾
OK	e02_f150_c01_DarEsSalaam ▾
OK	e02_f150_c03_DarEsSalaam_no_advection ▾
OK	e02_f190_c01_iniField_1dField ▾
Failure	e02_f106_c02_orifice ▾
Failure	e02_f106_c03_culvert ▾
Failure	e02_f106_c05_Bridge ▾



Validatie documentatie

(a) Overview



(b) Zoom-in at downstream end (x=20000)

(c) Zoom-in at upstream end (x=0)

Figure 736.1: Lay-out of the test model

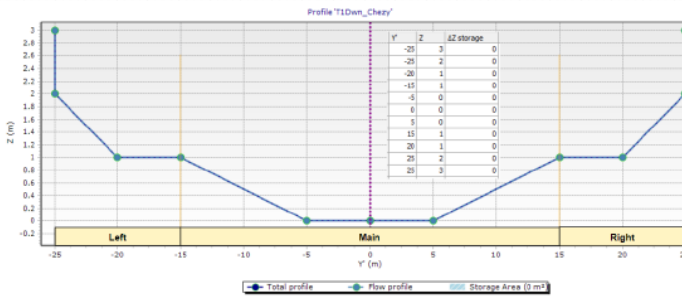


Figure 736.2: Cross-section definition of YZ-profile at x=20000 (West, downstream) with a bedlevel of 0 m.

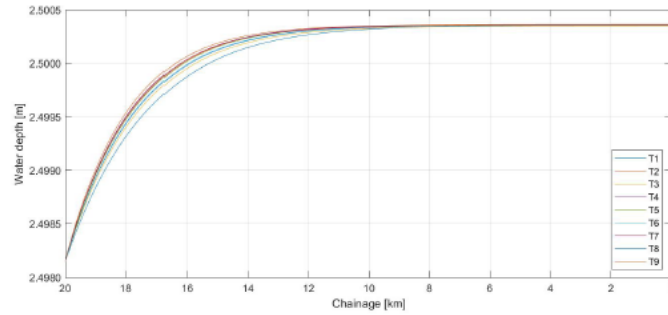


Figure 736.4: Water depths along sub-models T1 to T9

Table 736.5: Upstream (x=0) modelled and expected analytical water depth h .

Sub-model	h_{modelled} [m]	$h_{\text{analytical}}$ [m]	$\Delta h_{\text{modelled-analytical}}$ [m]
T1	2.5004	2.5	3.59e-04
T2	2.5004	2.5	3.64e-04
T3	2.5004	2.5	3.52e-04
T4	2.5004	2.5	3.60e-04
T5	2.5004	2.5	3.58e-04
T6	2.5004	2.5	3.57e-04

The cover of the report features a photograph of a red barn on a rocky shore next to a blue lake. The text on the cover includes:

- 1D/2D/3D Modelling suite for integral water solutions
- Delft3D Flexible Mesh Suite
- Deltares Systems
- D-Flow FM
- Deltares Enabling Delta Life
- Report of all functionality tests

Pilots van TKI-1

- Bommelerwaard (WSRL) door HydroLogic
- Randstadmodel (HDSR) door HydroLogic
- Moergestelse Beek (De Dommel) door HKV
- De Tol (HDSR) door HKV
- Modelgenerator vanuit HyDAMO (HKV)



Pilot: Bommelerwaard

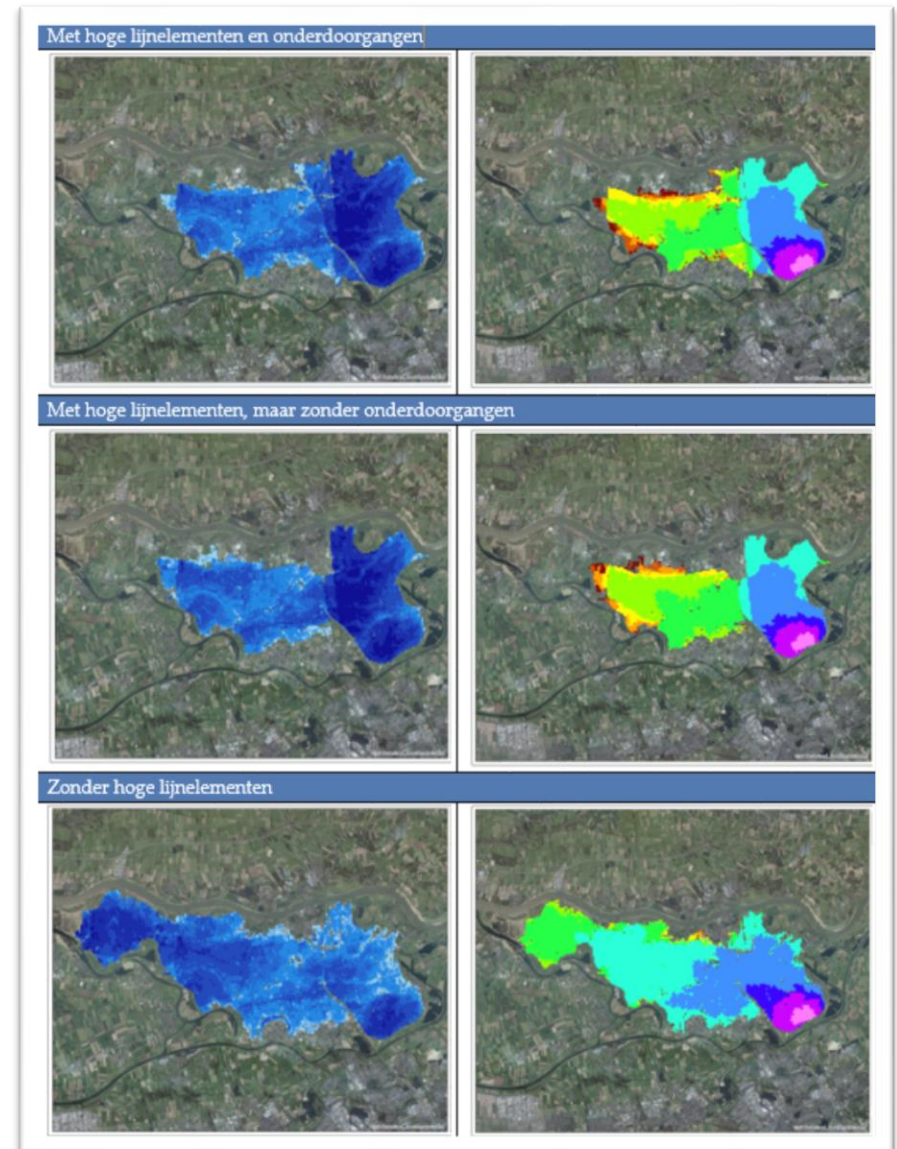
Waterveiligheid: inundatie t.g.v. dijkdoorbraak Maas in de Bommelerwaard

Zeer uitvoerige onderzoek naar gevoeligheden van o.a.:

- Hoogtemodel
- Hoge lijnelementen
- Onderdoorgangen
- 1D Watergangen
- Bodemruwheid
- Grid (grootte en verfijning)
- Randvoorwaarden
- Bresgroei

...voor modeluitkomsten en rekentijden.

+ aanbevelingen voor modelopzet



Pilot: Randstadmodel

Waterveiligheid: dijkdoorbraak dijkkring 14, 15 en 44.

- Groot en complex 1D2D model testen in FM
- Omzetten SOBEK model naar FM
- Vergelijking met SOBEK, resultaten en rekentijden
- Effect van meenemen boezemsysteem in 1D bij dijkdoorbraak
- Analyse in verschillen tussen modelconcepten
- Aanbevelingen Randstadmodel en D-HYDRO

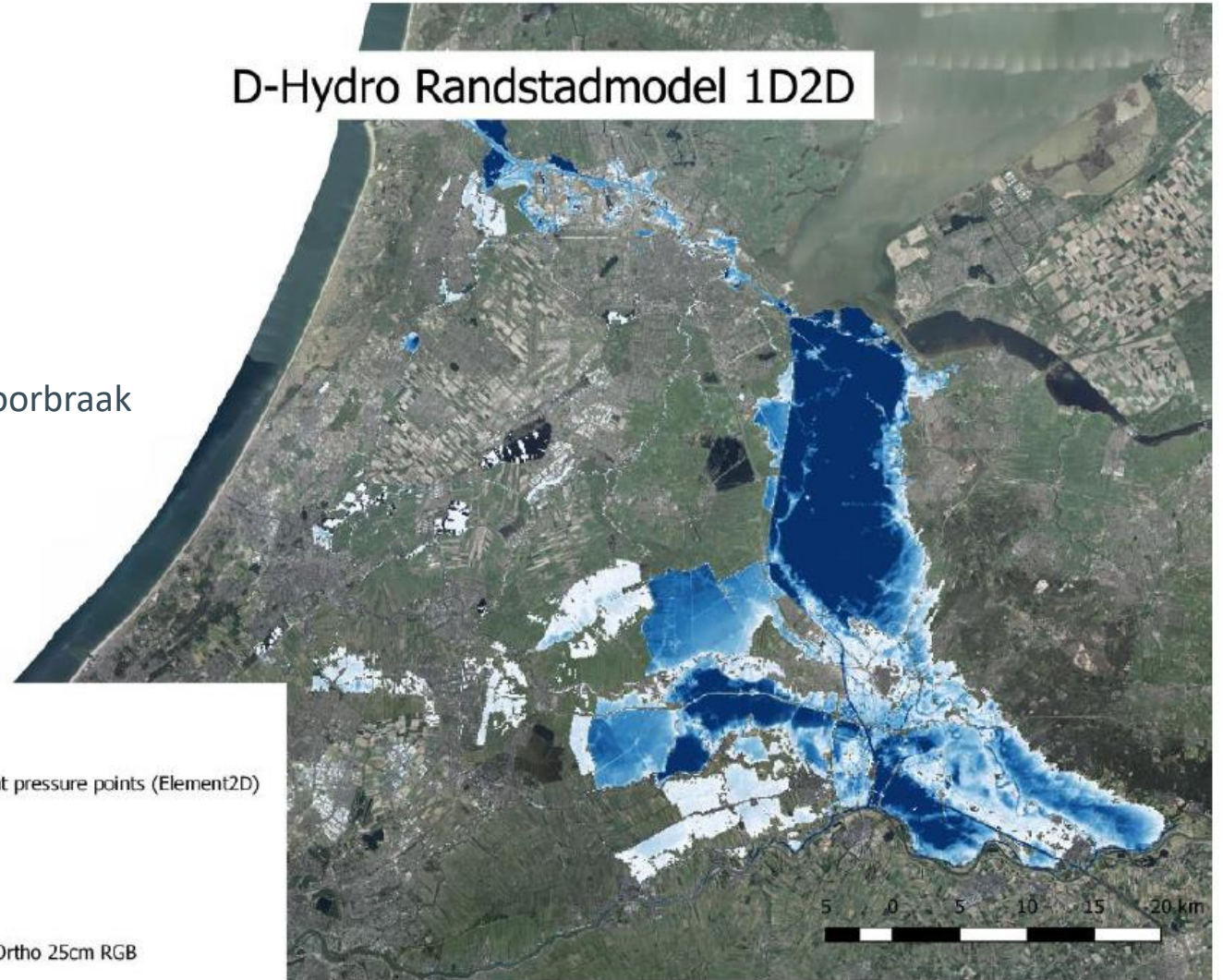
Legenda

Waterdiepte (m)

Water depth at pressure points (Element2D)	
0.100	
0.575	
1.050	
1.525	
2.000	

Luchtfoto Actueel Ortho 25cm RGB

D-Hydro Randstadmodel 1D2D

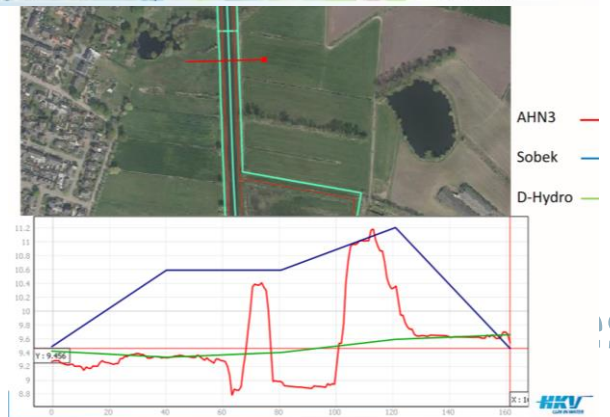


Pilot: Moergestelse Beek

Wateroverlast: representatief beekstelsel bij hoogwater

Analyse van modelresultaten en gevoeligheden, waarbij oa gekeken is naar:

- Modelbouw uit Hydamo
- Vergelijking met Sobek
- 1D2D koppeling
- Complexe schematisatie elementen (keringen en watergangen)
- Hoge elementen
- Resoluties
- Rekeningtijden

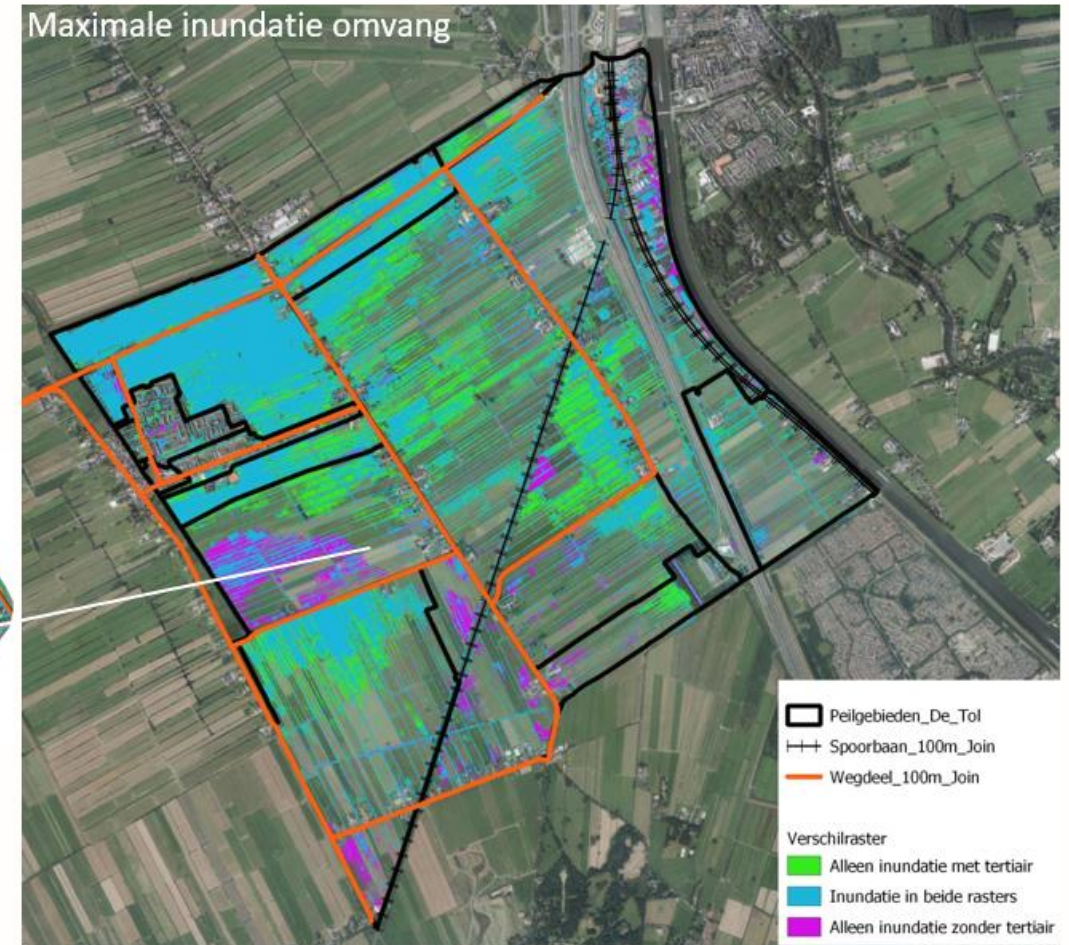
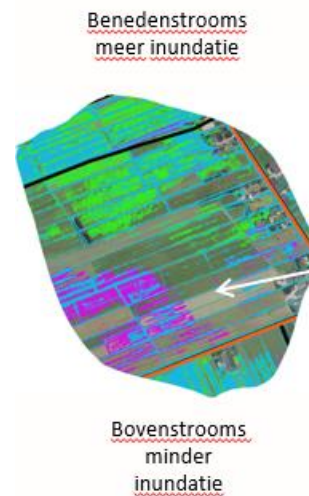


Pilot: De Tol

Wateroverlast: representatief beekstelsel bij hoogwater

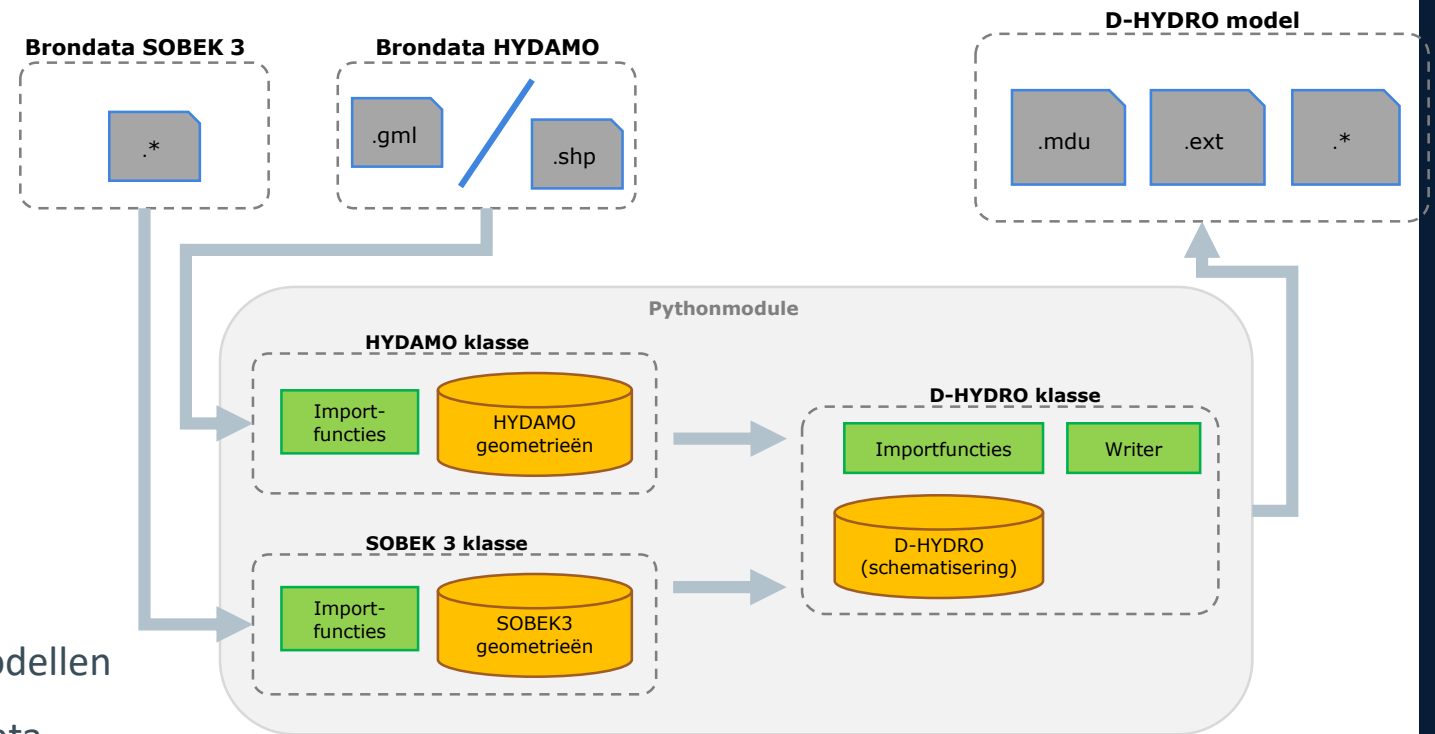
Analyse van modelresultaten en gevoeligheid, waarbij oa. is gekeken naar:

- Modelgeneratie (1D2D)
- Rekeningtijden
- Effect hoge lijnelementen
- Effect resolutie: 10x10 versus 40x40 m²
- Effect opname tertiaire waterlopen
- Neerschalen resultaten op hoogtemodel



Modelgenerator vanuit HyDAMO

Omzetten van de basisdata naar een D-HYDRO model



- Basisdata in de vorm van HYDAMO
- Dit kunnen ook andere type geografische data zijn
- Generieke opzet
- Ook bruikbaar voor het omzetten van SOBEK 3 modellen
- Uitbreidbaar met andere type modellen of basisdata
- Vrij beschikbaar via GitHub: <https://github.com/openearth/delft3dfmpy>

Rekenperformance

- Generieke zaken
- ‘zuivere vergelijking’ rekenperformance SOBEK vs DFM voor 2D
- Bevindingen en optimalisatie bij de pilots



Rekenperformance DFM

Rekensnelheid hangt af van:

De schematisatie

- het aantal grid cellen
- de simulatieperiode
- de tijdstap waarmee gerekend kan worden (Courant criterium)

$$C = \frac{u \Delta t}{\Delta x} \leq C_{\max}$$

De hardware

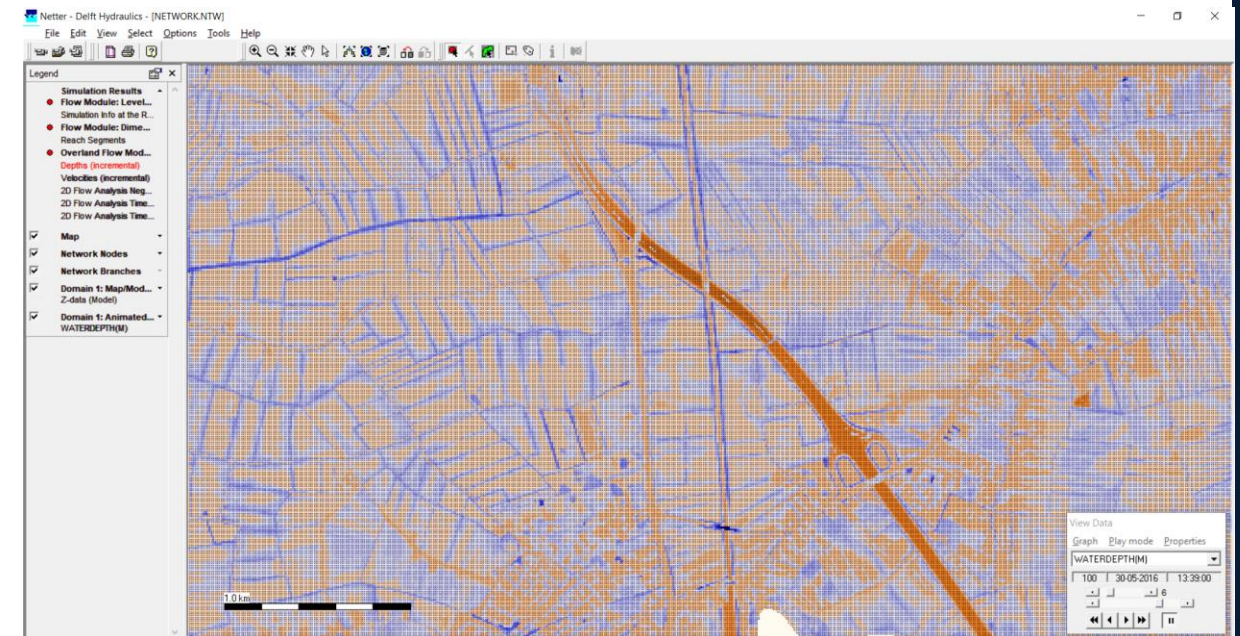
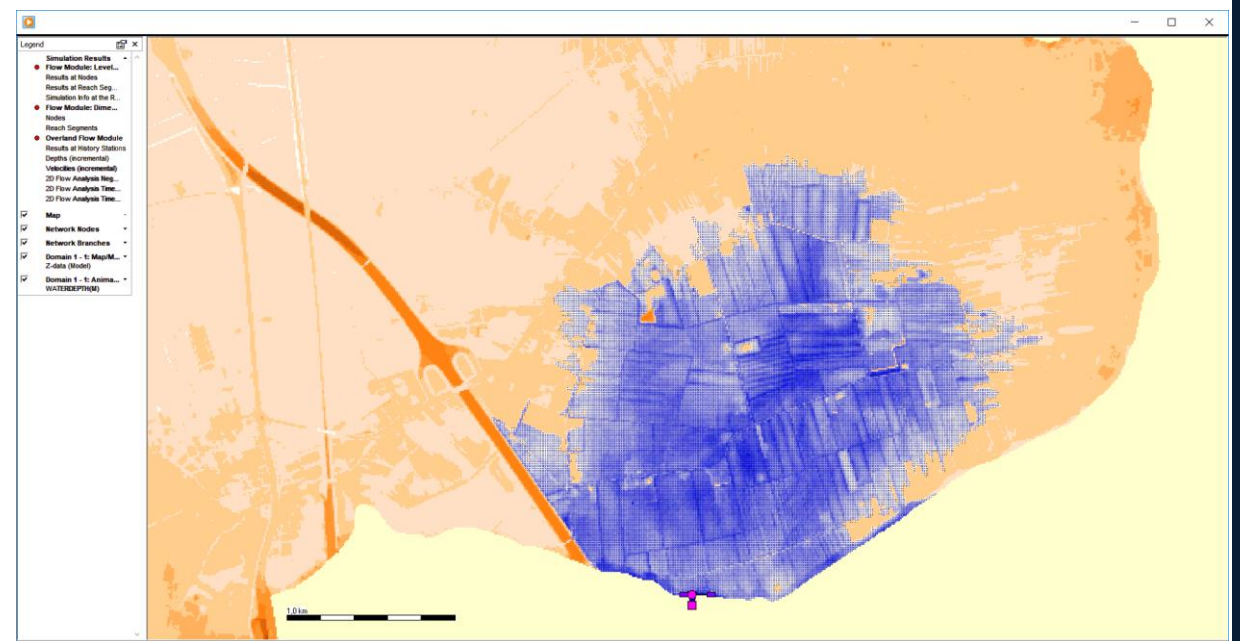
- Aantal cores
- Intern geheugen
- verbinding tussen CPUs en RAM



Analyse SOBEK vs DFM

Testmodel Bommelerwaard

- 2D simulatie voor inundatie door dijkdoorbraak
- 2D simulatie wateroverlast (regen op het grid)



Vergelijkingen rekestijden

Bommelerwaard testmodel

oppervlak Bommelerwaard 117505870 m²
117.5 km²

2D DIJKDOORBRAAK simulatie

simulatie periode: 4 dagen 17 uur 30 min (= 370800 s)

Gridresolutie	aantal actieve gridcellen	factor DFM sneller dan SOBEK	rekestijd SOBEK [s]	rekestijd DFM [s]	rekestijd DFM [d:h:m:s]
5m	4 700 000	∞	-x-x-	..nog niet doorgerekend	
10m	1 170 000	5.2	176199	33961	9 uur 26 min 1 sec
25m	186 000	1.5	2457	1644	42 min en 48 sec
50m	46000	3.0	626	211	3 min en 31 sec

2D REGEN op GRID simulatie

simulatie periode: 2 uur (= 7200 s)

Gridresolutie	aantal actieve gridcellen	factor DFM sneller dan SOBEK	rekestijd SOBEK [s]	rekestijd DFM [s]	rekestijd DFM [d:h:m:s]
5m	4 700 000	∞	-x-x-	6757	1 uur 52 min 37 sec
10m	1 170 000	3.2	1873	593	9 min 53 sec
25m	186 000	3.3	108	32.7	
50m	46000	6.8	23	3.4	

Gem
rekestijdstap is
3.0 sec

atares

Invloed aantal threads

- Effect van gebruik aantal threads (cores) kan orde 20-30% uitmaken in rekentijd

DFM			
Deltares Laptop (6 cores)			
Gridresolutie	# threads	comp. time DFM time steps (+ plots) (s)	slower than fastest
25m	1	1987	21%
25m	3	1686	3%
25m	4	1644	0%
25m	5	1660	1%

DFM			
Deltares Laptop (6 cores)			
Gridresolutie	# threads	comp. time DFM time steps (+ plots) (s)	slower than fastest
50m	1	272	29%
50m	2	224	6%
50m	3	215	2%
50m	4	211	0%
50m	5	215	2%

Hardware, invloed interne geheugen, CPU

- Effect van hardware specificities kan orde 30-50% uitmaken in rekentijd

DFM				
Deltares Laptop (6 cores)				
Gridresolutie	# threads	comp. time DFM time steps (+ plots) (s)	slower than fastest	
10m	4	33961	0%	
System				
Processor:	Intel(R) Core(TM) i7-8750H CPU @ 2.20GHz 2.21 GHz			
Installed memory (RAM):	32.0 GB (31.8 GB usable)			
System type:	64-bit Operating System, x64-based processor			
WCF rekennode (4 cores)				
Gridresolutie	# threads	comp. time DFM time steps (+ plots) (s)	slower than fastest	slower than Laptop
10m	4	46787	0%	38%
System				
Processor:	Intel(R) Xeon(R) Gold 6144 CPU @ 3.50GHz 3.50 GHz (2 processors)			
Installed memory (RAM):	16,0 GB			
System type:	64-bit Operating System, x64-based processor			

WCF rekennode (4 cores)				
Gridresolutie	# threads	comp. time DFM time steps (+ plots) (s)	slower than Laptop	
25m	1	2568	29%	
25m	3	2549	51%	
25m	4	2306	40%	
25m	5	2430	46%	

Terug naar de pilots: Bevindingen en optimalisatie bij de pilots



Aanbevelingen pilot Randstadmodel (Hydrologic), vervolg in D-HYDRO

- “[..] in D-HYDRO mogelijk te maken om een SOBEK model te importeren”
 - ✓ Er is nu een SOBEK3 → D-HYDRO converter voor netwerk, kunstwerken, boundaries en laterals, observation points, initials.
 - ✓ Voor het TKI-Urban project wordt nu gekeken naar overnemen van de SOBEK-2 importer in D-HYDRO.
- “[..] geautomatiseerd het omliggende grid te verlagen als dit hoger ligt dan de bresdiepte”
 - ✓ Behouden als preprocessing in bijv. GIS.
 - Wellicht is 1D2D bresgroei een alternatief.
- “lijnelementen op het 2D grid [..] als er meer detail is dan waar D-HYDRO mee om kan gaan.”
 - Nu nog via opknippen als preprocessing in bijv. GIS.
- “de sturing voor kunstwerken op het 1D netwerk net zo te implementeren als de sturing voor kunstwerken op het 2D netwerk”
 - ✓ Is ondertussen geïmplementeerd (culvert/general structure/weir/pump/orifice/dambreak).
- “onderzoeken of deze [Interacter GUI] mogelijkheden ook kunnen worden overgenomen in de Deltashell.”
 - Niet verwacht op korte termijn, dus Interacter blijft een diagnose-tool voor de huidige TKI-partners.

Bevindingen pilot Bommelerwaard, vervolg in D-HYDRO

- Rekenperformance goed voor grove modellen, niet goed voor hoge resolutie modellen.
 - De rekentijdstap moet veel hoger kunnen (nog niet kunnen bestuderen): voor 10-20m grid (0.82 s), 5-10m grid (0.33 s).
 - ✓ Zie ook performance-resultaten Govert: D-HYDRO kan met tijdstappen 5-60 seconden rekenen op dit soort resoluties.
- Potentie van parallelisatie
 - Parallelisatie in D-HYDRO is typisch 60-80% efficiënt: dat betekent bijv: op 32 cores samen reken je 20 keer zo snel.
 - 1D moet nog geparallelliseerd worden (interpolatie van 1D cross secties, etc.). Wens voor 2020.
- 1D2D bres mogelijk?
 - Staat op de “nice-to-have” lijst waar na de nu lopende urban-sprints weer aan gewerkt kan gaan worden.

Overige punten Pilot Bommelerwaard, vervolg in D-HYDRO

- “is automatische generatie van een driehoekig grid ook beschikbaar zoals met het grid (op basis van een celgrootte en een omtrek van het gebied)?”
 - ✓ Ja.
- “Zijn alle gebruikte functies van het genereren en bewerken van het grid straks beschikbaar in de DeltaShell? bv. koppelen met driehoeken, verwijderen kleine flow-links, herorthogonaliseren.”
 - ✓ Afgelopen zomer zijn ruim 30 functies overgezet naar de DeltaShell grid-editor. Genoemde zitten daar ook in.
- “Diepteafhankelijke en seizoensafhankelijke bodemruwheden”
 - Tijdsafhankelijke ruwheden worden nog gemaakt in D-HYDRO.
 - Stelling: Diepteafhankelijke ruwheden niet nodig als hele modelgebied vergrid is.
- “Schade en Slachtoffer Module scripts openbaar beschikbaar?”
 - Ja, is ons standaard uitgangspunt. Binnen TKI-2 zouden ze opgeschoond+gedocumenteerd moeten worden.

Pilot De Dommel, vervolg in D-HYDRO

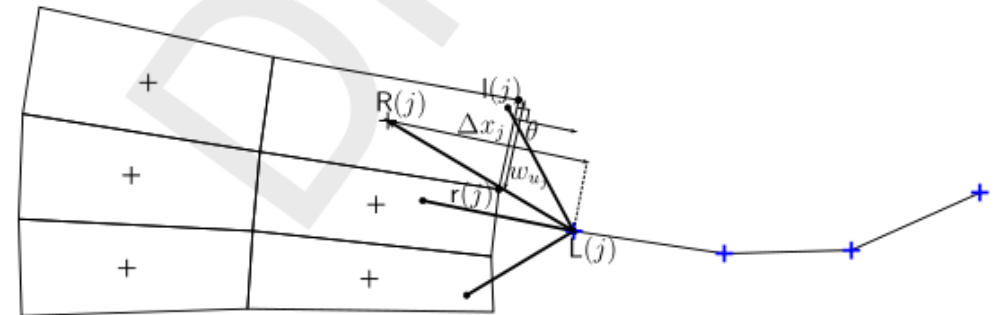
- 1D2D embedded en laterale koppelingen
 - ✓ Technical Reference documentatie wordt nu opgeschreven.
- Culverts, performance
 - ✓ Alle kunstwerken (ook culverts) worden ondertussen tijdens de berekening gecontroleerd met omliggende bodems en profielbreedtes.
Automatische aanpassing + warning messages.

8.8.2 1D2D lateral and embedded connections

The 1D2D lateral and embedded connections serve two purposes, but are treated numerically in one and the same way. Both can be used to model 'sideways' exchange of water between a 1D channel and neighbouring 2D grid cells. The difference between lateral and embedded connections is that for lateral connections, the 2D grid cells are supposed to *not* overlap with the 1D computational cells, whereas for embedded connections the 2D grid cells overlap the 1D channels. This may result in double storage above the extent of the 1D computational cells, but this may sometimes be preferable over fully aligning 2D model grids with relatively small 1D channels.

8.8.3 1D2D longitudinal connection

The 1D2D longitudinal connection type can be used to model 1D channel flow feeding into a downstream 2D domain part, or vice versa. The coupling is based on conveyance interpolation and the coupling is oriented perpendicular to the 2D grid cell edges, which should typically approximate the 1D channel flow direction.



Face-based water depth h_{u_j}

The water depth on a 1D2D link j is defined as:

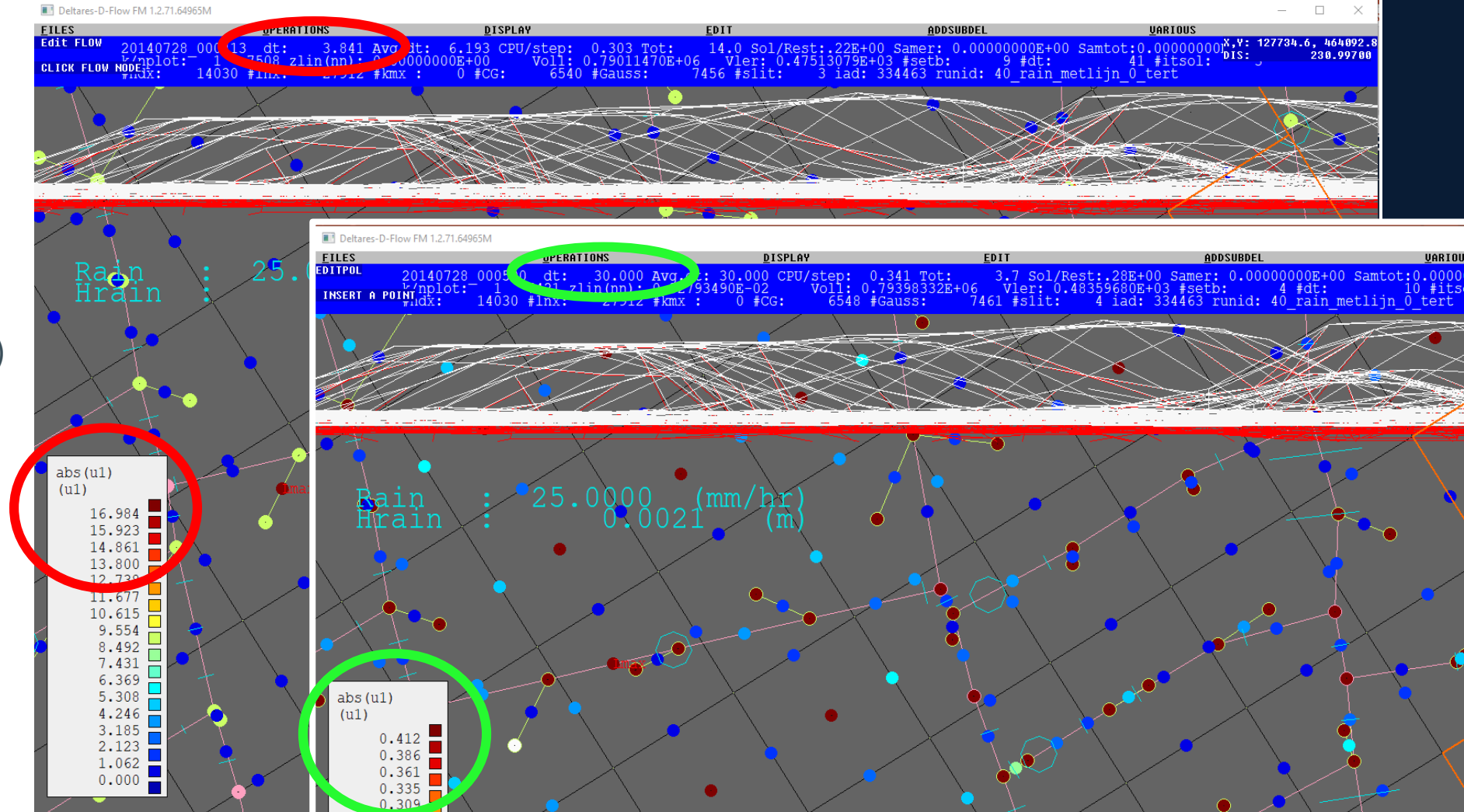
$$h_{u_j} = \begin{cases} \zeta_{u_j} - \min(bl_{1_j}, bl_{2_j}) & \text{if conveyance type} > 1 \\ \zeta_{u_j} - \max(bl_{1_j}, bl_{2_j}) & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (8.61)$$

where the upwind water level ζ_{u_j} is defined according to (D-Flow FM TRM, 2015, Equation (6.15)).

Pilot De Tol, HDSR, vervolg in D-HYDRO

- “Rekentijden. Verdere optimalisatie van de modellen naar verwachting mogelijk”

- ✓ 1D2D links blijken fout afgehandeld te worden als BedLevType=1. Wordt nu opgelost.
- ✓ Ook advectionafhandeling op embedded links bleek kapot gegaan. Is nu opgelost (tijdstap 10 keer groter voor 40m grid)



Rapportage van pilot resultaten - discussie

- Rapport
- Wiki
- artikel

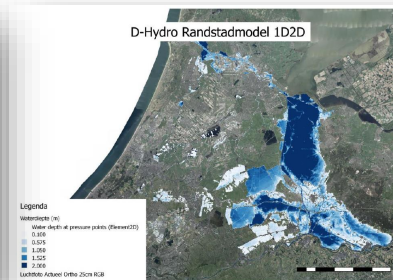
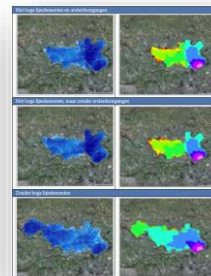
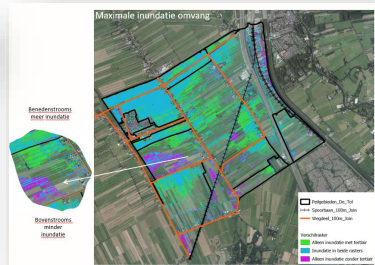
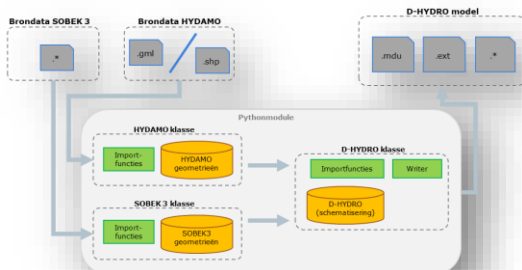
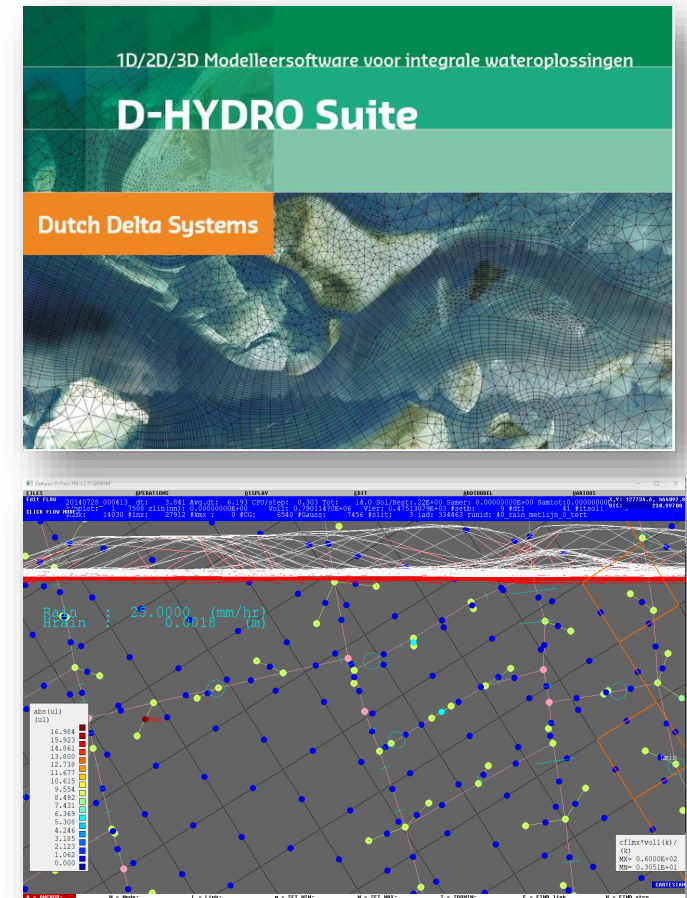
- ...?



Terugblik op TKI - discussie

Doelen TKI project D-HYDRO voor Waterschappen:

- De ontwikkelingen van de D-HYDRO Suite versnellen, specifiek gericht op componenten die relevant zijn voor waterschappen, met een voor de waterschappen bruikbare toepassingen als resultaat.
- Kennis en ervaring opdoen met de nieuwe technieken en functionaliteiten van de D-HYDRO Suite. {pilots}
- Geautomatiseerde import van brongegevens in het format van het datamodel HyDAMO



Vooruitblik TKI-2 en verder

- Welke ideeën en wensen zijn er voor vervolg?
- Hoe willen de waterschappen en de bureaus betrokken blijven bij het verdere vervolg?



Dank!

- Bedankt voor jullie inzet en bijdragen voor de ontwikkeling van D-HYDRO!
- ...en voor de prettige samenwerking!

