



## NHI module Oppervlaktewater

### Ontwikkeling RIBASIM

Huite Bootsma  
Martijn Visser  
Peter Gijsbers  
(en anderen...)

19 januari 2023



# Waarom?

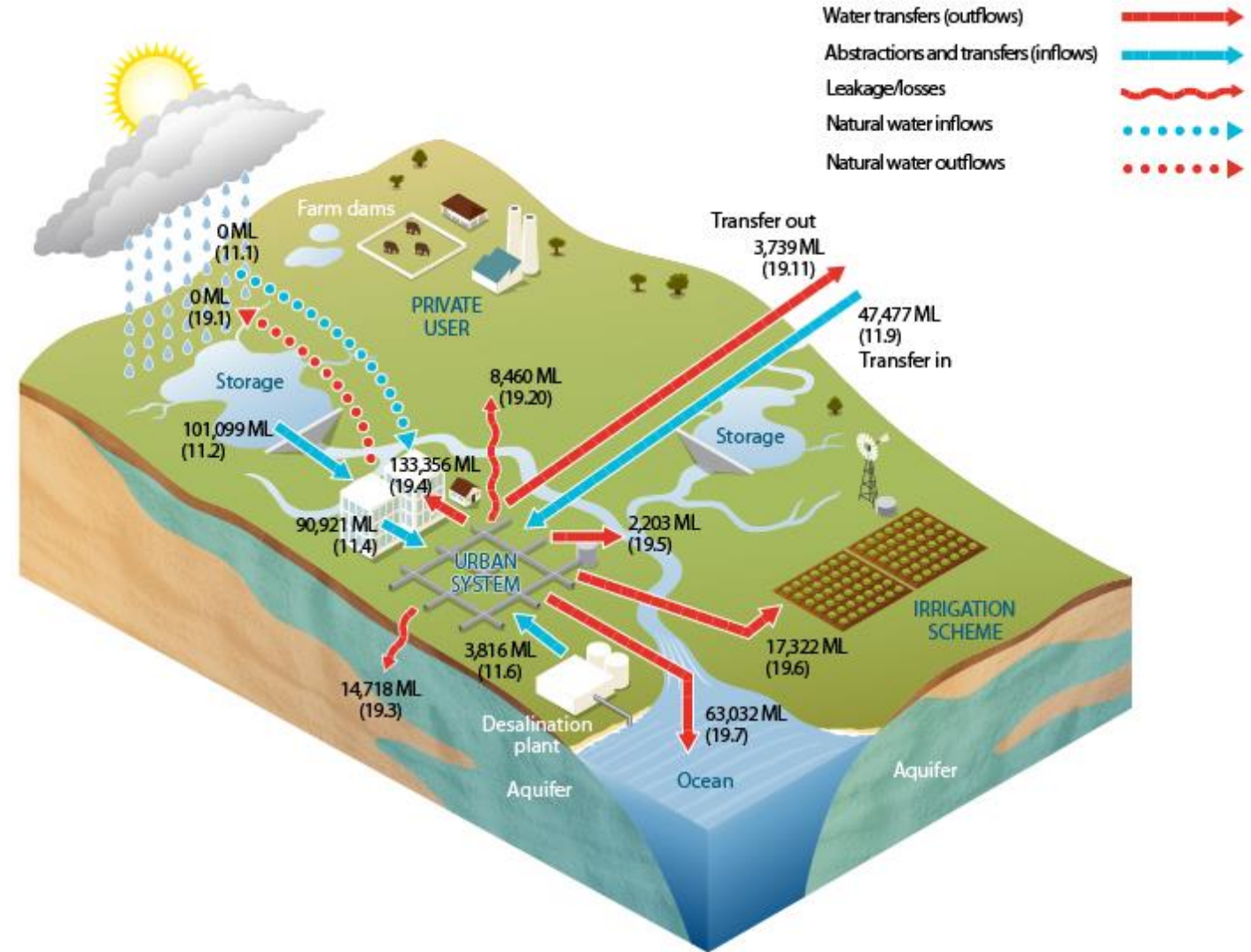




# Waarom?

## Grondwater- en oppervlaktewaterinteractie

- Beek: valt hij droog of niet? Afhankelijk van grondwatervoeding, maar ook bovenstroomse gebruikers
- Voor grondwatermodellen: extra validatiegegevens, begrenzing op randvoorwaarde
- Simulatie van kleinschalige ingrepen



# Wat ging vooraf: zie [www.nhi.nu](http://www.nhi.nu)

- Herzien advies aan RWS (2020-2021) voor vervanging landelijke MOZART/DM
- 2021 proces gestart met waterschappen
  - Consultatie marktpartijen
  - Resultaat: **adviesrapport** prototype oppervlaktewatermodule NHI, zie

**Conclusie:** synergie te behalen door samen op te trekken in ontwikkeling landelijke en regionale modellering



## Actueel

Hydamo  
Modelcodes  
Onttrekkingen

## Gerealiseerd

NHI zoet-zout  
Lagenmodel  
Data portaal  
Versnelling modelcode

## Modelcodes

### Voortraject ontwikkelingen oppervlaktewatermodules NHI

Al enkele jaren is er de behoefte om de oppervlaktewatermodules voor de landelijke toepassing van het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium, het Landelijk Hydrologisch Model (LHM), te vervangen. De huidige modelcodes voor het oppervlaktewater in LHM, het Distributiemodel (DM) en MOZART, zijn aan vervanging toe, mede omdat ze weinig mogelijkheid bieden om de schematisatie te verbeteren en beter te laten aansluiten bij het regionale waterbeheer.

In 2016 is geadviseerd om de modelcode van MOZART en DM te vervangen door RTC-tools. Dit is in 2017 en 2018 gerealiseerd, maar de uitkomsten van het model vertoonden nog niet plausibele resultaten (zie [rapportage LHM 3.6](#)). Het ontwikkeltraject is geëvalueerd. Daarbij is onder meer geconcludeerd dat voor het regionale oppervlaktewatersysteem de onderliggende data moet worden vernieuwd, waarbij is geadviseerd gebruik te maken van [HyDAMO](#).

In 2019 zijn bovendien de eisen ten aanzien van de oppervlaktewatermodellering verder aangescherpt door RWS en op basis daarvan is een [nieuw advies uitgebracht voor de vervanging van DM en MOZART](#). Dit advies is vervolgens nog geactualiseerd in een [memo](#) op basis van aanscherping van de wensen.

In april 2021 is door STOWA een traject gestart om de eisen en wensen van waterschappen ten aanzien van een oppervlaktewatermodule NHI in beeld te brengen; ook zijn marktpartijen geconsulteerd. In het traject is geconcludeerd dat er synergie kan worden bereikt tussen regionale ontwikkeling en ontwikkeling van het landelijke model. In de startbijeenkomst (6 april 2021) met waterschappen is een toelichting gegeven op de inventarisatie van de eisen en wensen, alsmede op het traject van de ontwikkeling van het landelijke model. De presentaties zijn hieronder beschikbaar:

- [introduce NHI module oppervlaktewater 6 april 2021.pdf](#)
- [toelichting NHI module oppervlaktewater 6 april 2021.pdf](#)
- [toelichting ontwikkeling oppervlaktewater landelijk model 6 april 2021.pdf](#)

De rapportage en het advies over de te ontwikkelen oppervlaktewatermodule NHI zijn [hier](#) te vinden. In januari is een [geactualiseerd advies](#) uitgebracht. In het voorjaar van 2022 is begonnen met de eerste ontwikkeling van software (zie hieronder).

### Ontwikkeling van een prototype voor de nieuwe oppervlaktewatermodule NHI

Op basis van het voortraject is begin 2022 besloten in het NHI om een prototype voor een oppervlaktewatermodule NHI te ontwikkelen, die na doorontwikkeling moet kunnen worden ingezet als vervanger van huidige modules SIMRES en MOZART, laatst genoemde samen met een vervanger van het landelijke Distributiemodel door Ribasim.

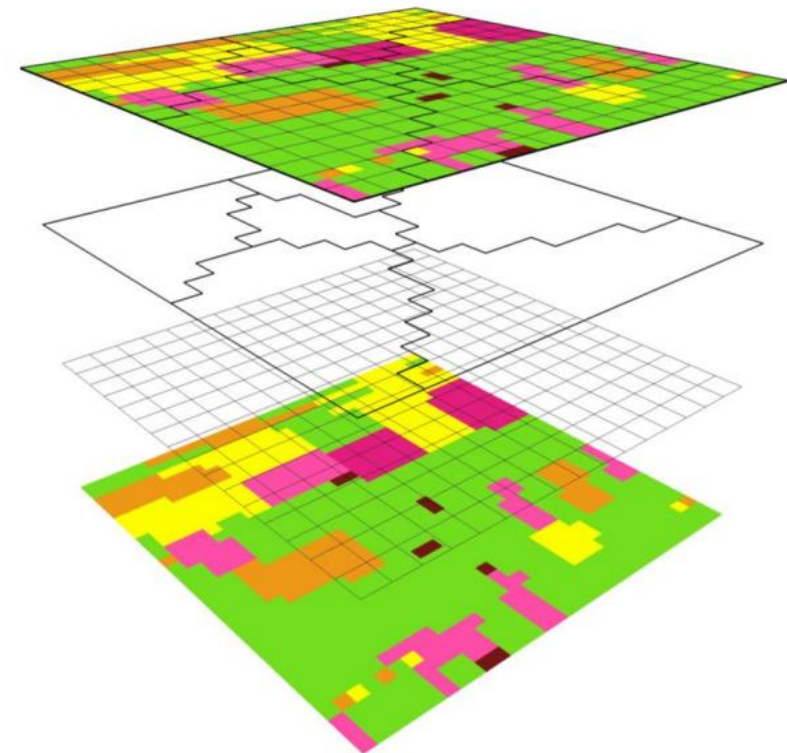
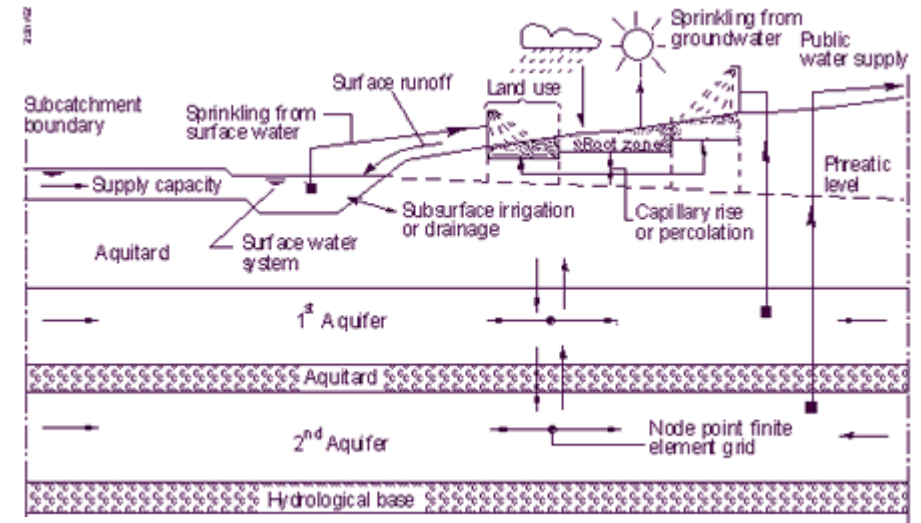
Voor de ontwikkeling zijn niet alleen eisen benoemd waaraan het prototype type in eerste instantie moet voldoen, maar ook is al rekening gehouden met eisen voor de vervolgfase. Het prototype is getoetst in zowel een vrijafwaterend gebied als in het peilbeheerste gebied. Hiervoor zijn vanuit het NHI respectievelijk stroomgebiedjes van de Hupsel en polder de Tol aangewezen.

Het prototype, een voorloper van nieuwe modules binnen Ribasim en iMOD, is ontwikkeld in een open ontwikkelomgeving en de code is te vinden op: <https://github.com/Deltares/bach>

# Geschiedenis

Regionaal:

- SIMRES als “bakjesmodel” binnen SIMGRO
- Fundamentele concepten zijn steeds relevant!
- Maar: complex en in onbruik geraakt



# Geschiedenis

Regionaal:

- SIMRES als “bakjesmodel” binnen SIMGRO
- Fundamentele concepten zijn steeds relevant!
- Maar: complex en in onbruik geraakt

Landelijk, RWS:

- MOZART & Distributiemodel (DM)
- Nog deel van het LHM
- Maar achterstallig onderhoud, lastig te controleren
- “Numeriek naief”

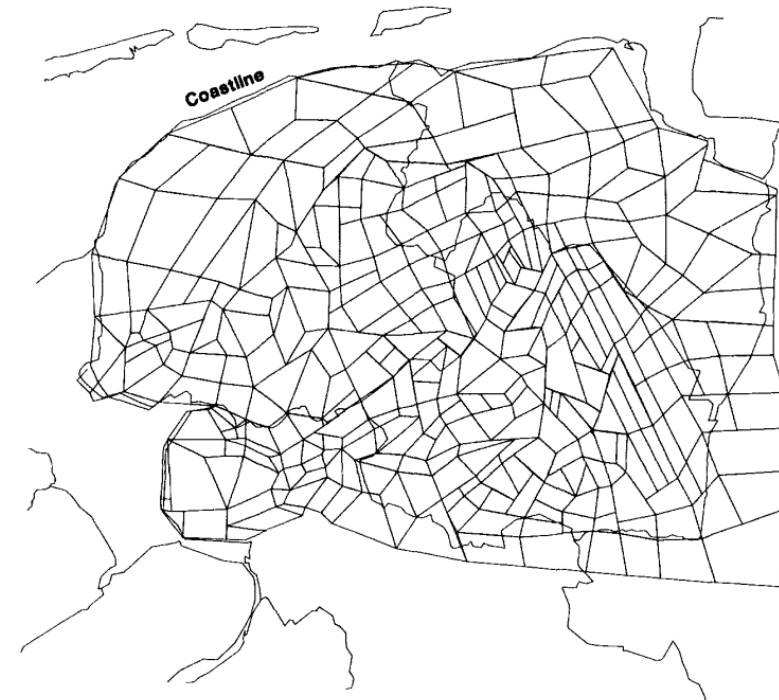
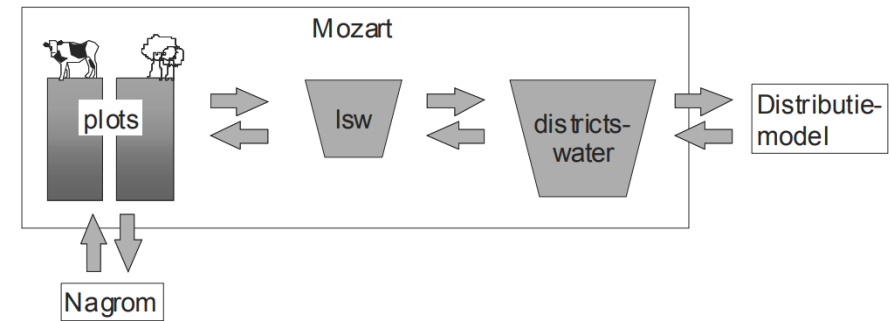


Figure 6.7.1: Regional area elements covering the supra-region Great-Drenthe.



# Geschiedenis

Regionaal:

- SIMRES als “bakjesmodel” binnen SIMGRO
- Fundamentele concepten zijn steeds relevant!
- Maar: complex en in onbruik geraakt

Landelijk, RWS:

- MOZART & Distributiemodel (DM)
- Nog deel van het LHM
- Maar achterstallig onderhoud, lastig te controleren
- “Numeriek naief”

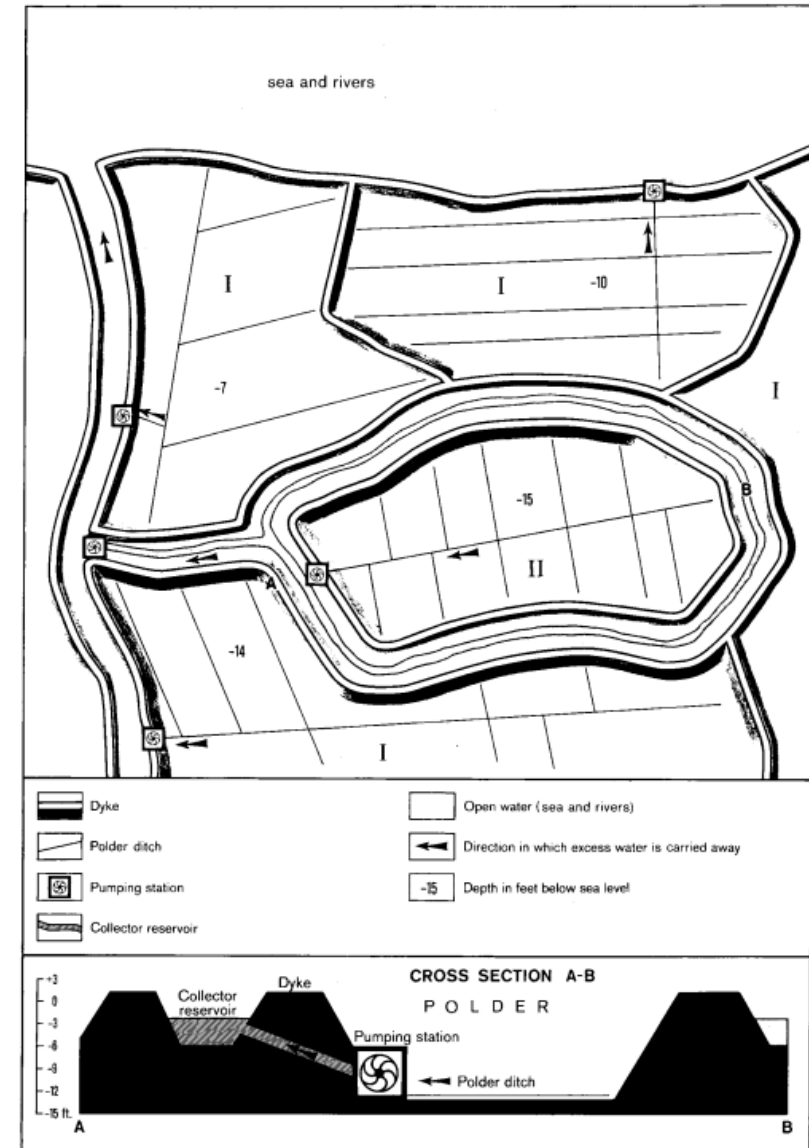


Fig. 1.3--Common system of water control in the Lowlands

Goeller, B. F. (1983). Policy analysis of water management for the Netherlands. Vol I: Summary report. R-2500/1 NETH for rijkswaterstaat.

# Geschiedenis

## Regionaal:

- SIMRES als “bakjesmodel” binnen SIMGRO
- Fundamentele concepten zijn steeds relevant!
- Maar: complex en in onbruik geraakt

## Landelijk, RWS:

- MOZART & Distributiemodel (DM)
- Nog deel van het LHM
- Maar achterstallig onderhoud, lastig te controleren
- “Numeriek naief”

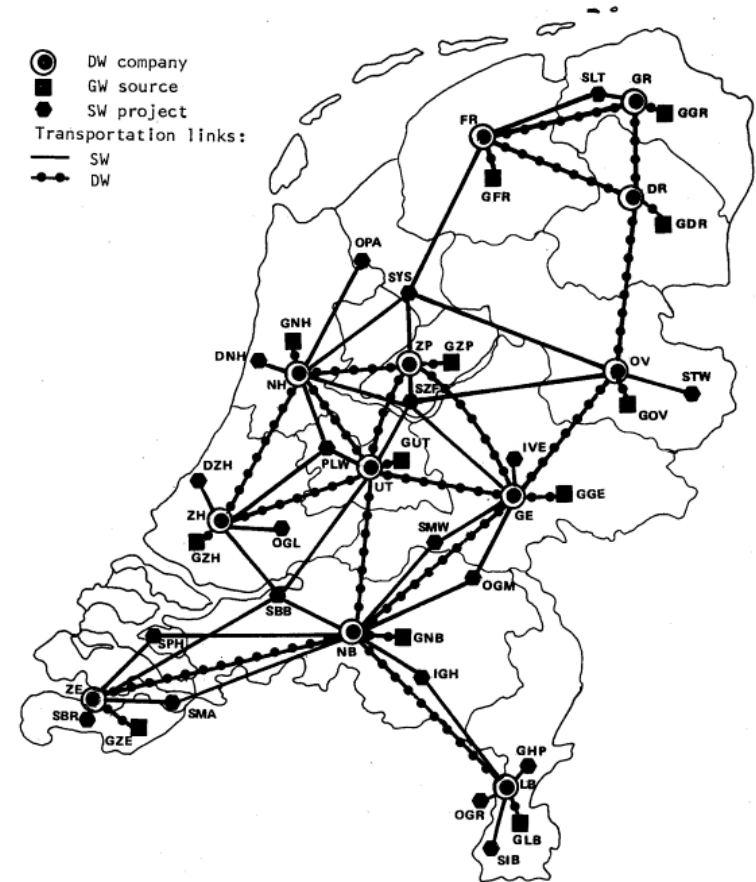


Fig. 14.1--RIDDWM network

Goeller, B. F. (1983). Policy analysis of water management for the Netherlands. Vol I: Summary report. R-2500/1 NETH for rijkswaterstaat.



# Het mooiste in de hydrologie...?



# Het mooiste in de hydrologie...?

## Toepassing en implementatie van wiskunde!

The transformation into the  $\zeta$  plane is effected by

$$z^* = \ln \zeta, \zeta = \exp(z^*) = \exp(\pi z/h)$$

The points  $z = -\infty$ ,  $z = ih$ ,  $z = +\infty$  correspond to  $\zeta = 0$ ,  $\zeta = -1$ ,  $\zeta = \infty$ , as required.

On the other hand it was found in section 7.4 that the sine function  $z = \sin w$  mapped the semi-infinite strip  $-\pi/2 \leq \Re(w) \leq +\pi/2$ ,  $0 \leq \Im(w) < \infty$  onto the half-plane  $\Im(z) \geq 0$ . In the present case it is required to map the semi-infinite strip  $0 \leq \Im(\Omega) \leq Q$ ,  $0 \leq \Re(\Omega) < \infty$  onto a half-plane. The linear transformation

$$\Omega^* = i\pi\Omega/Q + \pi/2$$

carries the semi-infinite strip in the  $\Omega$ -plane into the semi-infinite strip  $-\pi/2 \leq \Re(\Omega^*) \leq +\pi/2$ ,  $0 \leq \Im(\Omega^*) < \infty$ . The transformation to a half-plane is then given by

$$\zeta^* = \sin \Omega^* = \cosh(\pi\Omega/Q)$$

The points  $\Omega = 0$ ,  $\Omega = iQ$ ,  $\Omega = \infty$  correspond to  $\zeta^* = 1$ ,  $\zeta^* = -1$ ,

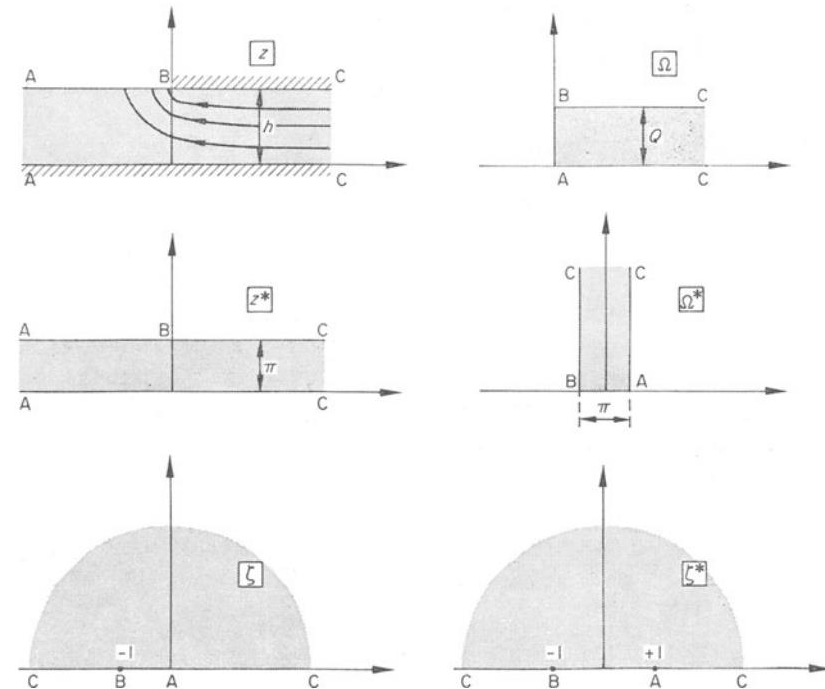


FIG. 8.2 Flow in an infinite layer

# Uitgangspunten

Open source

Bestaande, efficiënte open source file formats

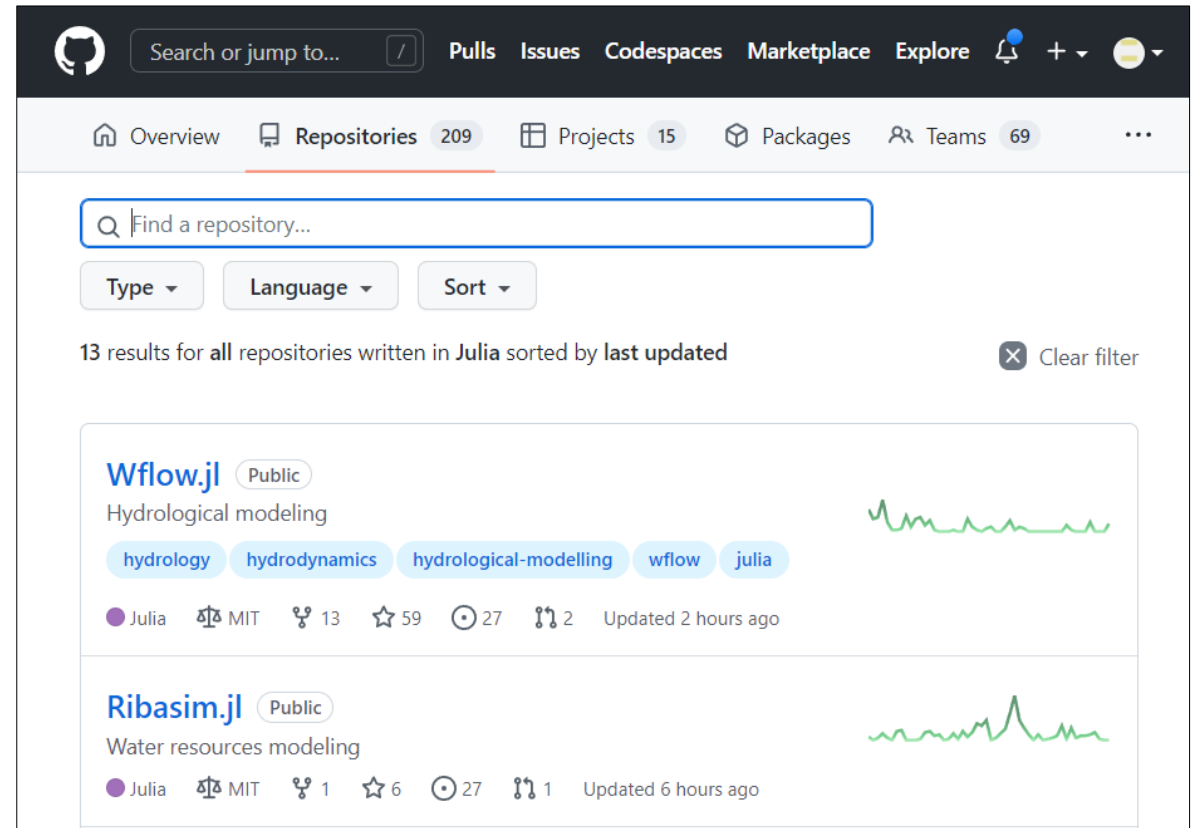
Visualiseerbare input & output (QGIS!)

Stand-alone en gekoppeld te draaien

Sluitende waterbalans

Geprogrammeerd in Julia

**Deltares**





# Waarom julia

Simulatiecodes worden meestal in C, C++, of Fortran geschreven (gecompileerd)

Meeste hydrologen kennen Python, Matlab, or R (interactief)

“Twee-talen probleem”: scheiding tussen programmeurs en hydrologen

Vandaar Julia: “Walk like Python, run like C”



# “Walk like Python...”

```
class Point(NamedTuple):
    x: float
    y: float

class Vector(NamedTuple):
    x: float
    y: float

def cross_product(u: Vector, v: Vector) -> float:
    return u.x * v.y - u.y * v.x

def polygon_area(polygon):
    nvertex = len(polygon)
    area = 0.0
    a = Point(polygon[0, 0], polygon[0, 1])
    b = Point(polygon[1, 0], polygon[1, 1])
    U = Vector(b.x - a.x, b.y - a.y)
    for i in range(2, nvertex):
        c = Point(polygon[i, 0], polygon[i, 1])
        V = Vector(a.x - c.x, a.y - c.y)
        area += abs(cross_product(U, V))
        b = c
        U = V
    return 0.5 * area
```



```
struct Point
    x::Float64
    y::Float64
end

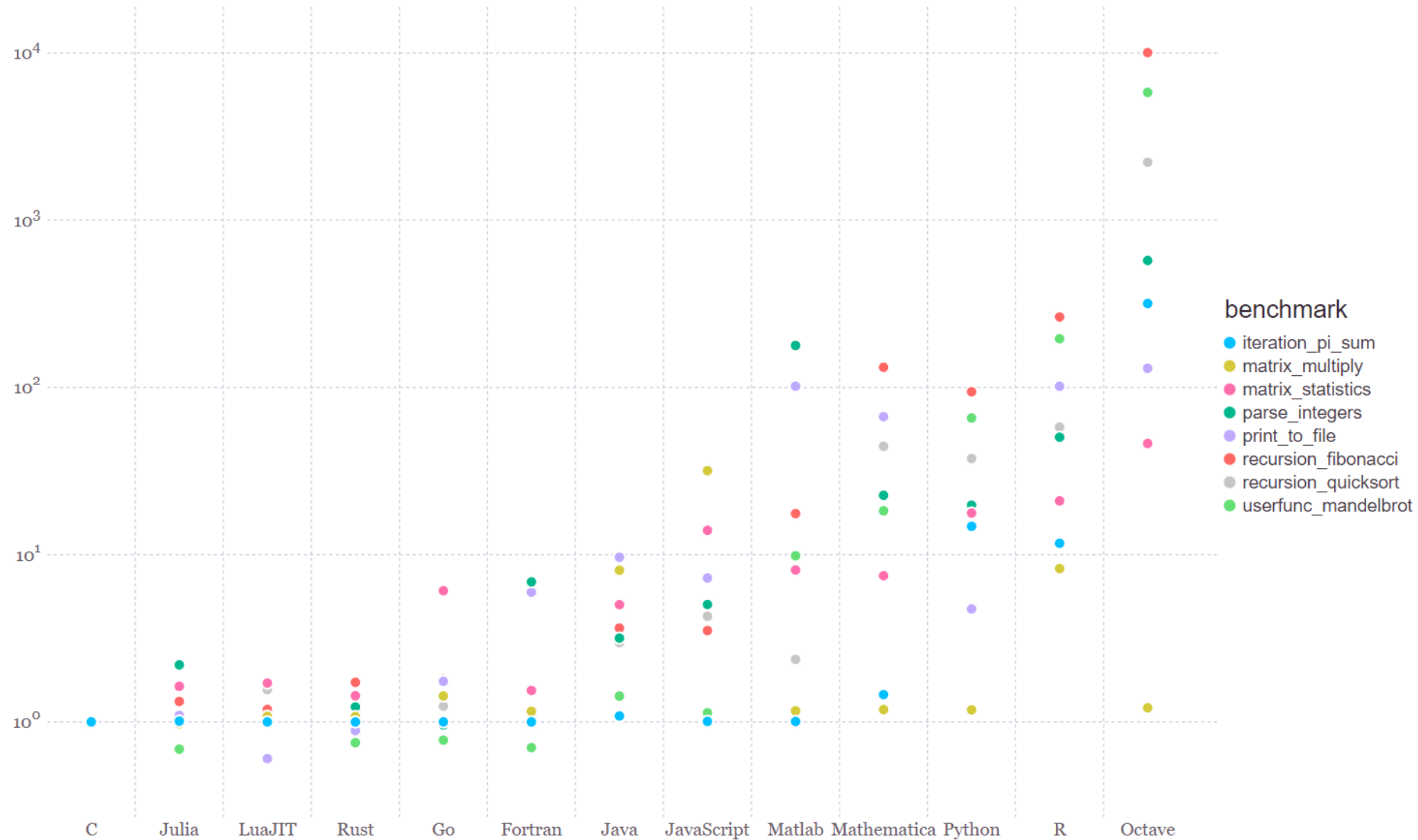
struct DVector
    x::Float64
    y::Float64
end

function cross_product(u::DVector, v::DVector)
    u.x * v.y - u.y * v.x
end

function polygon_area(polygon)
    nvertex = length(polygon)
    area = 0.0
    a = Point(polygon[1, 1], polygon[2, 1])
    b = Point(polygon[1, 2], polygon[2, 2])
    U = DVector(b.x - a.x, b.y - a.y)
    for i in 3:nvertex
        c = Point(polygon[1, i], polygon[2, i])
        V = DVector(a.x - c.x, a.y - c.y)
        area += abs(cross_product(U, V))
        b = c
        U = V
    end
    return 0.5 * area
end
```



# “... run like C”



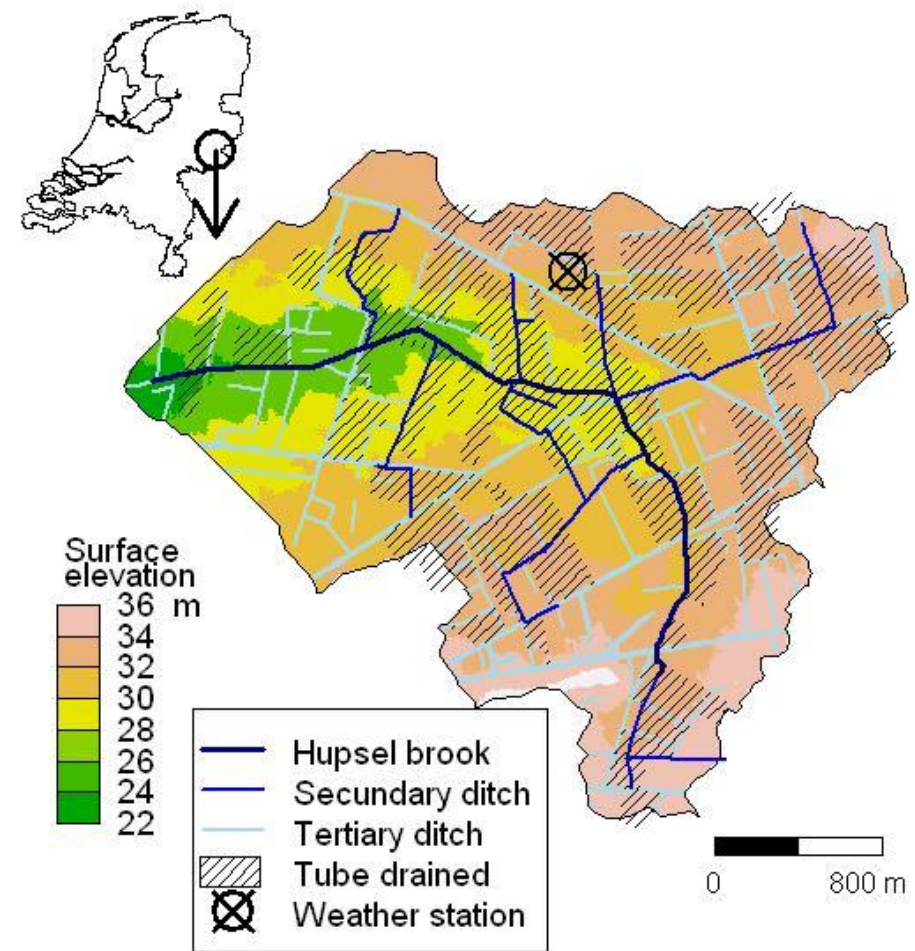


# “Gelumpte” benadering voor oppervlaktewater

Identiek aan de fundamentele concepten van SIMRES (of MOZART):

- “Representatief basin”
- Berekent de massabalans voor het oppervlaktewater

We sommeren in binnen stroomgebied (“basin”) het water in alle oppervlaktewateren



# “Gelumpte” benadering voor oppervlaktewater

Identiek aan de fundamentele concepten van SIMRES:

- “Representatief basin”
- Berekent de massabalans voor het oppervlaktewater

We sommeren in binnen stroomgebied (“basin”) het water in alle oppervlaktewateren

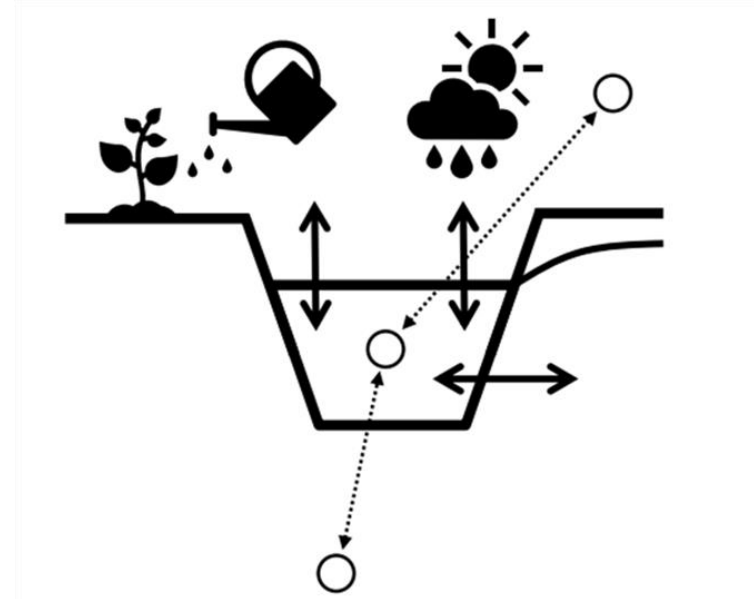


# “Gelumppte” benadering voor oppervlaktewater

Identiek aan de fundamentele concepten van SIMRES:

- “Representatief basin”
- Berekent de massabalans voor het oppervlaktewater

We sommeren in binnen stroomgebied (“basin”) het water in alle oppervlaktewateren





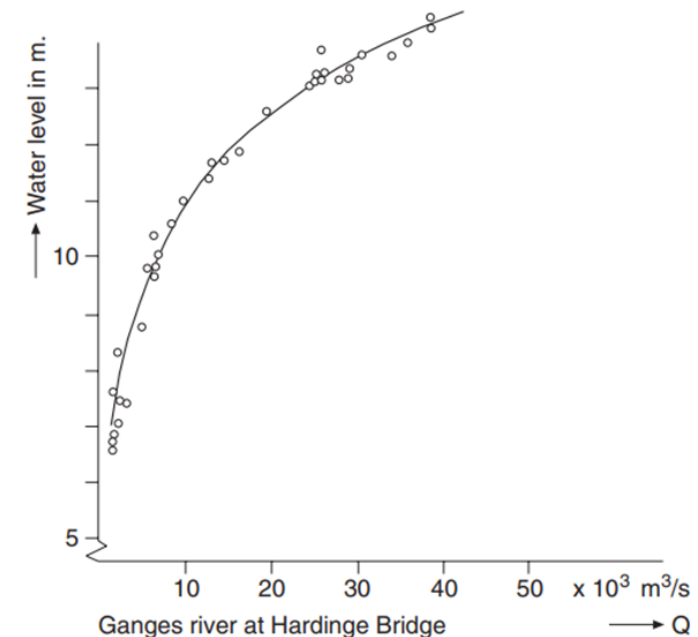
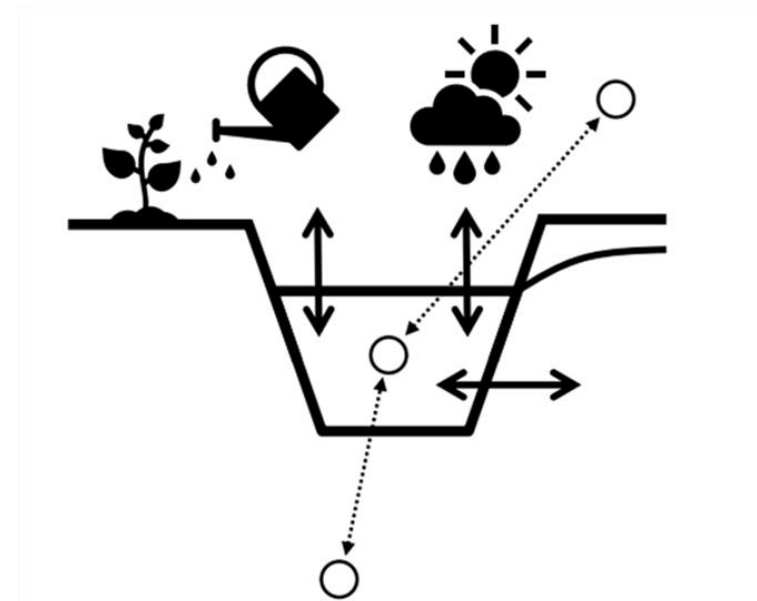
# “Gelumppte” benadering voor oppervlaktewater

Identiek aan de fundamentele concepten van SIMRES:

- “Representatief basin”
- Berekent de massabalans voor het oppervlaktewater

We sommeren in binnen stroomgebied (“basin”) het water in alle oppervlaktewateren

Gedrag representeren via eenvoudige relaties voor samengestelde peilen, volumes en bergingsverandering



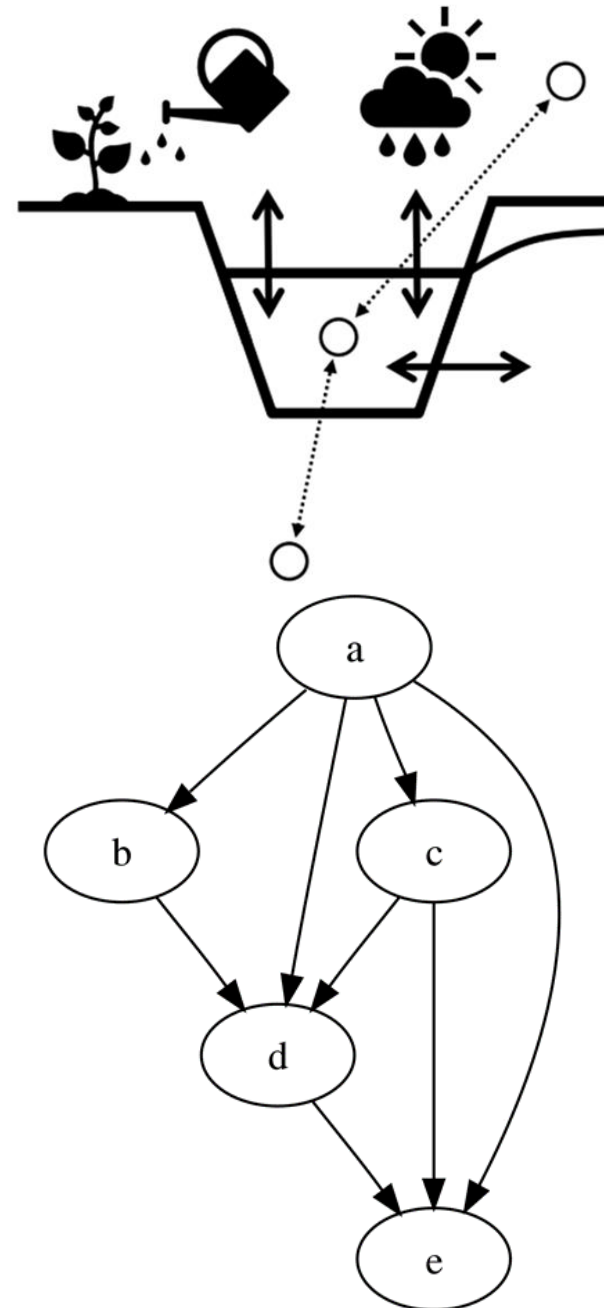
# “Gelumpte” benadering voor oppervlaktewater

Identiek aan de fundamentele concepten van SIMRES:

- “Representatief basin”
- Berekent de massabalans voor het oppervlaktewater

We sommeren in binnen stroomgebied (“basin”) het water in alle oppervlaktewateren

Deze basins staan in verbinding met elkaar, en vormen een netwerk.

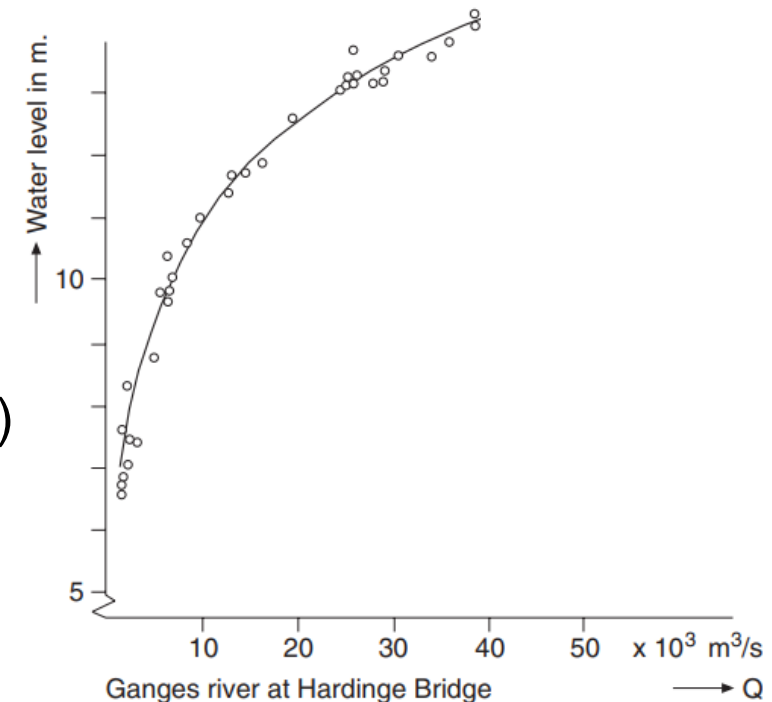
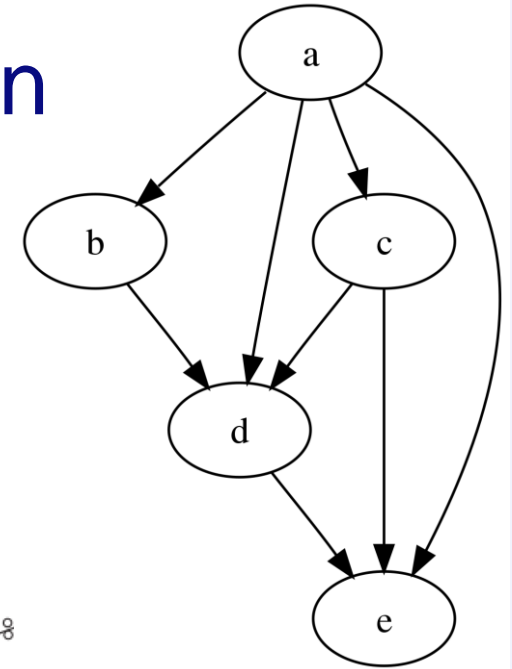


# Continue “fysica”, discreet menselijk handelen

- Prioritering (verdringingsreeks)
- Uitstroming treedt op basis van “empirische” relaties
  - Hoogte boven stuw
  - Of peilverschil tussen basin
- Bijv. af te leiden uit bestaande hydrodynamische modellen

Waterverdeling op basis van regels:

- Bijv. prioritering (verdringingsreeks)
- Op discrete momenten (bijv. elke dag, elke week, etc.) wordt waterverdeling gestuurd
  - Bijv. een beregeningsverbod

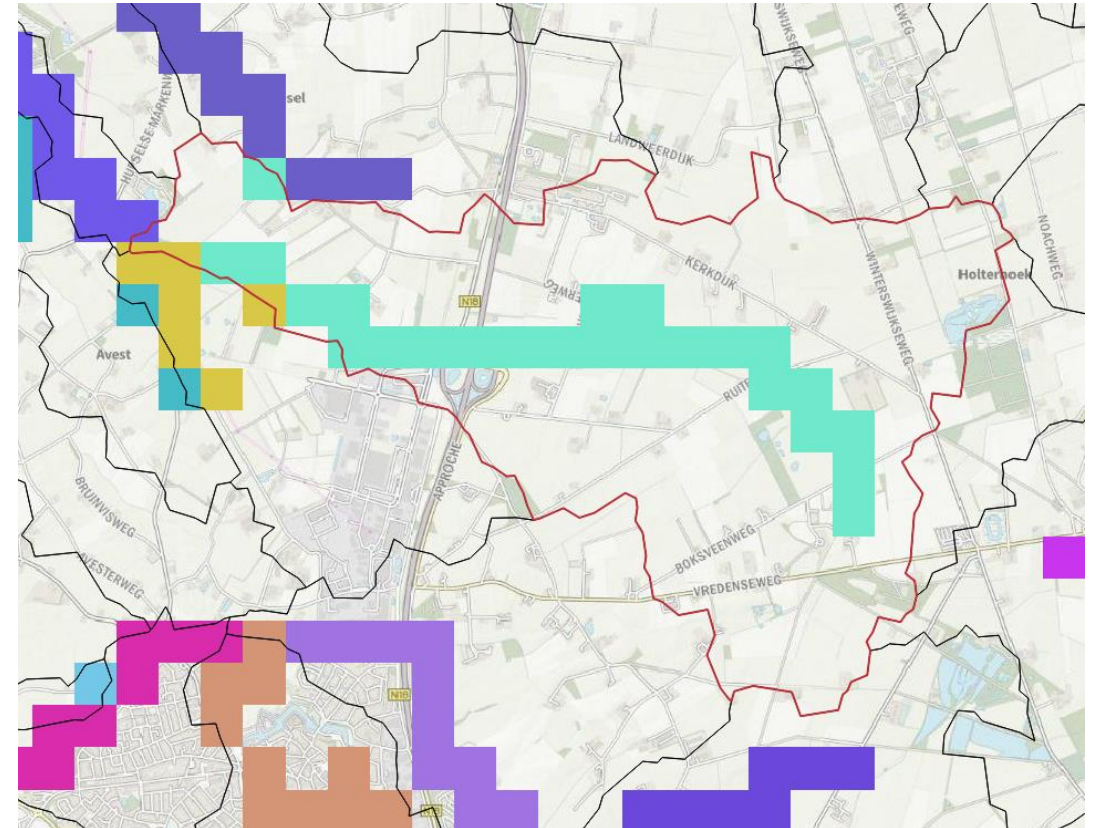




# Koppeling met MODFLOW6, MetaSWAP

## Waterbalanstermen

- MODFLOW6
  - Infiltratie
  - Drainage
- MetaSWAP
  - Oppervlakkige afstroming
  - Agriculturele watervraag
- RIBASIM
  - Naar MODFLOW6: waterhoogte
  - Naar MetaSWAP gegund debiet



# Standalone benchmark

Performance inschatting op basis van LHM MOZART schematisatie: 8500 eenheden in landelijk netwerk

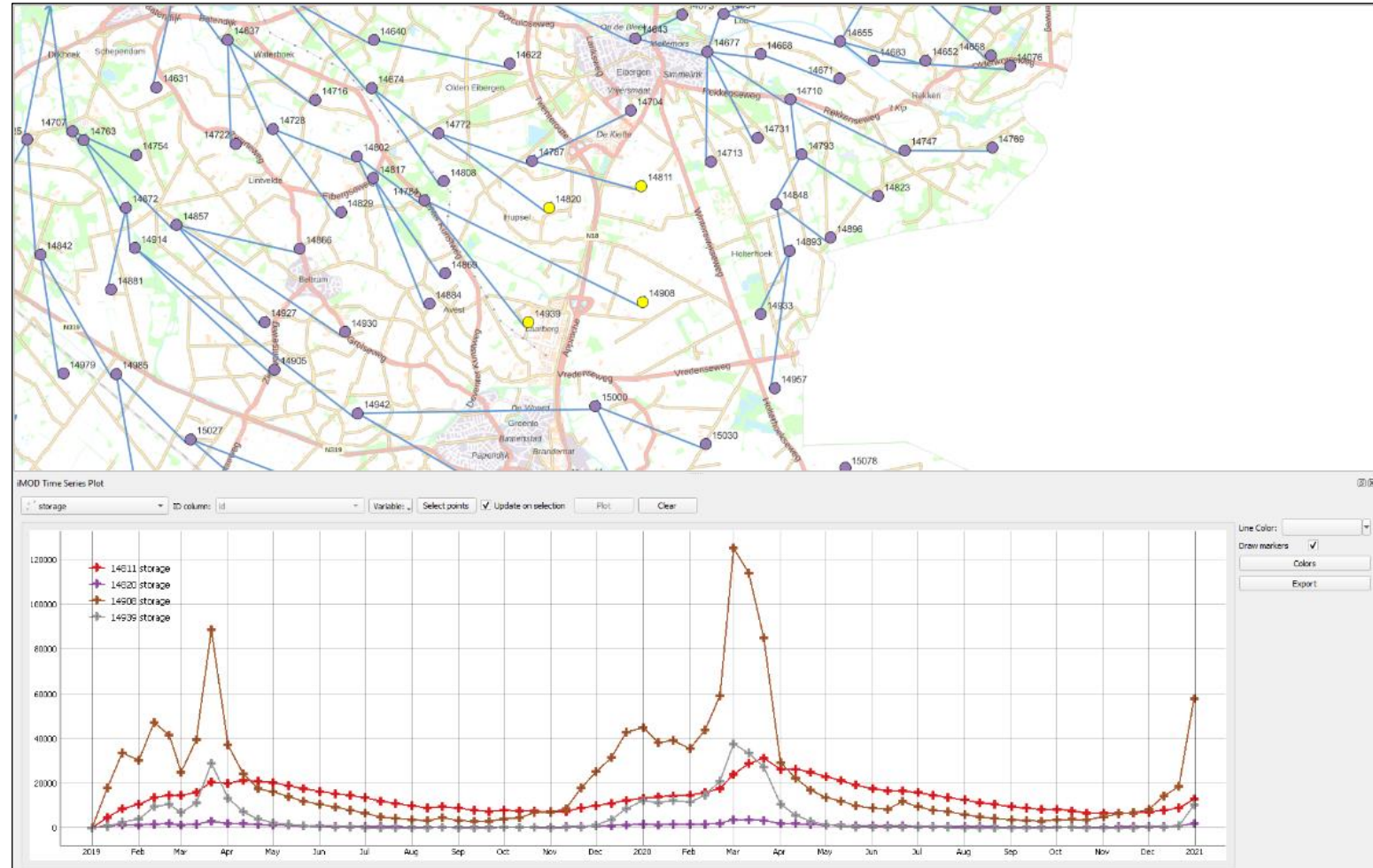
Ter vergelijking seriele LHM run (circa 5 miljoen MODFLOW cellen):  
160 a 600 s / dag



	forcing	tijdstap	simulatie lengte	totale rekestijd	rekestijd (s) per dag
1	1 decade	1 dag	2 jaar (730ts)	1.64 sec	0.0022
2	1 decade	0.5 dag	2 jaar (1460 ts)	2.66 sec	0.0036
3	1 decade	1 uur	2 jaar (7300 ts)	27.26 sec	0.037
4	1 dag	1 dag	245 dagen (245 ts)	2.44 sec	0.010
5	1 dag	0.5 dag	245 dagen (490 ts)	3.45 sec	0.014
6	1 dag	1 uur	245 dagen (5880 ts)	13.645 sec	0.056

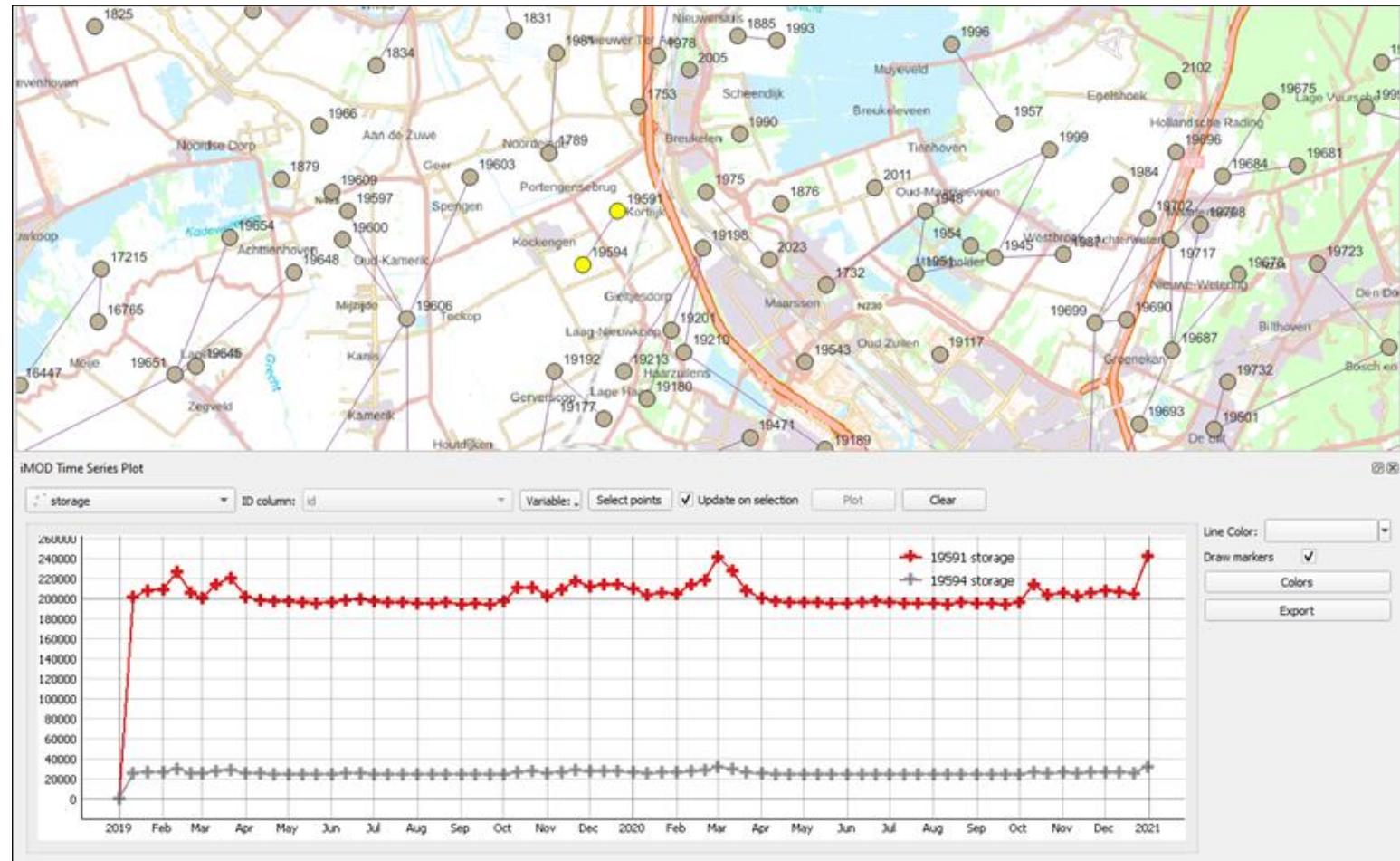
# Demonstratie

<https://github.com/deltares/ribasim.jl>





# Demonstratie



# Verder

Ontwikkeling binnen TKI project

Formele start: December 2022

Zomer 2024: consolidatie van software in releases

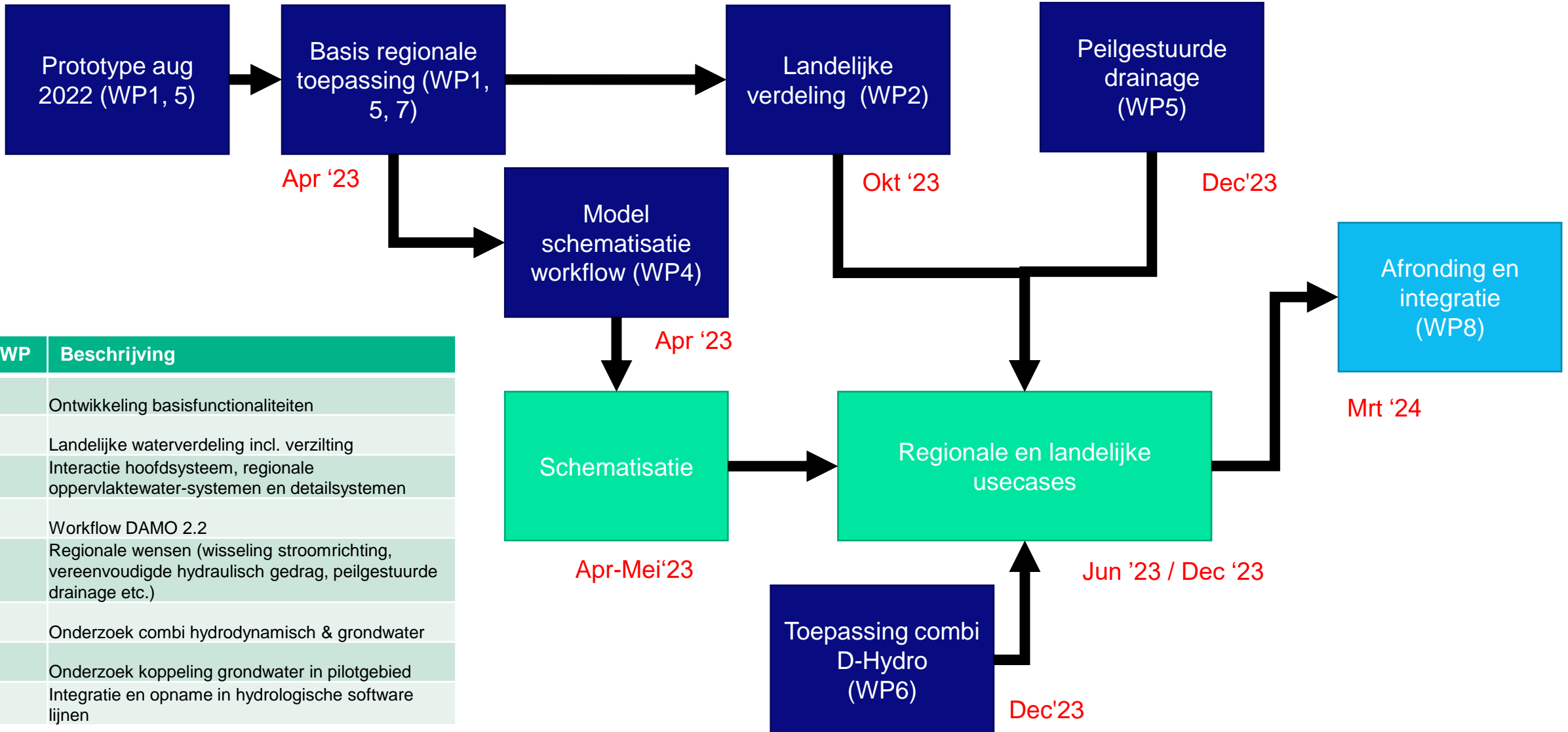


# Globale (concept) planning

Functionele ontwikkeling

Pilot toepassingen  
(usecases)

Oplevering en onderzoek



Dank voor de aandacht!

<https://github.com/deltares/ribasim.jl>

**Deltares**

