



TECHNIEK
EN MANAGEMENT

Sturing in het BOS Brabant

Jeroen Tempelaars





Inhoud presentatie

Algemene Toelichting Beslissing Ondersteunend
Systeem Hoogwater Brabant

Inzoomen op de sturing “Het grote Pand” en
waterbergingsgebieden

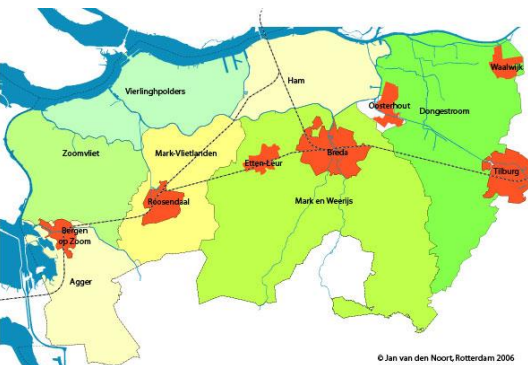


2011: Verdergaande Brabant-brede samenwerking

- Integrale benadering hoogwatersituaties noodzakelijk door toenemend aantal vrijheidsgraden voor sturing
- Optimale sturing overschrijdt beheergrenzen



Rijkswaterstaat



ant



DOEL Dynamisch Waterbeheer

Het doel van de pilot Dynamisch Waterbeheer Noord-Brabant is om de opgave voor wateroverlast door hoogwater in het Noord-Brabantse watersysteem te verminderen door de waterafvoercapaciteit optimaal te benutten en bij de te maken keuzes altijd te kiezen voor het maatschappelijke optimum.



Ambities BOS Brabant (1/2)

Gestructureerde (en reproduceerbare) advisering op basis van real-time data en prognoses met een 'centraal beheerd model'

Naast signaalfunctie, ondersteuning bij afwegingen over o.a.:

- Verdeling van afvoer (stroomgebieden Aa & Dommel vs. kanalenstelsel Oost-Brabant)
- Inzet van waterbergingsgebieden en stuwbeheer
- Effectiviteit van maatregelen (potentiële schade)



Ambities BOS Brabant (2/2)

Waterbeheerders hebben gezamenlijk zicht op de hoogwater-situatie en geven eenduidig advies aan gemeenten en Veiligheidsregio

Snelle en goed overwogen (bestuurlijke) beslissingen over te nemen maatregelen

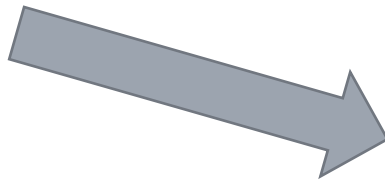
Evaluatie en (dus ook) 'leer' instrument

“Een hoogwatercalamiteit van vòòr 2014, is business as usual na 2014”



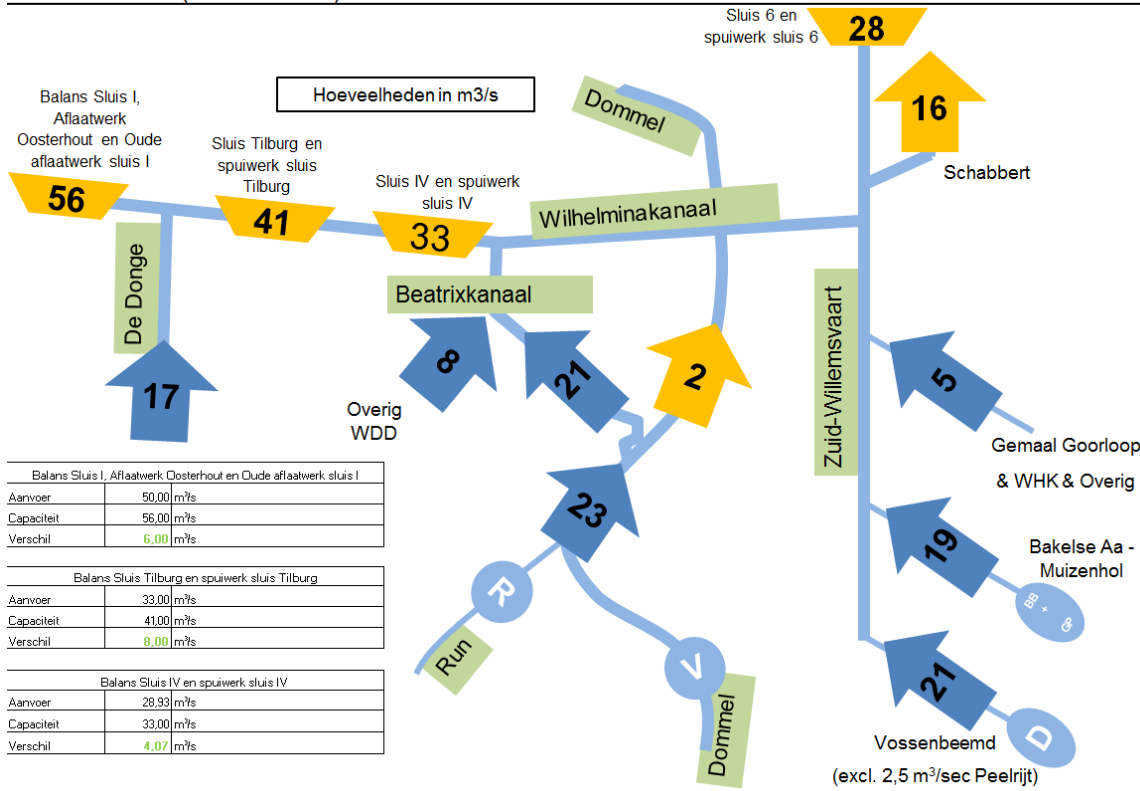


Belangenafweging



T100 met maatredeelen

Situatie: T=100 (zonder klimaat)



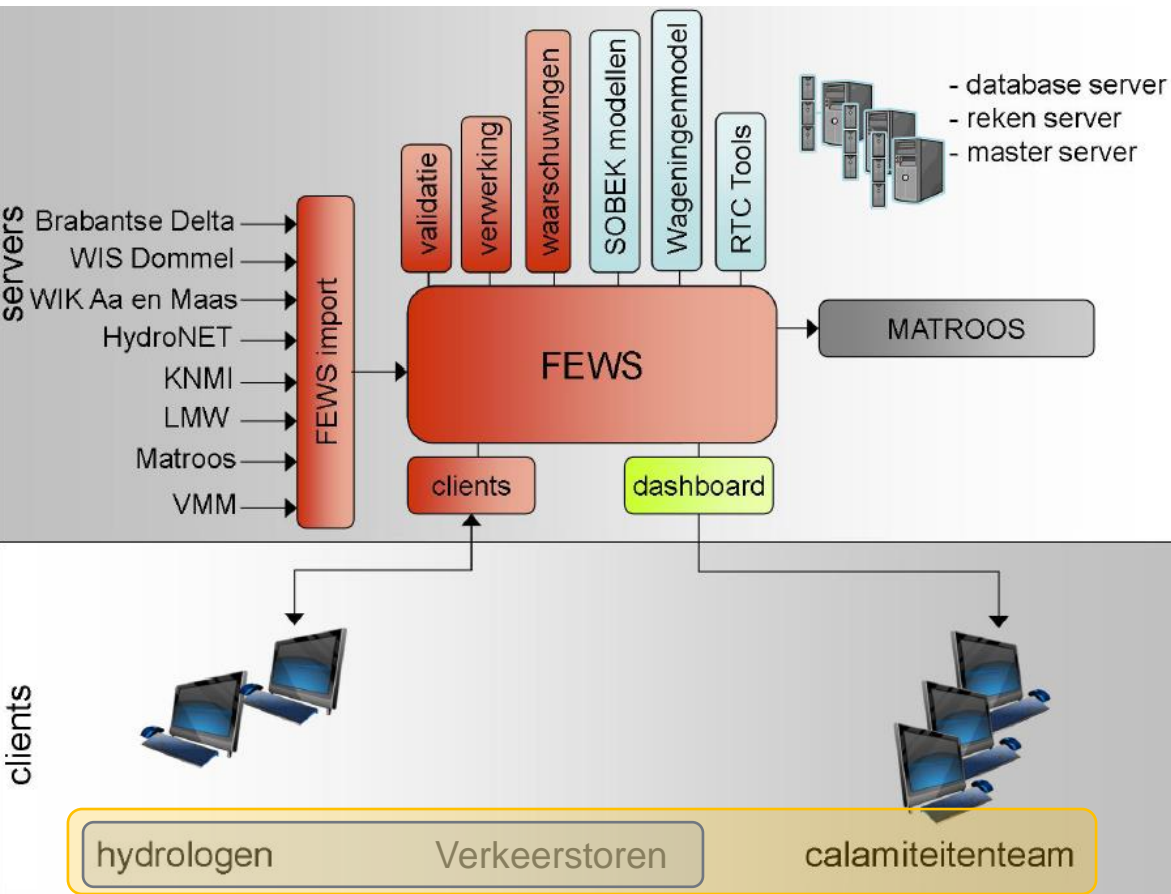
| De groene cellen zijn aan te passen! | |
|---|----------------------|
| Waterstand Maas | Laag |
| Waterberging Run | Ja |
| Waterberging Keersop | Nee |
| Waterberging Valkenswaard-Zuid | Ja |
| Stremmen scheepvaart Wilhelminakanaal | Ja |
| Verbreding spuiwerk sluis IV | Nee |
| Renovatie spuisluis Oosterhout | Nee |
| Inzet Sluis Oosterhout | Nee |
| Waterberging Diesdonk | Ja |
| Waterberging Bakelse beemden en groene peelvallei | Nee |
| Natuurlijke bergingen | Nee |
| Waterberging Asten / Bovenloop AA | Ja |
| Stremmen scheepvaart Zuid-Willemsvaart | Ja |
| Door Eindhoven (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12) | 2 m ³ /s |
| Schabbert (8, 9, 11, 13, 16) | 16 m ³ /s |
| Totale uitvoeringskosten | € 14 918.000 |
| Kosten/jaar | € 29.000 |
| Inzetkosten | € 590.000 |

| Waterschap | De Dommel |
|--|-----------|
| Totale aanvoer (m ³ /s) | 34,90 |
| Effect waterbergingen (m ³ /s) | -4,60 |
| Afvoer Dommel door Eindhoven (m ³ /s) | 2,00 |
| Aanvoer op Wilhelminakanaal (m ³ /s) | 28,30 |

| Waterschap | Aa en Maas |
|--|------------|
| Totale aanvoer (m ³ /s) | 53,63 |
| Effect waterbergingen (m ³ /s) | -9,00 |
| Afvoer Zuid-Willemsvaart + Schabbert (m ³ /s) | 44,00 |
| Aanvoer op Wilhelminakanaal (m ³ /s) | 0,63 |

| Balans grote pand | |
|-------------------|-------------------------|
| Aanvoer | 74,93 m ³ /s |
| Afvoer | 79,00 m ³ /s |
| Verschil | 4,07 m ³ /s |

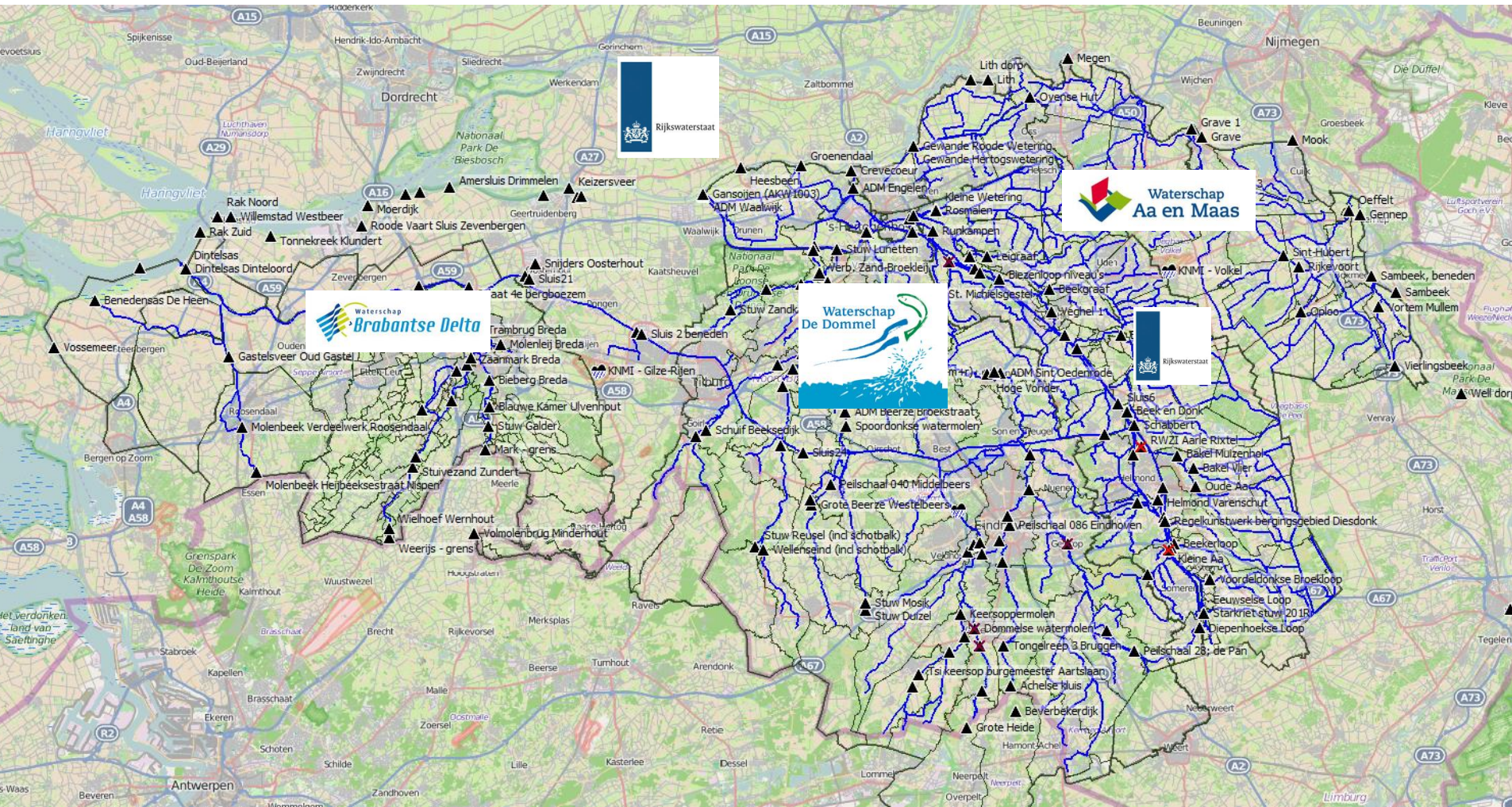
'Elementen' BOS Brabant



- Mensen (gebruikers) en een flinke dosis gezond verstand
- Server en computer(s)
- FEWS
- Data (meetgegevens en verwachtingen)
- (Hydrodynamische) modellen
- Dashboard
- Client-server systeem

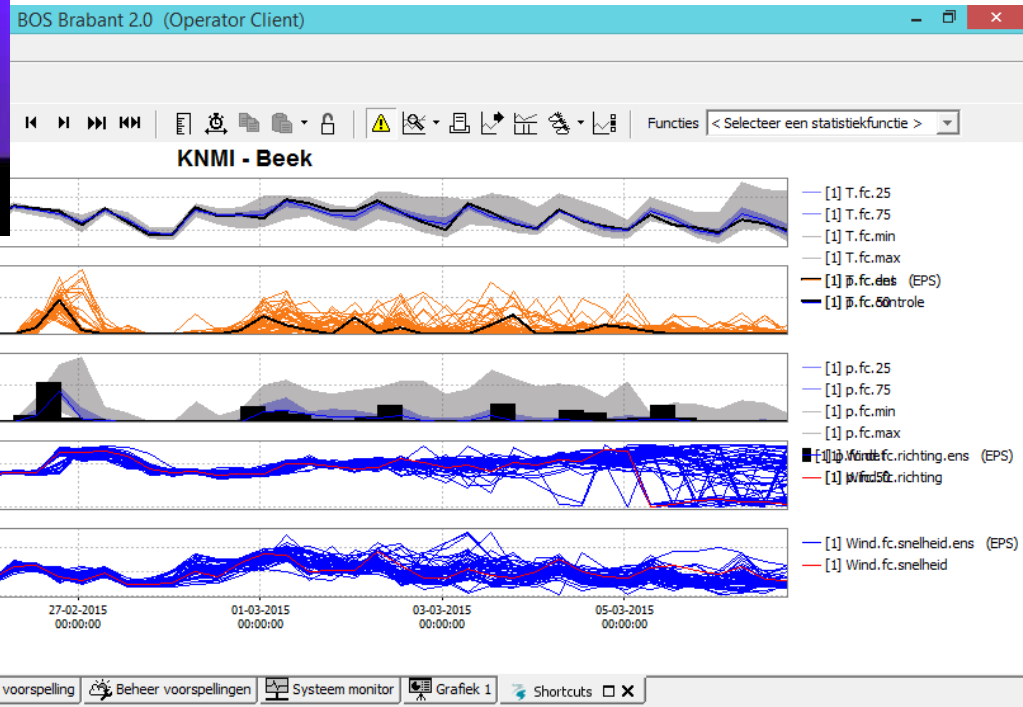


BOS Brabant: Het Brabants watersysteem





Van weersverwachting.....



Orde 1

Orde 1 Ontmaticatie

- KNMI - Beek
- KNMI - De Bilt
- KNMI - De Kooy
- KNMI - Eelde
- KNMI - Twenthe
- KNMI - Vlissingen

Voorspelde neerslag (determ...)

Voorspelde neerslag (ensem...)

Voorspelde neerslag (control...)

Voorspelde windsnelheid

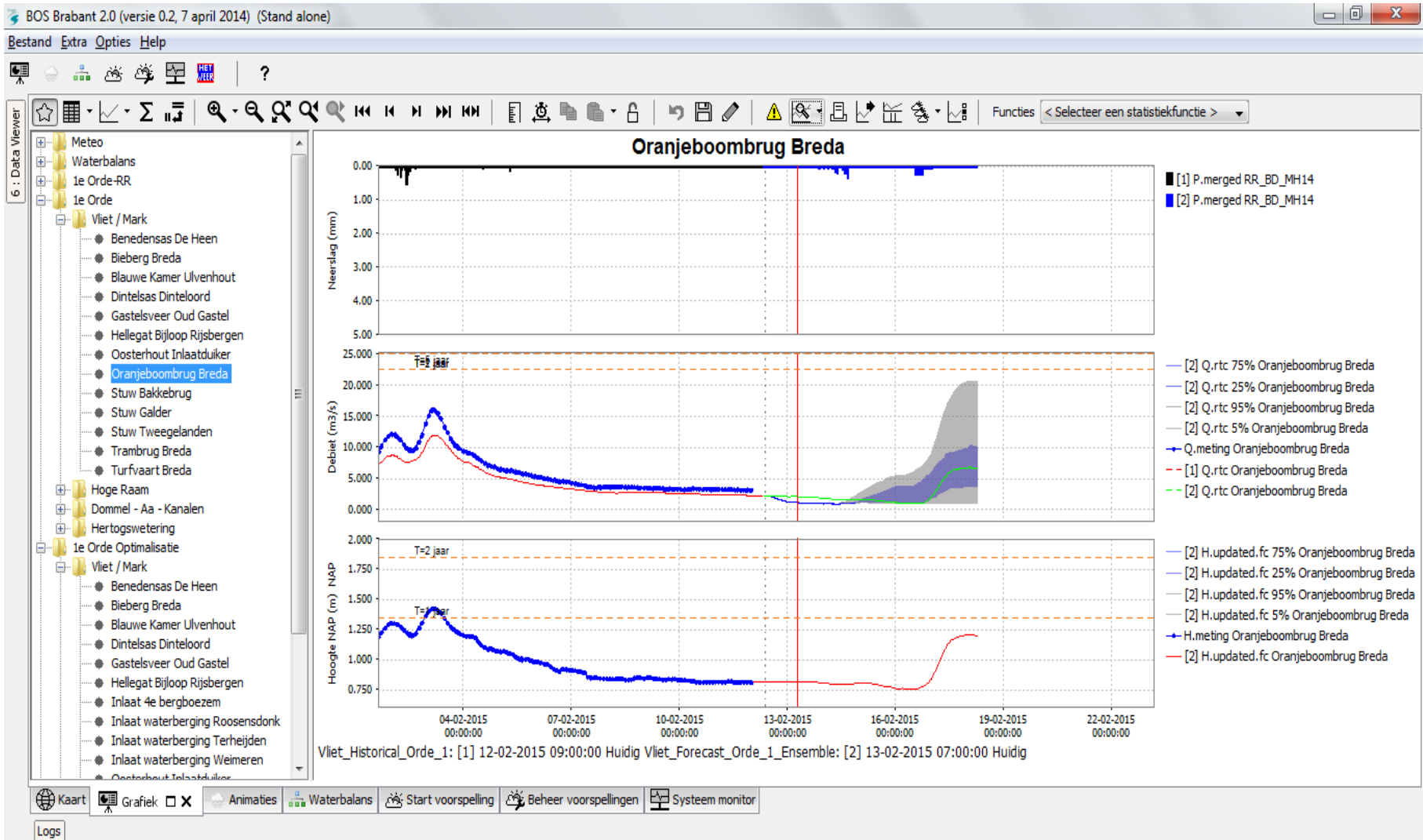
Voorspelde windrichting

CET/CEST

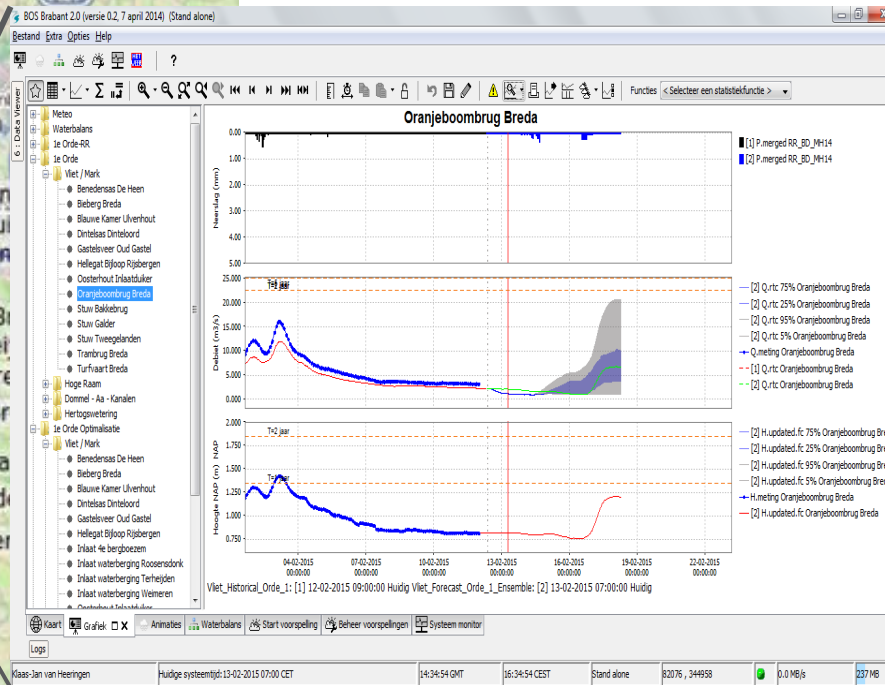
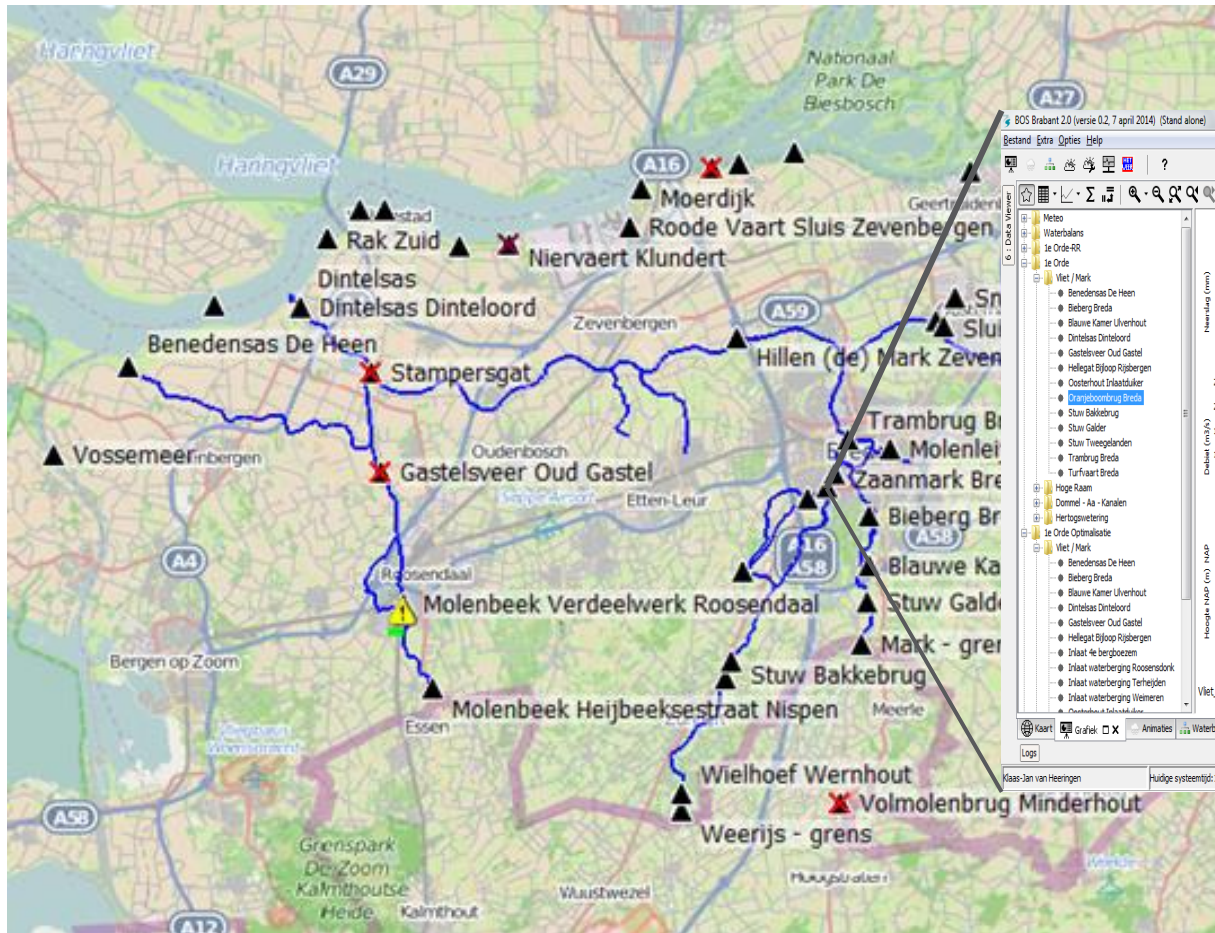
| |
|------------------|
| 23-02-2015 19:00 |
| 24-02-2015 01:00 |
| 24-02-2015 07:00 |
| 24-02-2015 13:00 |
| 24-02-2015 19:00 |
| 25-02-2015 01:00 |
| 25-02-2015 07:00 |
| 25-02-2015 13:00 |
| 25-02-2015 19:00 |
| 26-02-2015 01:00 |
| 26-02-2015 07:00 |
| 26-02-2015 13:00 |
| 26-02-2015 19:00 |
| 27-02-2015 01:00 |



Naar peil- en afvoerverwachtingen....

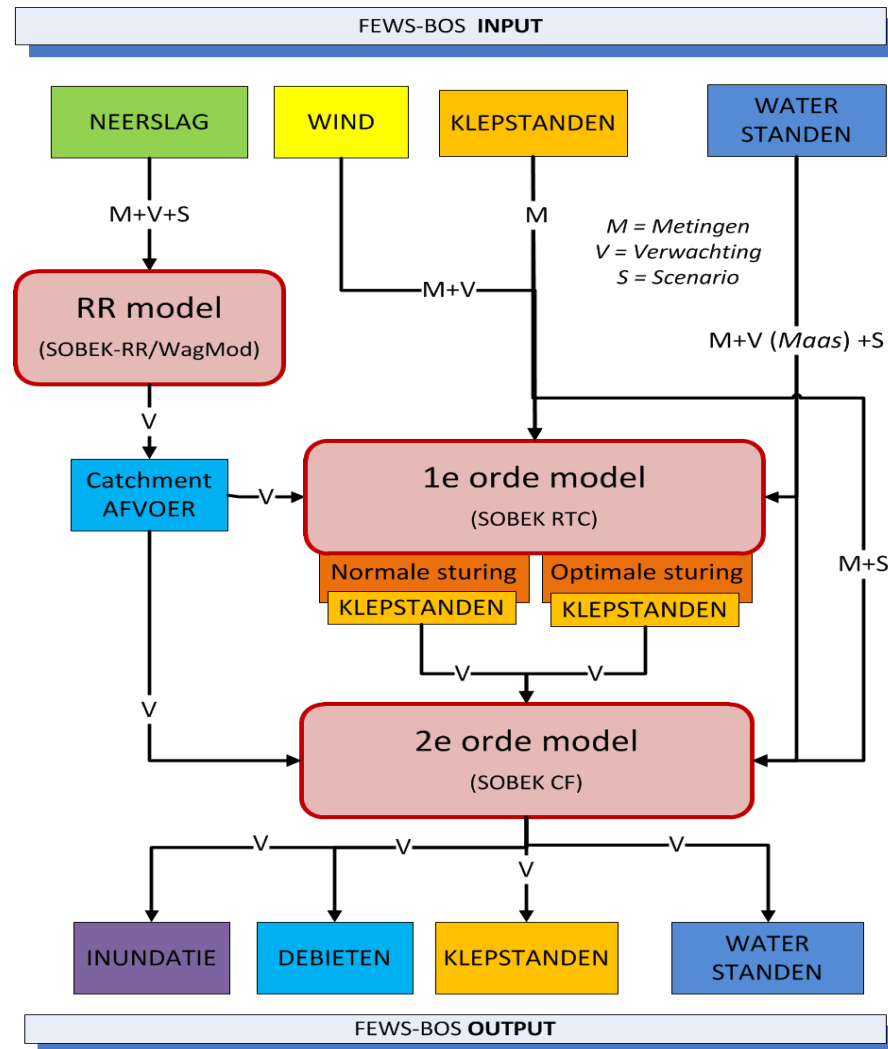


Info per locatie



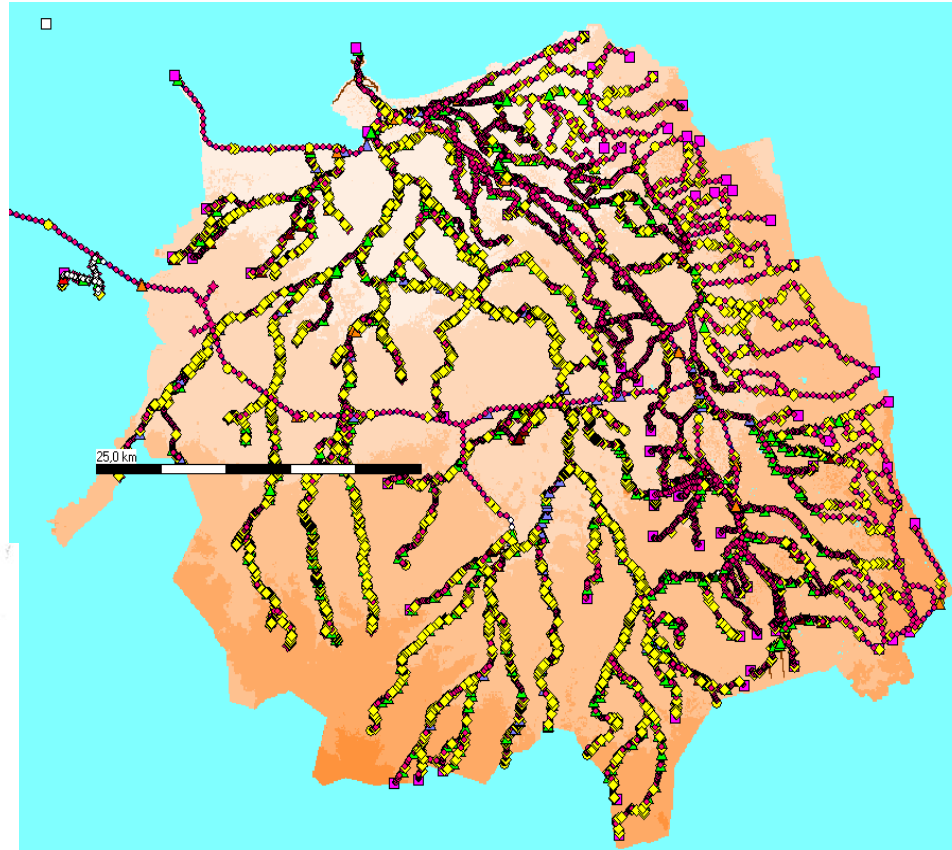
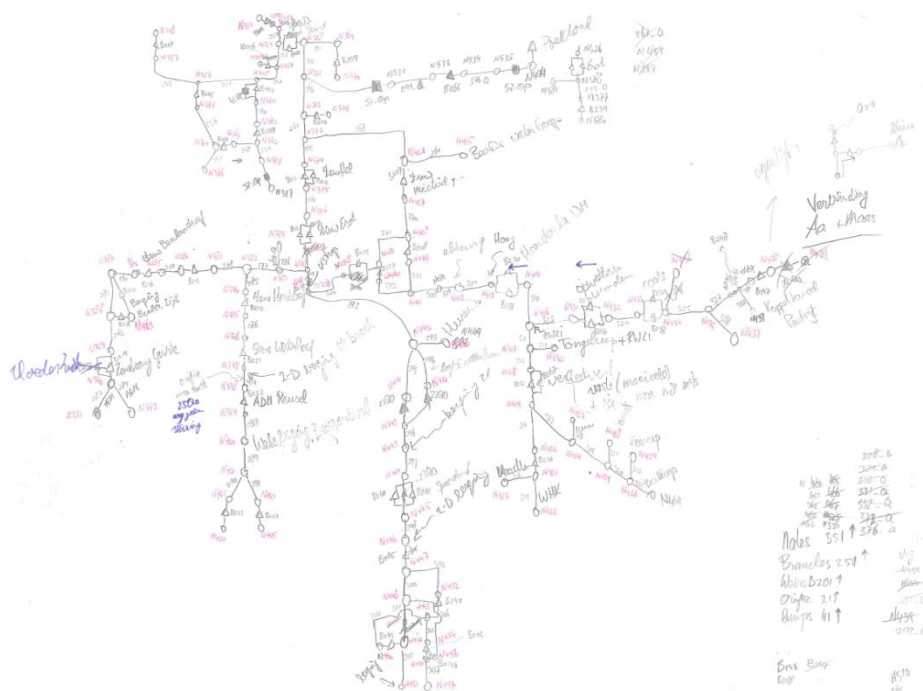


Stroomschema modelberekeningen in het BOS





RTC model en Sobek model van het DAK

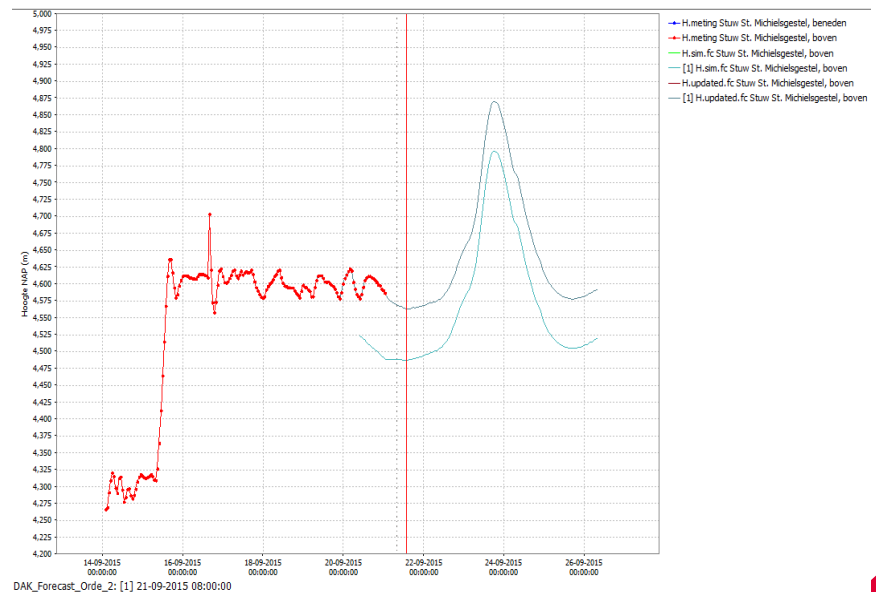


ARMA correctie

Corrigeren berekeningen op basis van de verschillen tussen de metingen en berekeningen

→ alleen correctie van waterstanden niet de afvoeren

→ doel presentatie resultaten.





Doelen van het BOS systeem

- geeft overzicht van actuele situatie
- Berekening van een verwachting inclusief onzekerheden.
- berekening effecten van maatregelen en scenario's
- ondersteuning hydroloog bij maken van advies

Houding ten opzicht van het gebruik van het BOS

Blijf altijd je hersens gebruiken

Heb een gezond wantrouwen ten opzichte van modellen en -resultaten



Gebruik BOS Brabant

BOS is primair bedoelt als stuk gereedschap van de hydroloog

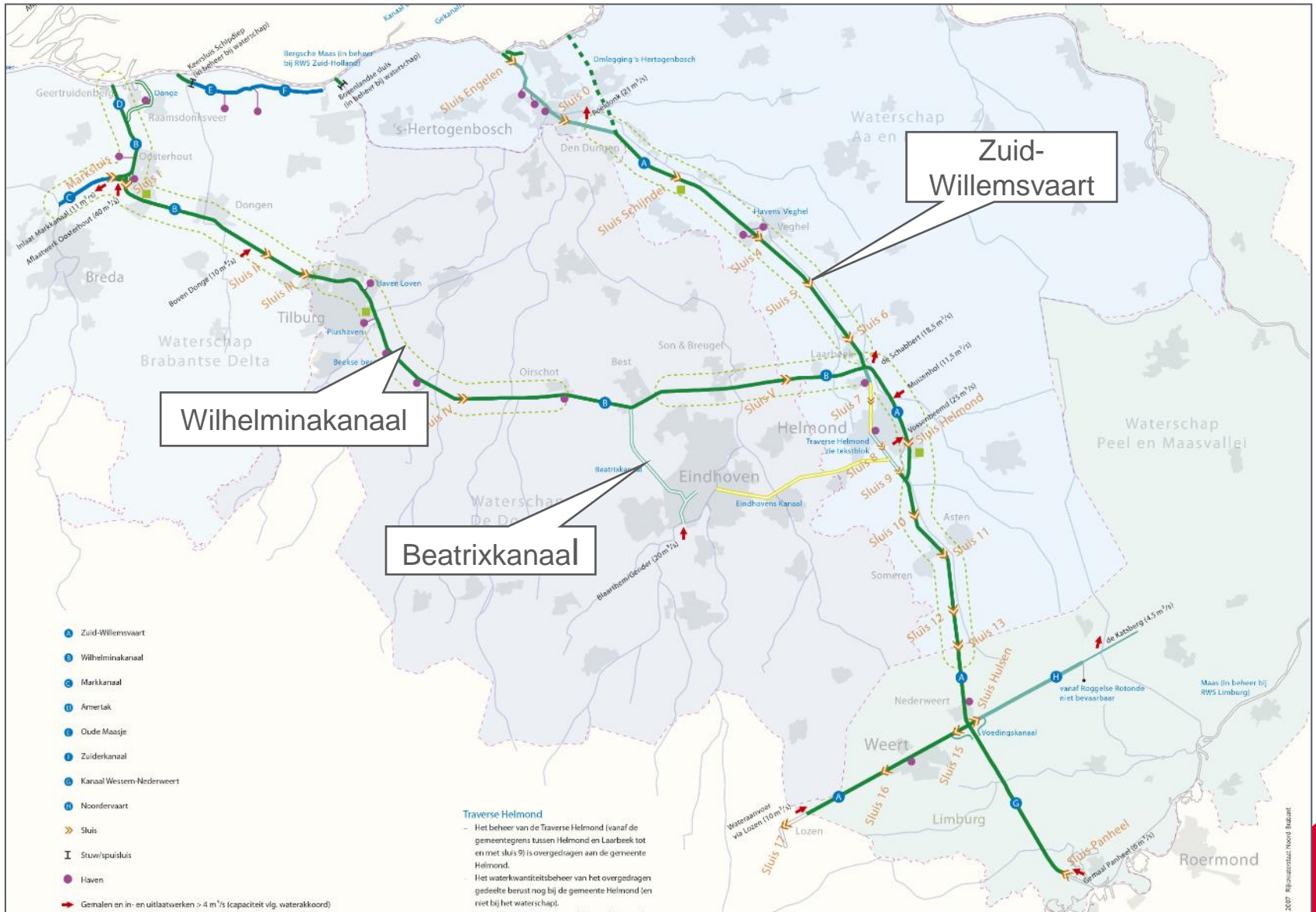
- bedient het BOS
- vertaalt vragen van calamiteitenorganisatie naar BOS
- interpreteert resultaten en vertaalt naar antwoord aan calamiteitenorganisatie

Overige personen (niet- hydrologen)

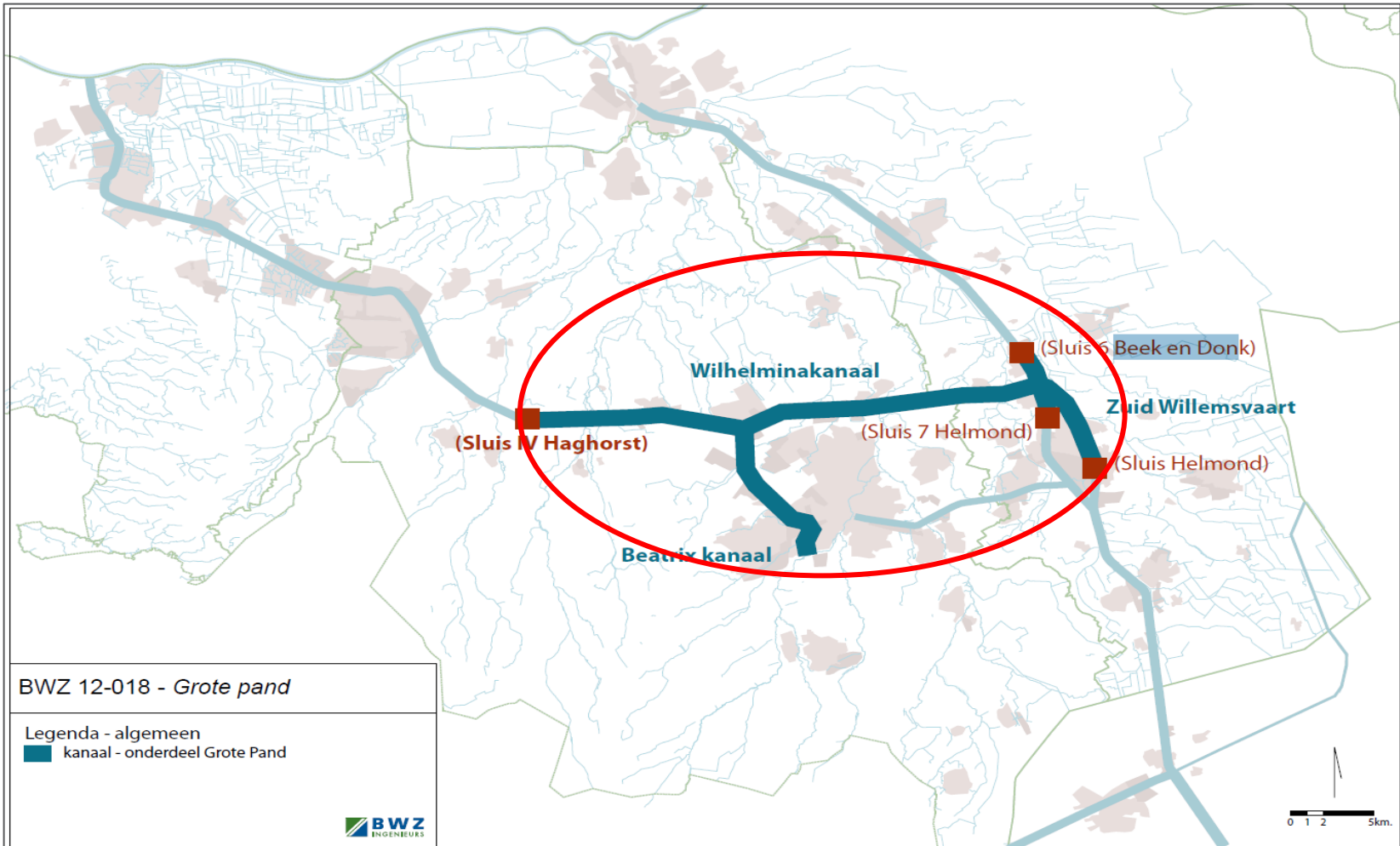
- kijken mee (dashboard via hydronet)
- denken mee (gebiedsbeheerders door de info uit het BOS)



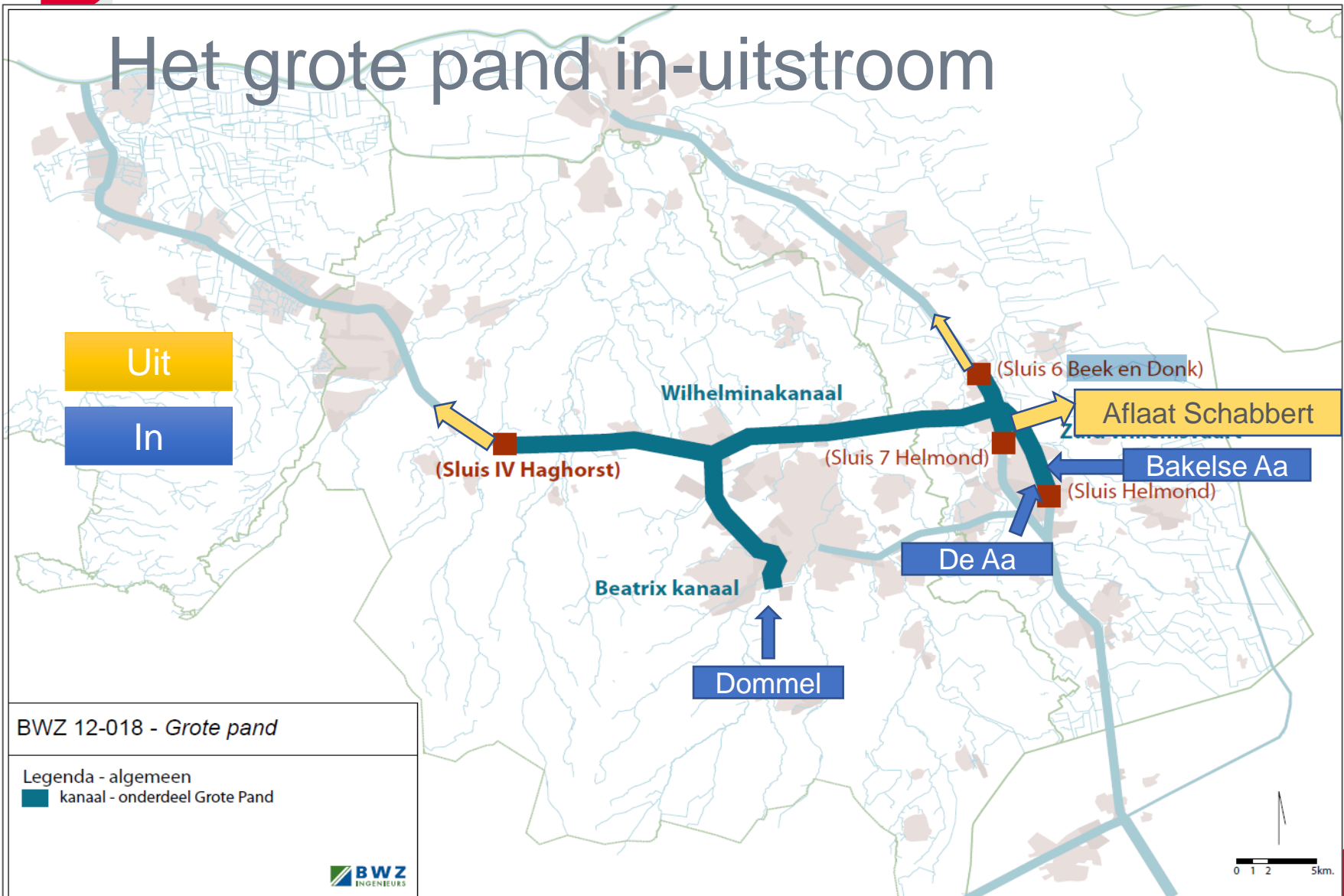
Rtc tools sturing : “ het grote Pand”



Het grote pand



Het grote pand in-uitstroom





RTC model grote pand schematisatie

Sluizen zijn gemodelleerd als gemalen die via de regeling een capaciteit krijgen opgelegd.

Stuw Schabbert is gemodelleerd als een (klep)stuw met parallel een gemaal.

Verder is het grote pand een grote “**Bak**” met als belangrijkste invoer de waterlopen Dommel, de Aa en de Bakelse Aa en sluisen Helmond en Helmond 7



Sluizen en stuwen in het grote Pand

Sluis IV afvoercapaciteit is 25 m³/s (met extra afvoercapaciteit omloopriool maximaal 35 m³/s)

Sluis VI afvoercapaciteit is 18 m³/s (met extra afvoercapaciteit maximaal 28 m³/s.)

Stuw Schabbert afvoercapaciteit 16 m³/s. overstromingen laaggelegen kas.



Sturing grote pand in woorden

Onder “normale” omstandigheden stuurt stuw Schabbert op een bovenstroomse waterstand van 15 m + NAP middels een PID controller. De aanvoer van de Dommel wordt via sluis IV afgevoerd.

Bij hoogwatercondities (peil op 15 m + NAP door aanvoer te verdelen over de afvoerpunten)

De aanvoer van de Aa en de Bakelse Aa op het grote Pand wordt verdeeld over de Schabbert en sluis VI.

- | | |
|---------------------------|--|
| 0 – 8 m ³ /s | Schabbert (normale omstandigheden) |
| 8 – 26 m ³ /s | Sluis VI (maximale afvoercapaciteit met scheepvaart is 18 m ³ /s) |
| 26 - 34 m ³ /s | Schabbert (lokale wateroverlast in landelijk gebied) |
| 34 – 44 m ³ /s | Sluis VI (extra afvoercapaciteit via rinketten maximaal 28 m ³ /s, er is geen scheepvaart meer mogelijk) |
| >44 m ³ /s | wordt in eerste instantie afgevoerd via sluis IV. De afvoer van sluis IV mag echter inclusief de afvoer van de Dommel de 35 m ³ /s niet overschrijden. In dat geval gaat alle extra afvoer over de Schabbert. |

Sturing hoogwater grote Pand

```

<trigger>
  <deadBand id="Qmax_Schabbert">
    <conditionOn>
      <x1Series>B251_Q</x1Series>
      <relationalOperator>Greater</relationalOperator>
      <x2Value>8</x2Value>
    </conditionOn>
    <conditionOff>
      <x1Series>N474_HRTC</x1Series>
      <relationalOperator>LessEqual</relationalOperator>
      <x2Value>14.95</x2Value>
    </conditionOff>
    <true>
      <trigger>
        <ruleReference>dicht stuw B251 (stuw Schabbert)</ruleReference>
      </trigger>
      <trigger>
        <ruleReference>53_QP_on</ruleReference>
      </trigger>
      <trigger>
        <ruleReference>56_QP_on</ruleReference>
      </trigger>
    </true>
    <false>
      <trigger>
        <ruleReference>PID stuw B251 (stuw Schabbert)</ruleReference>
      </trigger>
      <trigger>
        <ruleReference>53_QP_off</ruleReference>
      </trigger>
      <trigger>
        <ruleReference>56_QP_off</ruleReference>
      </trigger>
    </false>
    <output>
      <status>Qmax_Schabbert</status>
    </output>
  </deadBand>
</trigger>

```



```

<rule>
  <constant id="53_QP_off">
    <constant>0</constant>
    <output>
      <y>53_QP_dummy7</y>
    </output>
  </constant>
</rule>

```

```

<rule>
  <pid id="PID stuw B251 (stuw Schabbert)">
    <settingMin>12.5</settingMin>
    <settingMax>15.383</settingMax>
    <settingMaxSpeed>0.000055556</settingMaxSpeed>
    <kp>1</kp>
    <ki>0.1</ki>
    <kd>0</kd>
    <input>
      <x>N474_HRTC</x>
      <setpointSeries>B251_setpoint</setpointSeries>
    </input>
    <output>
      <y>B251_CL</y>
      <integralPart>B251_int</integralPart>
      <differentialPart>B251_dif</differentialPart>
    </output>
  </pid>
</rule>

```



Sturingsmogelijkheden buiten grote pand

Inzet waterbergingsgebied Diesdonk

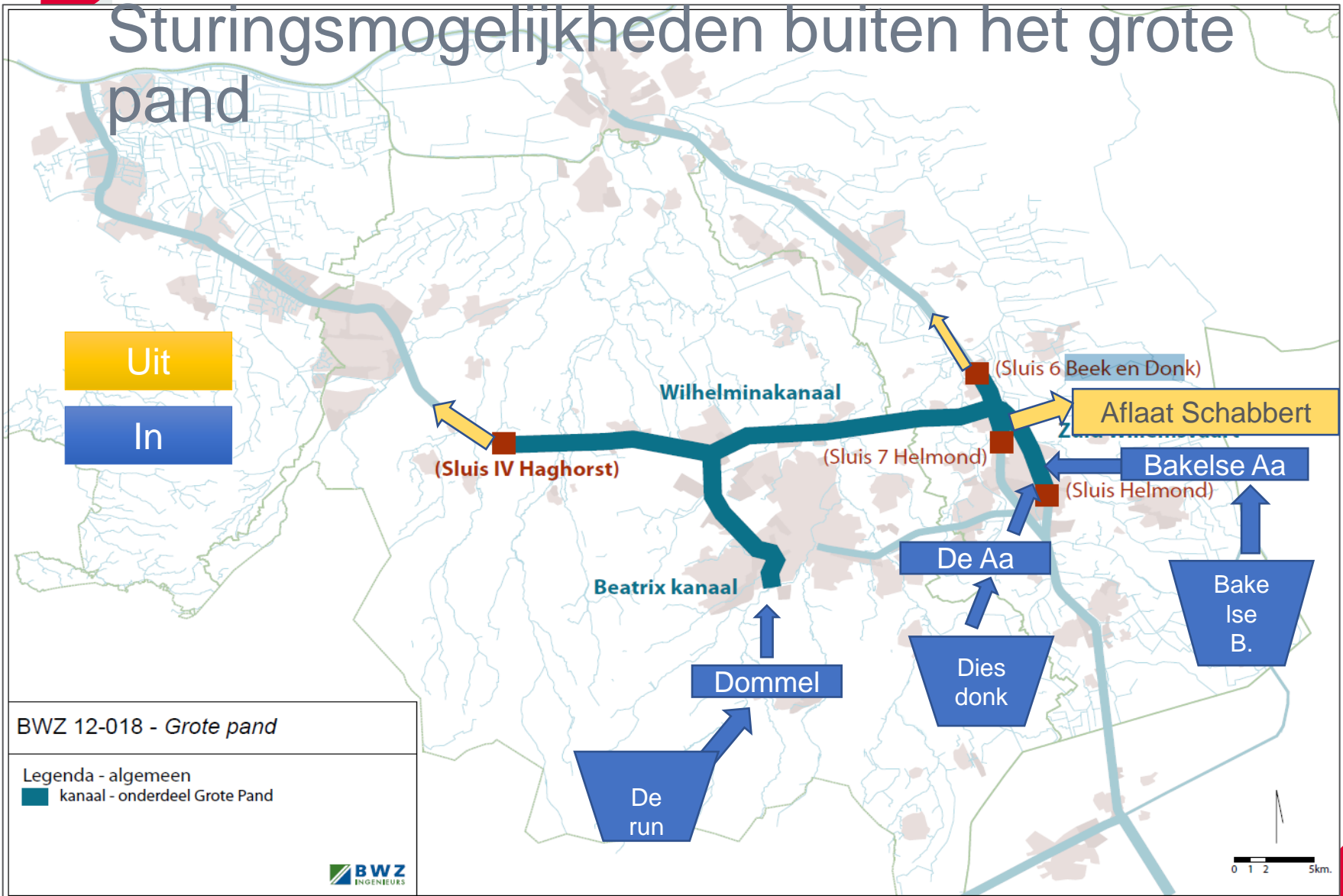
Inzet waterbergingsgebied Bakelse Beemden en Groene peelVallei

Inzet waterbergingsgebied de Run (nog niet operationeel)

Inzet waterbergingsgebied Valkenswaard (nog niet operationeel)

extra water van de Dommel door Eindhoven sturen

Sturingsmogelijkheden buiten het grote pand



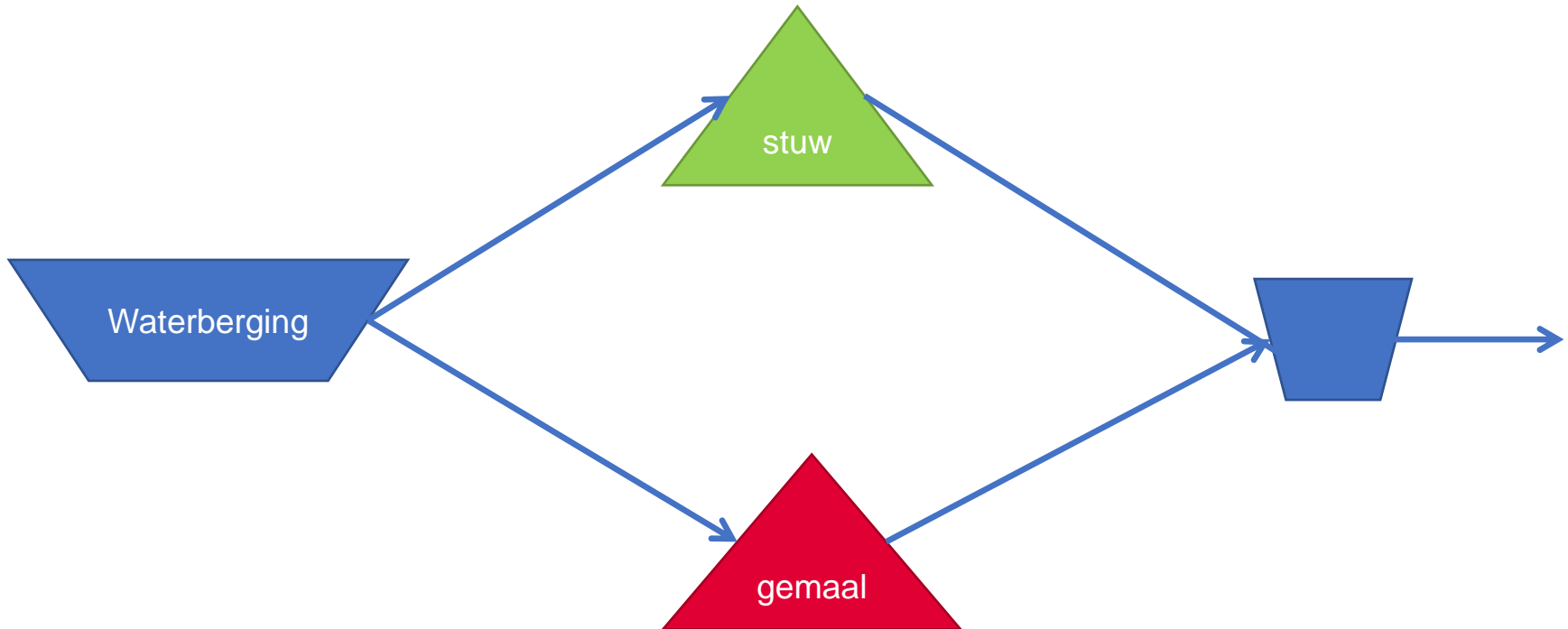


Hoe sturen we waterbergingsgebieden?

- Een bergingsgebied is een gebied dat wordt begrensd door benedenstrooms een stuw die stuurt met kades of maaiveld er omheen.
- Doel bergingsgebied: afvoer op een bepaalde waarde houden.
- Ik veronderstel dat bekend is bij welke debiet er benedenstrooms overstromingen plaatsvinden.
 - Benoem het debiet xx waarboven berging plaats moet vinden.
- Of er kan gestuurd worden op peil $PP\ m + NAP$ bij het te beschermen gebied.
- Als het debiet $> xx\ m^3/s$ dan stijgt de stuw bij het bergingsgebied tot dat het debiet \leq is dan $xx\ m^3/s$. Dan blijft de stuw de hoogte aanhouden. Zonodig herhalen.
- Het bergingsgebied mag bergen tot dat er een kritisch peil bereikt wordt. Dit kan lokale schade zijn of een waakhoogte tov de kadekruin



Sturing inzet waterberging (schematisatie)





Sturing waterberging in woorden

Onder normale omstandigheden staat de pomp uit en stuurt de stuw op een bovenstrooms streefpeil.

Als de afvoer over de stuw een bepaalde waarde overschrijdt:

- > pomp aan met pompcapaciteit van het knijpdebiet
- > de stuwstand wordt het minimum van de maximale stuwstand en de bovenstroomse waterstand + 20 cm

Bij onderschrijding waterstand in waterbergingsgebied gaat de pomp uit en de stuw naar een peilregeling.

Sturing waterberging in RTC Tools

```

<trigger>
  <deadBand id="Qmax_Diesdonk">
    <conditionOn>
      <x1Series>B268_Q</x1Series>
      <relationalOperator>Greater</relationalOperator>
      <x2Value>21</x2Value>
    </conditionOn>
    <conditionOff>
      <x1Series>N541_HRTC</x1Series>
      <relationalOperator>LessEqual</relationalOperator>
      <x2Value>19</x2Value>
    </conditionOff>
    <true>
      <trigger>
        <ruleReference>dicht stuw B268 (stuw Diesdonk)</ruleReference>
      </trigger>
      <trigger>
        <ruleReference>62_QP_on</ruleReference>
      </trigger>
    </true>
    <false>
      <trigger>
        <ruleReference>PID stuw B268 (stuw Diesdonk)</ruleReference>
      </trigger>
      <trigger>
        <ruleReference>62_QP_off</ruleReference>
      </trigger>
    </false>
  </deadBand>
</trigger>

```

```

<rule>
  <expression id="volg ws B268 (stuw Diesdonk)">
    <!-- bij inzet berging volgt de kruin bovenstroom -->
    <x1Series ref="EXPLICIT">N541_HRTC</x1Series>
    <mathematicalOperator>+</mathematicalOperator>
    <x2Value>0.2</x2Value>
    <y>B268_hulp</y>
  </expression>
</rule>
<rule>
  <expression id="dicht stuw B268 (stuw Diesdonk)">
    <!-- bij inzet berging kruinhoogte is min van max -->
    <x1Series ref="EXPLICIT">B268_hulp</x1Series>
    <mathematicalOperator>min</mathematicalOperator>
    <x2Value>20.43 </x2Value>
    <y>B268_CL</y>
  </expression>
</rule>

```

```

<rule>
  <constant id="62_QP_on">
    <constant>21</constant>
    <output>
      <y>62_QPBC</y>
    </output>
  </constant>
</rule>

```

Ervaringen BOS en toekomst

- Test regelingen in het model uitvoerig.
- Gebruik RTC Tools alleen wanneer je wil optimaliseren of indien je zeer korte rekestijden wenst.
- Gebruik bij voorkeur geen hydraulic controllers om het oscilleren te voorkomen.
- Parameters regeling afhankelijk van rekestijdstappen model!
- Optimalisatie inzet waterbergingsgebieden.



Vragen?