

Opstellen van richtlijnen voor het meten van de infiltratiecapaciteit en het modelmatig onderbouwen voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen

Studiedag Infiltratie 15-16/06/2017



Modellering en resultaten voor het afwegingskader met betrekking tot infiltratie

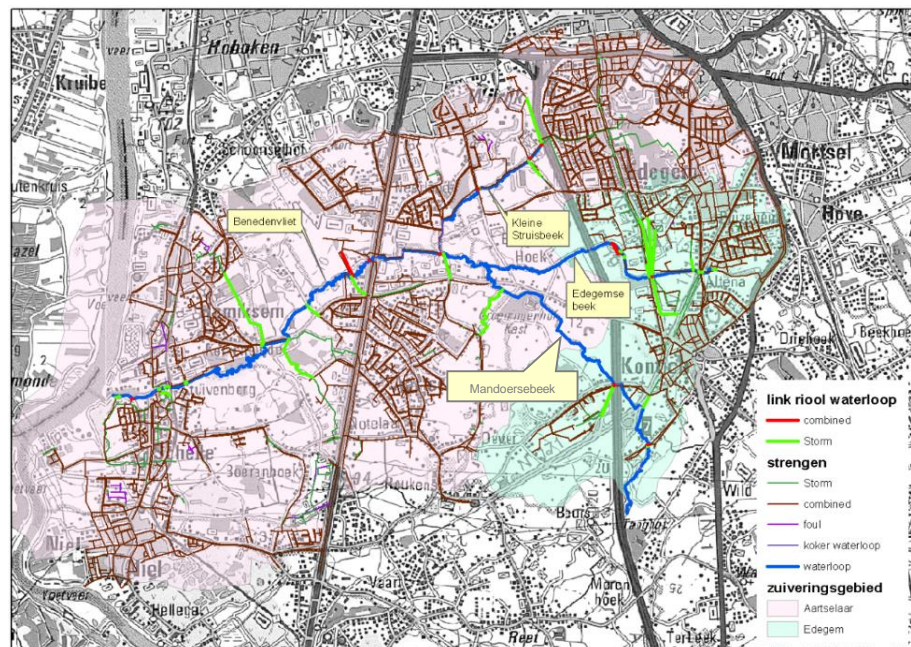
Isabelle Neyskens, Cedric Gullentops en Jan Swings

Modellering

- Doel:
Bepalen van het effect van infiltratievoorzieningen op het afwaartse rioolstelsel, de waterloop en het grondwater zowel voor wat betreft de kwantiteit als de kwaliteit
- Praktische uitwerking
 - Studiegebied/Modelgebied
 - Modelvoorbereiding
 - Conceptueel rioolmodel
 - Bronmaatregelen
 - Scenario's
- Resultaten en bevindingen

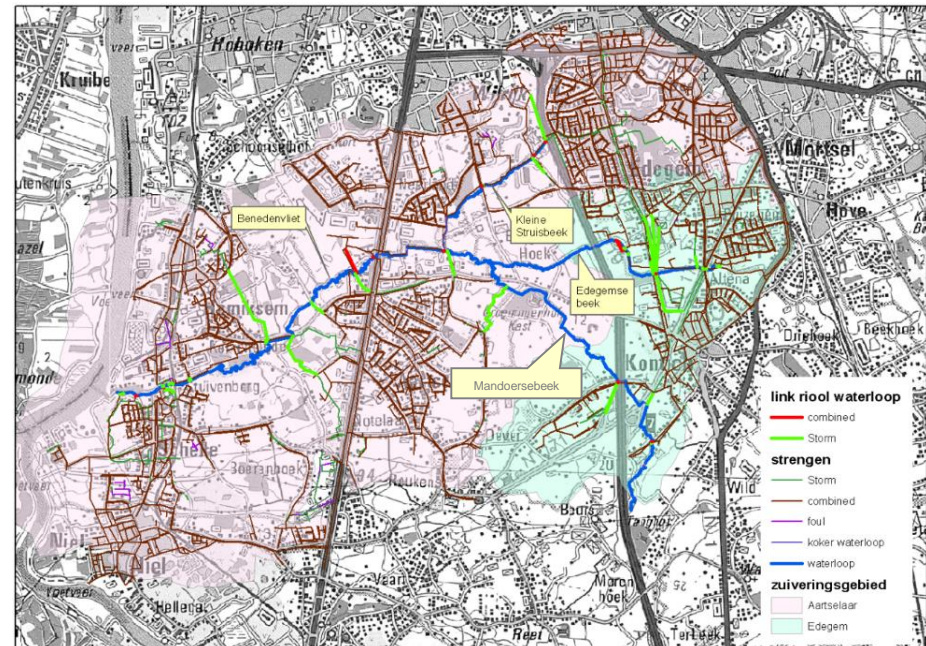
Modellering: Praktische uitwerking

- Studiegebied: stroomgebied Benedenvliet
 - Geografische ligging:
 - Provincie Antwerpen
 - Ten zuiden stad Antwerpen
 - (deel)gemeenten: Aartselaar, Wilrijk, Edegem, Hemiksem, Kontich, Schelle
 - Hydrografische situering
 - Bekken Benedenschelde
 - Monding in Schelde:
 - Stroomafwaarts monding Rupel



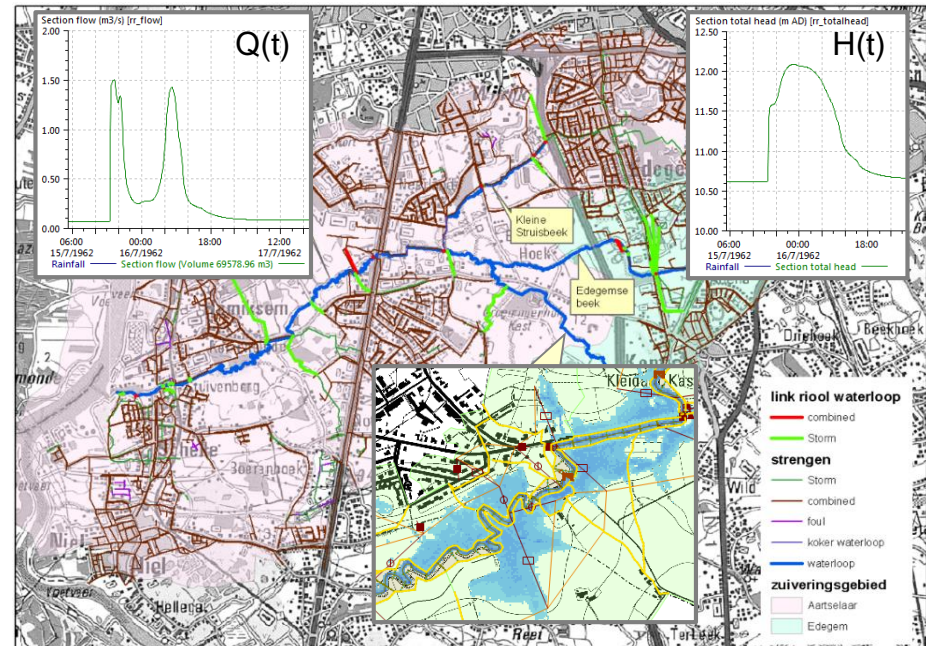
Modellering: Praktische uitwerking

- Studiegebied: stroomgebied Benedenvliet
 - Watersysteem:
 - Stroomgebiedoppervlakte: 47,7 km², 17% verhard
 - Hoofdwaterlopen: Mandoersebeek, Edegemsebeek, Kleine Struisbeek, Benedenvliet
 - Uitwatering: gravitair/pomp
 - Zuiveringsgebieden: Aartselaar, Edegem
 - Complexe interacties met waterlopen



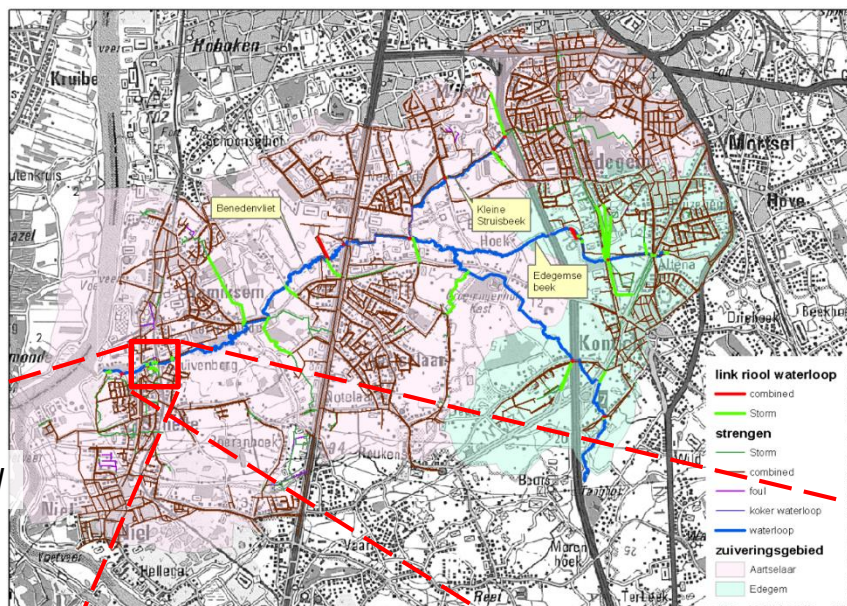
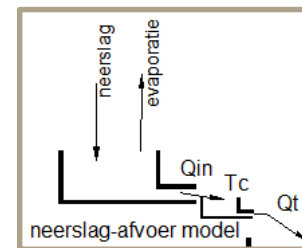
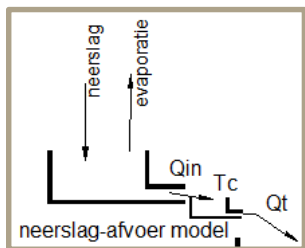
Modellering: Praktische uitwerking

- Studiegebied: stroomgebied Benedenvliet
 - Integraal riool-rivier model Benedenvliet (InfoWorks ICM software):
 - Omvat:
 - Hoofdwaterlopen
 - Zuiveringsgebieden
 - Complexe interacties riool-rivier
 - Op gemodelleerde locaties:
 - Afvoer ~ tijd
 - Waterpeilen ~ tijd
 - Overstromingen ~ tijd
 - Nodige aanpassingen
 - Conceptueel rioolmodel: beperken rekentijd (cfr. simulaties 30 jaar)
 - Integreren bronmaatregelen

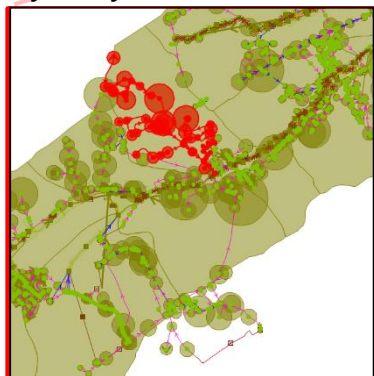


Modelling: Praktische uitwerking

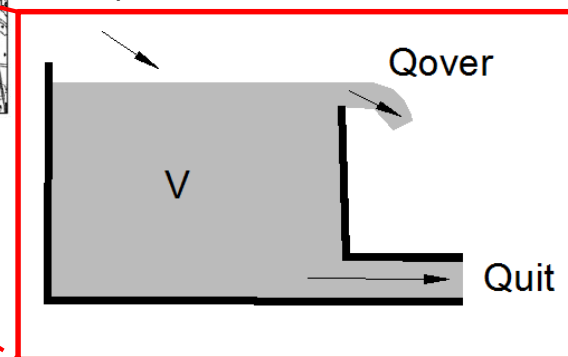
- Conceptuele modellering rioolstelsel



Hydrodynamisch rioolmodel

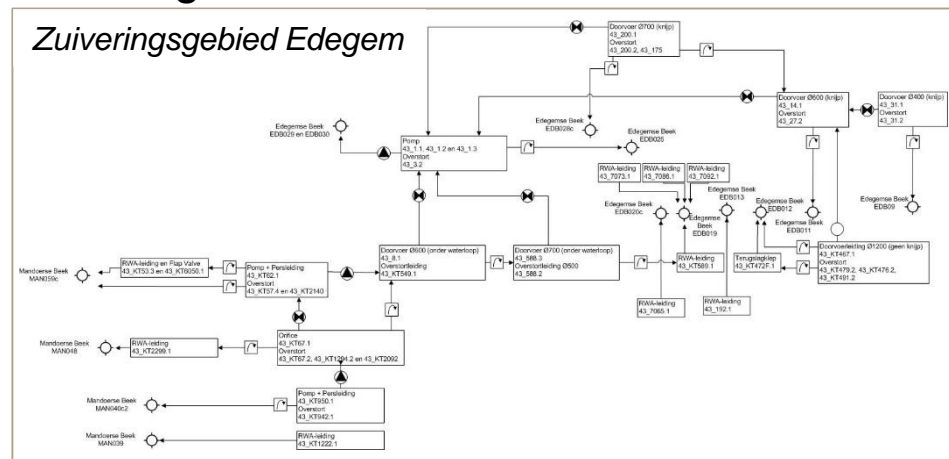
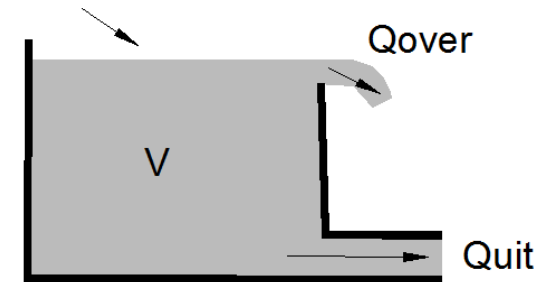


Conceptueel rioolmodel



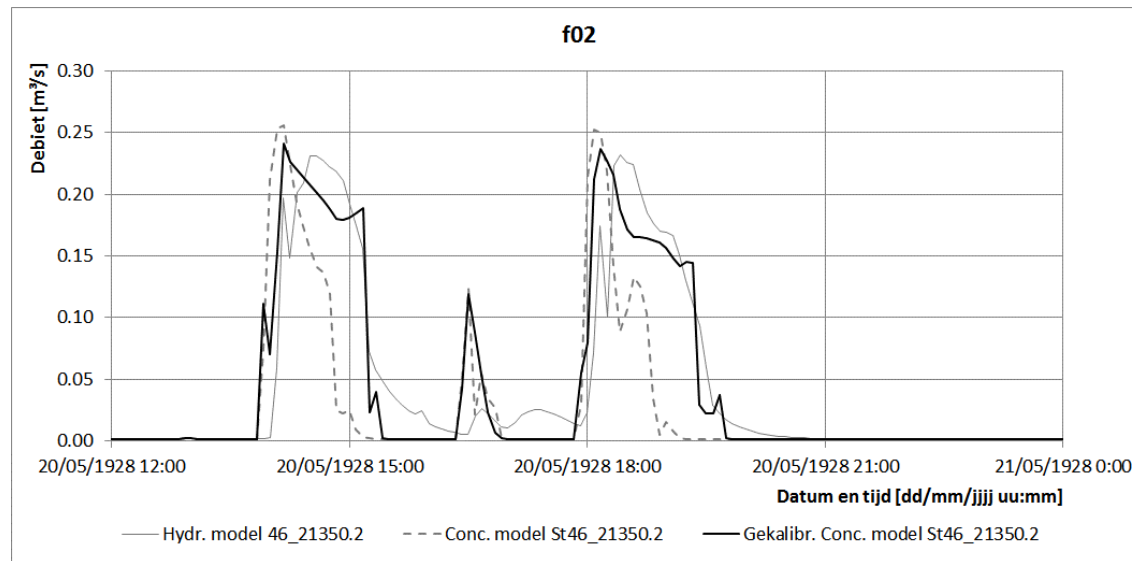
Modellering: Praktische uitwerking

- Conceptuele modellering rioolstelsel
 - Opmaken conceptueel schema rioolstelsels
 - Per bak
 - Bergingsvolume (V) in opwaarts stelsel
 - Doorvoer (Q_{uit}) naar afwaarts stelsel / RWZI
 - Overstort (Q_{over}) naar waterloop
 - Aaneenschakeling bakelementen



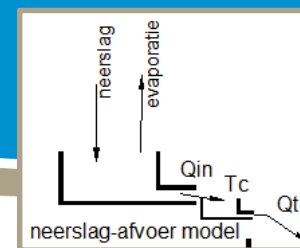
Modellering: Praktische uitwerking

- Conceptuele modellering rioolstelsel
 - Kalibreren aan integraal riool-rivier model Benedenvliet
 - Berging in stelsel
 - Doorvoerdebiet en -volume
 - Overstortdebiet en -volume

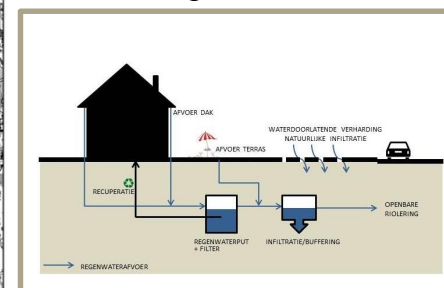


Modellering: Praktische uitwerking

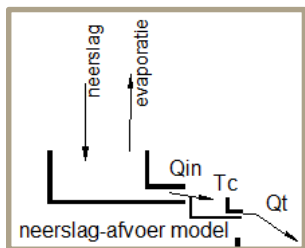
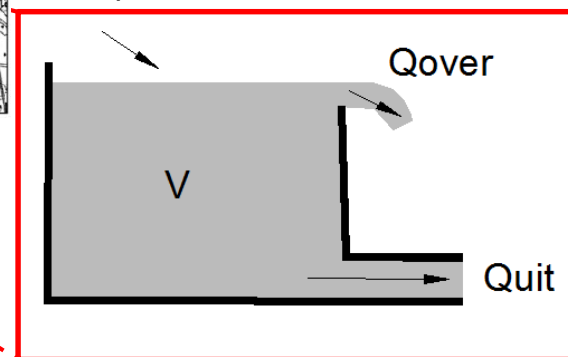
- Conceptuele modellering rioolstelsel



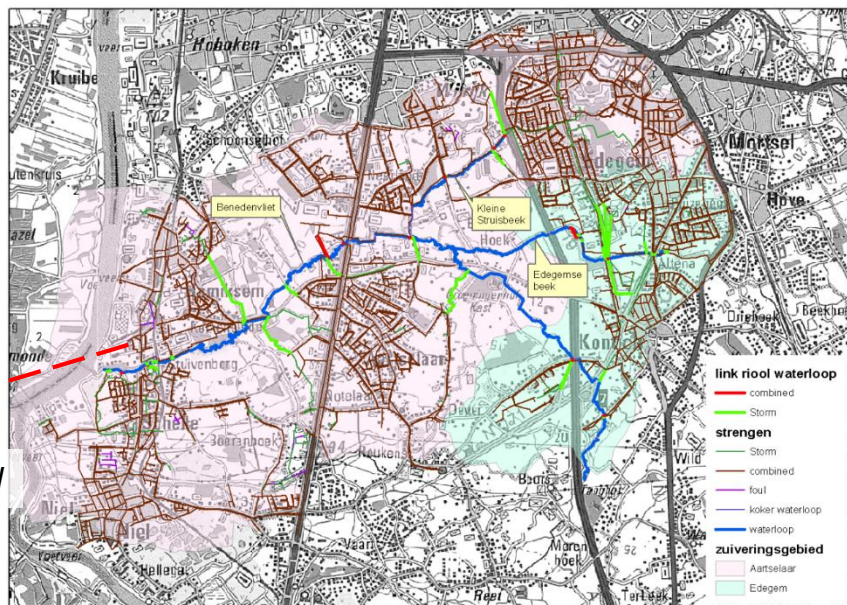
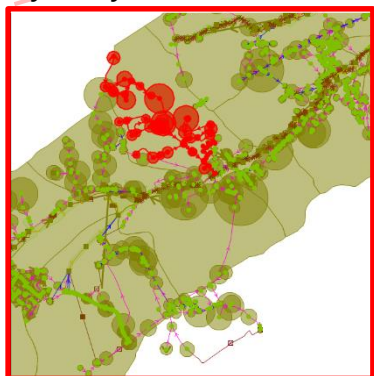
Bronmaatregelen



Conceptueel rioolmodel

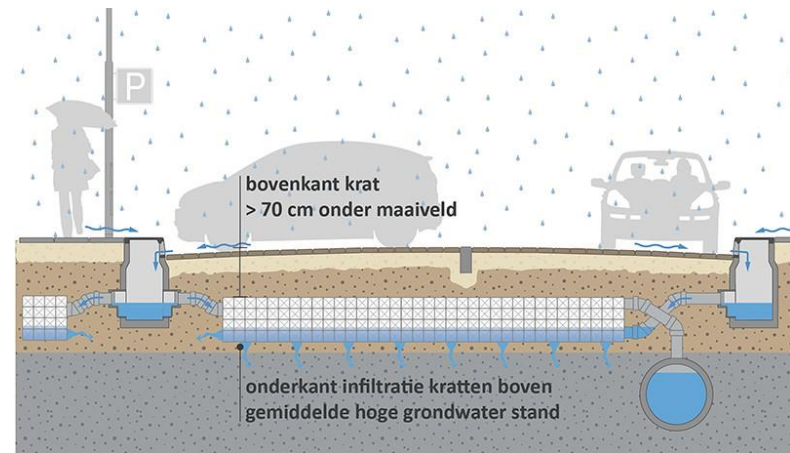
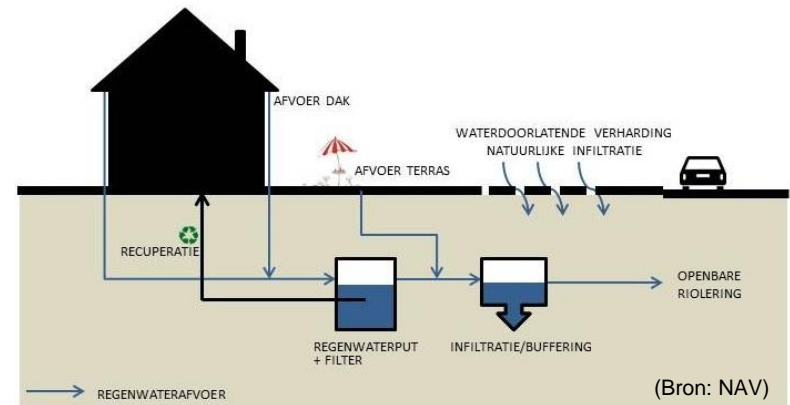


Hydrodynamisch rioolmodel



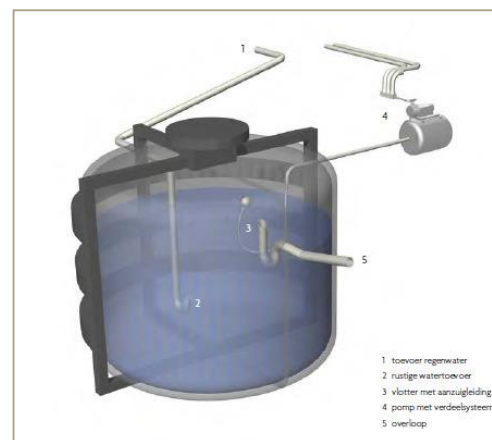
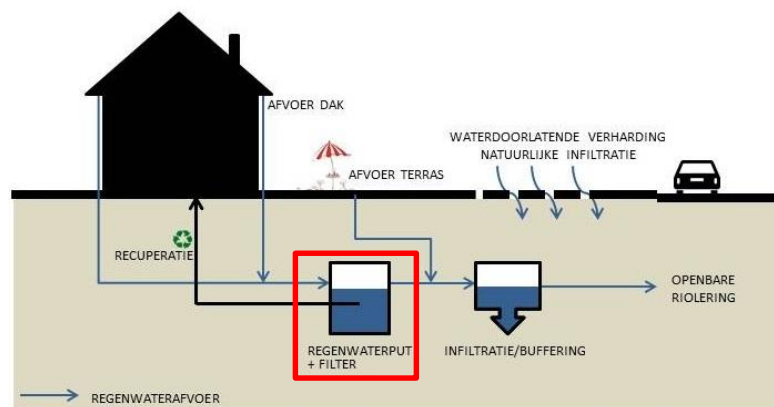
Modellering: Praktische uitwerking

- Integratie bronmaatregelen o.b.v. Hemelwaterverordening
 - Privaat domein:
 - Hemelwaterhergebruik
 - Infiltreren en/of Bufferen
 - Publiek domein:
 - Infiltreren en/of Bufferen



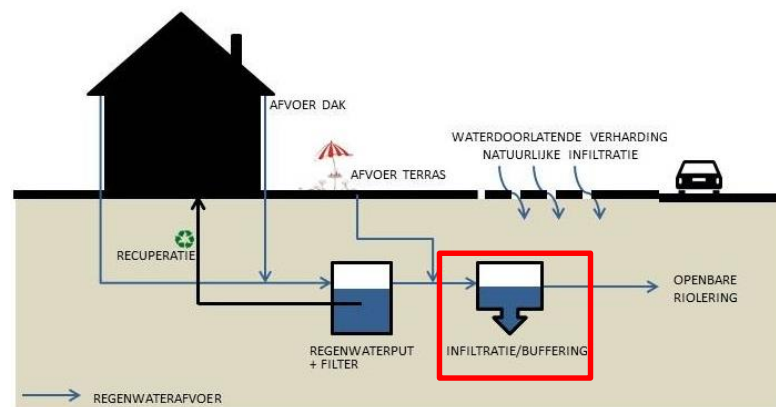
Modellering: Praktische uitwerking

- Integratie bronmaatregelen
 - Hemelwaterhergebruik:
 - Woning
 - Volume: 5000 l/woning
 - Oppervlakte: 80 m²/woning
 - Gebruik:
 - 30 l/pp/dag
 - 2.36 personen/woning
 - Industrie
 - Volume: 10000 l/bedrijf
 - Oppervlakte: 550 m²/bedrijf
 - Gebruik:
 - 30 l/pp/dag
 - 30 personen/bedrijf



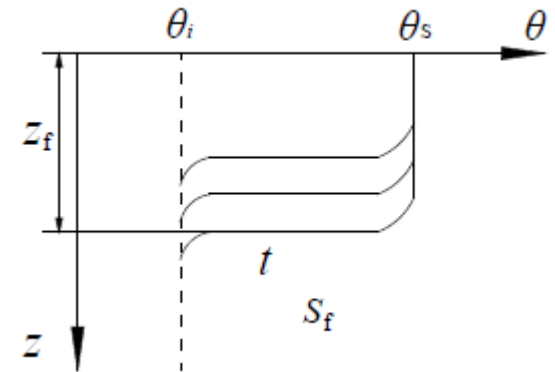
Modellering: Praktische uitwerking

- Integratie bronmaatregelen
 - Infiltratievoorziening:
 - Dimensionering:
 - Volume: 25 l/m²
 - Infiltratie-oppervlakte: 4 m²/100 m²
 - Oppervlakte bodem niet in rekening gebracht; aanslibbing
 - Bij hemelwaterhergebruik vermindering toevoerende oppervlakte met 60 m²
 - Woning van 80 m²:
6,25 l/m² en 1,0 m²/100 m²
 - Bedrijf van 550 m²:
22,30 l/m² en 3,6 m²/100 m²



Modellering: Praktische uitwerking

- Integratie bronmaatregelen
 - Infiltratievoorziening:
 - Infiltratieproces:
 - Green-Ampt model
 - Fysische benadering
 - Infiltratiecapaciteit in functie van tijd
 - Infiltratievolume vertraagd naar waterloop: sluiting waterbalans
 - Aanname: geen beïnvloeding grondwaterstand
 - vrije drainage



Modellering: Praktische uitwerking

- Integratie bronmaatregelen

- Buffervoorziening:

- Dimensionering

- Volume: 25 l/m²

- Bij combinatie met infiltratie

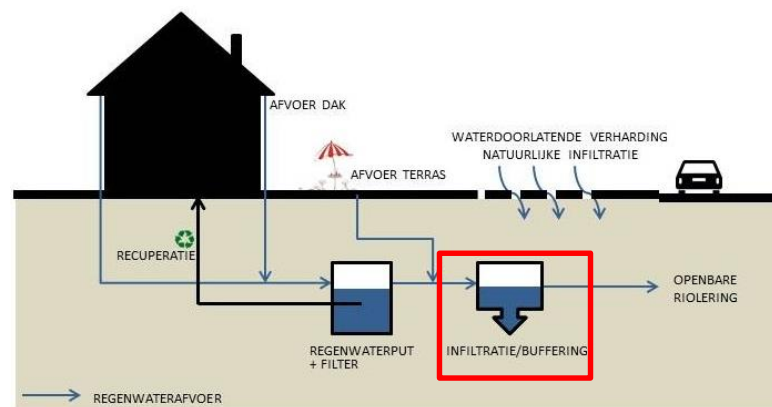
$$V_{\max \text{ inf}} = V_{\max \text{ buf}} = V_{\text{buf}} + V_{\text{inf}}$$

- Doorvoer:

- 20 l/s/ha

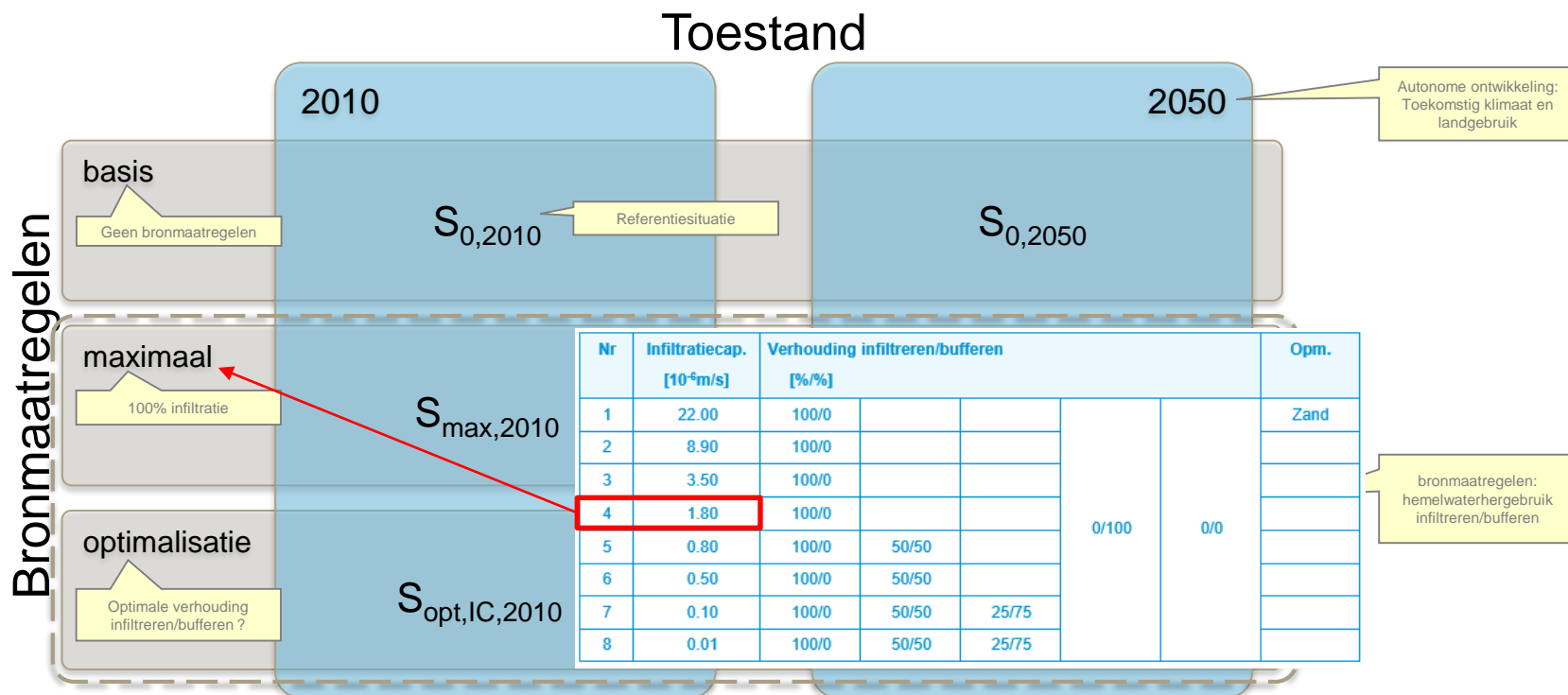
- Hergebruik: vermindering toevoer met 60 m²

- Opmerking: abstractie gemaakt van moeilijke realisatie voor individueel gebouw



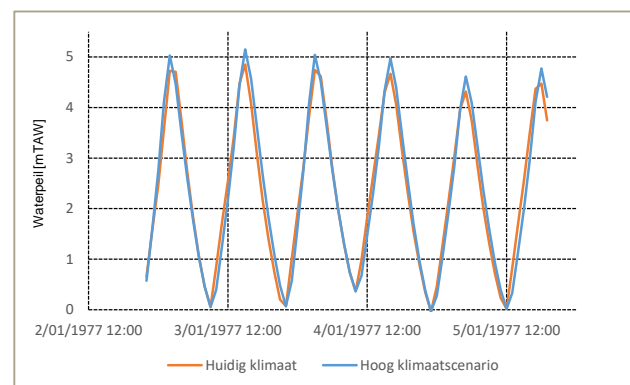
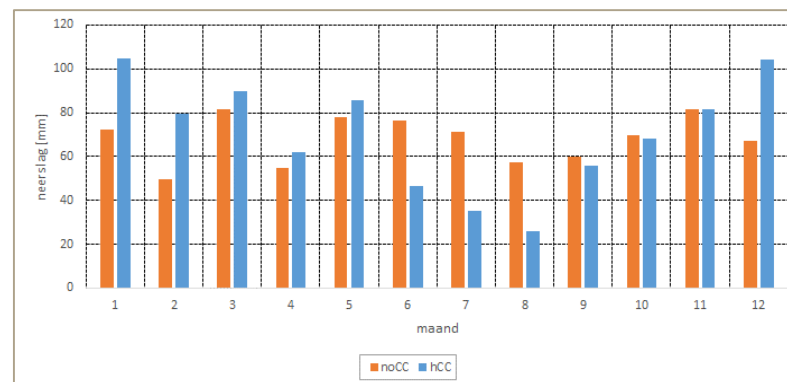
Modellering: Praktische uitwerking

- Scenario's: simulaties 30 jaar neerslag Ukkel (1977-2006)



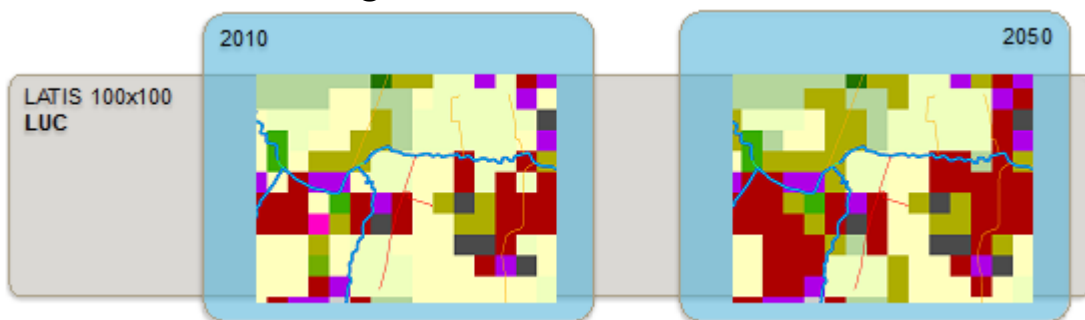
Modellering: Praktische uitwerking

- Autonome ontwikkeling in 2050
 - Klimaatverandering
 - Hoog klimaatscenario winter (hCC; KU Leuven)
 - Toegepast op neerslag en verdamping
 - Zeespiegelstijging:
 - Hoogwater +30 cm (KNMI)
 - Toegepast op Schelde

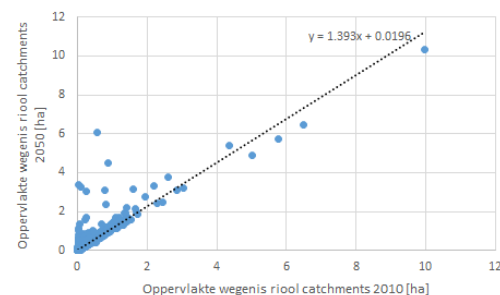


Modellering: Praktische uitwerking

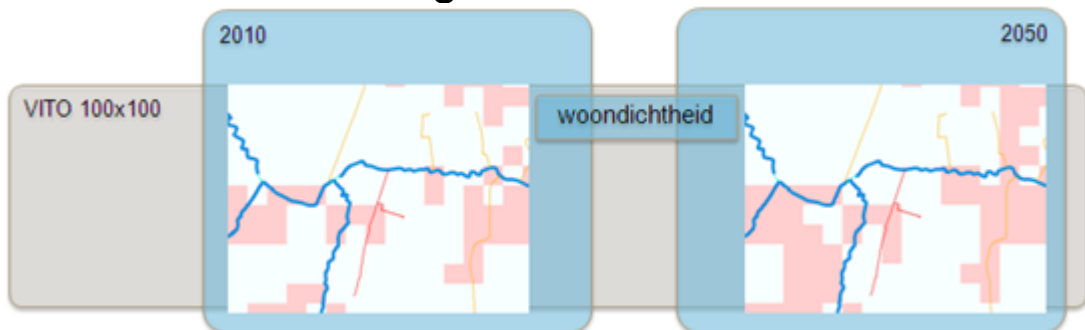
- Autonome ontwikkeling in 2050
 - Landgebruiksverandering (VITO)
 - Landgebruik



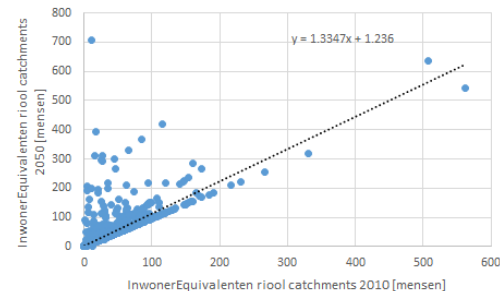
Opp. Dak-Wegenis: +35-40 %



- Bevolking

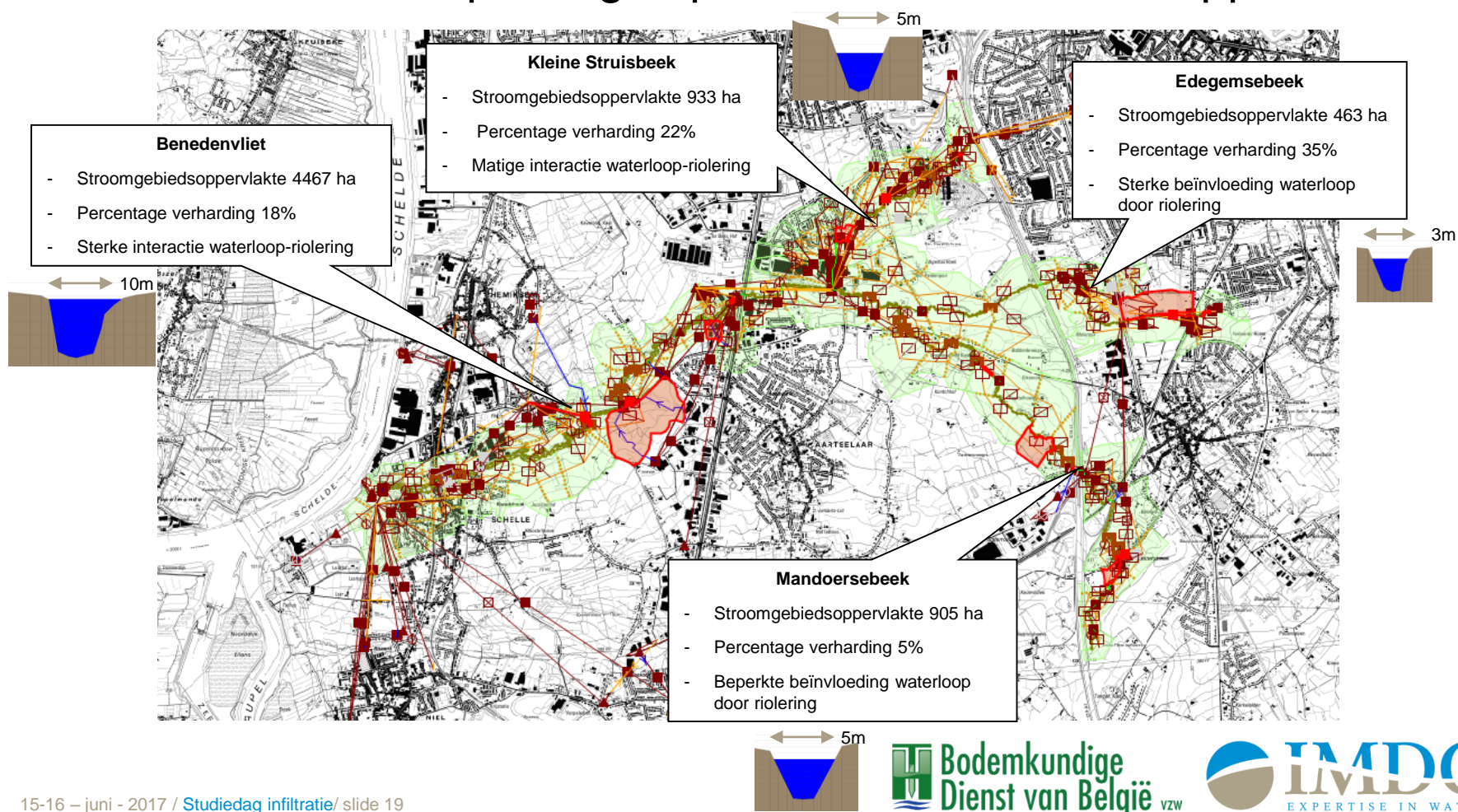


Inwoners Equivalenten: +30 %



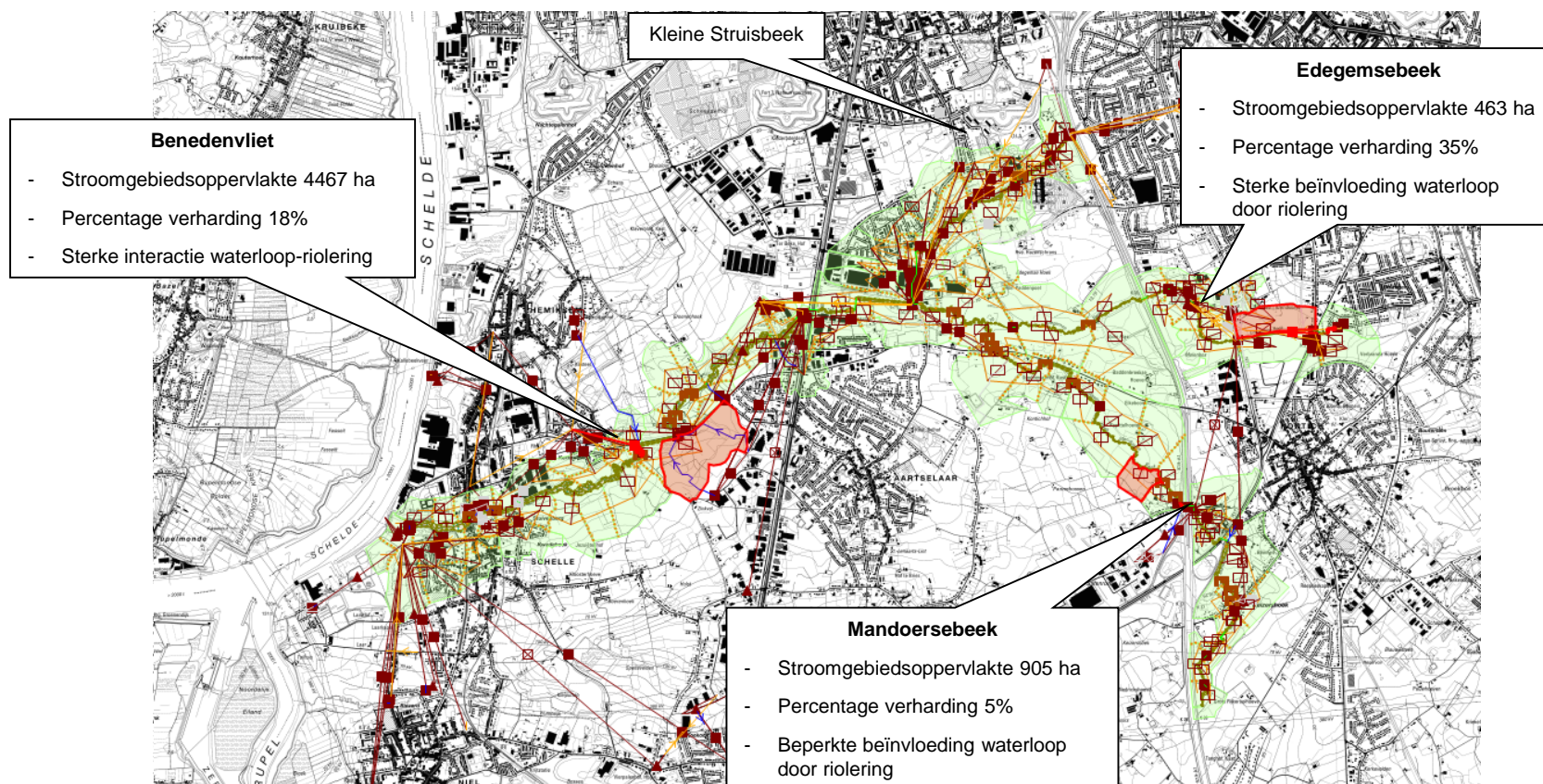
Modelling: Praktische uitwerking

- Locaties voor bespreking impact scenario's in het rapport



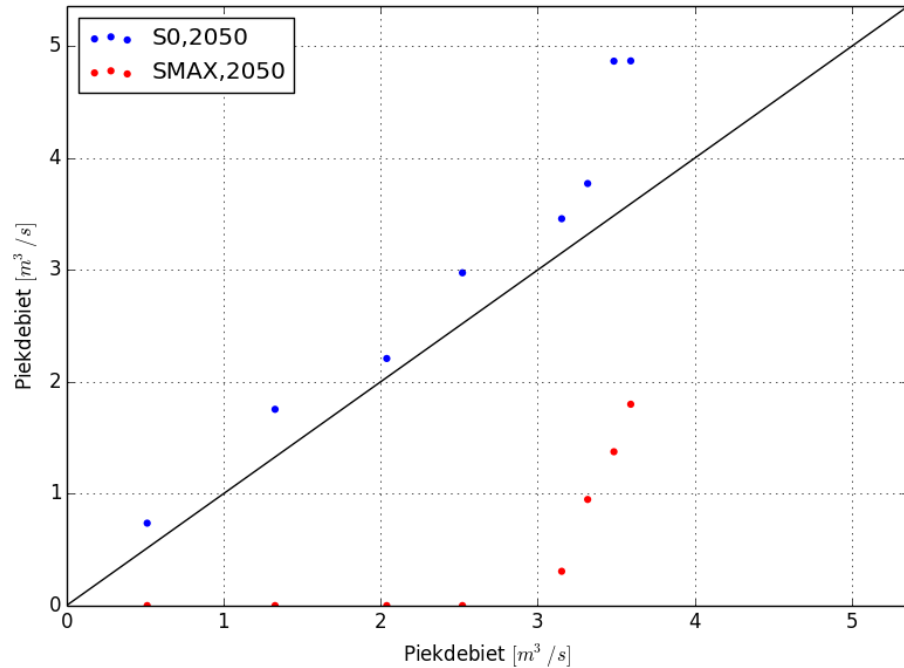
Modellering: Praktische uitwerking

- Locaties voor bespreking impact scenario's in presentatie

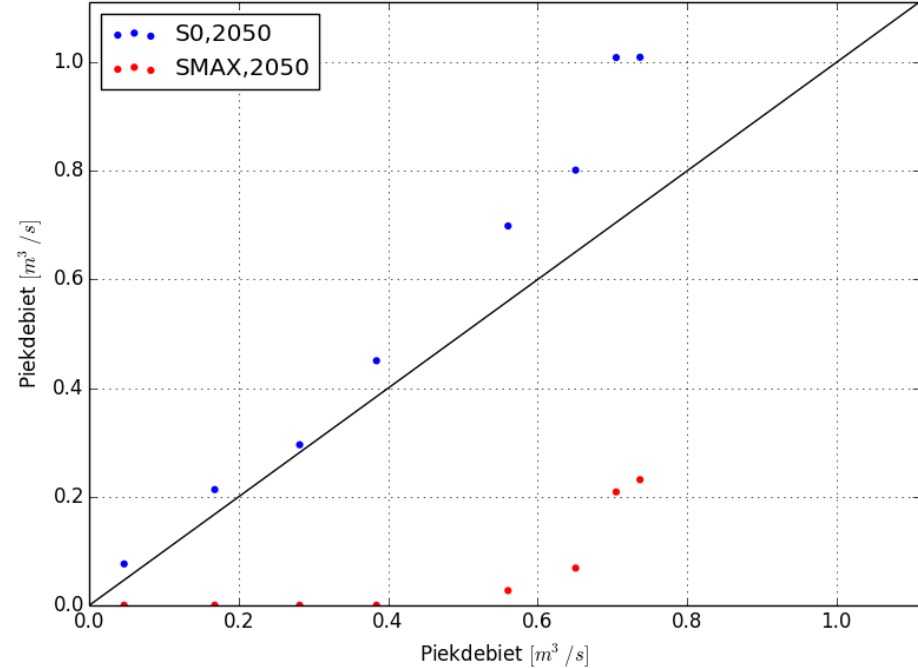


Modelling: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Overstortpiekdebiet Edegemsebeek

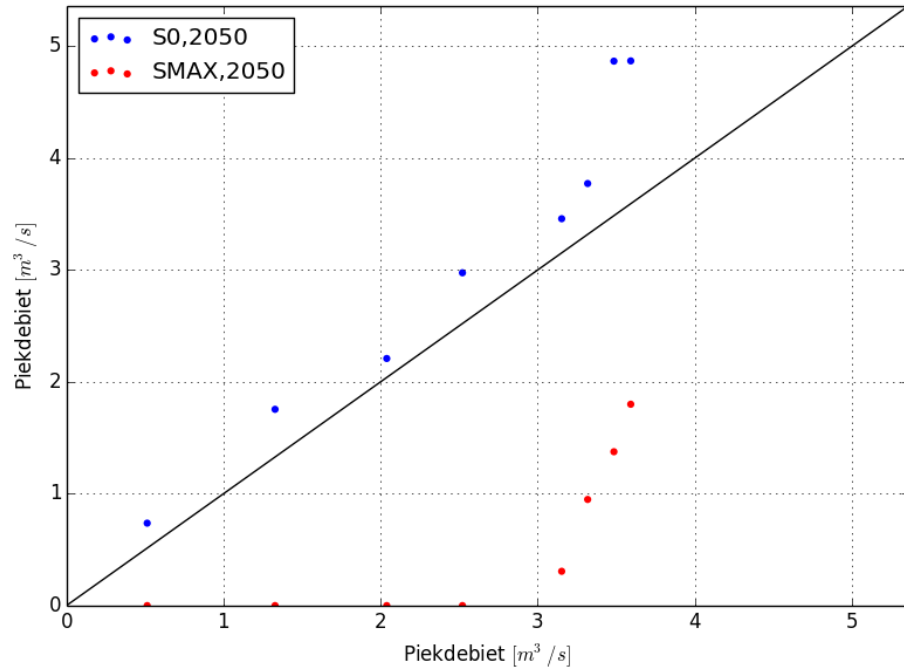


Mandoersebeek

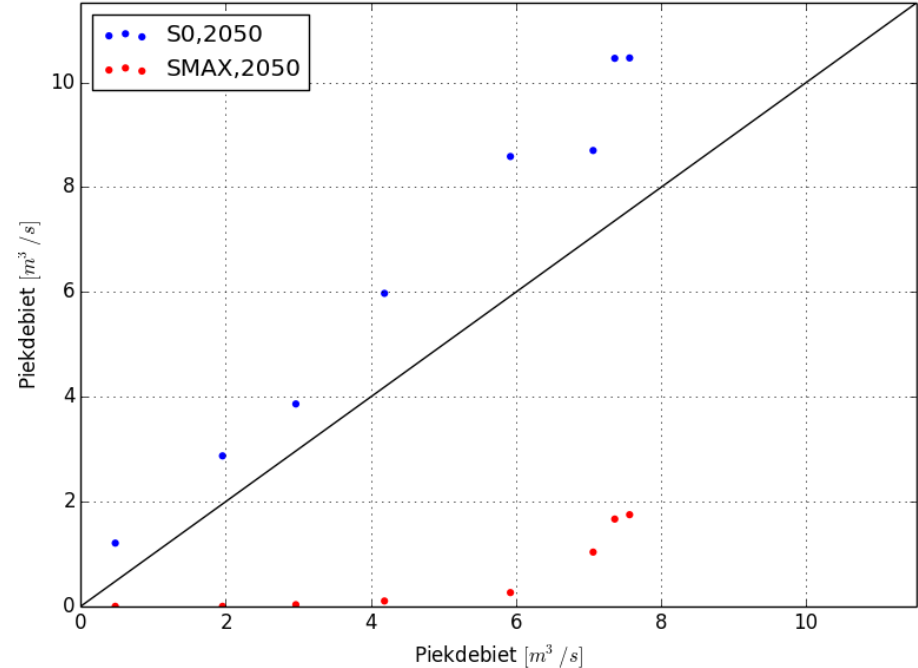


Modelling: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Overstortpiekdebiet Edegemsebeek



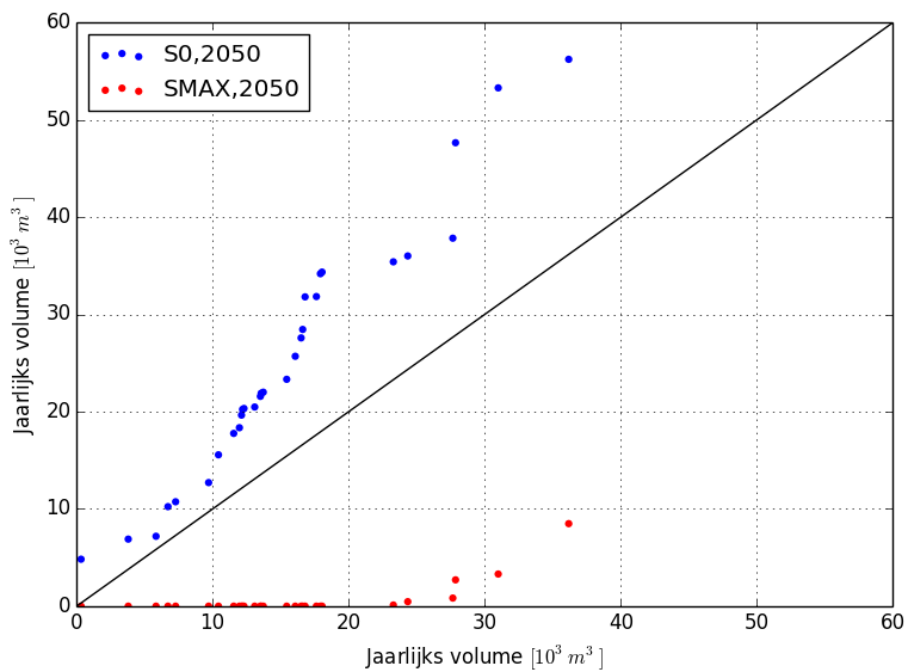
Benedenvliet



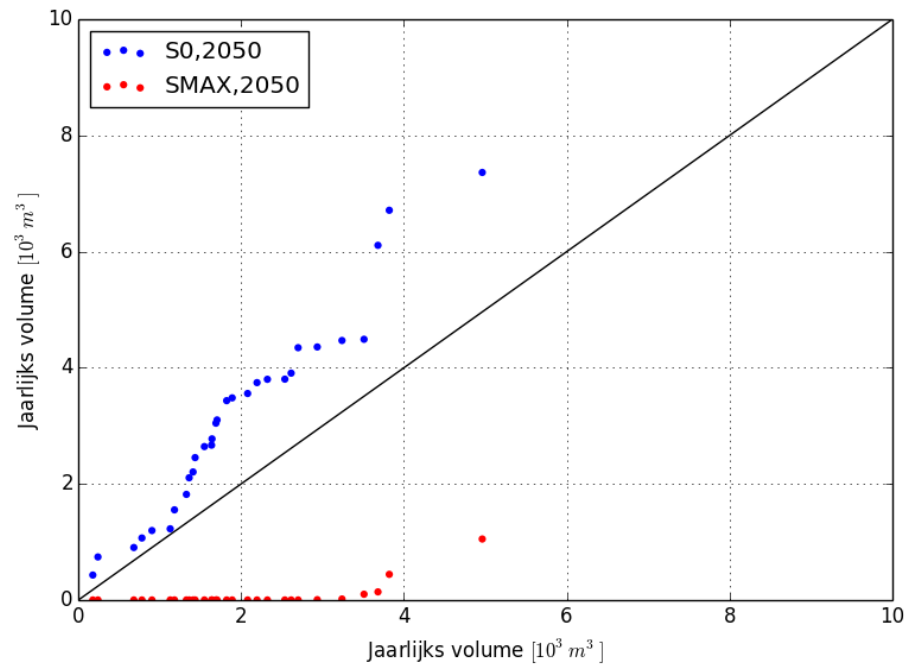
Modellering: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Overstortvolume (jaarbasis)

Edegemsebeek



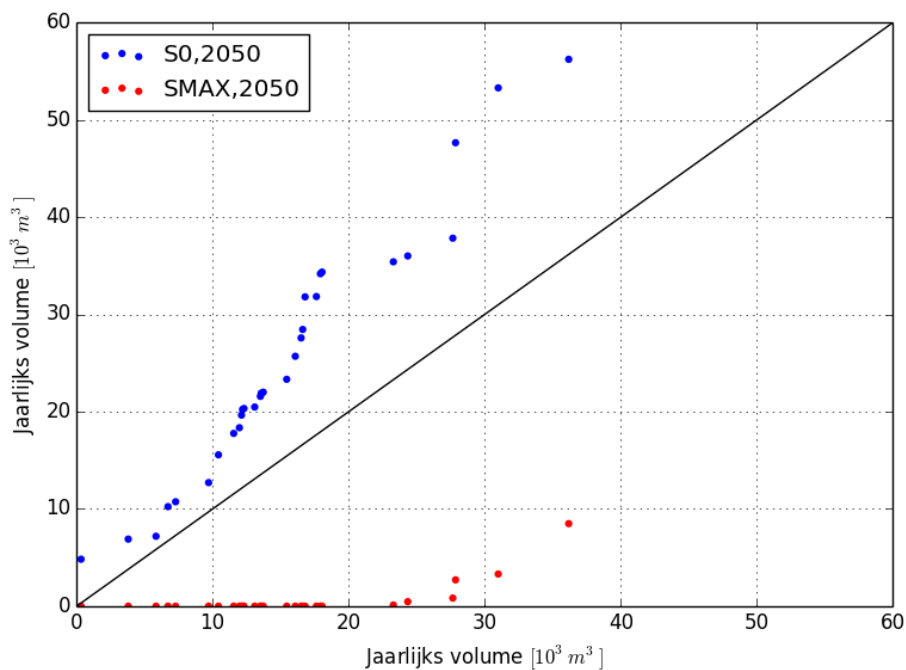
Mandoersebeek



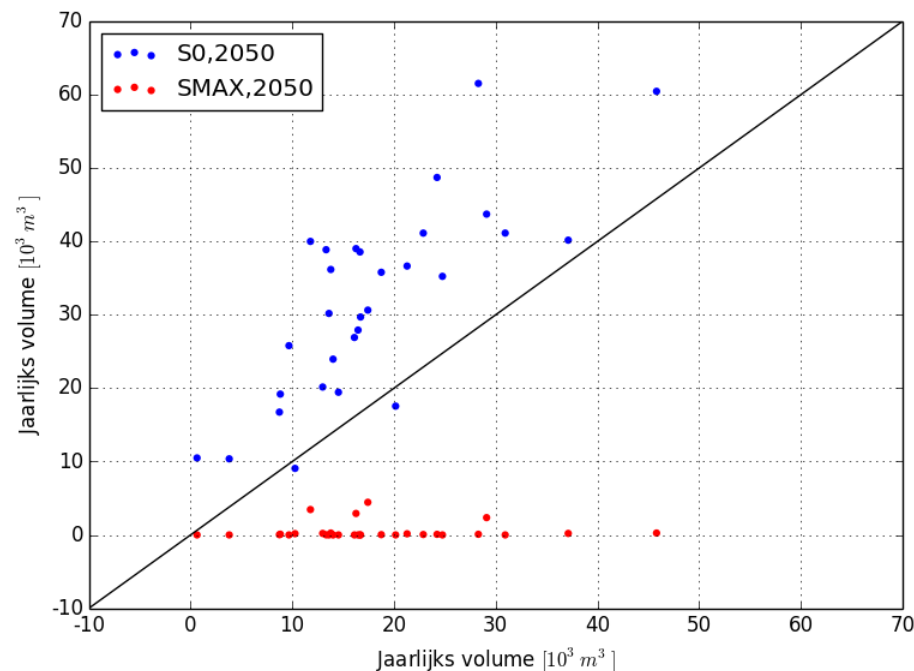
Modelling: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Overstortvolume (jaarbasis)

Edegemsebeek



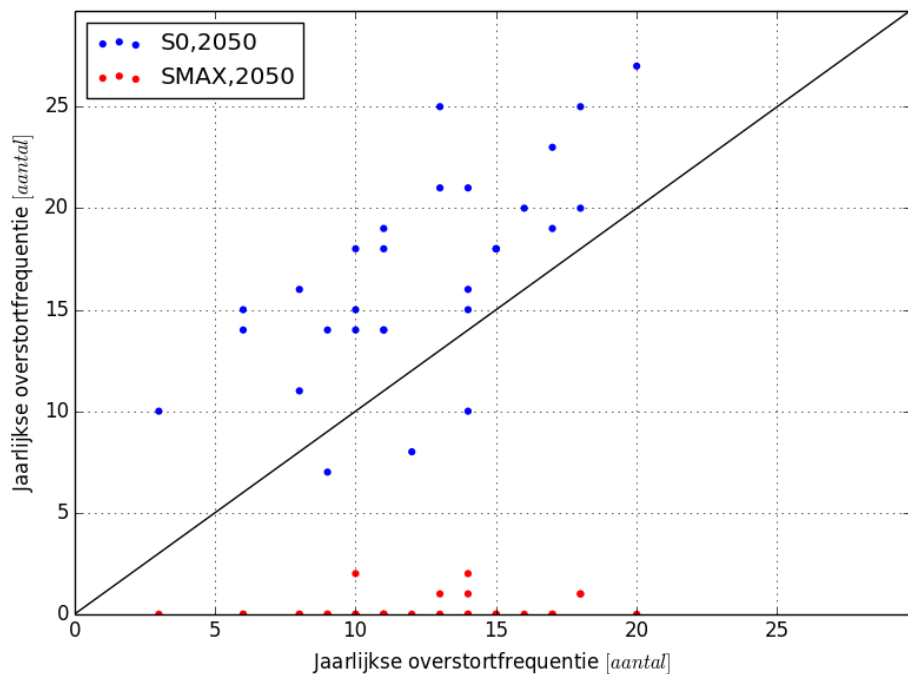
Benedenvliet



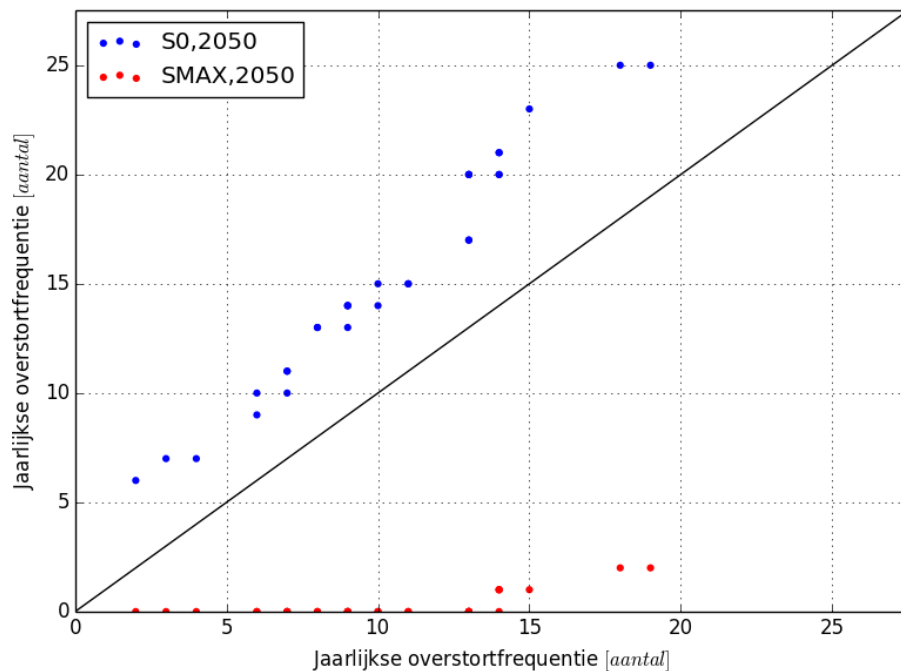
Modellering: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Overstortfrequentie (jaarbasis)

Edegemsebeek



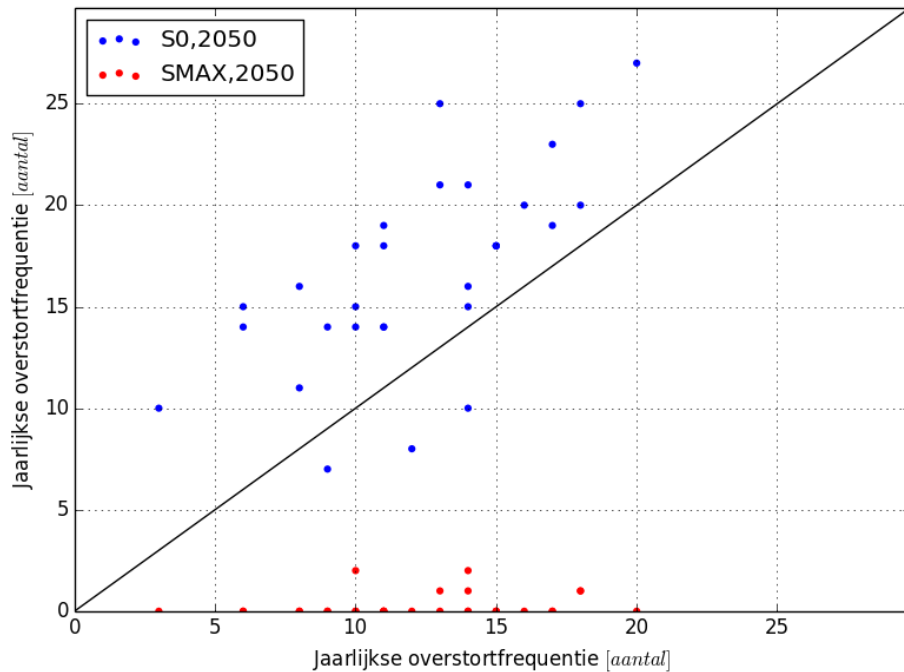
Mandoersebeek



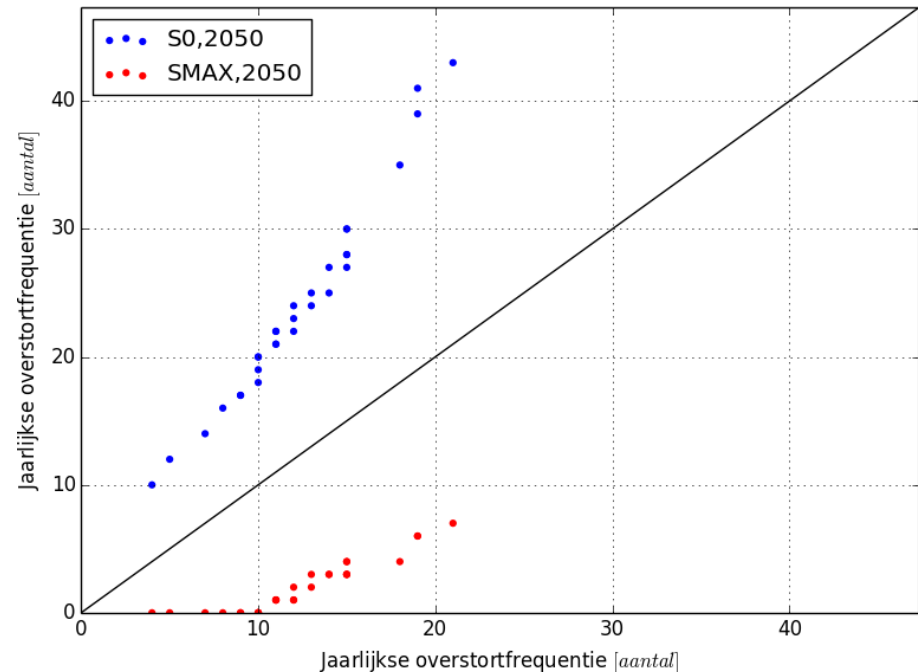
Modelling: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Overstortfrequentie (jaarbasis)

Edegemsebeek



Benedenvliet

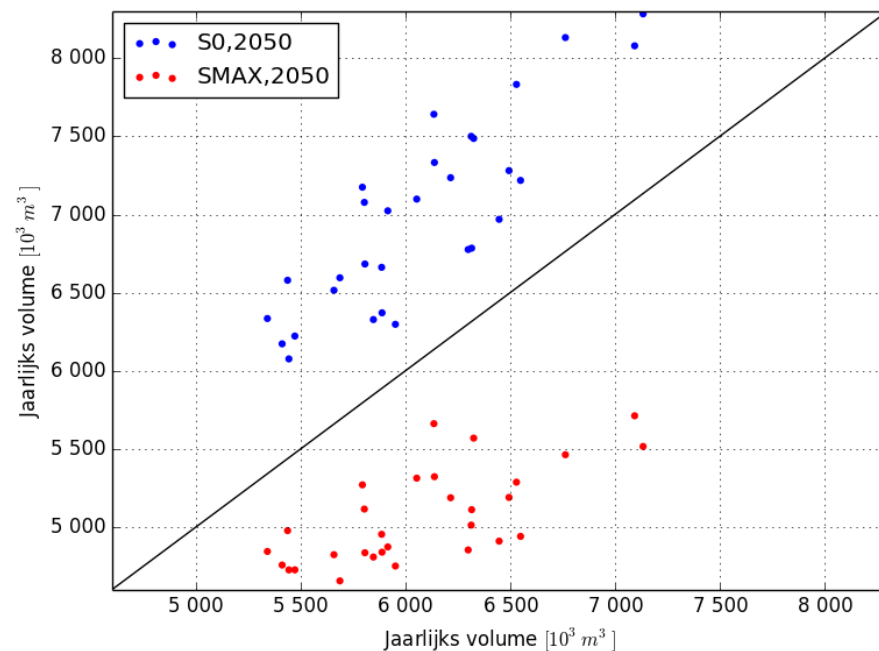
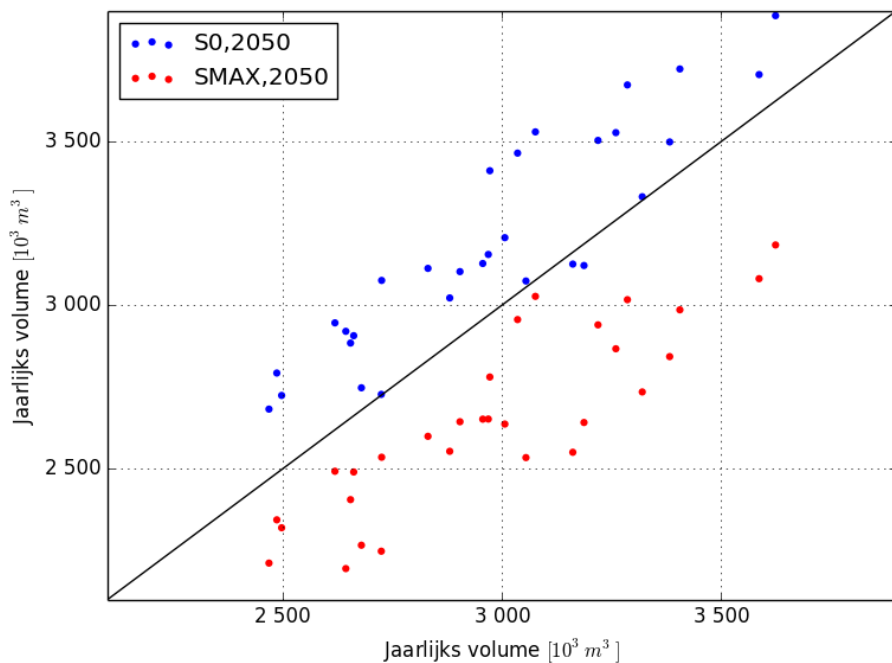


Modellering: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Afvoervolume naar RWZI (jaarbasis)

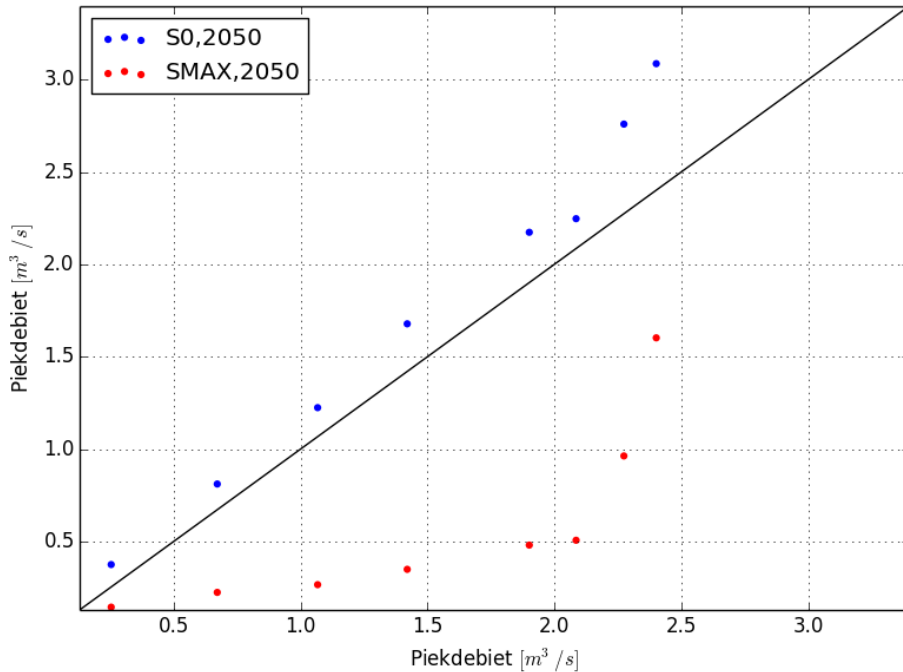
Edegemsebeek: RWZI Edegem

Benedenvliet: RWZI Aartselaar

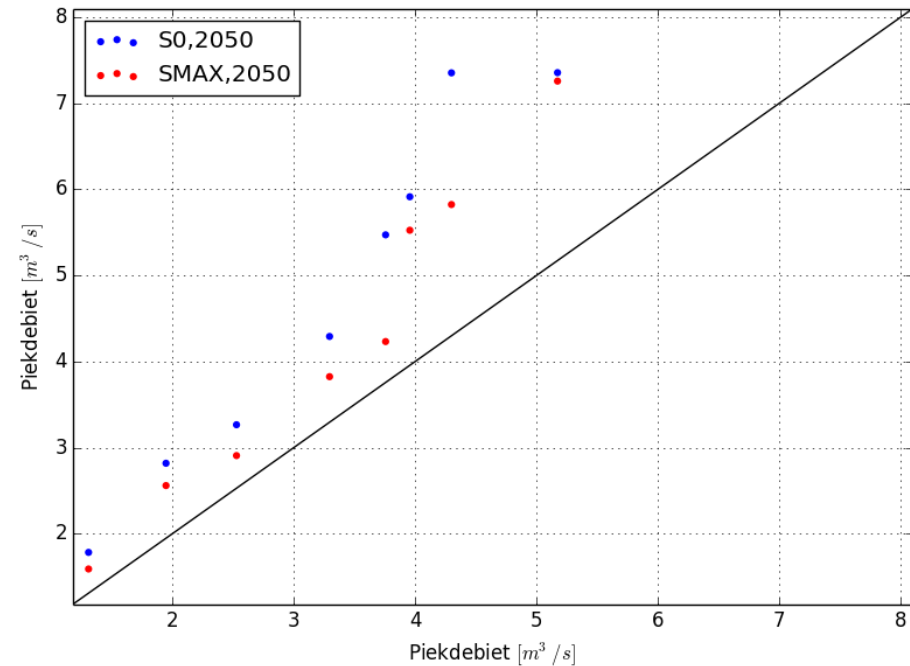


Modellering: Resultaten; Autonome ontwikkeling (2050)

Piekdebiet op de waterloop Edegemsebeek

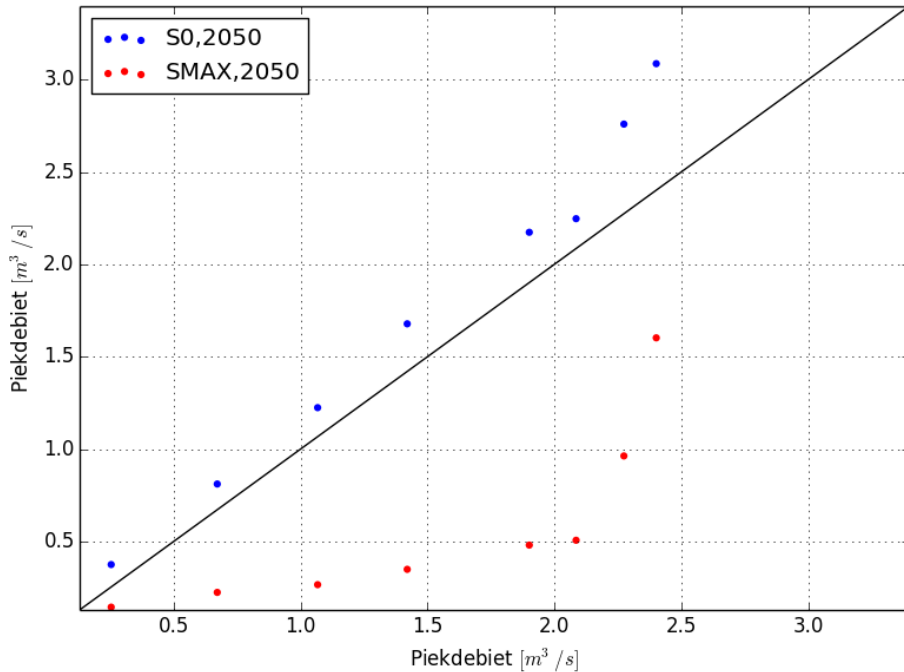


Mandoersebeek

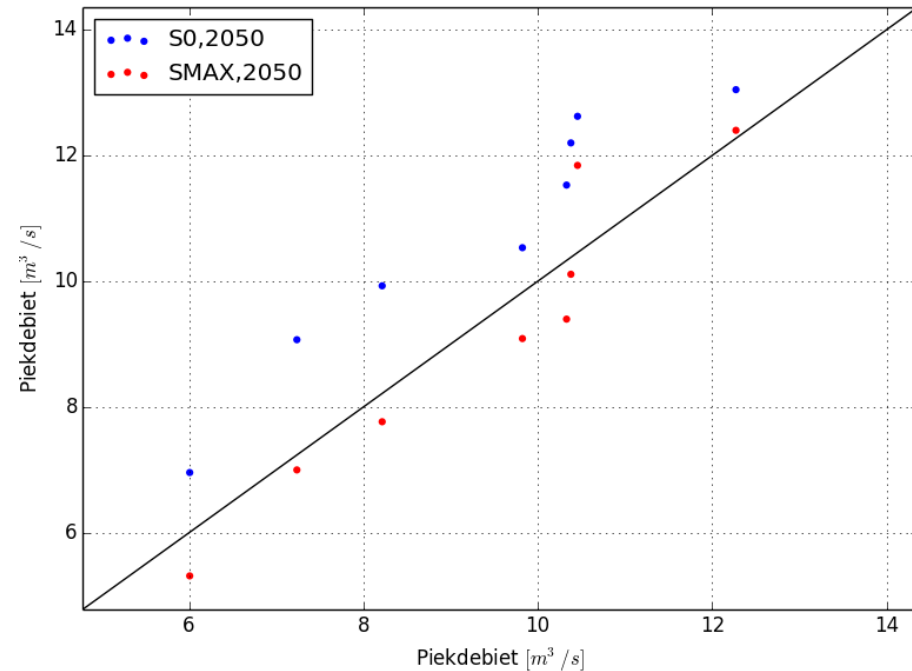


Modellering: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Piekdebiet op de waterloop Edegemsebeek

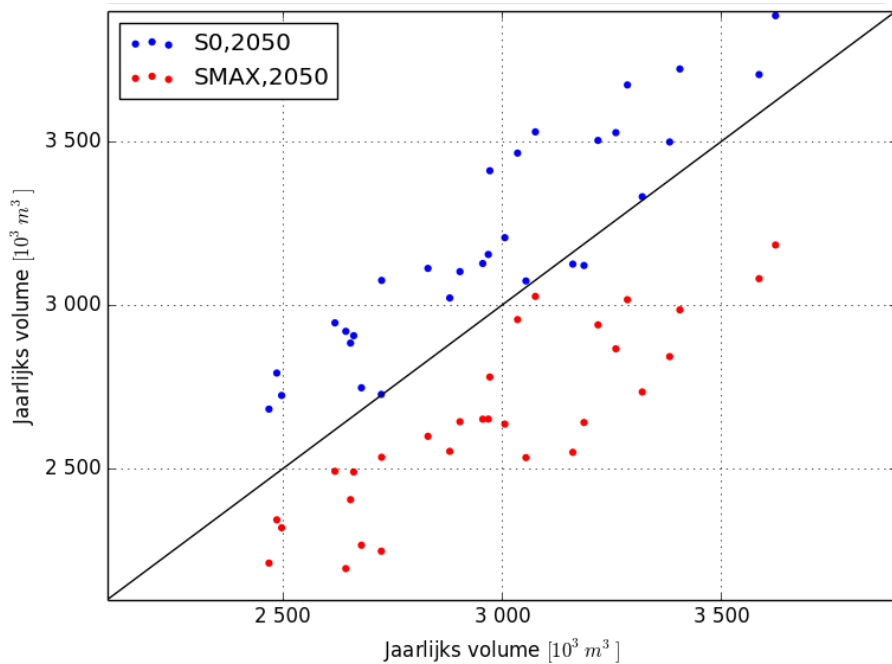


Benedenvliet

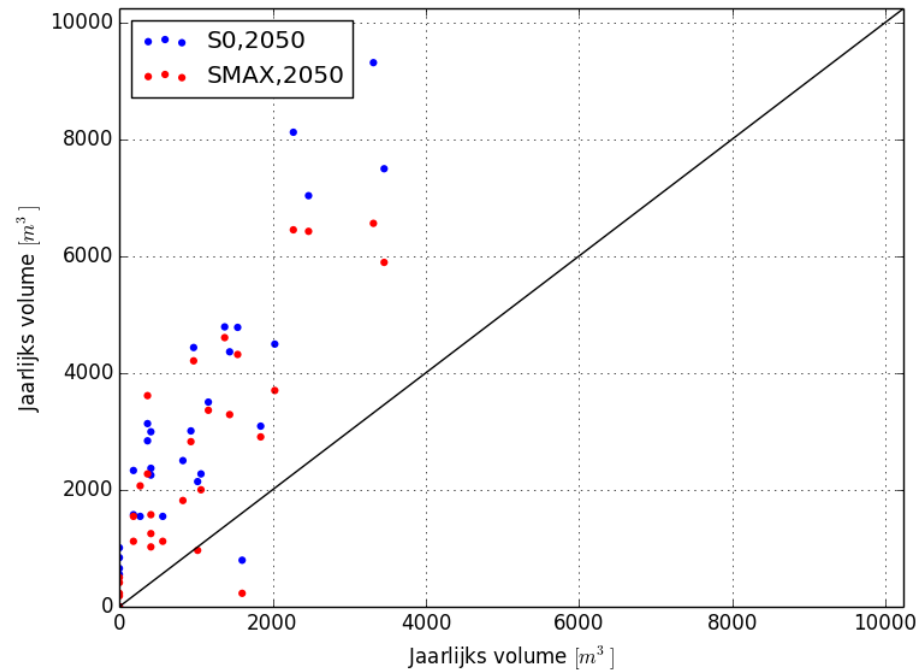


Modellering: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

Overstroomd volume waterloop Edegemsebeek

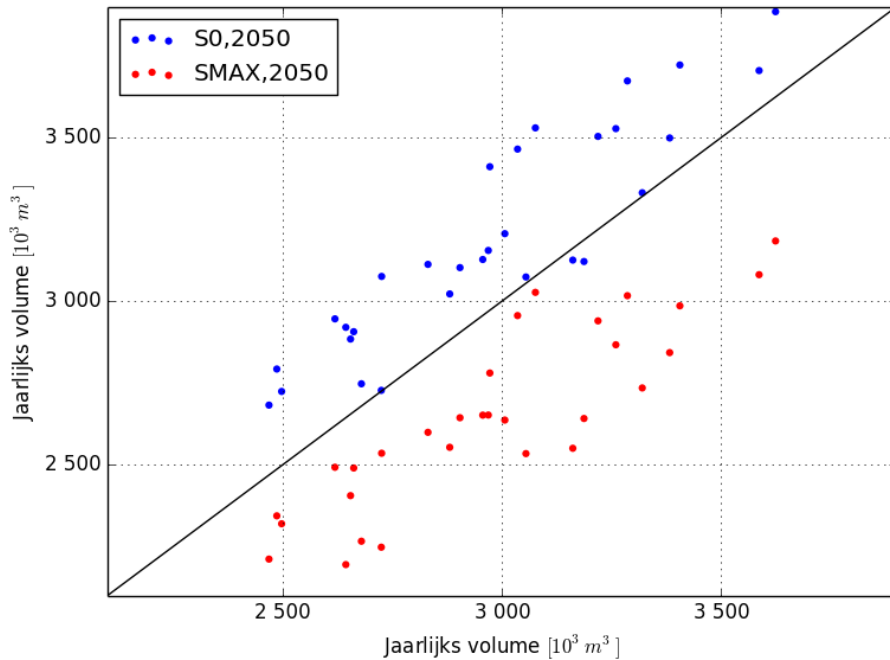


Mandoersebeek

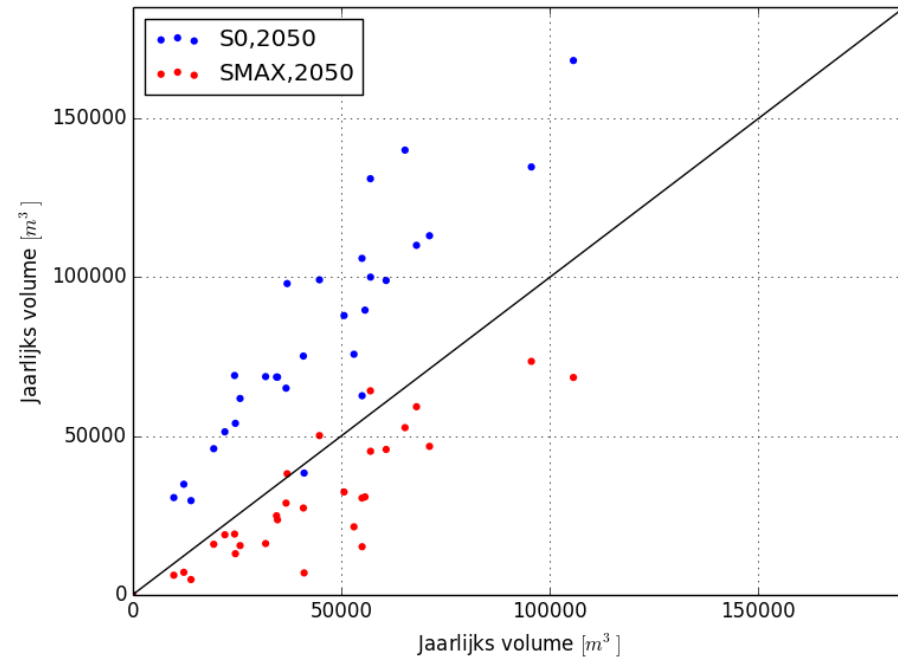


Modellering: Resultaten; Autonome ontwikkeling (2050)

Overstroomd volume waterloop Edegemsebeek



Benedenvliet

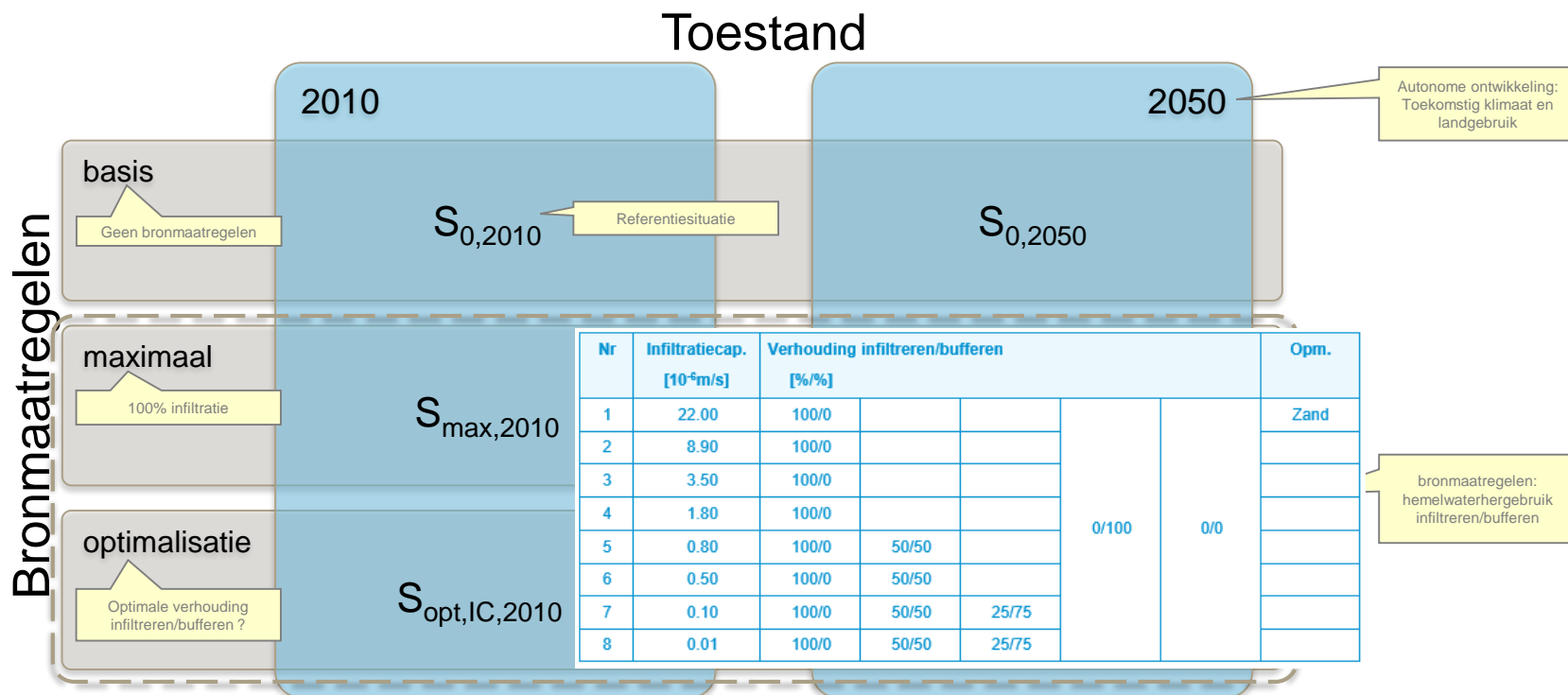


Modellering: Resultaten, Autonome ontwikkeling (2050)

- Bevindingen
 - Basisscenario:
 - Toename piekdebieten overstorten
 - Toename overstortfrequentie en de –volumes
 - Niet steeds eenduidig
 - Mogelijk verband met wijziging neerslagpatroon
 - Scenario bronmaatregelen: 100% infiltratie
 - Hoogfrequente overstortwerking nagenoeg te niet gedaan
 - Verminderde afvoer hemelwater naar RWZI
 - Impact bronmaatregelen op de waterloop is locatie-afhankelijk
 - Sterkere impact bij groter aandeel verharde oppervlakte

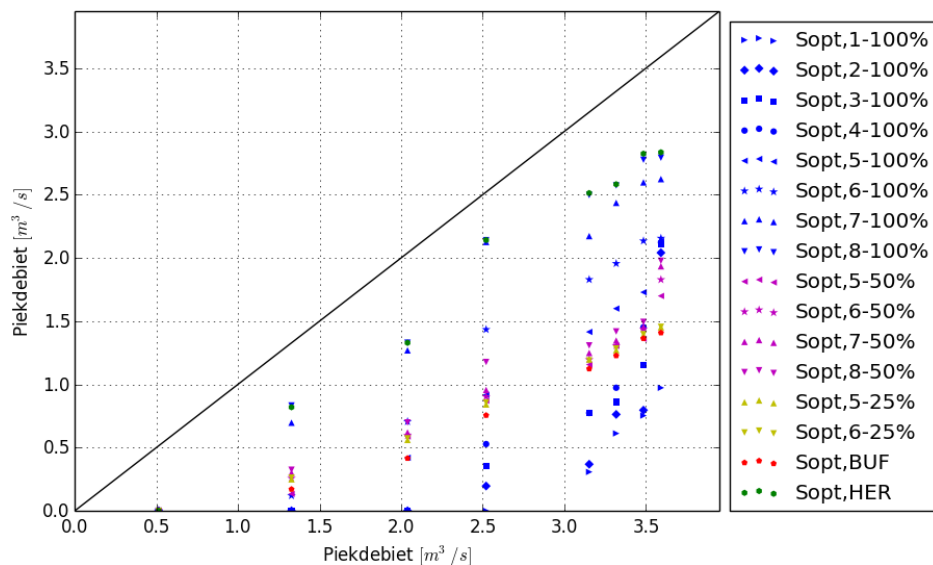
Modellering: Praktische uitwerking

- Scenario's: simulaties 30 jaar neerslag Ukkel (1977-2006)

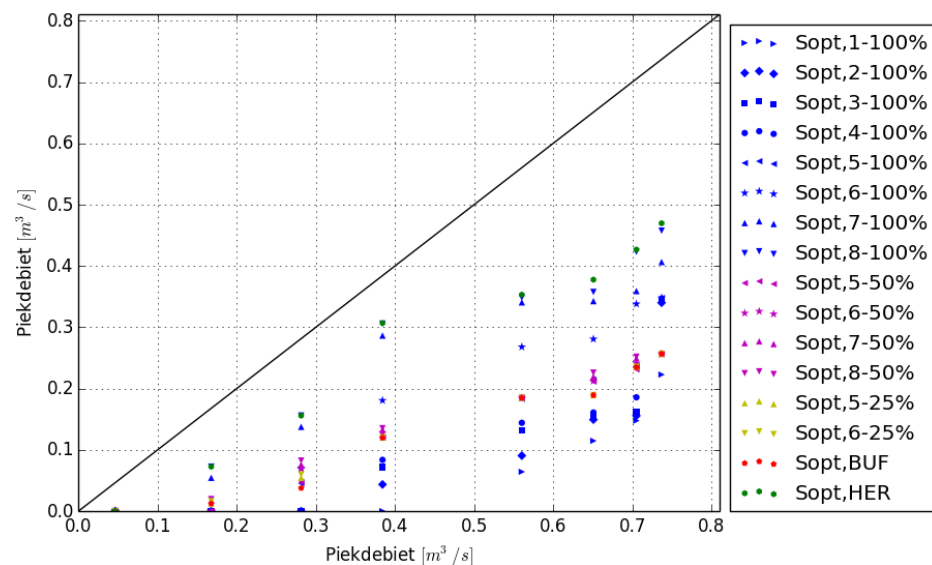


Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstortpiekdebiet Edegemsebeek



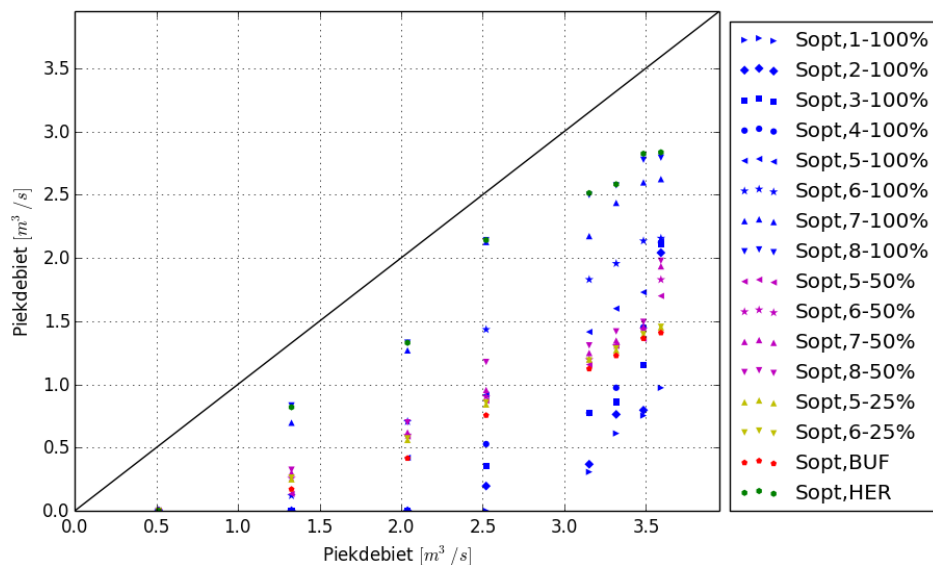
Mandoersebeek



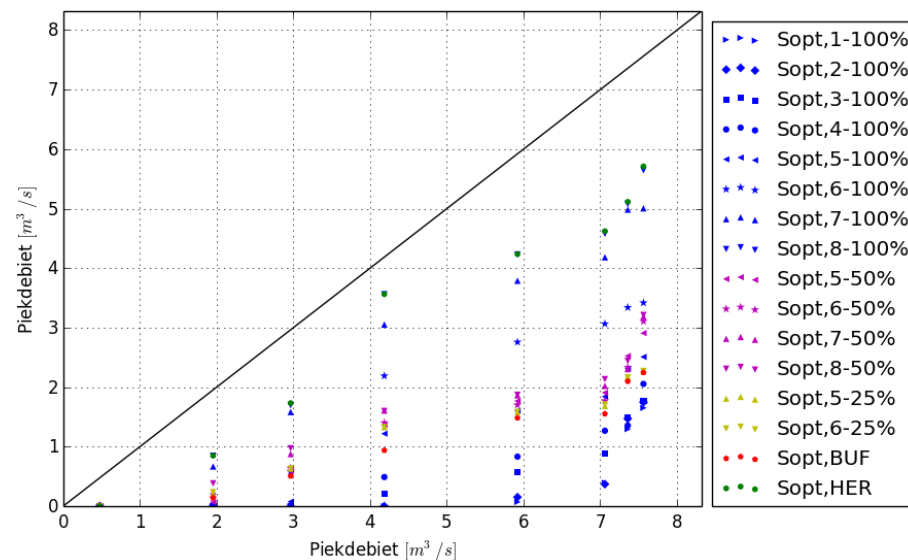
Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstortpiekdebiet Edegemsebeek



Benedenvliet

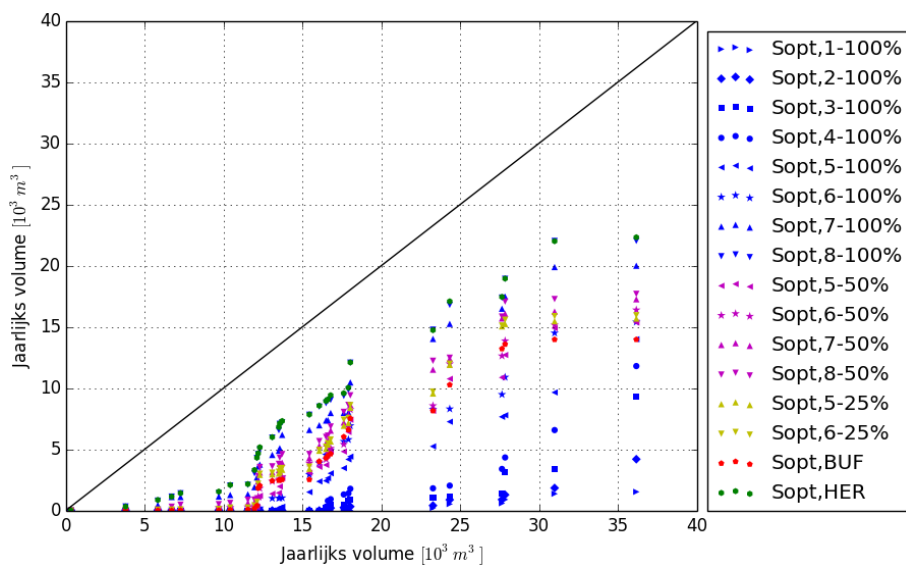


Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

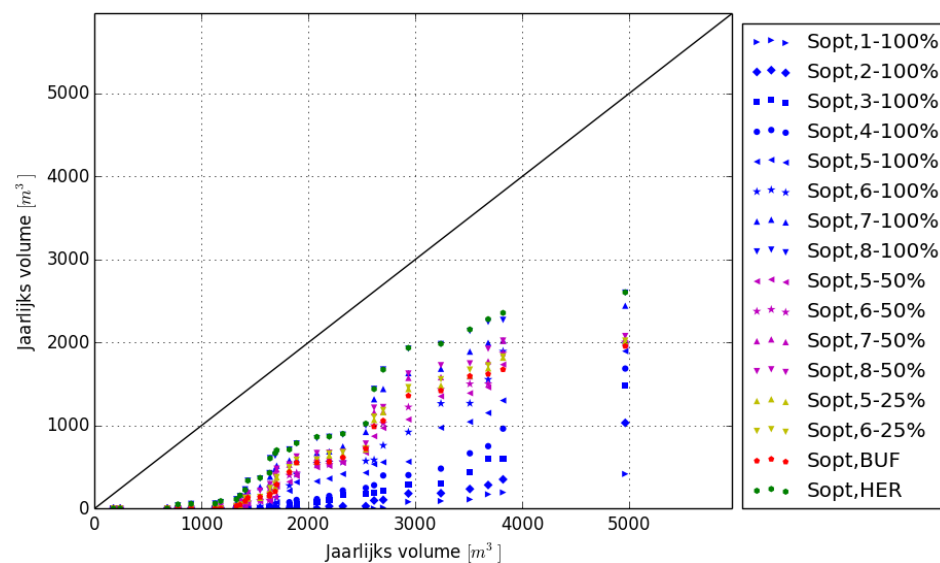
Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstortvolume (jaarbasis)

Edegemsebeek



Mandoersebeek

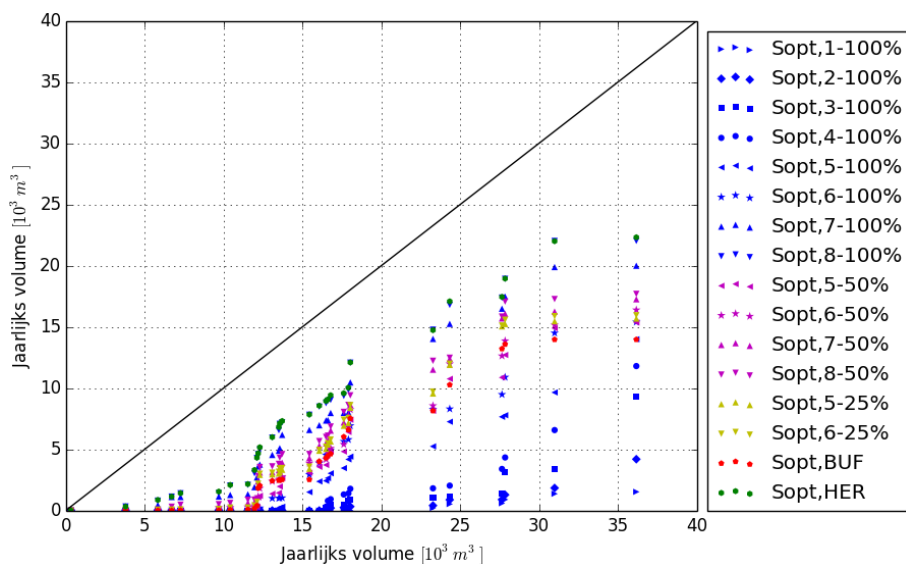


Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

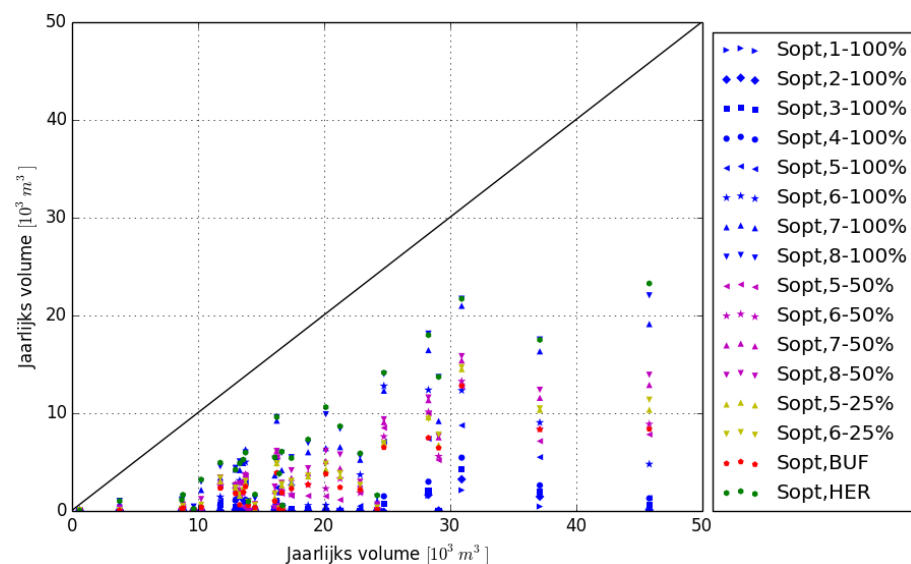
Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstortvolume (jaarbasis)

Edegemsebeek



Benedenvliet

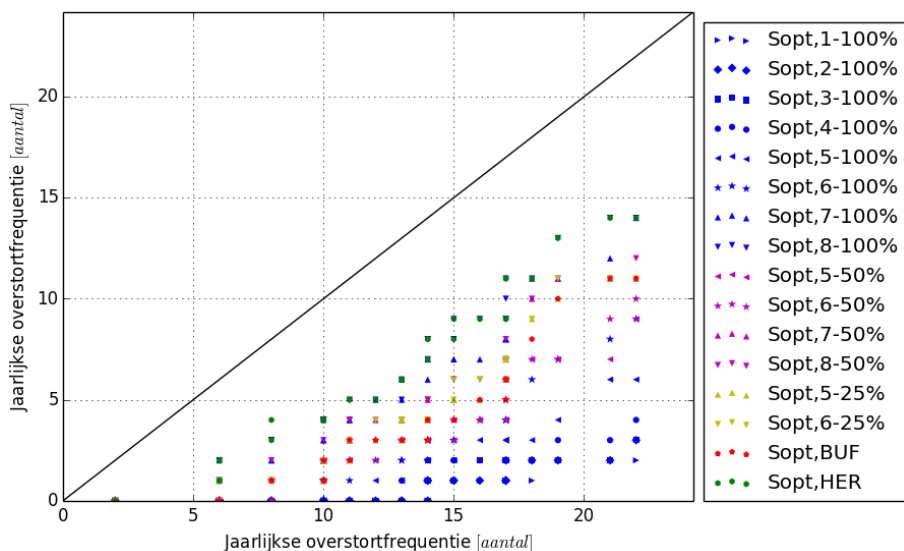


Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [$10^6 \text{m}^3/\text{s}$]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

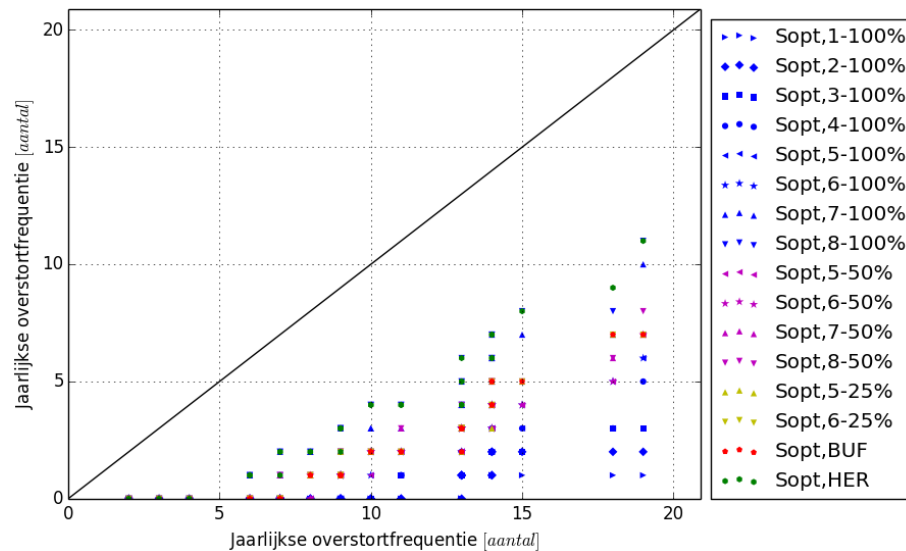
Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstortfrequentie (jaarbasis)

Edegemsebeek



Mandoersebeek

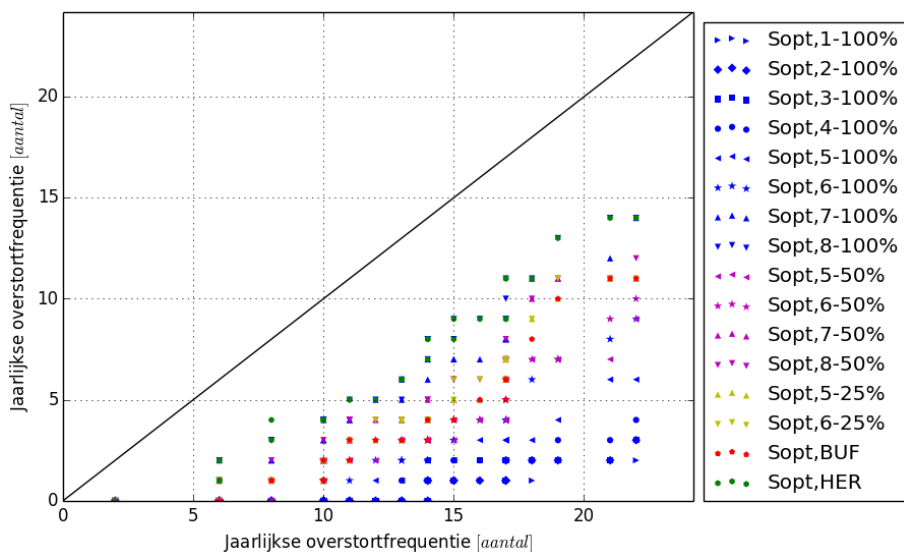


Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [$10^6\text{m}^3/\text{s}$]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

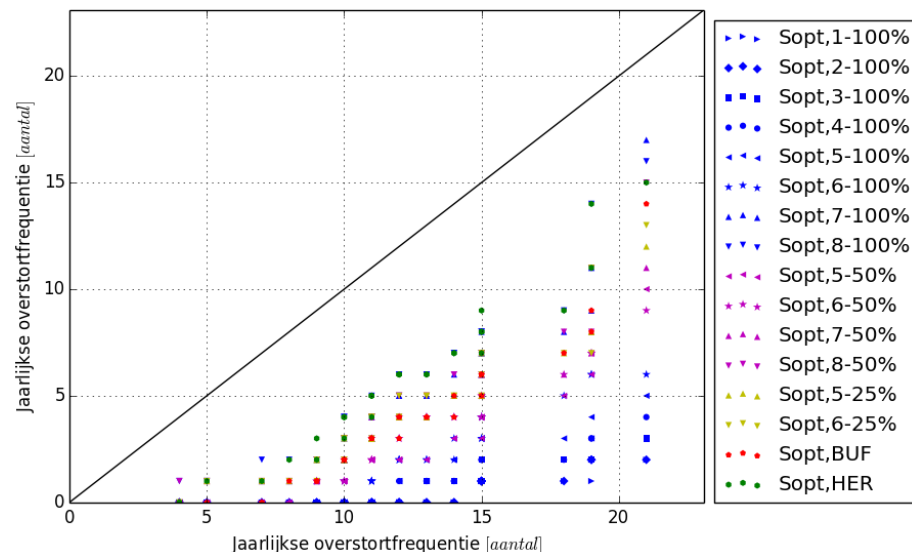
Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstortfrequentie (jaarbasis)

Edegemsebeek



Benedenvliet



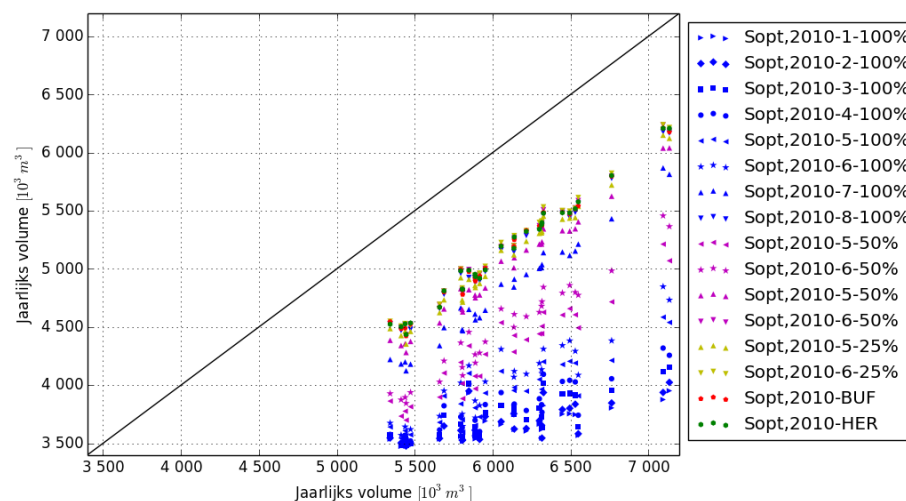
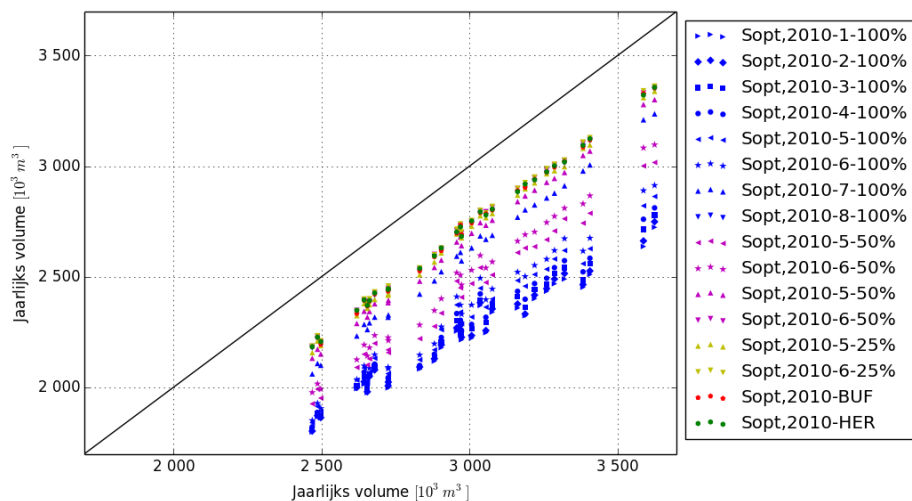
Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [$10^6\text{m}^3/\text{s}$]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Afvoervolume naar RWZI (jaarbasis)

Edegemsebeek: RWZI Edegem

Benedenvliet: RWZI Aartselaar

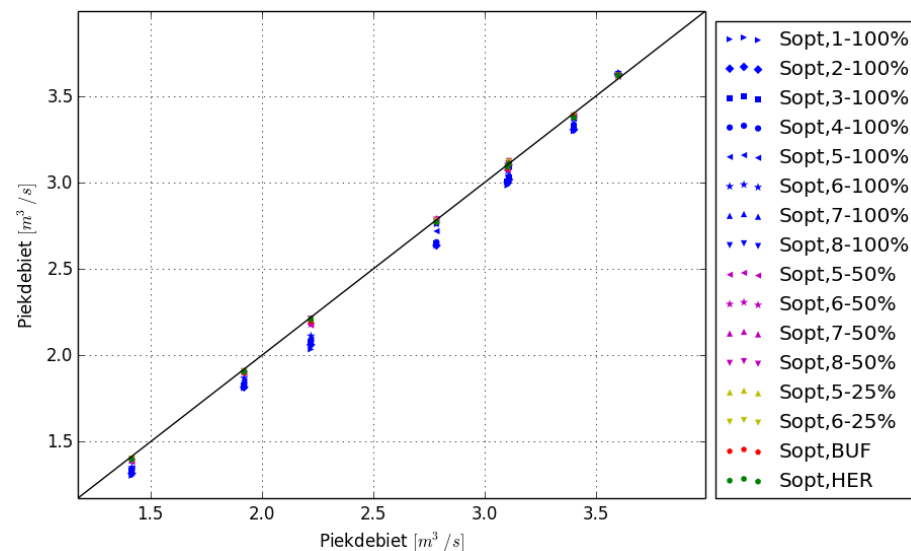
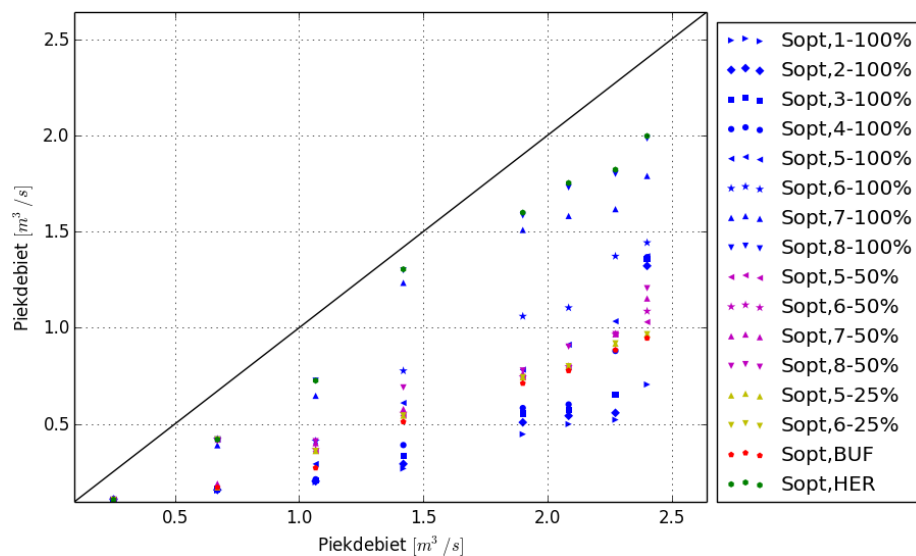


Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6 m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Piekdebiet waterloop Edegemsebeek

Mandoersebeek

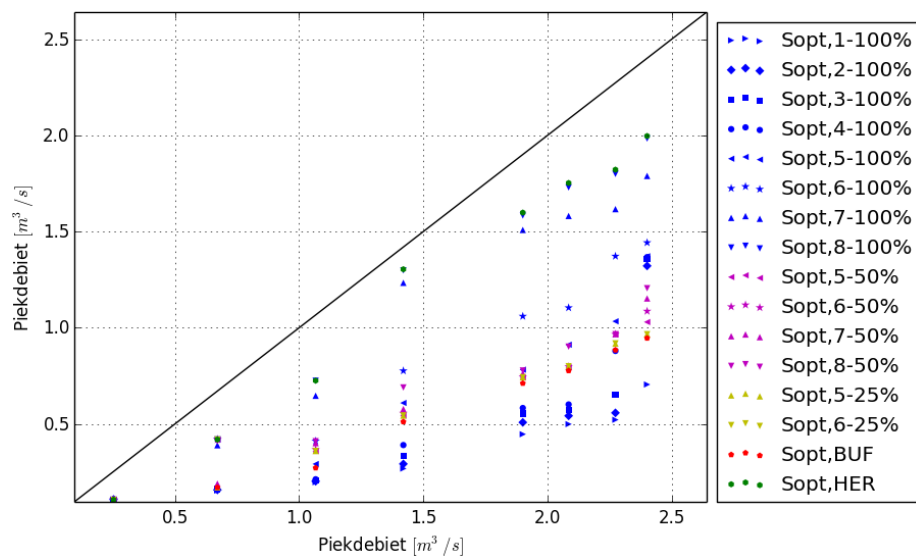


Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

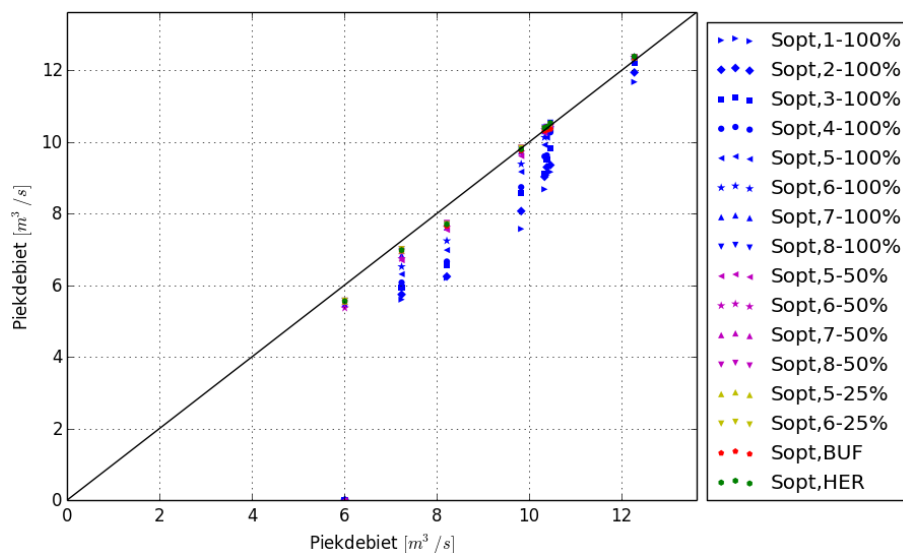
Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Piekdebiet waterloop

Edegemsebeek



Benedenvliet



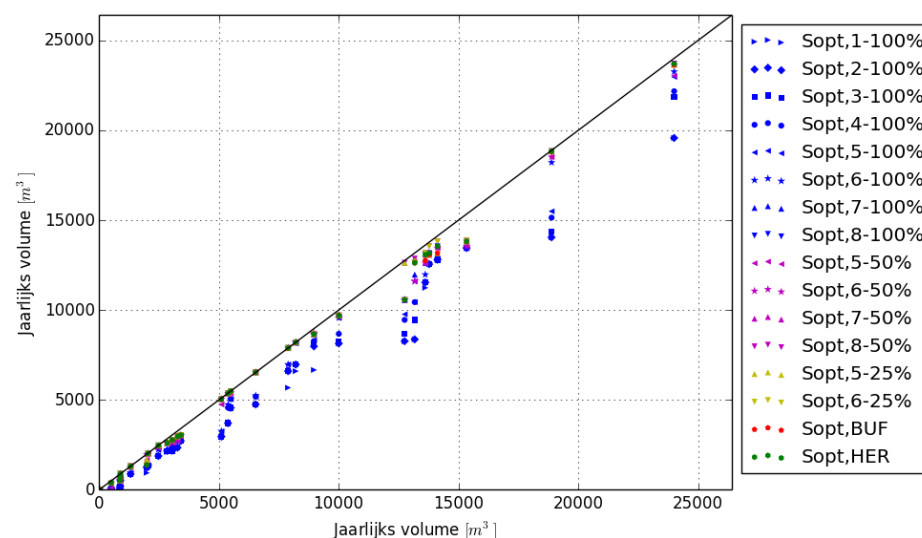
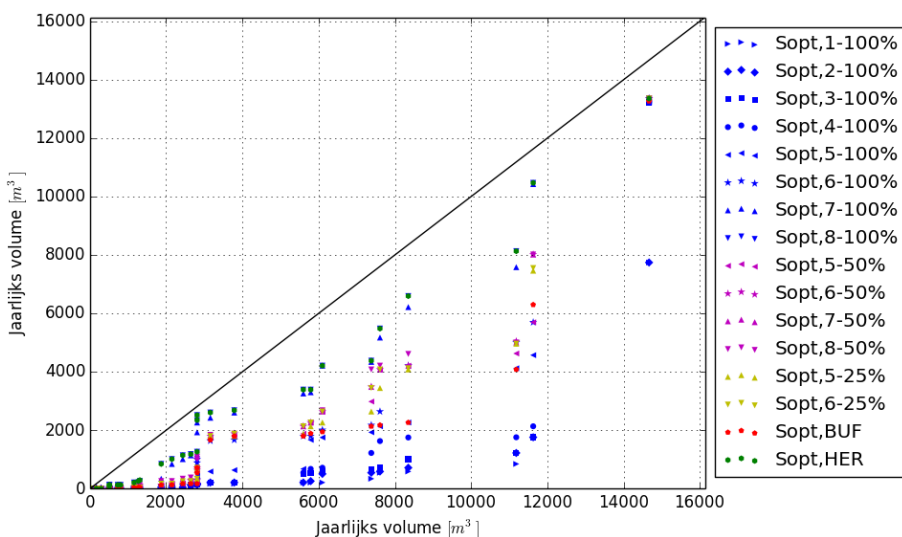
Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstroomd volume waterloop (jaarbasis)

Edegemsebeek

Mandoersebeek



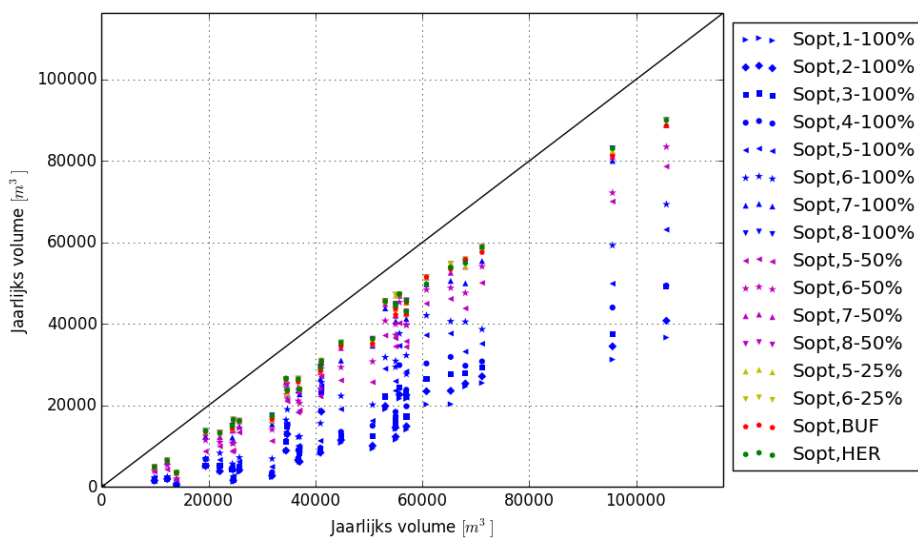
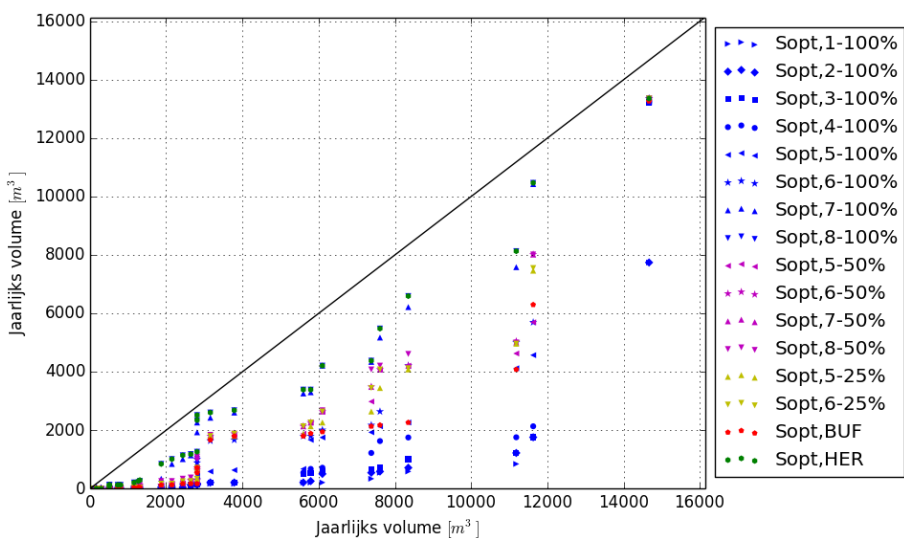
Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

Overstroomd volume waterloop (jaarbasis)

Edegemsebeek

Benedenvliet



Nr	1	2	3	4	5	6	7	8
Infiltratiecap. [10^6m/s]	22.00	8.90	3.50	1.80	0.80	0.50	0.10	0.01

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

- Bevindingen bij toepassen van bronmaatregelen
 - Overstortwerking:
 - 100% infiltreren: afname overstortwerking
 - Sterkst bij infiltratiecapaciteiten (i.c.) $\geq 0,5 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - Bij infiltratiecapaciteiten $\leq 0,1 \cdot 10^{-6}$ m/s eerder gevolg hemelwaterhergebruik
 - 100% bufferen: afname overstortwerking
 - Overstortpiekdebieten: aansluiting bij impact i.c. $\geq 1,8 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - Overstortvolumes: aansluiting bij impact i.c. $\leq 0,1 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - Infiltratie beïnvloedt eerder overstortvolumes
 - Combinatie infiltreren – bufferen
 - Betere aansluiting impact i.c. $\leq 0,1 \cdot 10^{-6}$ m/s bij impact 100 % bufferen

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

- Bevindingen bij toepassen van bronmaatregelen
 - Afvoervolumes naar RWZI's:
 - 100% infiltreren: afname afvoervolume
 - Sterkst bij infiltratiecapaciteiten (i.c.) $\geq 0,5 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - 100% bufferen: aansluiting bij impact i.c. $\leq 0,01 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - Infiltratie neemt water weg uit rioolsysteem
 - Combinatie infiltreren – bufferen: minder gunstig voor afvoervolume
 - Bufferen houdt water in rioolsysteem

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

- Bevindingen bij toepassen van bronmaatregelen
 - Piekdebieten en overstromingen waterlopen:
 - 100% infiltreren: afname
 - Sterkst bij infiltratiecapaciteiten (i.c.) $\geq 0,5 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - 100% bufferen: impact tussen i.c. $1,8 \cdot 10^{-6}$ m/s en $0,8 \cdot 10^{-6}$ m/s
 - Combinatie infiltreren – bufferen
 - Betere aansluiting impact i.c. $\leq 0,1 \cdot 10^{-6}$ m/s bij impact 100 % bufferen
 - Impact is locatie-afhankelijk
 - Verband met
 - Verhouding verharde oppervlakte/stroomgebiedoppervlakte
 - Complexiteit en interacties rivier-waterloop

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

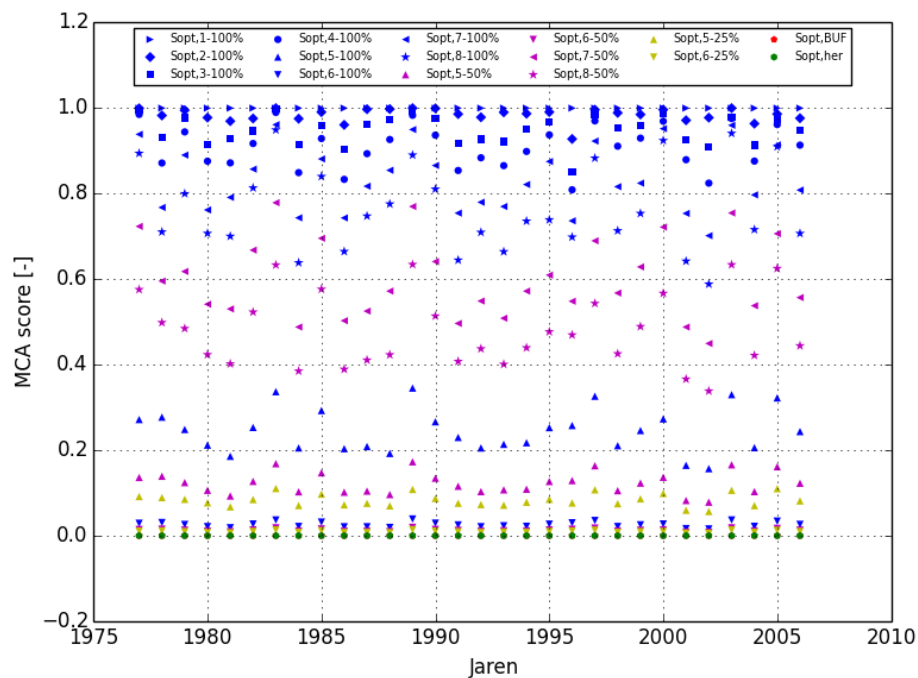
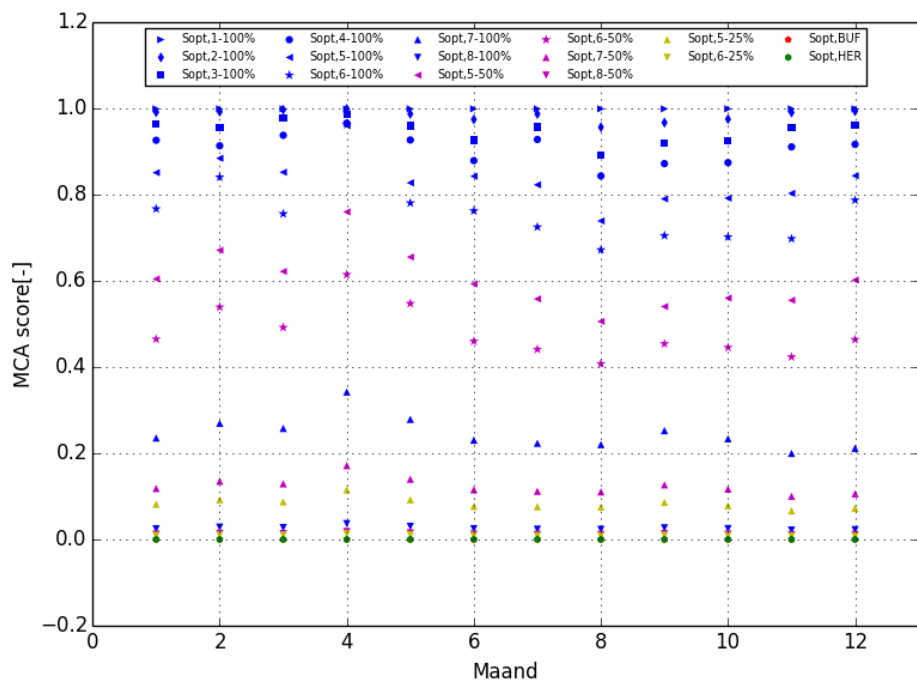
- Multi-Criteria Analyse (MCA)
 - Doel: synthese impact bronmaatregelen op watersysteem
 - Criteria en variabelen
 - Kwaliteit:
 - 1) Volume afgevoerd naar RWZI op jaarbasis
 - 2) Piekdebiet overstorten met verschillende terugkeerperioden
 - 3) Jaardebiet overstorten naar waterloop
 - 4) Frequentie werking overstorten
 - 5) Infiltratievolume op jaarbasis
 - Kwantiteit:
 - 1) Optreden van overstroming
 - 2) Piekdebiet overstorten met verschillende terugkeerperioden
 - 3) Piekdebiet op de waterloop

Modellering: Resultaten, Optimalisatie

- Multi-Criteria Analyse (MCA)
 - Werkwijze:
 - Gebruik alle simulatieresultaten
 - Herschalen waarden per variabele en per jaar tot scores tussen
 - 0: basisscenario
 - 1: optimaal scenario
 - Optellen scores variabelen per jaar en per criterium
 - Criterium kwaliteit: maximum score = 5
 - Criterium kwantiteit: maximum score = 3
 - Gelijke gewichten aan elke variabele

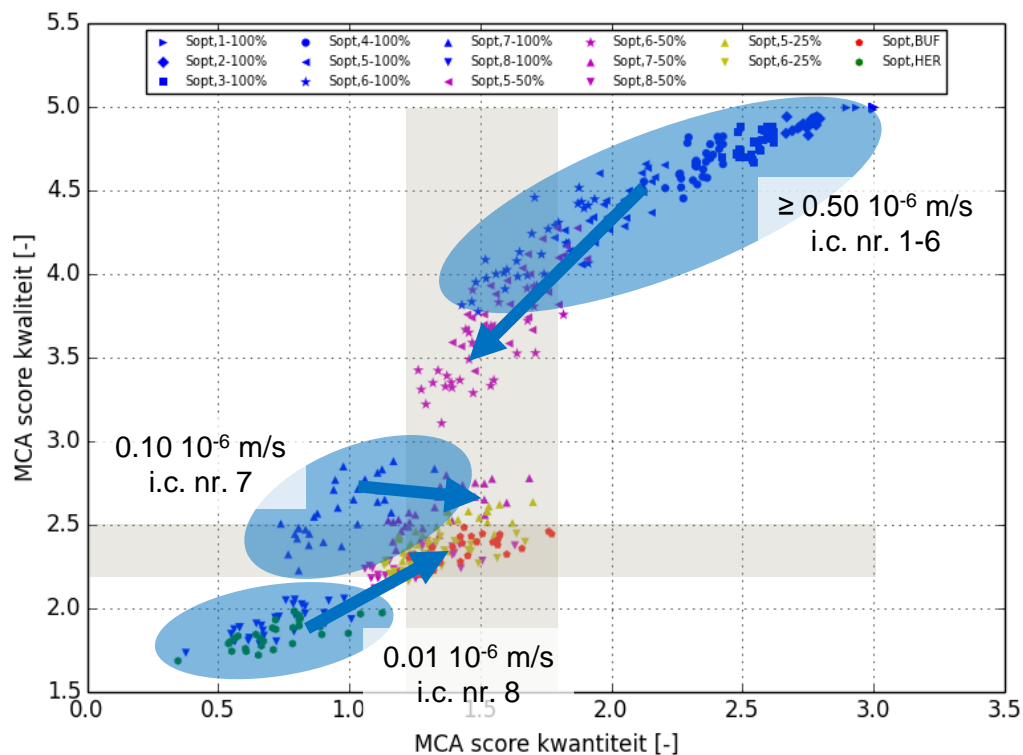
Modellering: Resultaten, Optimalisatie

- Multi-Criteria Analyse (MCA)
- Voorbeeld: variabele Infiltratievolume op jaarbasis



Modelling: Resultaten, Optimalisatie

- Multi-Criteria Analyse (MCA)
- Criterium kwantiteit versus criterium kwaliteit



Modellering: Resultaten, Optimalisatie

- Multi-Criteria Analyse (MCA)
 - Aanbevelingen i.f.v. infiltratiecapaciteit [m/s]
 - $\geq 0.50 \cdot 10^{-6}$ m/s:
100% infiltratie
 - $0.50-0.10 \cdot 10^{-6}$ m/s:
100% infiltratie
 - i.f.v. kwaliteit
 - $0.10-0.01 \cdot 10^{-6}$ m/s:
50-50% infiltratie-bufferen
 - i.f.v. kwantiteit
 - $\leq 0.01 \cdot 10^{-6}$ m/s:
100% bufferen
 - Randbemerkingen
 - Infiltratie: geen invloed grondwater
 - Bufferen: realiseerbaarheid lozing

