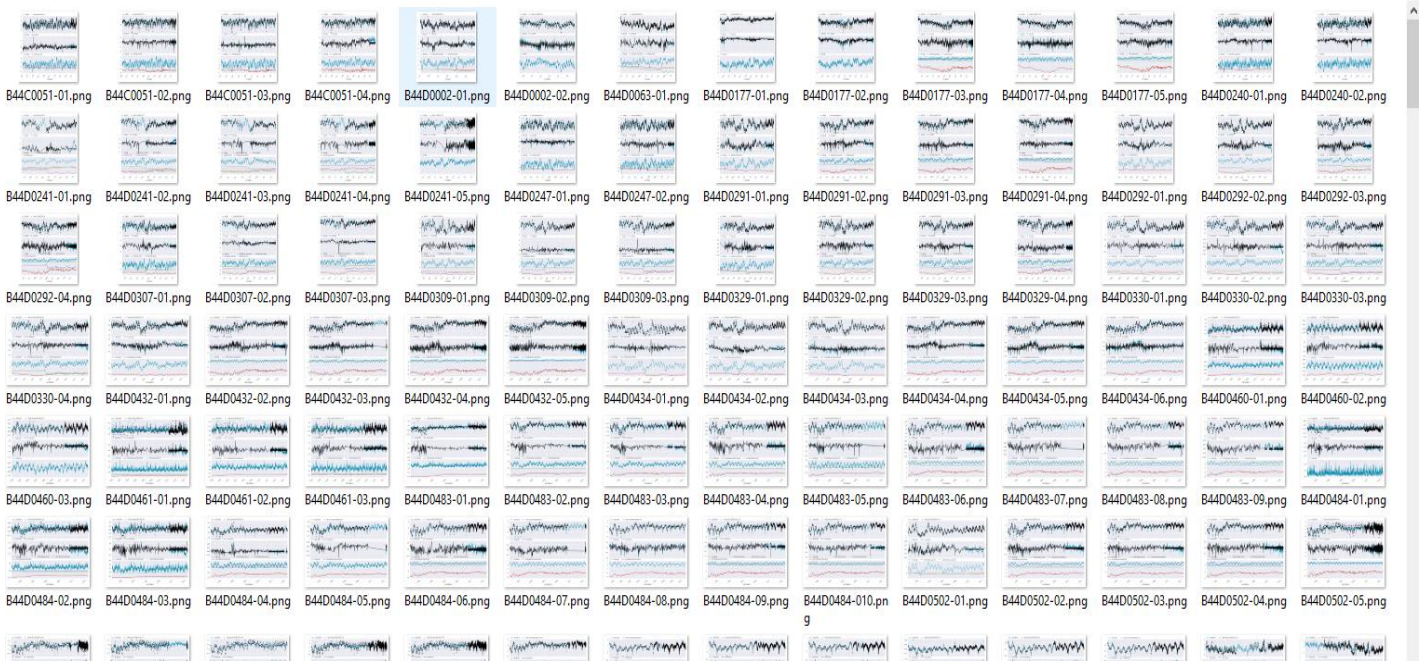


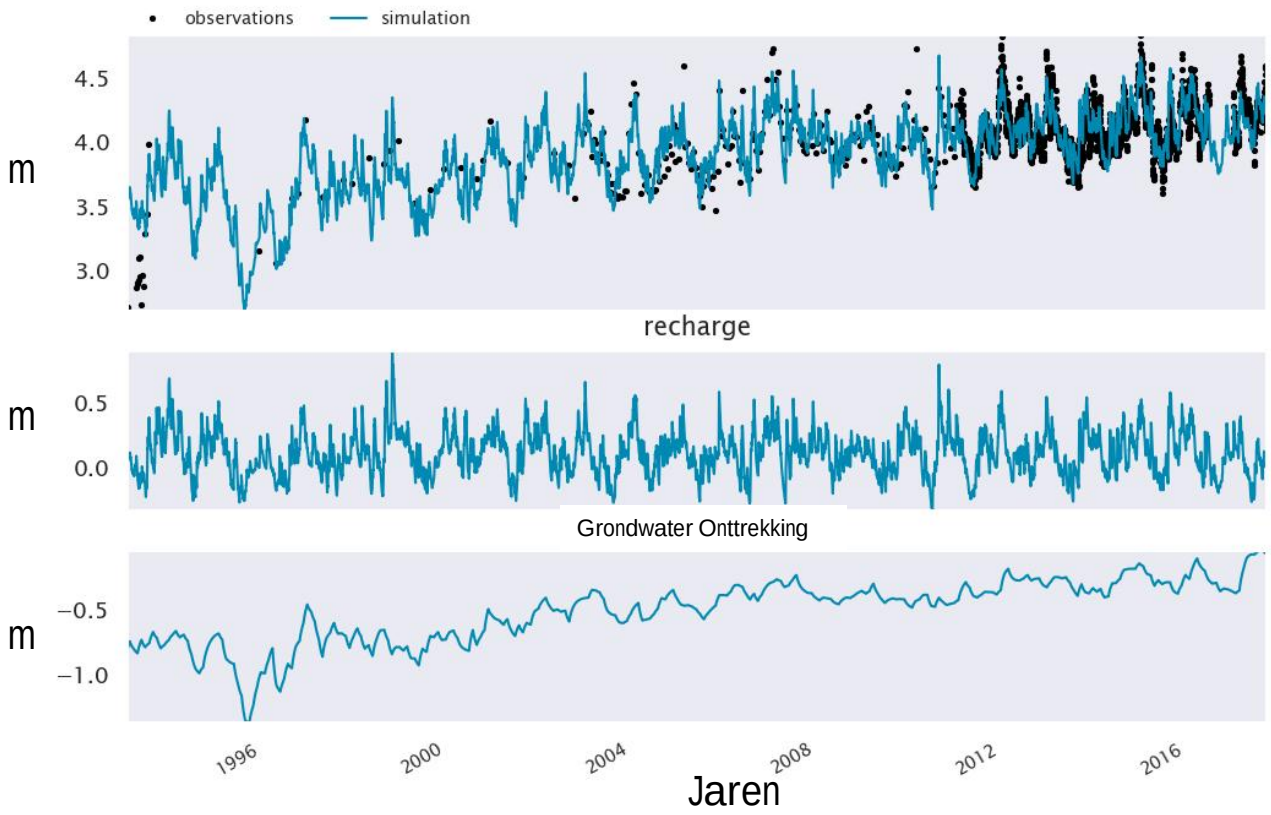
ARTESIA
WATER RESEARCH UNLIMITED

brabant Water

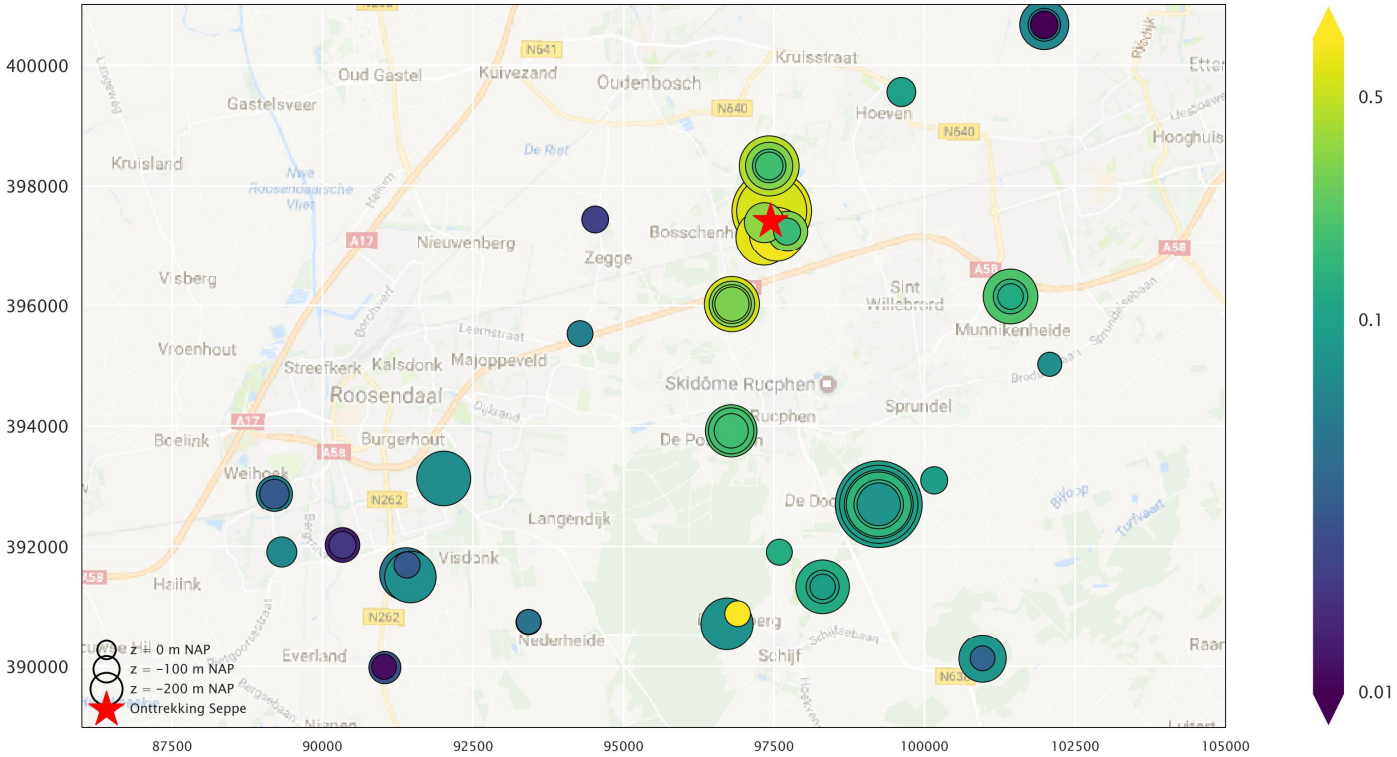
TIJDREEKSANALYSE OP ALLES
UITDAGINGEN EN KANSEN VAN TIJDREEKSANALYSES OP ALLES

NHV Tijdreeksenmiddag
02 November 2017
Tijdreeksanalyse in de praktijk
Raoul Collenteur, Artesia Water

INZOOMEN?


observations
simulation
m
4.5
4.0
3.5
3.0
recharge
m
0.5
0.0
Grondwater Onttrekking
m
−0.5
−1.0
1996
2000
2004
2008
2012
2016
Jaren

OF (EERST) UITZOOMEN?



Verlaging in meter per Mm3/jaar Onttrekking

WAAROM UITZOOMEN?

- Ruimtelijk beeld van invloed van verklarende tijdreeksen
- Inzicht in grondwaterdynamiek op grote schaal (bv. Grondwatertools)
- Om op grote schaal de kwaliteit van tijdreeksmodellen te beoordelen en daarvan te leren

Voorbeelden:

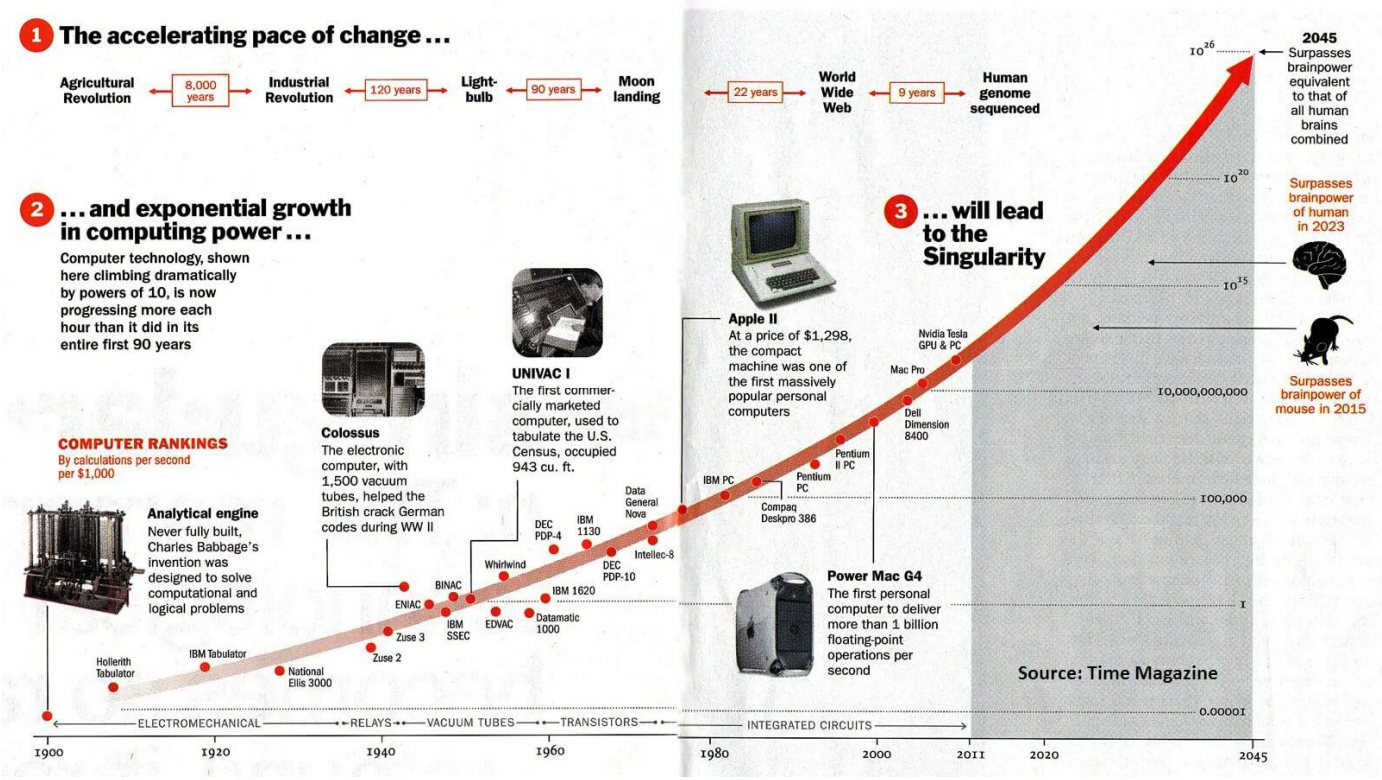
- Onderzoek naar ruimtelijke spreiding van invloeden
- Creeren ijkset voor grondwatermodellen
- Inzicht in monitoringsnetwerken
- Om daarna met kennis van het grotere plaatje weer in te zoomen

UITDAGINGEN/KANSEN:

1. Computerkracht
2. Software
3. “Automatisch” genereren van tijdreeksmodellen
4. Modelbeoordeling
5. Analyse van resultaten

COMPUTERKRACHT

Google: Researchers Create A Simulated Mouse Brain in a Virtual Mouse Body

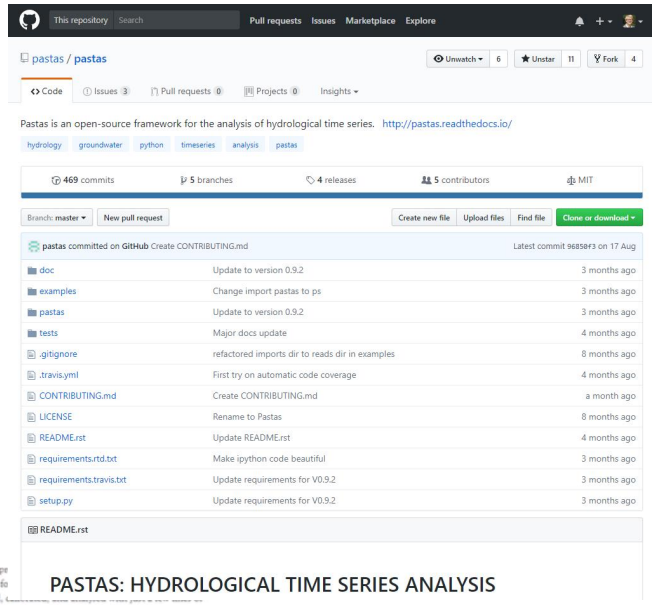


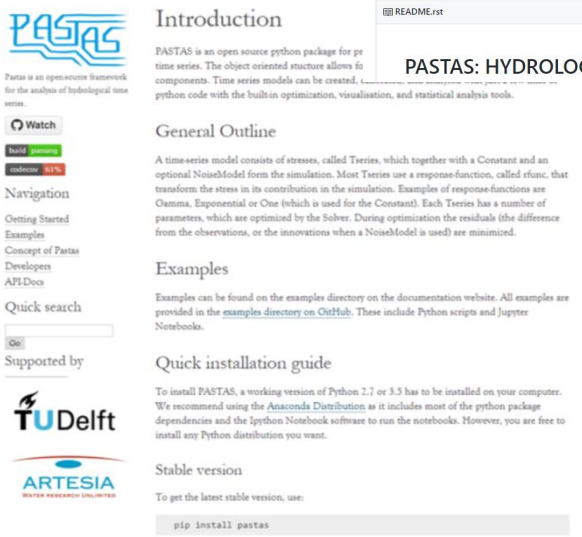
Ray Kurzweil, Time Magazine

SOFTWARE: PASTAS

- Open source tijdreeksanalyse software
- Geprogrammeerd in Python
- Scriptbaar (en reproduceerbaar)

- Docs: www.pastas.readthedocs.io
- Github: www.github.com/pastas/pastas

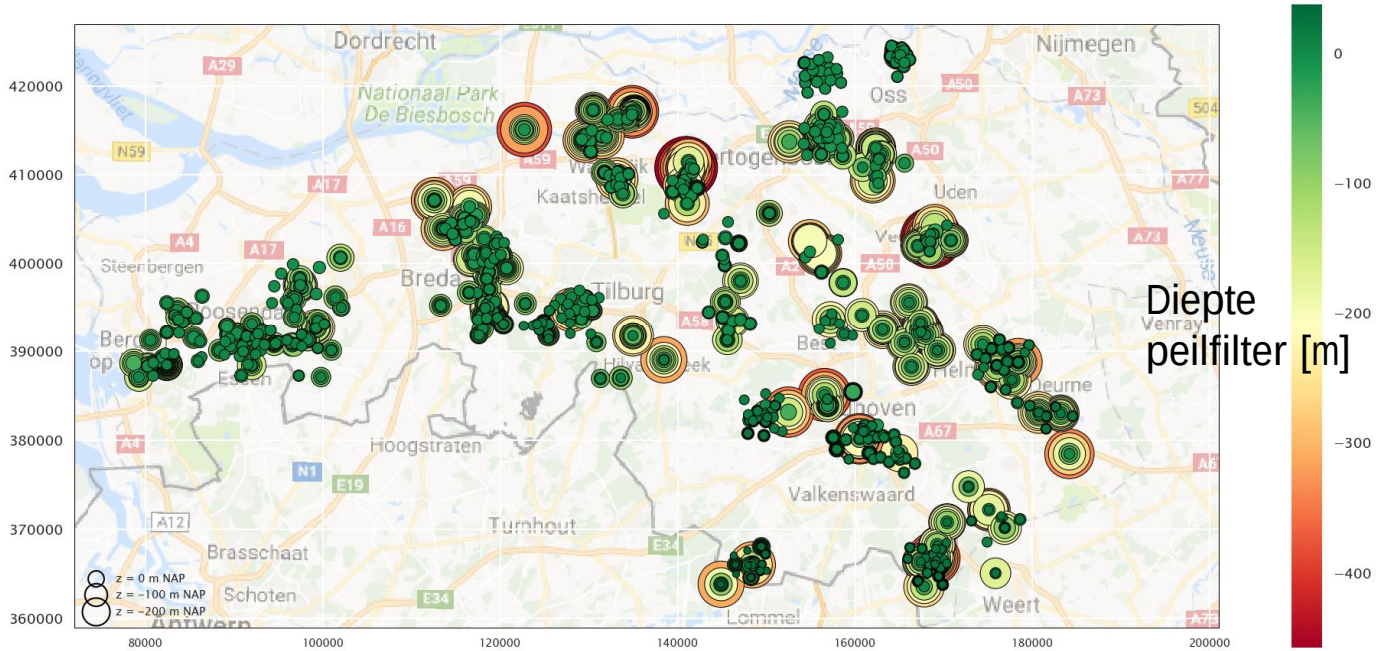




UITDAGINGEN/KANSEN:

1. Computerkracht
2. Software
3. “Automatisch” genereren van tijdreeksmodellen
4. Modelbeoordeling
5. Analyse van resultaten

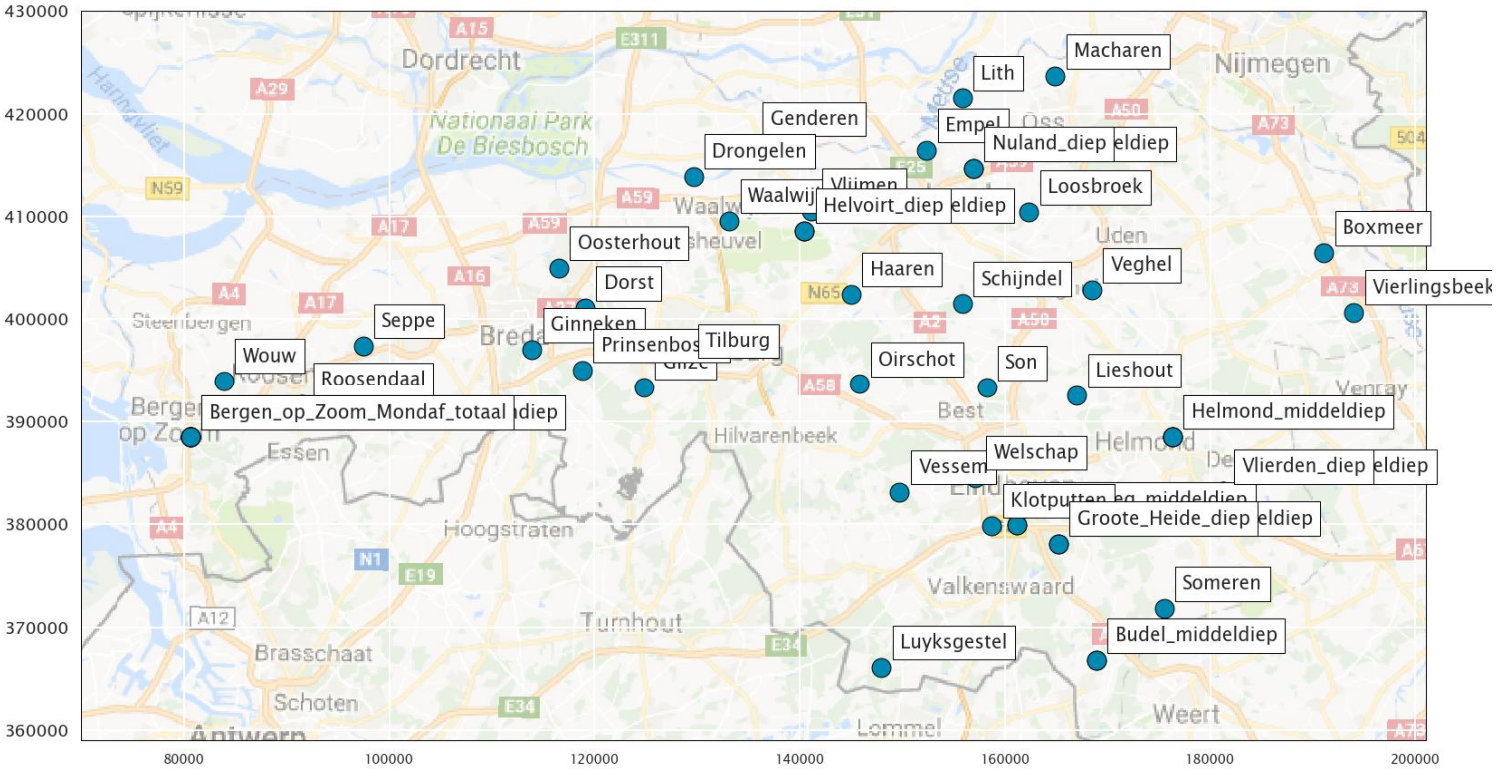
CASE STUDY: MONITORINGSNETWERK BRABANT WATER



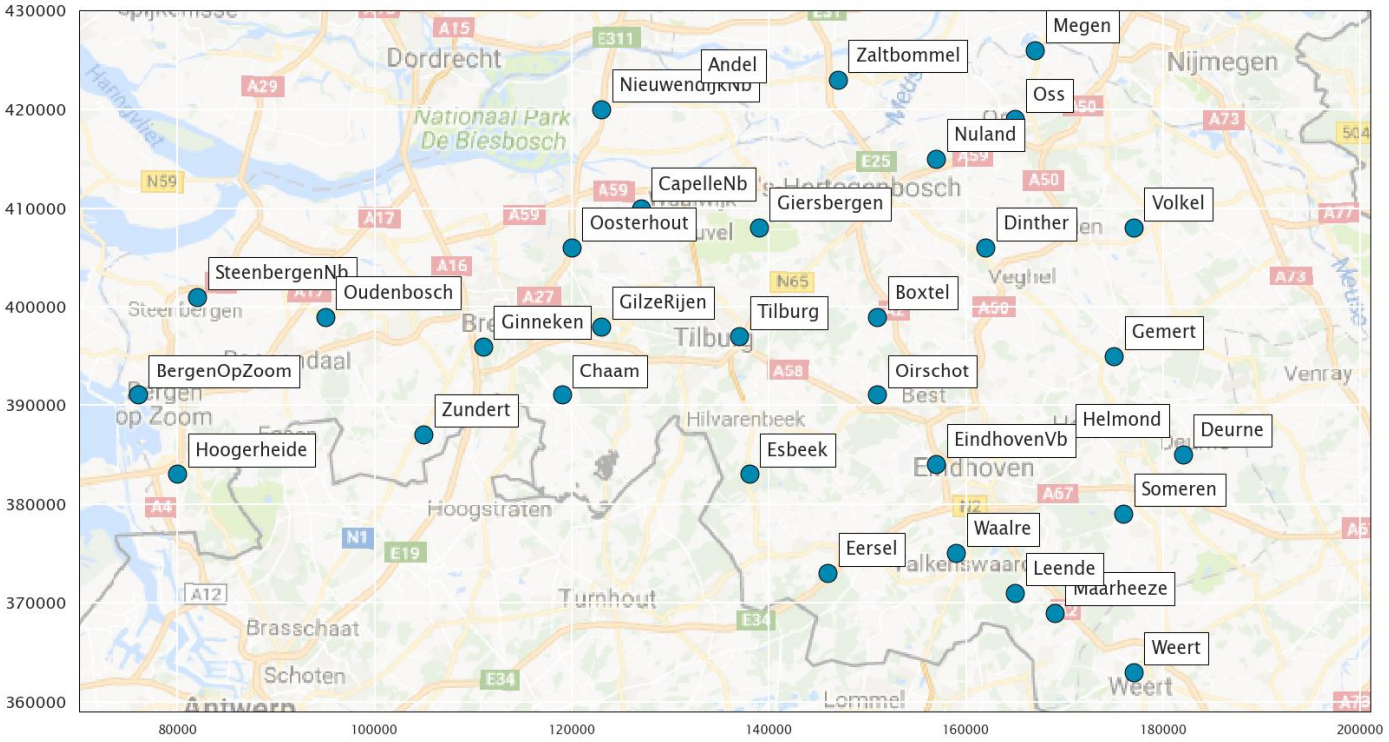
Diepte peilfilter [m]

Analyse op het totale hydrologische monitoringsnetwerk van Brabant Water: > 2000 peilfilters

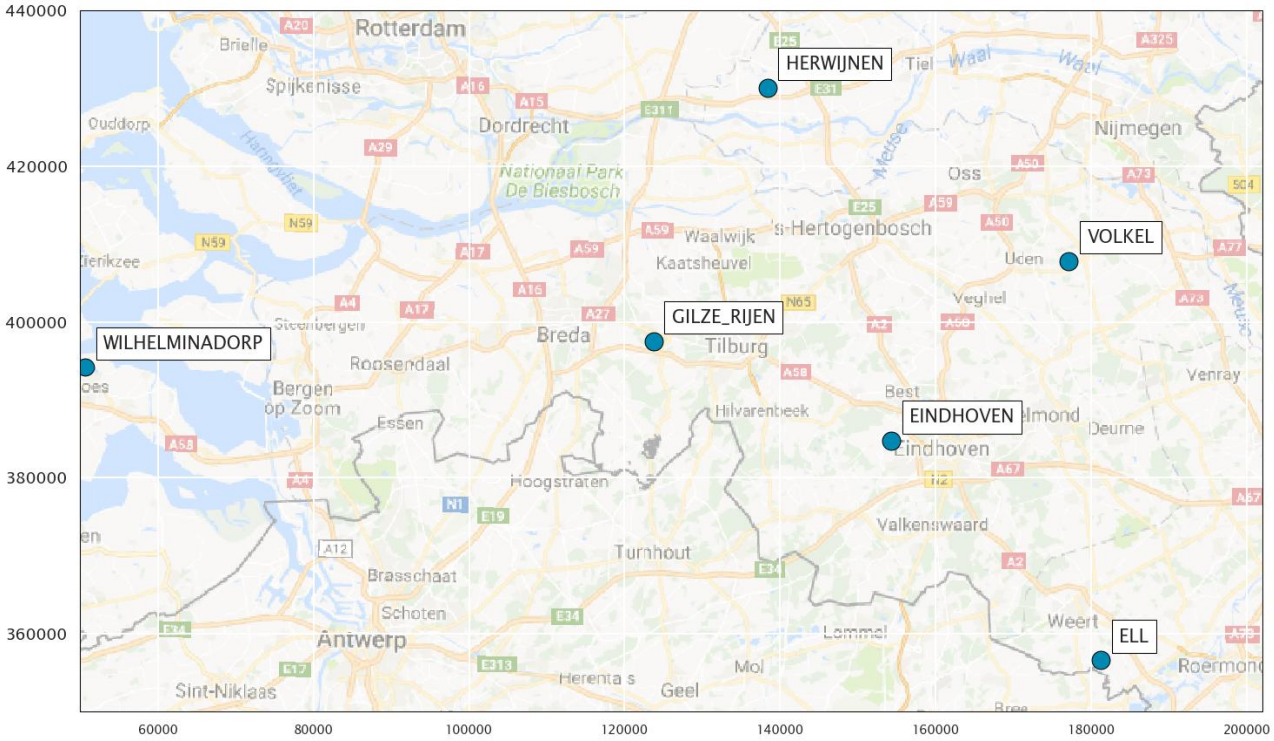
51 GRONDWATERWINNINGEN



32 NEERSLAG TIJDREEKSEN



6 VERDAMPING TIJDREEKSEN



DOEL VAN DE BRABANT WATER STUDIE

"Optimalisatie van het grondwater monitoringsnetwerk"

1. Waar moeten automatische drukopnemers worden bijgeplaatst en/of kunnen automatische drukopnemers worden weggenomen, zonder significant informatieverlies?
2. In hoeverre wordt een effect van de grondwaterwinningen geregistreerd in de stijghoogte metingen?

“AUTOMATISCH” GENEREREN TIJDREEKSMODELLEN

Doel: Het maken van tijdreeksmodellen met daarin de tijdreeksen van onttrekkingen waarvan de invloed “goed” kan worden bepaald.

Hoe zou het tijdreeksmodel er voor al deze punten uit kunnen zien?

TIJDREEKSMODEL

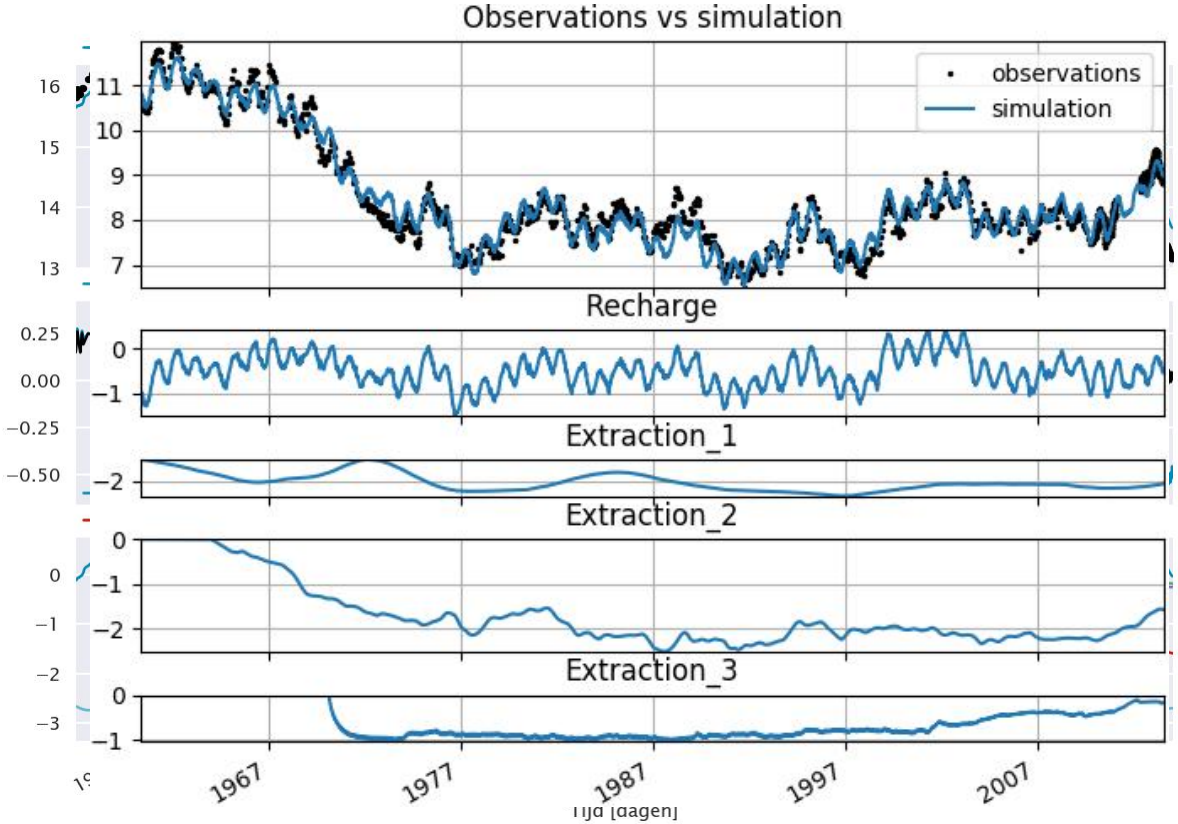
We beginnen met het volgende tijdreeksmodel:

- Constante
- Neerslag (N) en Evaporatie (R = N – f * E), met een gamma impuls respons
- Foutenmodel

En nu voegen we toe:

- Alle onttrekkingen van BW binnen 10 kilometer met een Hantush impuls respons

TIJDREEKSMODEL



“AUTOMATISCH” GENEREREN TIJDREEKSMODELLEN

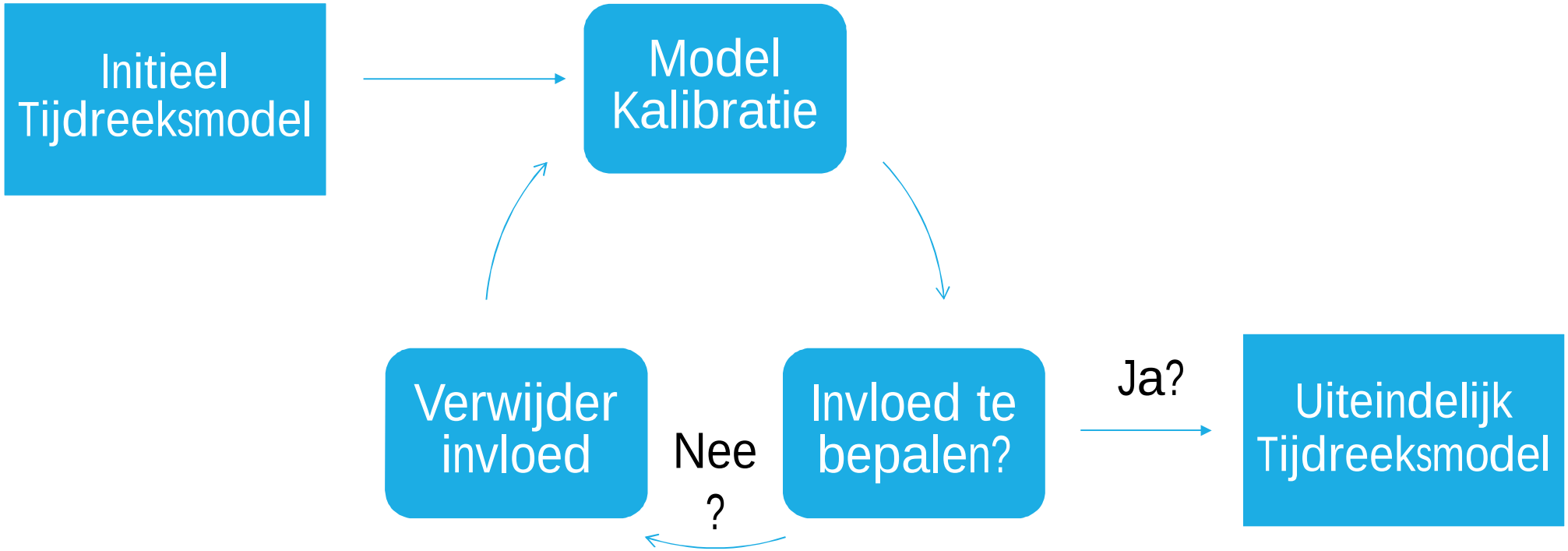
Doel: Het maken van tijdreeksmodellen met daarin de tijdreeksen van onttrekkingen waarvan de invloed “goed” kan worden bepaald.

Hoe definiëren we “goed”? Bijvoorbeeld:

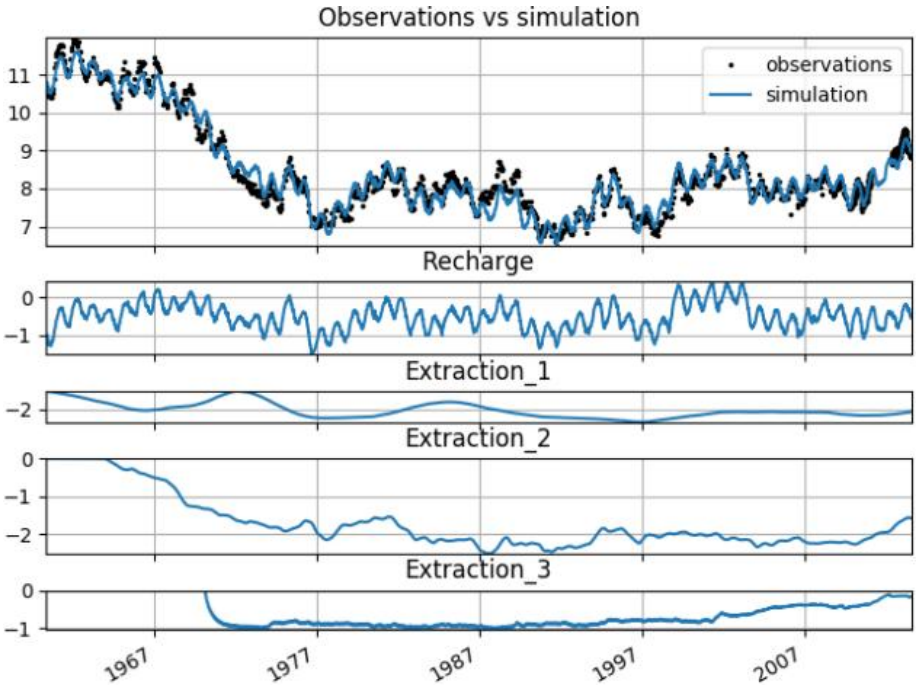
1. Standaard deviatie (std) van de bijdrage > 0.05 std van de grondwaterstand
2. Waarde van de Gain* > standaard fout van de Gain

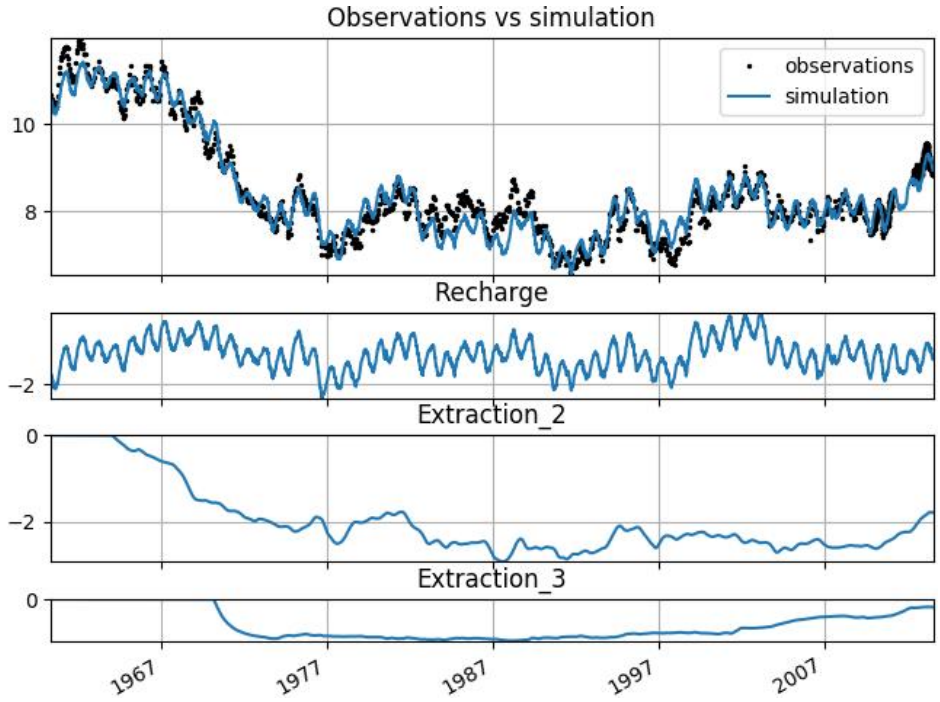
*(Gain = stationaire verlaging als gevolg van een eenheid onttrekking per tijdstap)

“AUTOMATISCH” GENEREREN TIJDREEKSMODELLEN



TIJDREEKSMODEL NA OPTIMALISEREN





UITDAGINGEN/KANSEN:

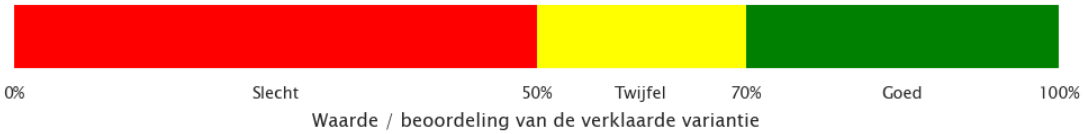
1. Computerkracht
2. Software
3. “Automatisch” genereren van tijdreeksmodellen
4. Modelbeoordeling
5. Analyse van resultaten

MODELBEOORDELING

Controle op statistische aannames:

1. Autocorrelatie: Bv. Durbin-Watson statistiek
   D = 2 * (1- r)
   r = autocorrelatie

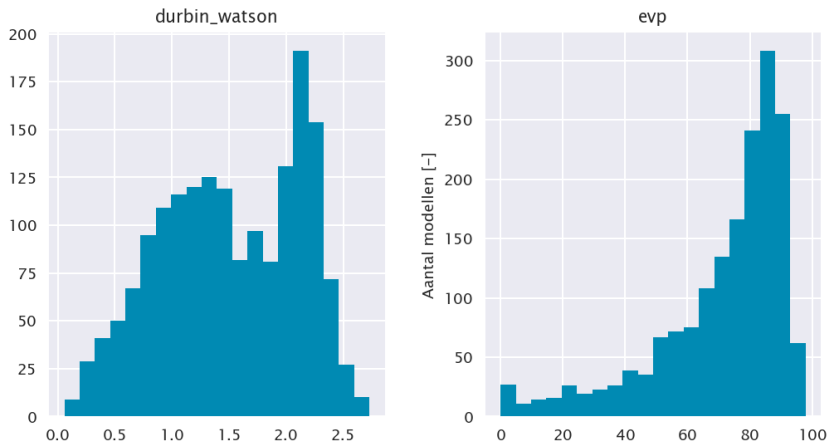
2. Fit van het model: verklaarde variantie



MODELBEOORDELING

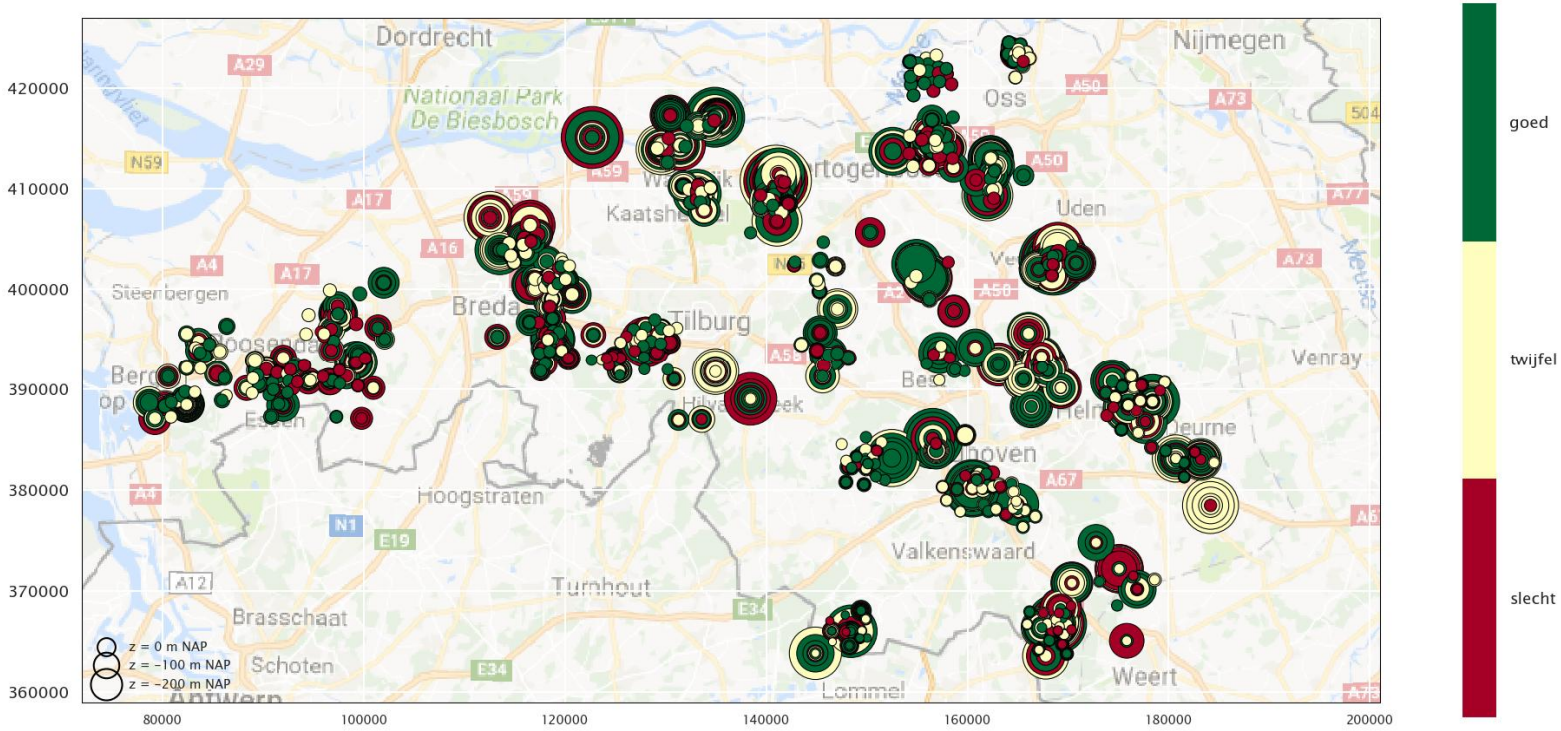
Beoordeling	Verklaarde variantie	Durbin-Watson	Combinatie
Goed	1128 (65.4%)	729 (42.3%)	442 (26 %)
Twijfelachtig	348 (20.2%)	592 (34.3%)	675 (39 %)
Slecht	249 (14.4%)	404 (23.4%)	608 (35%)

Tabel 3 Samenvatting van de resultaten van de verschillende beoordelingscriteria.



Histogrammen van de waarden van de Durbin-Watson statistiek (links) en de verklaarde variantie (rechts)

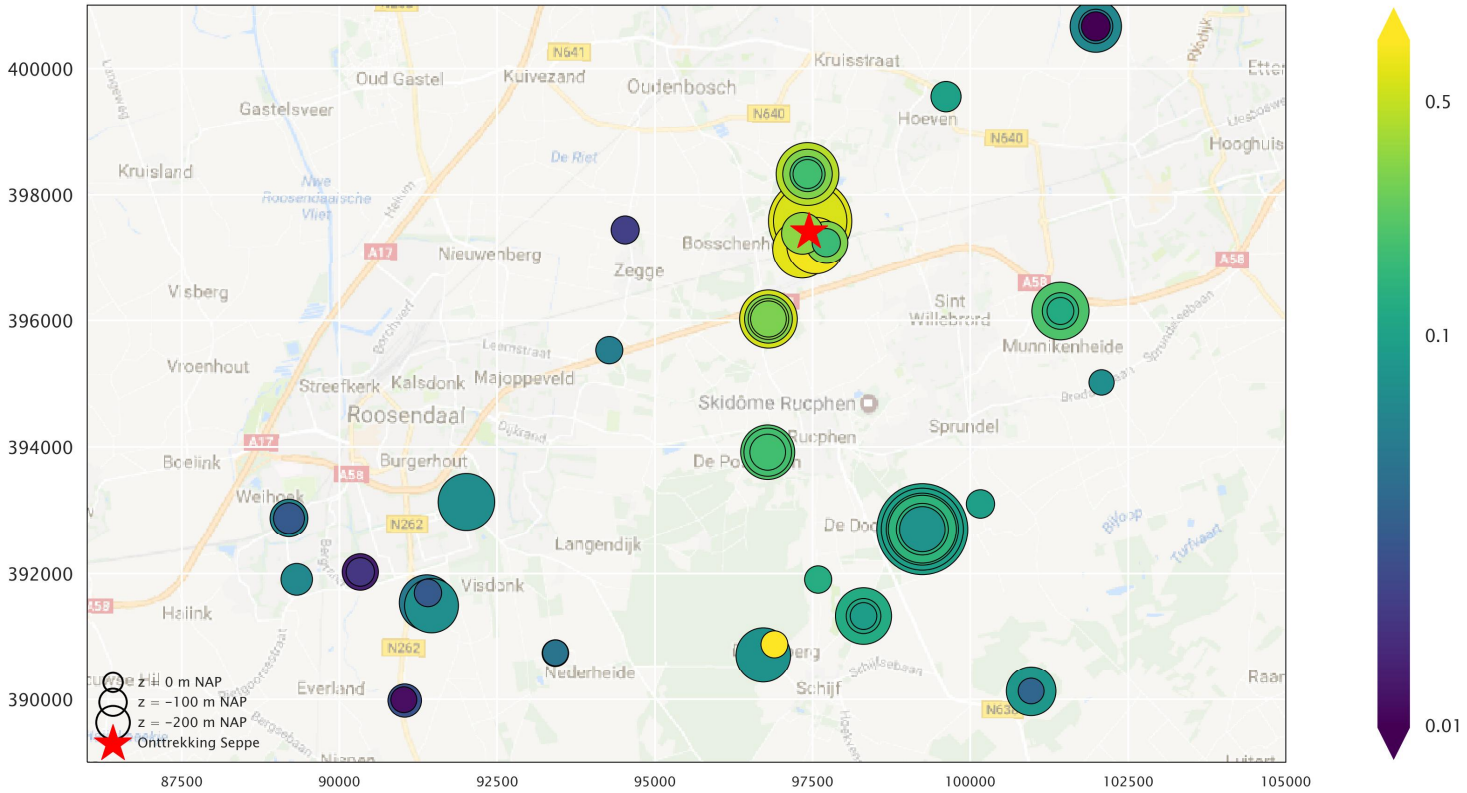
MODELBEOORDELING



UITDAGINGEN/KANSEN:

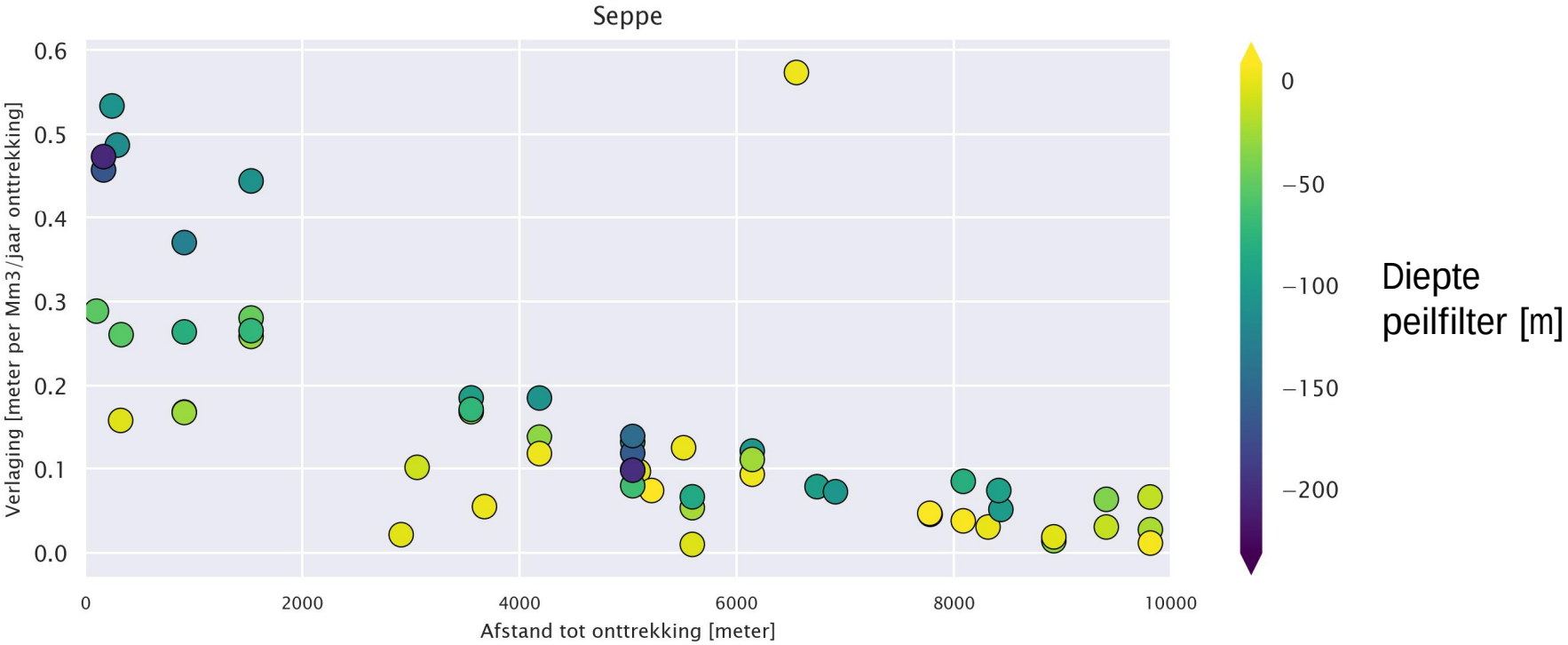
1. Computerkracht
2. Software
3. “Automatisch” genereren van tijdreeksmodellen
4. Modelbeoordeling
5. Analyse van resultaten

ANALYSE RESULTATEN

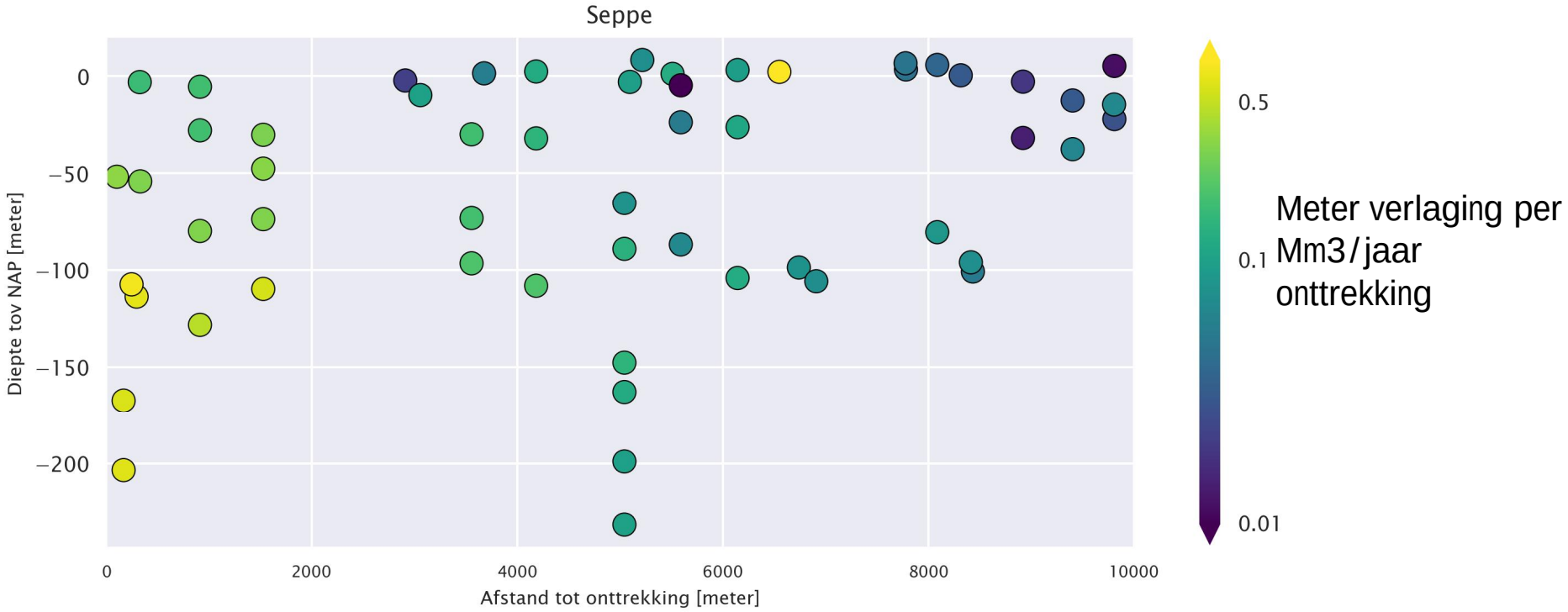


Meter verlaging per Mm3/jaar onttrekking

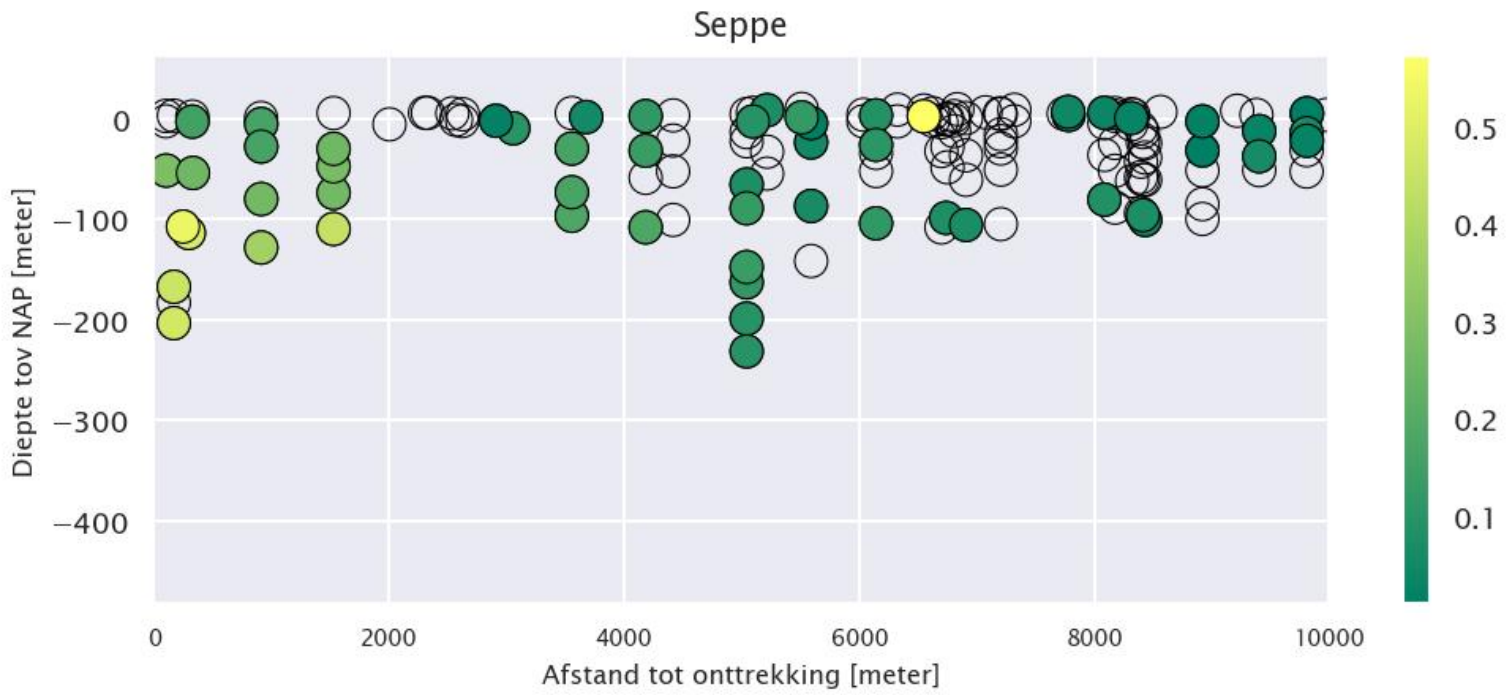
ANALYSE RESULTATEN



ANALYSE RESULTATEN



ANALYSE RESULTATEN



Meter verlaging per Mm3/jaar onttrekking

CONCLUSIE

- Het is mogelijk om voor vele meetpunten tegelijk tijdreeksmodellen te maken goede tijdreeksen te maken zonder de reeksen visueel te inspecteren
- Dit levert nieuwe inzichten op door je deze resultaten ruimtelijk kan weergeven, vergelijken en beoordelen op hydrologische plausibiliteit.
- Meer onderzoek/ontwikkeling is nodig om te het percentage goede modellen te vergroten:
  1. Genereren tijdreeksmodellen: nieuwe criteria? lets anders dan de gain controleren?
  2. Beoordeling: - ontsluiten statistische testen (Bv. Autocorrelatie icm Ljung-Box Test)
     - fit van model: straffen voor aantal parameters?
  3. Analyse van resultaten: vergelijking geohydrologische berekeningen. Waar lukt het wel en waar niet, en natuurlijk waarom?

ANALYSE RESULTATEN

Aantal modellen waarin een onttrekkingsreeks is meegenomen als verklarende tijdreeks

aantal peilfilter?

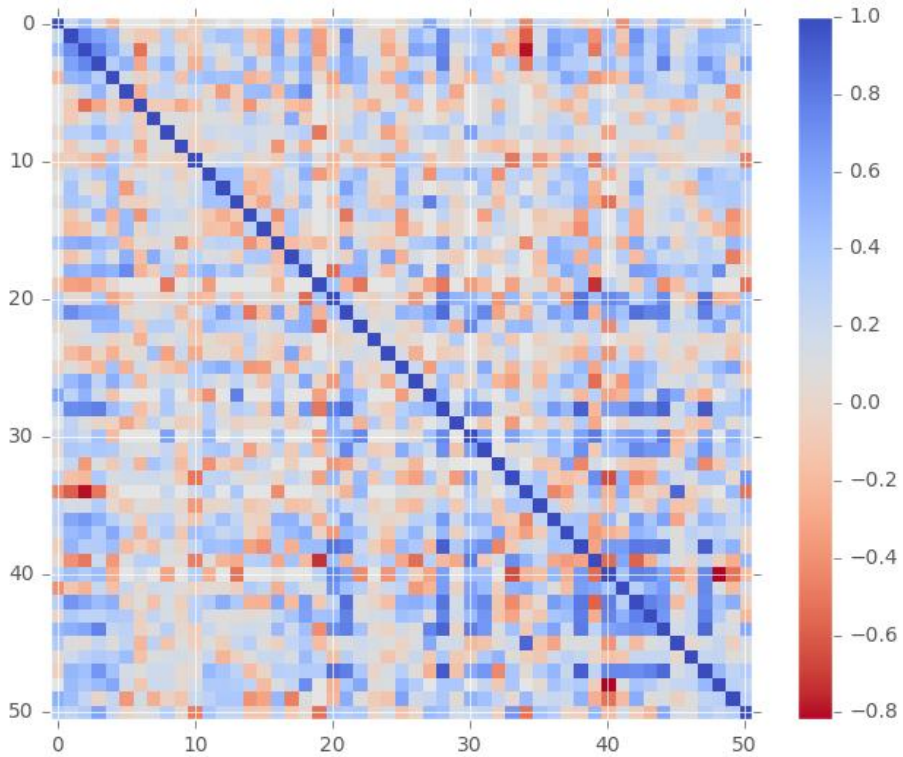
hydrologische omstandigheden?

Genoeg variatie in onttrekkingsreeks?

….

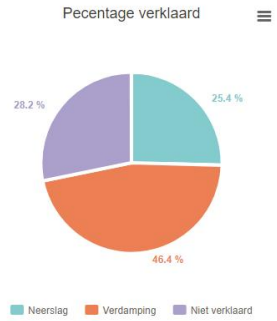
CORRELATIE TUSSEN REEKSEN

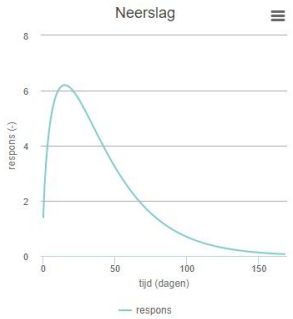
Deze figuur toont de correlatie tussen de tijdreeksen van de onttrekkingen

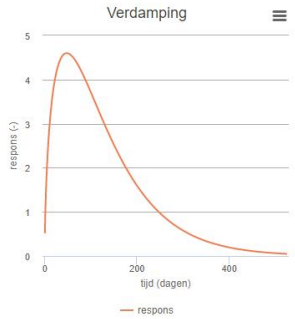


PERCENTAGE VERKLAARD

Discussie Berekening en bruikbaarheid van het taartdiagram met het percentage verklaard.







Karakteristieken responsfuncties

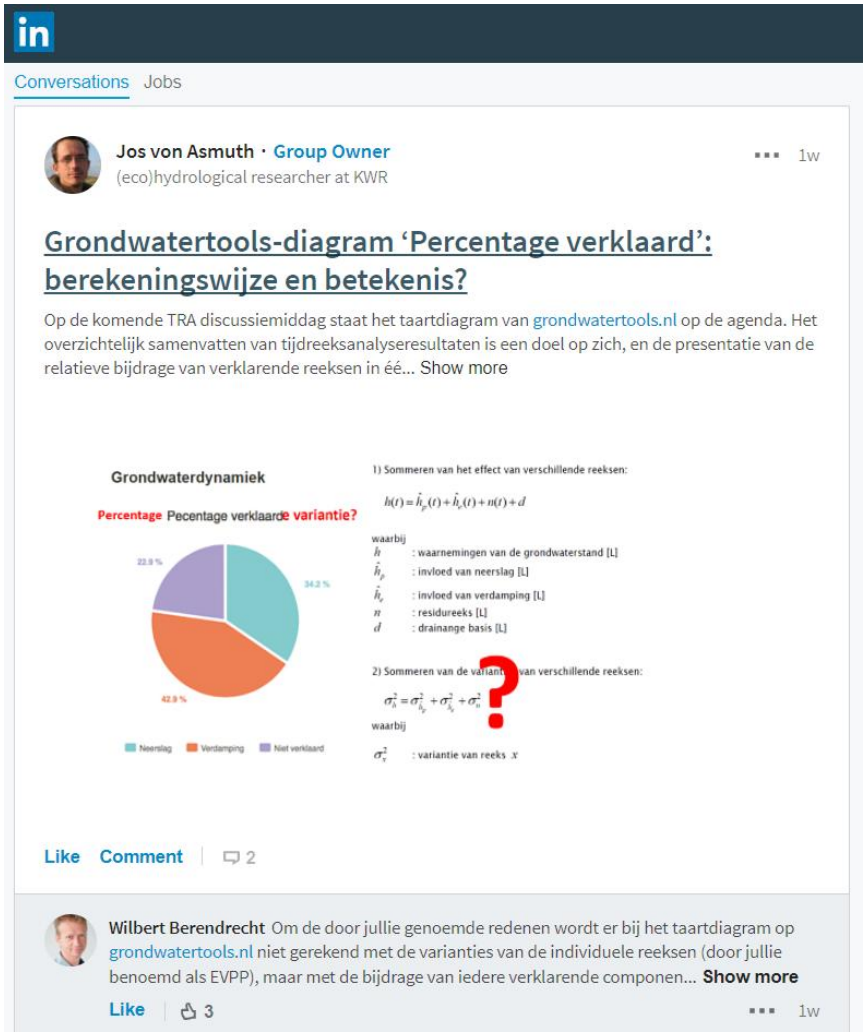
	Neerslag	Verdamping
Response sterkte M_0	351.6	808.3
Gemiddelde responstijd	41.0 d	127.1 d
t_{50}	33 d	102 d
t_{90}	84 d	261 d
t_{piek}	15 d	47 d

De getoonde respons op neerslag en verdamping hebben een aanzienlijke onzekerheid. Het betrouwbaarheidsinterval van de responsfuncties is niet beschikbaar.

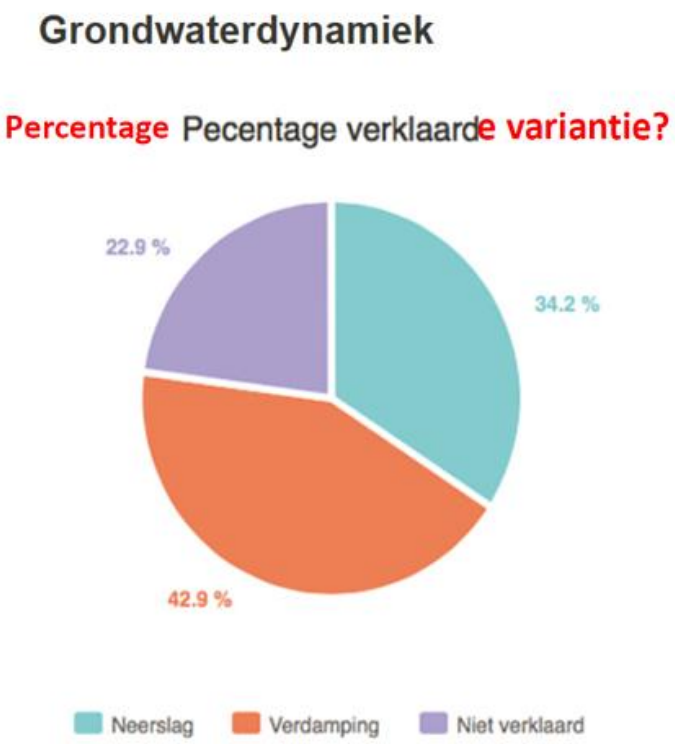
LINKEDIN DISCUSSIE

1. Hoe bereken je de fracties van het taartdiagram?

2. Wat is de bruikbaarheid van het taartdiagram?



HOE BEREKEN JE DE FRACTIES?



1) Sommeren van het effect van verschillende reeksen:

$$h(t) = \hat{h}_p(t) + \hat{h}_e(t) + n(t) + d$$

waarbij

h : waarnemingen van de grondwaterstand [L]

$\hat{h}_p$: invloed van neerslag [L]

$\hat{h}_e$: invloed van verdamping [L]

n : residureeks [L]

d : drainange basis [L]

2) Sommeren van de variantie van verschillende reeksen:

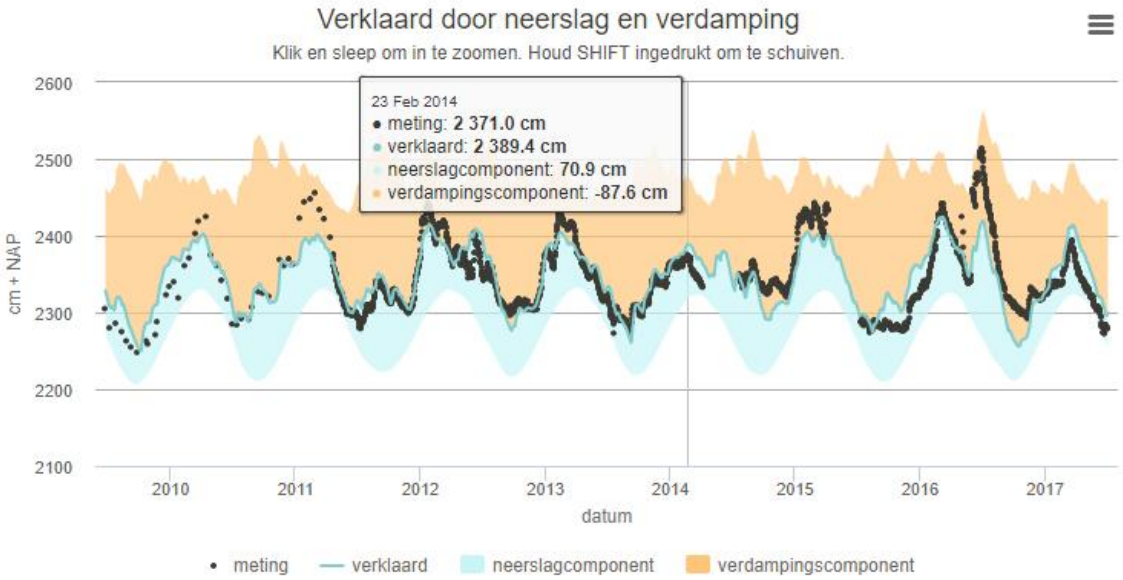
$$\sigma_h^2 = \sigma_{\hat{h}_p}^2 + \sigma_{\hat{h}_e}^2 + \sigma_n^2$$

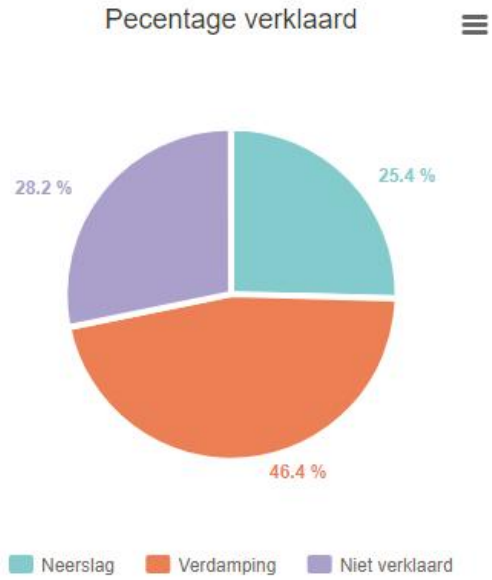
waarbij

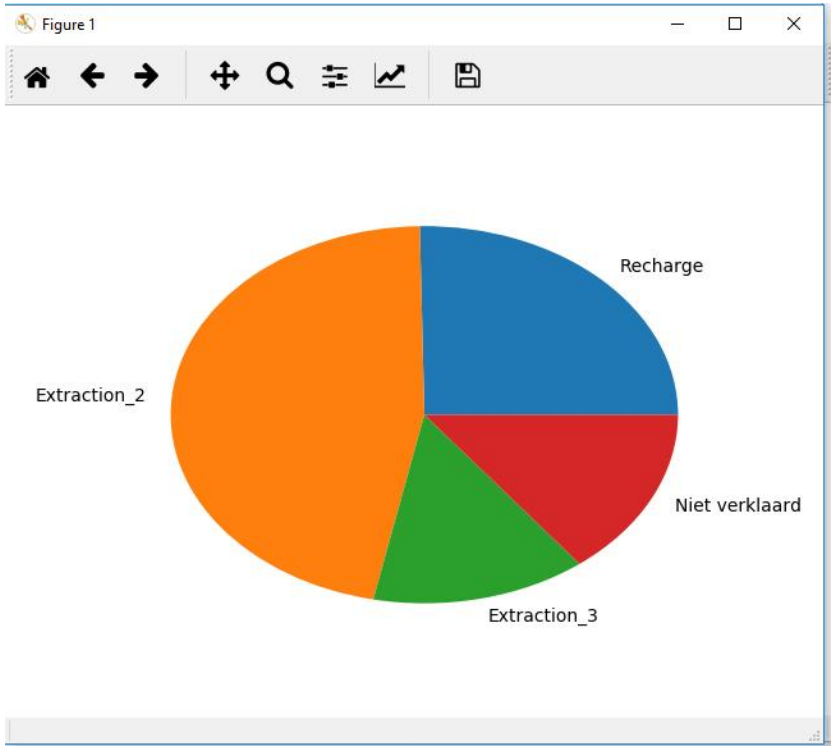
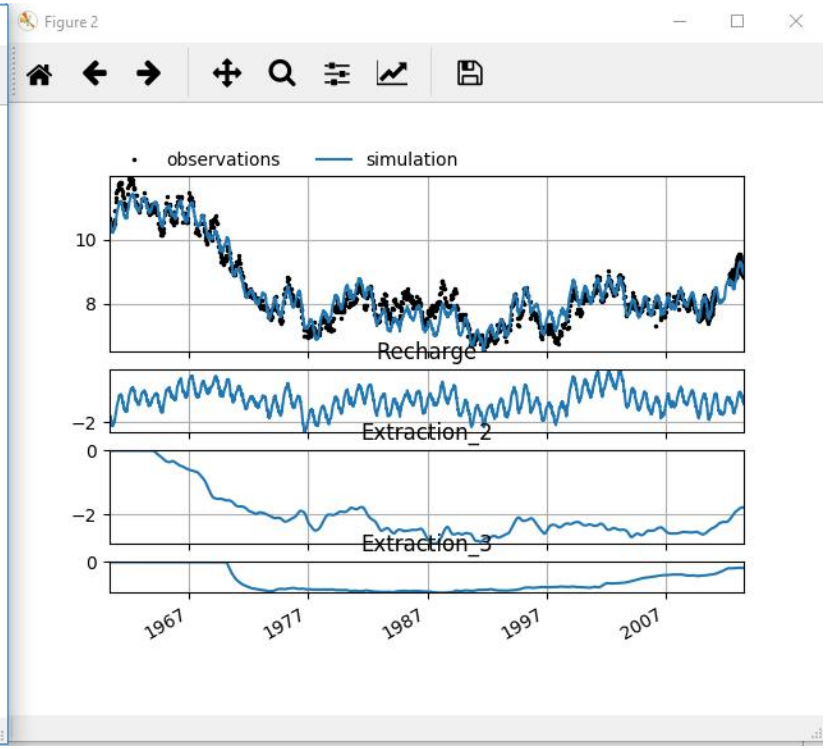
σ_x^2 : variantie van reeks x

Jos von Asmuth, KWR

HOE BEREKEN JE DE FRACTIES?





Fractie = oppervlak bijdrage 1 / som(alle oppervlakken)

WAT KUNNEN WE ER MEE?