Eenvoudige grondwater-tijdreeksmodellen op basis van het AR-1 model

praktijkvoorbeelden

Theo Janse

NHV tijdreeksen 2 november 2017

waternet

Overzicht

- Het tijdreeks-model
- Toepassing: validatie
- Toepassing: GW overlast en onderlast
- Toepassing: Maarsseveense Plassen
- Toepassing: Prinseneiland

waternet

The time-series model

$Y1_t = a1 \cdot Y1_{t-1} + (1-a1) \cdot P_t$ where $a1 = e^{(-1/T1)}$

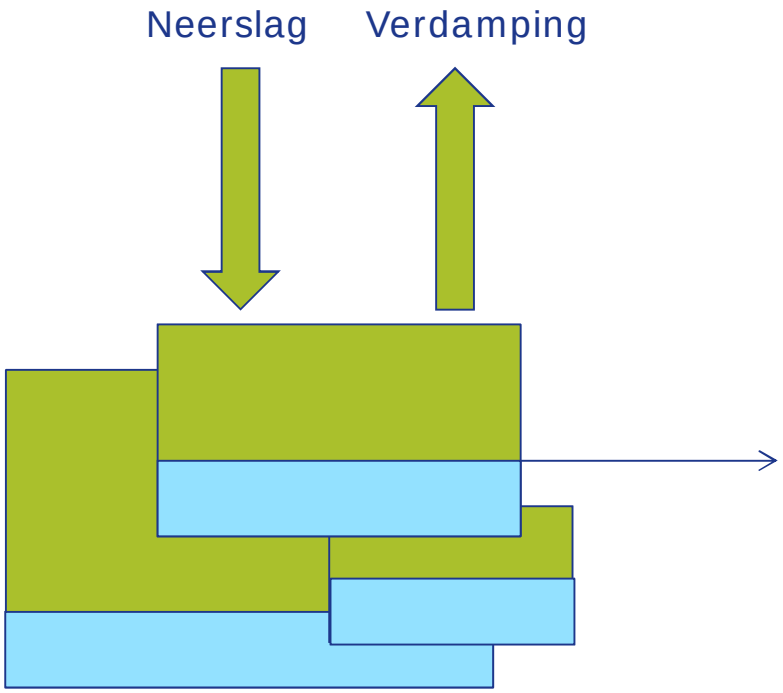
$Y2_t = a2 \cdot Y2_{t-1} + (1-a2) \cdot E_t$ where $a2 = e^{(-1/T2)}$

$Z_t = b0 + b1 \cdot Y1_t + b2 \cdot Y2_t$

with	P_t	Precipitation (mm/day)
	E_t	Evaporation (mm/day)
	$Y1_t$	Transformed precipitation series (mm/day)
	$Y2_t$	Transformed evaporation series (mm/day)
	a1, a2	Smoothing factors (-), derived from corresponding time-constants T1 and T2 (d)
	Z_t	Modelled groundwater level (m)
	b0	Regression parameter, intercept (m)
	b1, b2	Regression coefficients of Y1 and Y2, respectively.

waternet

Grondwaterpeil, de watercyclus...



Het bakjesmodel...

Het natuurlijke grondwaterpeil neemt toe door neerslag

Het natuurlijke grondwaterpeil neemt af door verdamping

Peil(t) = basisnivo b0
+ b1 * neerslagaanvoer(t)
+ b2 * verdampingafname(t)

waternet

Validatie peilfilterreeksen

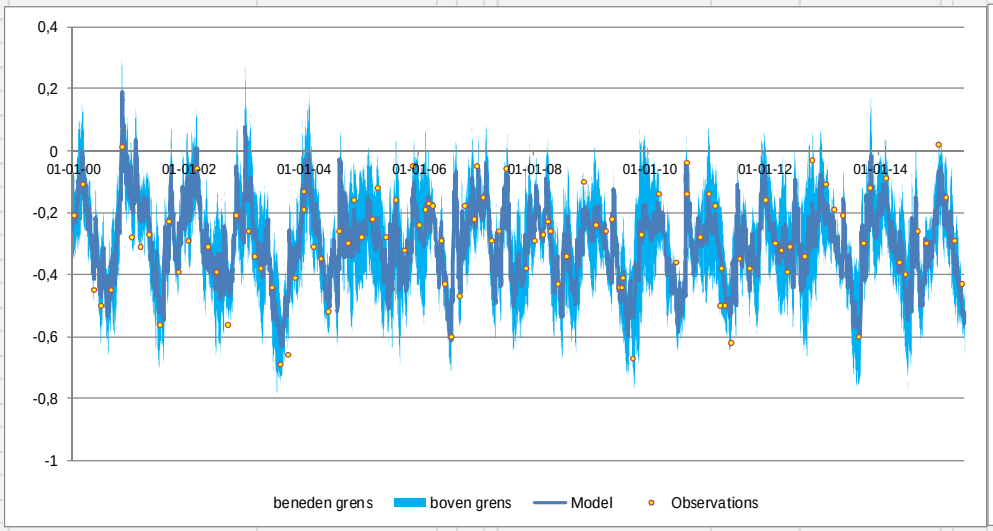
- Standaard AR1 model
- Tests op niet-stationariteiten
- In eerste instantie via excel

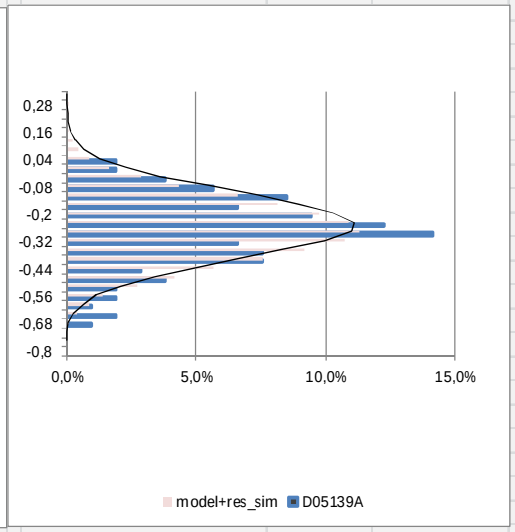
waternet

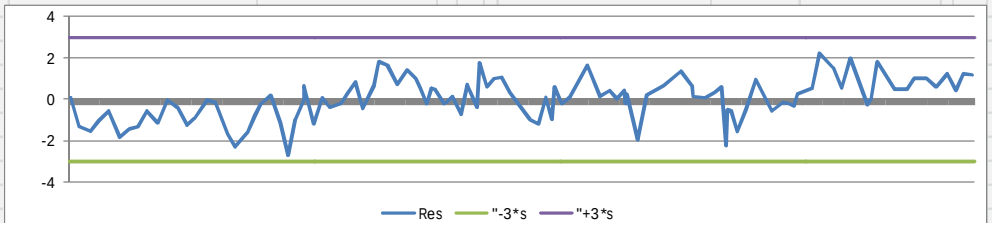
Pre-scan	
Filter:	D05139A
Aantal waarnemingen	106
Gemiddelde	-0,293
Standaard-afwijking	0,153
Aantal uitbijters (5s)=	0
Lin.trend:	
F-test	negative
cm/jaar	
Stap 2:	niet sign.
Op tijdstip:	none
grootte	
Stap 1:	niet sign.
Op tijdstip:	none
grootte	

Model-fit		
Goodness of fit	79,5%	
-->	Good model	
T-nslg	17,5	dag
T-evap	67,4	dag
B0	-0,262	m NAP
B1 (nslg)	0,075	m/mm nslg
B2 (evap)	-0,132	m/mm evap
Lin.trend	none	cm/jr
Stap 1	geen	m NAP
Stap 2	geen	m NAP
Residu-st.afw	6,9	cm
Innov-factor alpha	0,02	1/dag
Innov-st.afw	6,3	cm

Model-verificatie		
F-test mult.regressie	1,0000	Signif.
T-tests:		
B0	-15,0	Signif.
B1	16,0	Signif.
B2	15,0	Signif.
Trend	none	none
Stap 1	0,0	0,0
Stap 2	0,0	0,0
Trend op residu (cm/jr)	0,7	signif.
Trend op innovatie	0,56044	signif.
Runs-test op residu		Signif.
Runs-test op innovatie		Niet sign.
3-sigma:		
Aantal afw residu	0	0,0%
Aantal afw innovatie	0	0,0%







Model parameters:	D05139A	
Explained variance:	79,5%	
T1 =	17,5	days
T2 =	67,4	days
b0=	-0,262	m AMSL
b1=	0,075	
b2=	0,132	

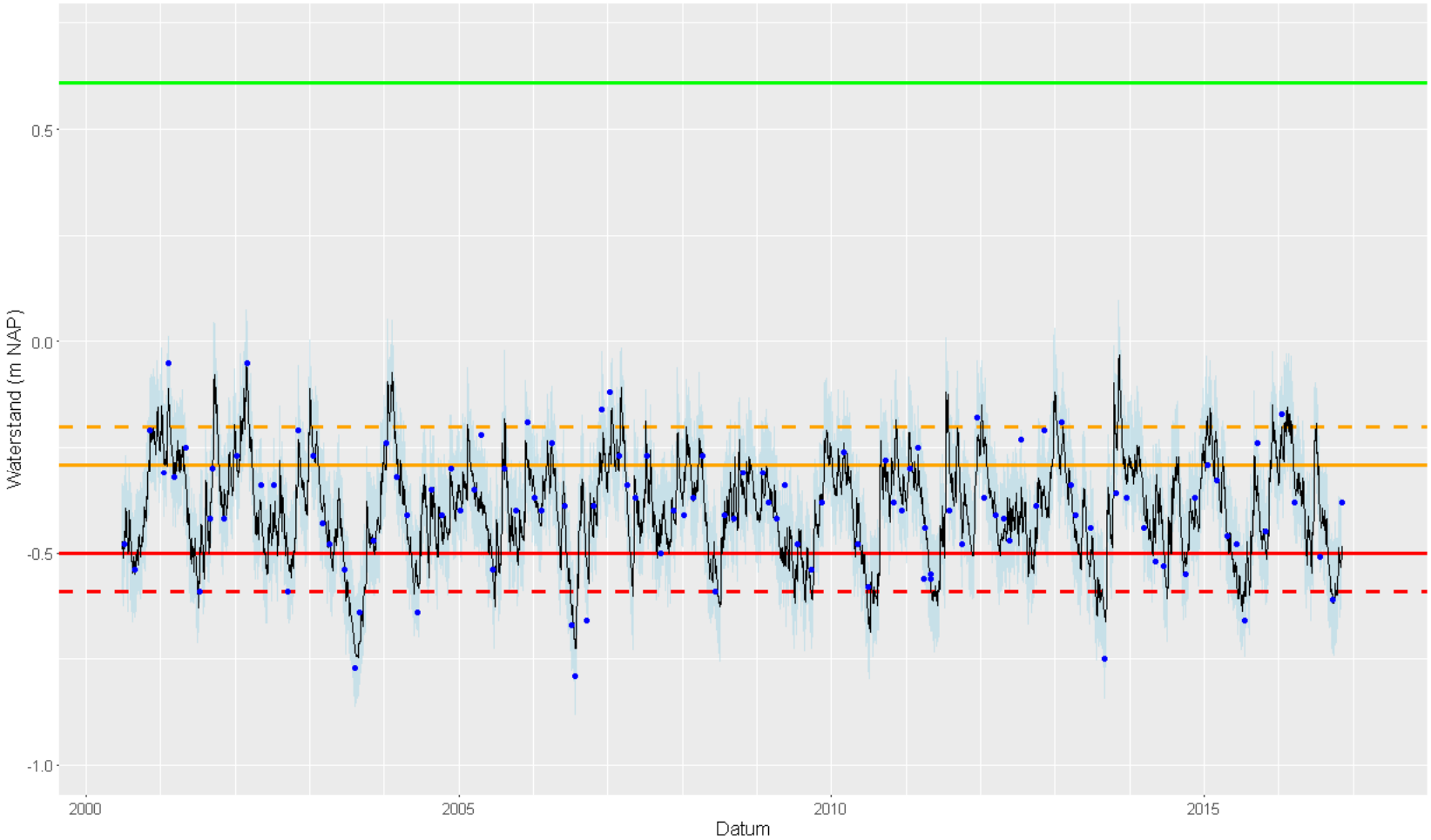
Toepassing: GW over- en -onderlast

- Standaard AR1-fit
- Tests o.a. op stap-sprong en trend
- Berekening percentages
  - Wateroverlast (mv-0,9 m)
  - Wateronderlast (gerelateerd aan funderingen)
- Geprogrammeerd in R, visualisatie in Shiny
- Standaard berekening op ca 3000 filters
- Verdere info: Pytrik Graafstra

waternet

Map | Over- en onderlast plots | Betrouwbaarheid plots

Analyse wateroverlast en onderlast D05491A

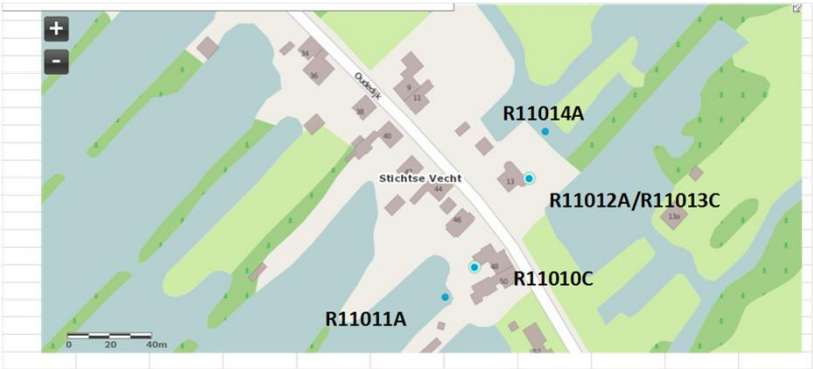


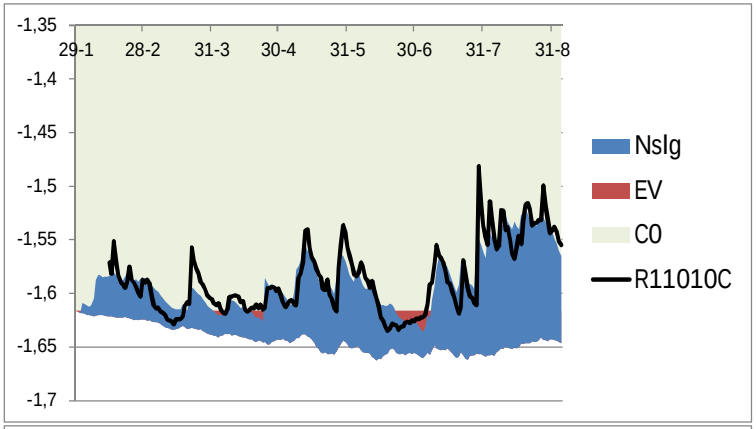
Toets	Onderlast	Overlast
Toetsresultaat	Overschrijding	Overschrijding
Toetsingshoogte	-0.5	-0.29
GxG	-0.59	-0.2
Overschrijding Model (%)	17.82	20.63
Overschrijding Metingen (%)	19.3	NA
Bandbreedte Overschrijding (%)	2.21 - 54.67	2.74 - 58.33

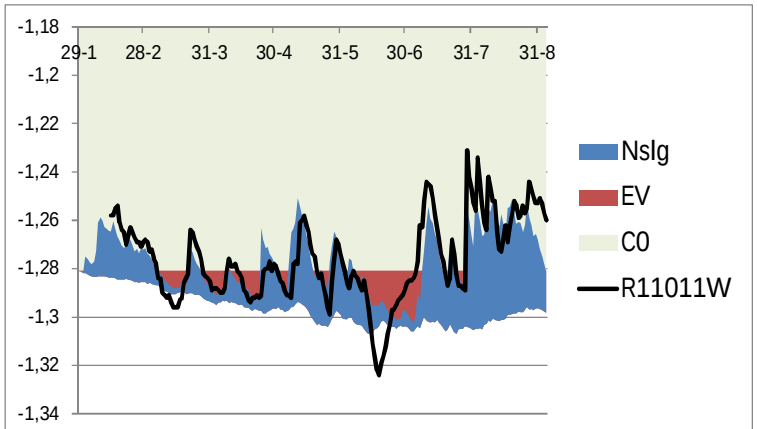
Toepassing: Maarsseveenseplassen

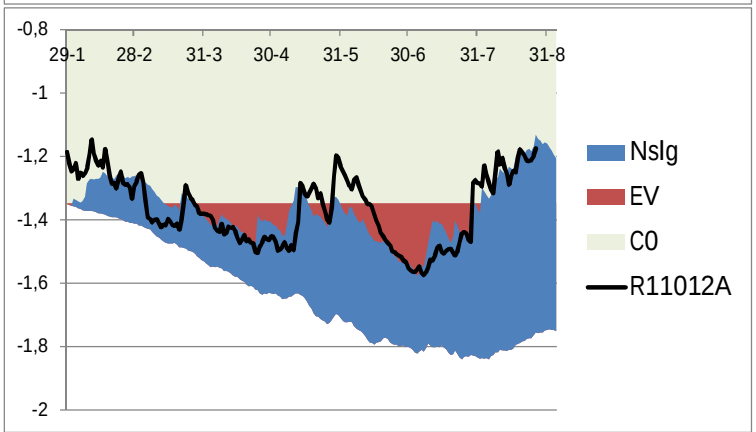
- Participatie-meetnet
- Invloed peilverandering op GW-peilen
- Weergave neerslag en verdamping
- Korte reeksen

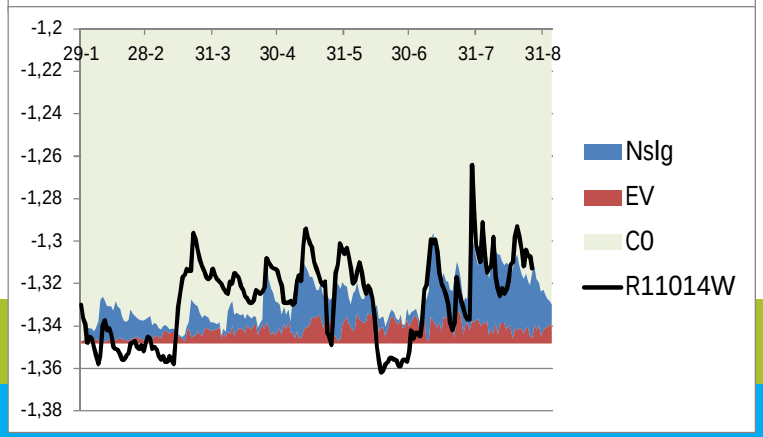
waternet

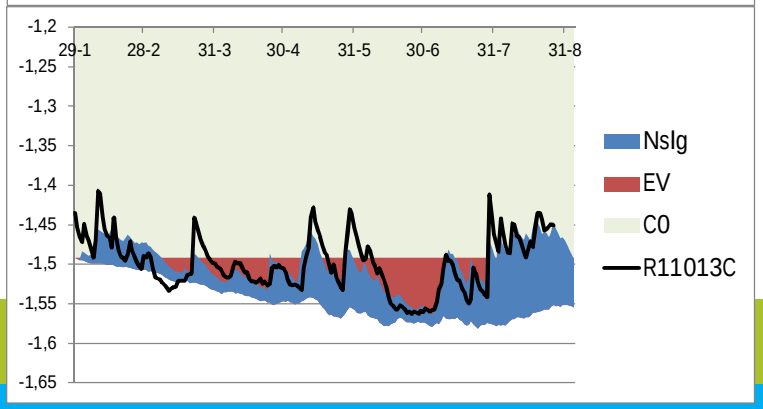

R11014A
Stichtse Vecht
R11012A/R11013C
R11010C
R11011A


-1,35
-1,4
-1,45
-1,5
-1,55
-1,6
-1,65
-1,7
29-1
28-2
31-3
30-4
31-5
30-6
31-7
31-8
Nslg
EV
C0
R11010C


-1,18
-1,2
-1,22
-1,24
-1,26
-1,28
-1,3
-1,32
-1,34
29-1
28-2
31-3
30-4
31-5
30-6
31-7
31-8
Nslg
EV
C0
R11011W

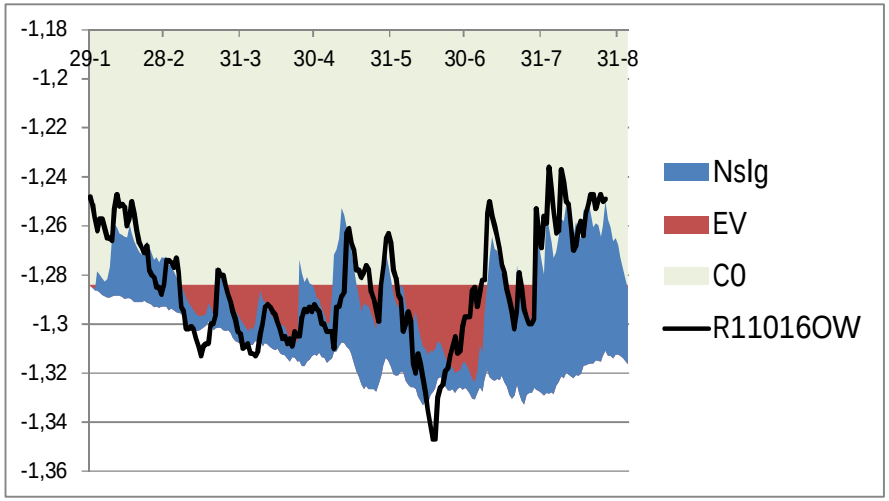

-0,8
-1
-1,2
-1,4
-1,6
-1,8
-2
29-1
28-2
31-3
30-4
31-5
30-6
31-7
31-8
Nslg
EV
C0
R11012A

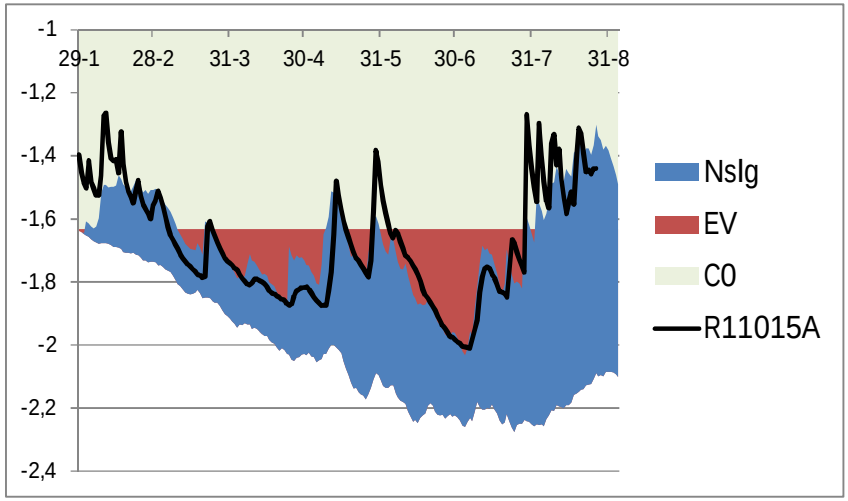

-1,2
-1,22
-1,24
-1,26
-1,28
-1,3
-1,32
-1,34
-1,36
-1,38
29-1
28-2
31-3
30-4
31-5
30-6
31-7
31-8
Nslg
EV
C0
R11014W


-1,2
-1,25
-1,3
-1,35
-1,4
-1,45
-1,5
-1,55
-1,6
-1,65
29-1
28-2
31-3
30-4
31-5
30-6
31-7
31-8
Nslg
EV
C0
R11013C

waternet

Weergave model-fit



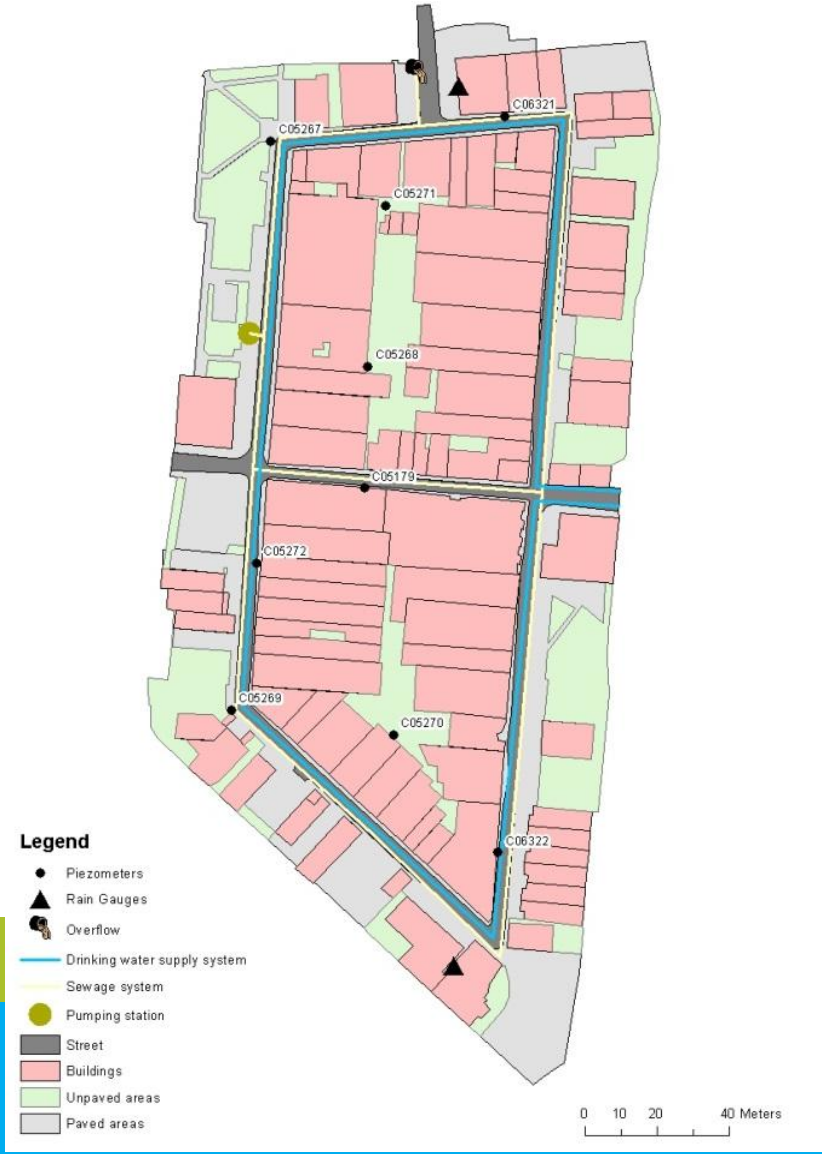


waternet

Toepassing: Prinseneiland

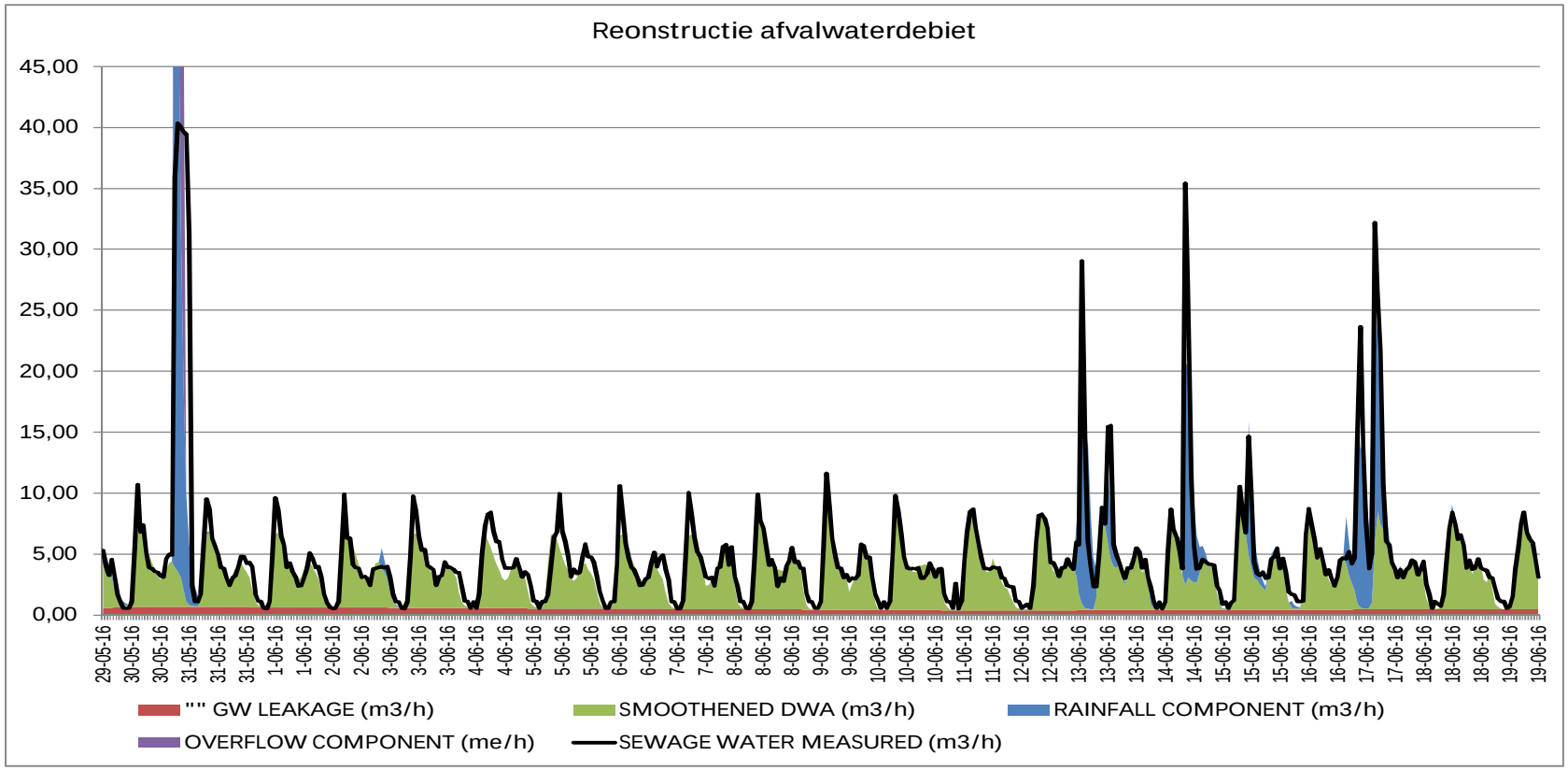
- Tijdreeksanalyse op rioolgemaaldebiet i.h.k.v. watercyclus balans
- Debiet = DW + Neerslag + GW (lekkage)
- Aanvulling op zg. DWAAS-methode

Prinseneiland meet-project



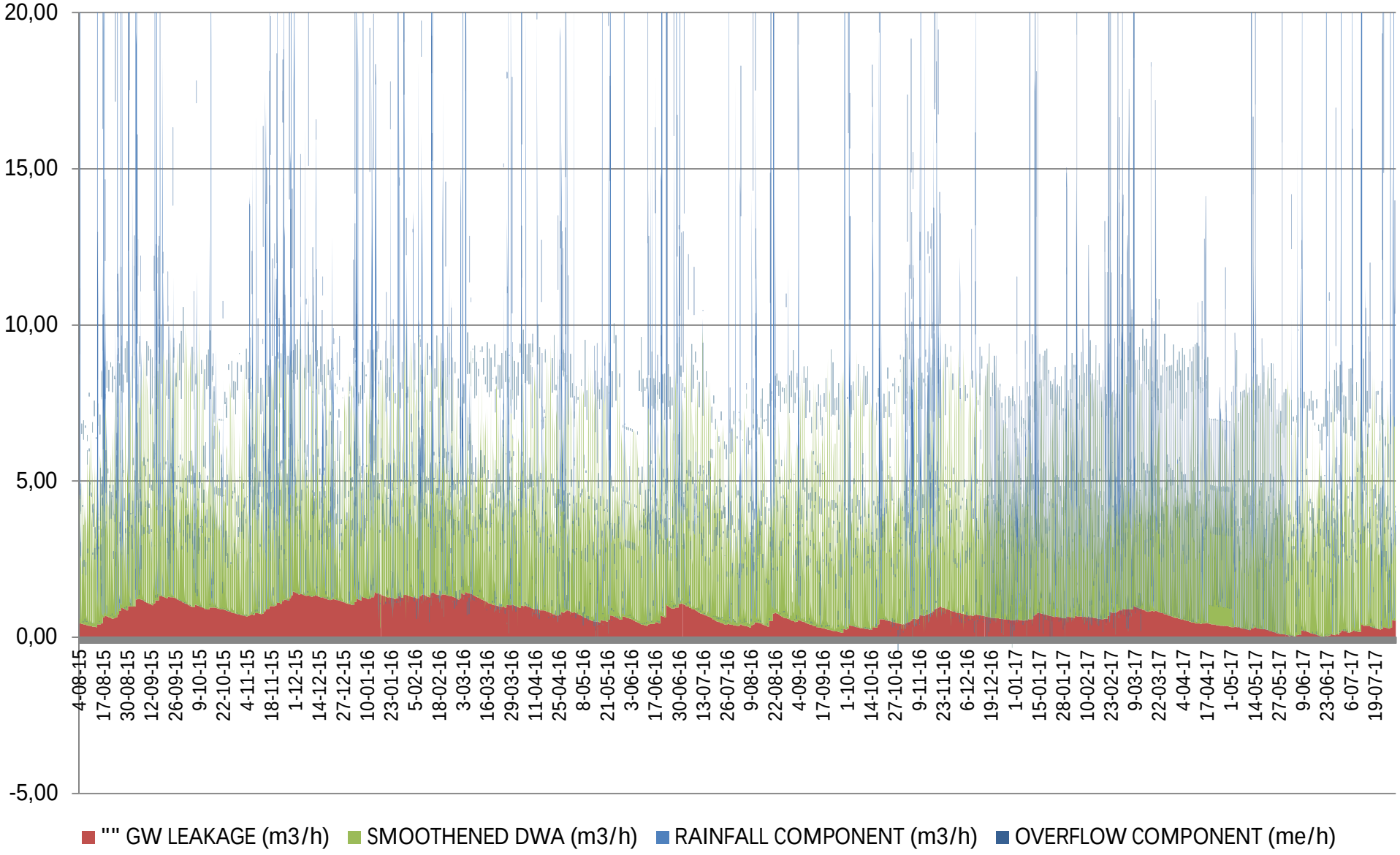
waternet

Resultaat-voorbeeld: (correlatiefit: 0,89)



- Afvalwater: 60% DW (0,6 uur), 26% neerslag (1,6 uur), 14% GW (15-50d)
- 64% van de neerslagafvoer via gemengd stelsel

waternet


20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
4-08-15
17-08-15
30-08-15
12-09-15
26-09-15
9-10-15
22-10-15
4-11-15
18-11-15
1-12-15
14-12-15
27-12-15
10-01-16
23-01-16
5-02-16
18-02-16
3-03-16
16-03-16
29-03-16
11-04-16
25-04-16
8-05-16
21-05-16
3-06-16
17-06-16
30-06-16
13-07-16
26-07-16
9-08-16
22-08-16
4-09-16
17-09-16
1-10-16
14-10-16
27-10-16
9-11-16
23-11-16
6-12-16
19-12-16
1-01-17
15-01-17
28-01-17
10-02-17
23-02-17
9-03-17
22-03-17
4-04-17
17-04-17
1-05-17
14-05-17
27-05-17
9-06-17
23-06-17
6-07-17
19-07-17
"" GW LEAKAGE (m3/h)
SMOOTHENED DWA (m3/h)
RAINFALL COMPONENT (m3/h)
OVERFLOW COMPONENT (me/h)

waternet

Waarom een (tijdreeks)model?

Met een goed model:

- Kunnen tussenliggende waarnemingen worden gereconstrueerd (betere inschatting van maxima en minima)
- Kan voorspeld worden (obv weersvoorspelling)
- Systeemstudies (zoals bijv klimaatverandering…)

Met een 'slecht'model:

- Kunnen 'model-verstoringen' worden opgespoord:
  - Plotselinge toe- of afnames (stap-trends)
  - Langzame veranderingen (lineaire trends)
  - Vaak te relateren aan (in)meetfouten
  - Andere ingrepen in de watercyclus (rioolvervanging, opper-vlaktewater peilwijziging, grondwateronttrekking..)