

Interactieve tijdreeksmodelontwikkeling

Cyclus modelidentificatie – parameterschatting – modelverificatie

Eit van der Meulen

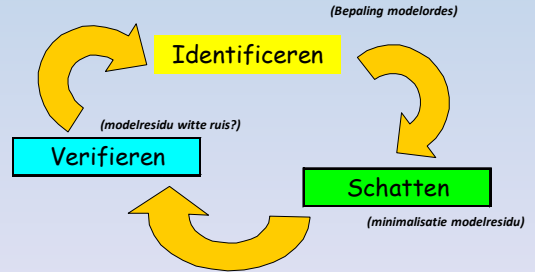
AMO

<http://www.amo-nl.com>

AMO /icostat

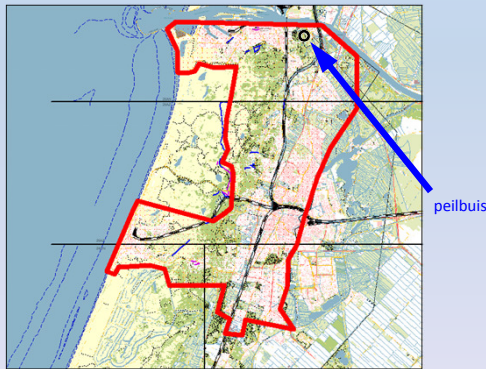
1

Cyclus modelidentificatie – parameterschatting – modelverificatie



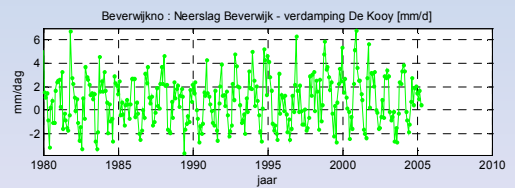
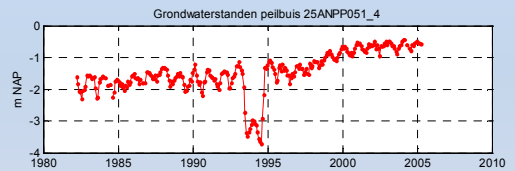
2

Evaluatie hydrologische effecten stopzetten winning



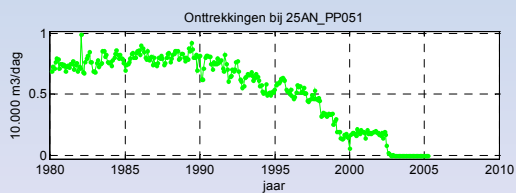
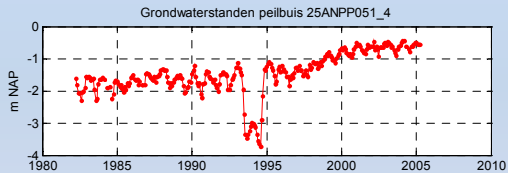
AMO /icostat

3



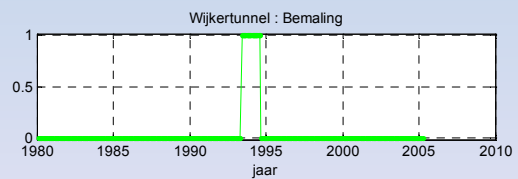
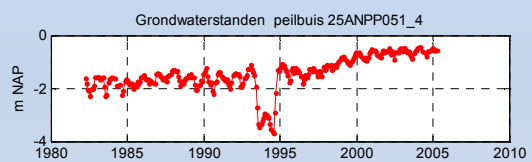
AMO /icostat

4



AMO /icostat

5



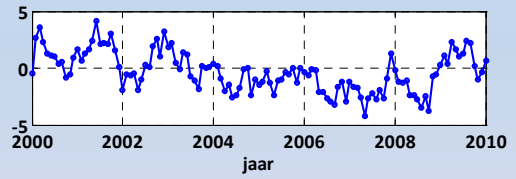
AMO /icostat

6

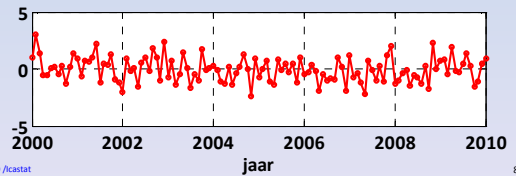
Klasse van modellen

- Discreet dynamisch stochastisch
- Tijdsafhankelijke modelparameters
- Equidistante reeks, tijdsinterval afhankelijk van processnelheid
- Autocorrelatie verdisconteren

Tijdreeks met autocorrelatie $Y_t = 0.8Y_{t-1} + a_t$



Tijdreeks zonder autocorrelatie $Y_t = a_t$



Formulering Box-Jenkins Transfer-ruismodel

grondwaterstand transferfuncties constante ruis

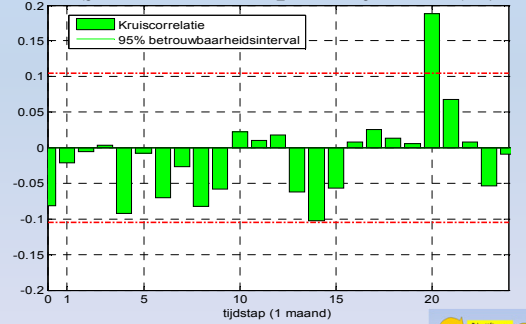
$$Y_t = H_{1,t}(X_{no}) + H_{2,t}(X_{ont}) + c + N_t$$

transferfunctie $H_t = \delta_1 H_{t-1} + \omega_0 X_t + \omega_1 X_{t-1} + \dots + \omega_s X_{t-s}$

ruismodel $N_t = \phi_1 N_{t-1} + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + a_t$

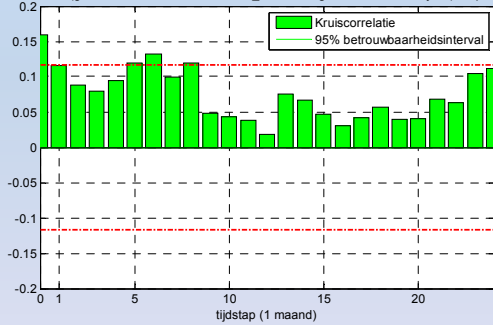
Modelresiduën a_t vormen 'witte ruis':
gemiddeld nul
zelfde normale kansverdeling
geen autocorrelatie

Kruisrelatie (grondwaterstanden 25ANPP051_4 , onttrekkingen 25ANPP051) na prewhitening



$$H_t = \omega_0 X_t + \omega_1 X_{t-1} + \dots + \omega_{19} X_{t-19}$$

Kruisrelatie (grondwaterstanden 25ANPP051_4 , neerslagoverschot Beverwijkno) na prewhitening



$$H_t = \delta_1 H_{t-1} + \omega_0 X_t$$

Modelidentificatie zonder ruismodel

Kies ordes		na	nk	functie	fa	ref	Omschrijving
25ANPP051_L_ontg	20	0	0	BJ			Onttrekkingen bij 25AN_PP051
Beverwijkno	1	1	0	BJ			Neerslag Beverwijk - verdamping De Kooy [mm/d]
Wijkertunnel	20	0	0	BJ			Bemaling

Moderesiduen: n p1 p2 p3
 Ruis: n p1 p2 p3

$$H_{21} = \delta_{21} H_{21,t-1} + \omega_{20} X_{21,t}, X = \text{Beverwijkno}$$

met:
Aantal moving-average parameters transfermodel (aantal omega's) = 1
Aantal autoregressive parameters transfermodel (aantal delta's) = 1
Tijdsvertraging input = 0

Resultaten toetsen eerste model

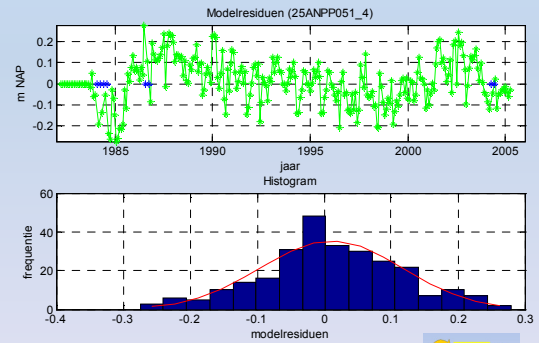
Toets modelresiduen	toetst	uitkomst	detail
Lilliefors-toets	normaal verdeeld (99%)	Ja	p = 0.50
Jacque-Bera-toets	normaal verdeeld (99%)	Ja	p = 0.19
Portmanteau-toets	geen autocorrelatie (95%)	Nee	573.62 > 25.00 (15)
Runs-toets	geen autocorrelatie (95%)	Nee	p = 0.00
Engle-toets	geen heteroscedasticiteit residuen (95%)	Nee	p = 0.00
Breusch-Pagan-toets	geen heteroscedasticiteit residuen-fit (95%)	Nee	p = 0.02



AMO /icostat

13

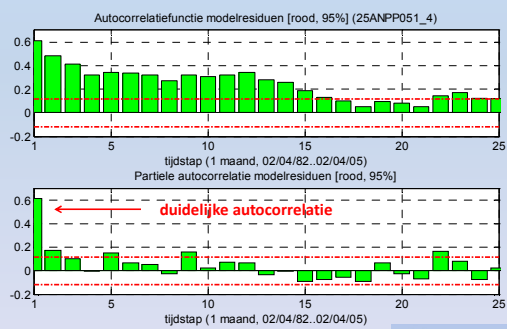
Modelverificatie eerste model



AMO /icostat

14

Autocorrelatie modelresiduen



AMO /icostat

15

Modelidentificatie, met ruismodel

Kies ordes						
Naam	s	r	nk	functie	fa	ref
25ANPP051_4_ontrg	20	0	0	BJ		Onttrekkingen bij 25AN_PP051
Beverwijkno	1	1	0	BJ		Neerslag Beverwijk - verdamping De Kooy [mm/d]
Wijkertunnel	20	0	0	BJ		Bemaling
Modelresiduen	n	p1	p2	p3		Langte regressie en periodicitaten
Ruis	1	0	0	0		Alt q, p1, p2, p3
	1	0	0	0		Nlt p, p1, p2, p3

Ruismodel	
$N_t = \phi_t * N_{t-1} - \theta_t * A_{t-1} + A_t$	
met : Aantal moving-average parameters ruismodel (aantal theta's) = 1 Aantal autoregressive parameters ruismodel (aantal phi's) = 1	
OK	



AMO /icostat

16

Resultaten met ruismodel

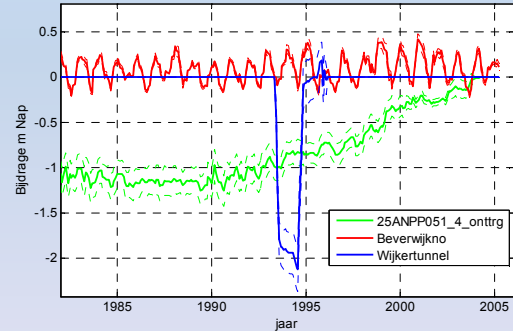
Toets modelresiduen	toetst	uitkomst	detail
Lilliefors-toets	normaal verdeeld (99%)	Ja	p = 0.35
Jacque-Bera-toets	normaal verdeeld (99%)	Ja	p = 0.50
Portmanteau-toets	geen autocorrelatie (95%)	Ja	20.42 < 22.36 (13)
Runs-toets	geen autocorrelatie (95%)	Ja	p = 0.40
Engle-toets	geen heteroscedasticiteit residuen (95%)	Ja	p = 0.46
Breusch-Pagan-toets	geen heteroscedasticiteit residuen-fit (95%)	Ja	p = 0.05



AMO /icostat

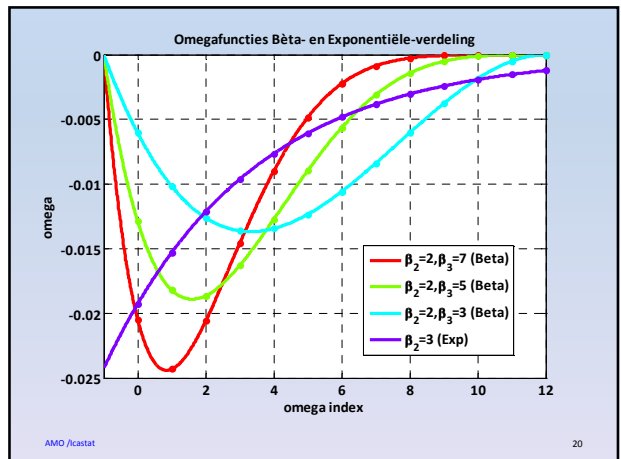
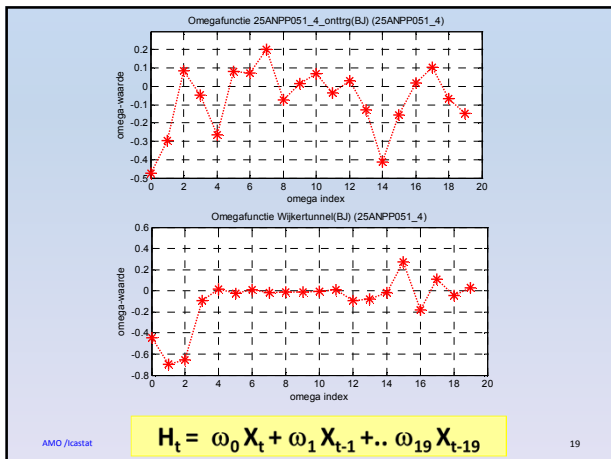
17

Bijdrage componenten (25ANPP051_4)



AMO /icostat

18



Modelidentificatie met ruismodel en voorgedefinieerde transferfuncties

Kies ordes

Naam	s	r	nk	functie	fa	ref	Omschrijving
25ANPP051_4_onttrg	20	0	0	EX			Onttrekkingen bij 25AN_PP051
Beverwijkno	1	1	0	BJ			Neerslag Beverwijk - verdamping De Kooy [mm/d]
Wijkertunnel	20	0	0	BE			Bemaling

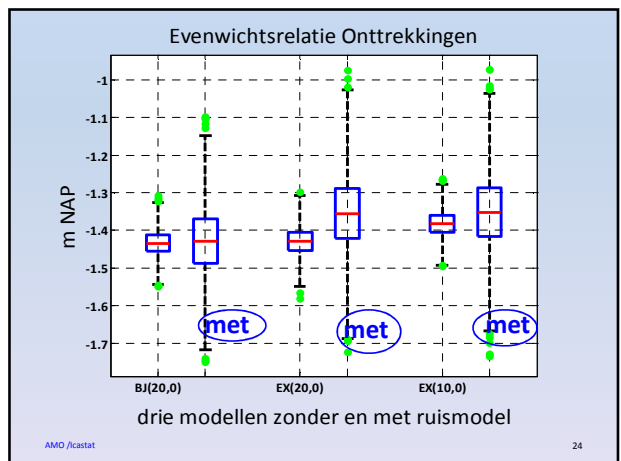
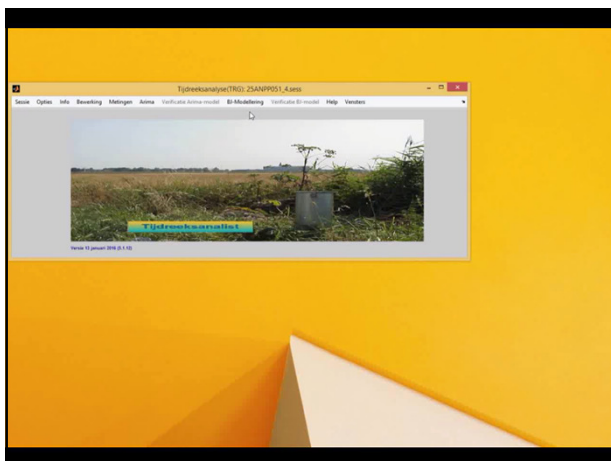
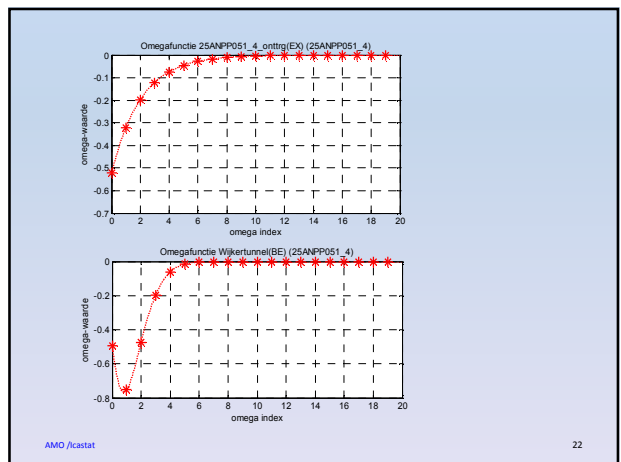
Modelresiduen: n p1 p2 p3

Ruis: n p1 p2 p3

Al(q, p1, p2, p3)

Nr(p, p1, p2, p3)

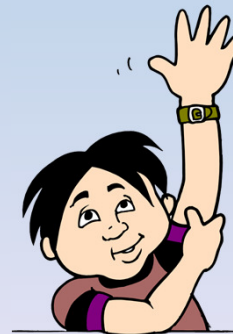
AMO /icstat 21



Conclusies

- Modelverificatie is onontbeerlijk
- Autocorrelatie modelresiduen geeft onderschatting standaardfout
- Als ruismodel niet voldoet zijn afgeleide betrouwbaarheden onbruikbaar
- Interactieve tijdreeksontwikkeling levert:
 - garantie voldoen modelvoorwaarden
 - inzicht robuustheid model

Vragen?



Onze activiteiten

Het halen van informatie uit meetwaarden Dataverwerking tot oplossing onderzoeksvragen

Greep uit onderzoeksonderwerpen:

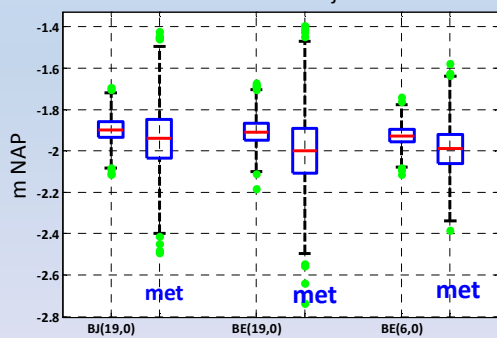
- Grondwaterstand
- Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit
- Drinkwatergebruik
- Storingen in leidingen
- Statistische meetnetoptimalisatie

Ontwikkeling Matlab applicaties

Van belang

- Alle relevante invloedsvariabelen
- Invloedsvariabelen moeten voldoende fluctueren
- Meetreeksen voldoende lang
- Correlatie tussen invloedsvariabelen geeft problemen bij de modellering
- Discrete modellen
- Tijdsafhankelijke modelparameters
- Equidistant/vast tijdsinterval
- Passend tijdsinterval afhankelijk van de processnelheid
- Autocorrelatie is moeilijk te modelleren

Evenwichtsrelatie Wijkertunnel



drie modellen zonder en met ruismodel