

Het belang van statistiek bij hydrologische monitoring

Martin Knotters, Dick Brus

Centrum Bodem

Wageningen Universiteit en Researchcentrum - Alterra



Vragen

- ▶ Waar en wanneer meet je?
- ▶ Hoe stem je dataverzameling en -verwerking af op informatiebehoefte?
- ▶ Heb je hierbij statistiek nodig?

Vragen

- ▶ Waar en wanneer meet je?
- ▶ Hoe stem je dataverzameling en -verwerking af op informatiebehoefte?
- ▶ Heb je hierbij statistiek nodig?

Vragen

- ▶ Waar en wanneer meet je?
- ▶ Hoe stem je dataverzameling en -verwerking af op informatiebehoefte?
- ▶ Heb je hierbij statistiek nodig?

Vragen

- ▶ Waar en wanneer meet je?
- ▶ Hoe stem je dataverzameling en -verwerking af op informatiebehoefte?
- ▶ Heb je hierbij statistiek nodig?

Theorie:



“Begin aan het eind, en redeneer dan terug”

Theorie:



“Begin aan het eind, en redeneer dan terug”

Praktijk:

- ▶ “Wij hebben ons aan een protocol te houden, ...”
- ▶ “Wij willen het bestaande monitoringnetwerk voortzetten, ...”
- ▶ “Wij willen alleen bestaande gegevens gebruiken (*data mining*), ...”

Praktijk:

- ▶ “Wij hebben ons aan een protocol te houden, ...”
- ▶ “Wij willen het bestaande monitoringnetwerk voortzetten, ...”
- ▶ “Wij willen alleen bestaande gegevens gebruiken (*data mining*), ...”

Praktijk:

- ▶ “Wij hebben ons aan een protocol te houden, ...”
- ▶ “Wij willen het bestaande monitoringnetwerk voortzetten, ...”
- ▶ “Wij willen alleen bestaande gegevens gebruiken (*data mining*), ...”

Praktijk:

- ▶ “Wij hebben ons aan een protocol te houden, ...”
- ▶ “Wij willen het bestaande monitoringnetwerk voortzetten, ...”
- ▶ “Wij willen alleen bestaande gegevens gebruiken (*data mining*), ...”

Hoe wordt gegevensinwinning onderbouwd?

- ▶ “We monitoren volgens het protocol”.
- ▶ “We monitoren op representatieve* locaties/tijdstippen”.

*) Acht verschillende betekenissen. Zie voor een analyse van de KRW-literatuur: Knotters, M., D.J. Brus and J.J. de Grijter, 2009. Hoezo representatief? Over de betekenissen van 'representatief' in de KRW-literatuur. *Stromingen* 15(1), 3-14.

Hoe wordt gegevensinwinning onderbouwd?

- ▶ “We monitoren volgens het protocol”.
- ▶ “We monitoren op representatieve* locaties/tijdstippen”.

*) Acht verschillende betekenissen. Zie voor een analyse van de KRW-literatuur: Knotters, M., D.J. Brus and J.J. de Gruijter, 2009. Hoezo representatief? Over de betekenissen van 'representatief' in de KRW-literatuur. *Stromingen* 15(1), 3-14.

Hoe wordt gegevensinwinning onderbouwd?

- ▶ “We monitoren volgens het protocol”.
- ▶ “We monitoren op **representatieve*** locaties/tijdstippen”.

*) Acht verschillende betekenissen. Zie voor een analyse van de KRW-literatuur: Knotters, M., D.J. Brus and J.J. de Gruijter, 2009. Hoezo representatief? Over de betekenissen van 'representatief' in de KRW-literatuur. *Stromingen* 15(1), 3-14.

Hoe wordt gegevensinwinning onderbouwd?

- ▶ “We monitoren volgens het protocol”.
- ▶ “We monitoren op **representatieve*** locaties/tijdstippen”.

*) Acht verschillende betekenissen. Zie voor een analyse van de KRW-literatuur: Knotters, M., D.J. Brus and J.J. de Gruijter, 2009. Hoezo representatief? Over de betekenissen van ‘representatief’ in de KRW-literatuur. *Stromingen* **15**(1), 3-14.

Monitoring



- ▶ Herhaald of continu waarnemen in de tijd, om veranderingen te vast te stellen.
- ▶ Monitoring kan eventueel ook een ruimtelijke dimensie hebben.

Monitoring



- ▶ Herhaald of continu waarnemen in de tijd, om veranderingen te vast te stellen.
- ▶ Monitoring kan eventueel ook een ruimtelijke dimensie hebben.

Monitoring



- ▶ Herhaald of continu waarnemen in de tijd, om veranderingen te vast te stellen.
- ▶ Monitoring kan eventueel ook een ruimtelijke dimensie hebben.

Waarom steeds meer monitoring?

- ▶ *accountability*, afrekencultuur: aantonen dat beleid effect heeft (bijvoorbeeld: anti-verdrogingsbeleid)
- ▶ *juridisering*: toetsen aan (wettelijke) normen (bijvoorbeeld: KRW, VHR, etc.)

In beide gevallen:

- objectiviteit belangrijk
- gekwantificeerde onzekerheid belangrijk
- dus: statistische onderbouwing van monitoring belangrijk

Waarom steeds meer monitoring?

- ▶ *accountability*, afrekencultuur: aantonen dat beleid effect heeft (bijvoorbeeld: anti-verdrogingsbeleid)
- ▶ *juridisering*: toetsen aan (wettelijke) normen (bijvoorbeeld: KRW, VHR, etc.)

In beide gevallen:

- objectiviteit belangrijk
- gekwantificeerde onzekerheid belangrijk
- dus: statistische onderbouwing van monitoring belangrijk

Waarom steeds meer monitoring?

- ▶ *accountability*, afrekencultuur: aantonen dat beleid effect heeft (bijvoorbeeld: anti-verdrogingsbeleid)
- ▶ *juridisering*: toetsen aan (wettelijke) normen (bijvoorbeeld: KRW, VHR, etc.)

In beide gevallen:

- ▶ gebrekkige kennis van de werking van het beleid
- ▶ gebrekkige kennis van de werking van de wetten
- ▶ dus: steeds meer monitoring van de werking van beleid

Waarom steeds meer monitoring?

- ▶ *accountability*, afrekencultuur: aantonen dat beleid effect heeft (bijvoorbeeld: anti-verdrogingsbeleid)
- ▶ *juridisering*: toetsen aan (wettelijke) normen (bijvoorbeeld: KRW, VHR, etc.)

In beide gevallen:

- ▶ objectiviteit belangrijk
- ▶ gekwantificeerde onzekerheid belangrijk
- ▶ dus: statistische onderbouwing van monitoring belangrijk

Waarom steeds meer monitoring?

- ▶ *accountability*, afrekencultuur: aantonen dat beleid effect heeft (bijvoorbeeld: anti-verdrogingsbeleid)
- ▶ *juridisering*: toetsen aan (wettelijke) normen (bijvoorbeeld: KRW, VHR, etc.)

In beide gevallen:

- ▶ objectiviteit belangrijk
- ▶ gekwantificeerde onzekerheid belangrijk
- ▶ dus: statistische onderbouwing van monitoring belangrijk

Waarom steeds meer monitoring?

- ▶ *accountability*, afrekencultuur: aantonen dat beleid effect heeft (bijvoorbeeld: anti-verdrogingsbeleid)
- ▶ *juridisering*: toetsen aan (wettelijke) normen (bijvoorbeeld: KRW, VHR, etc.)

In beide gevallen:

- ▶ objectiviteit belangrijk
- ▶ gekwantificeerde onzekerheid belangrijk
- ▶ dus: statistische onderbouwing van monitoring belangrijk

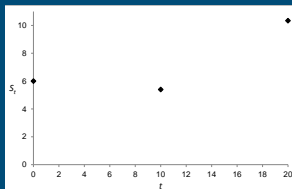
Waarom steeds meer monitoring?

- ▶ *accountability*, afrekencultuur: aantonen dat beleid effect heeft (bijvoorbeeld: anti-verdrogingsbeleid)
- ▶ *juridisering*: toetsen aan (wettelijke) normen (bijvoorbeeld: KRW, VHR, etc.)

In beide gevallen:

- ▶ objectiviteit belangrijk
- ▶ gekwantificeerde onzekerheid belangrijk
- ▶ dus: statistische onderbouwing van monitoring belangrijk

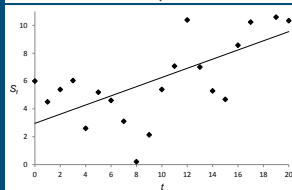
Veranderingen: verschillen, trends of effecten?



verschil,

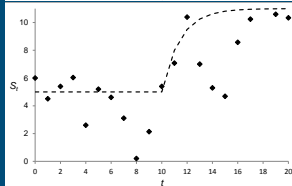
$$d_{10-0} = -0.6 \text{ mg l}^{-1}$$

$$d_{20-10} = 4.9 \text{ mg l}^{-1}$$



lineaire trend,

$$0.33 \text{ mg l}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$$



effect van maatregel,

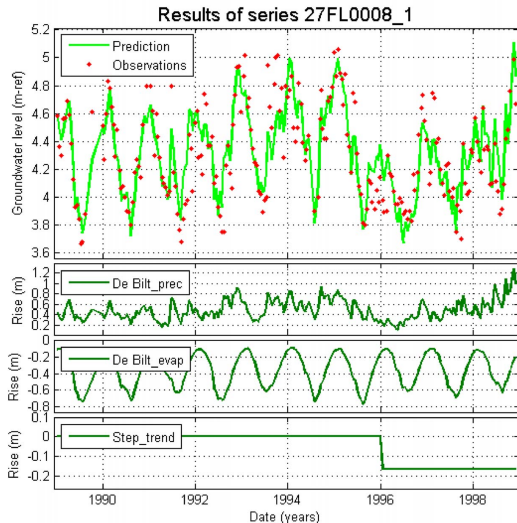
ingreep op tijdstip $t = 10$,

“step decay model”,

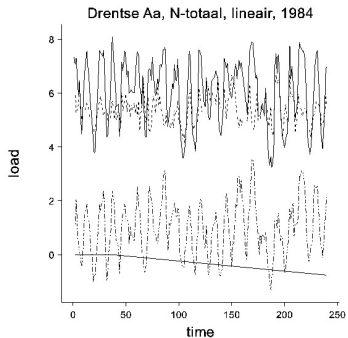
effect $= 6.0 \text{ mg l}^{-1}$ na 10 jaar

Waarom tijdreeksmodellering?

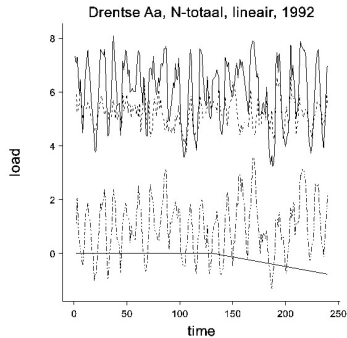
Om effecten van andere invloeden te kunnen scheiden.



Effect van mestbeleid op oppervlaktewaterkwaliteit



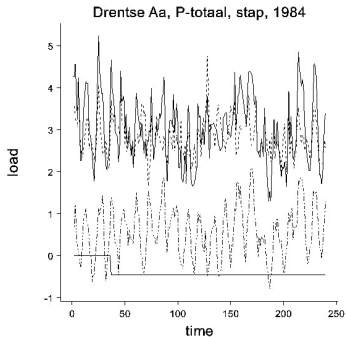
— load v time
- - - pecomp v time
. . . intcomp v time
- . - . noise v time



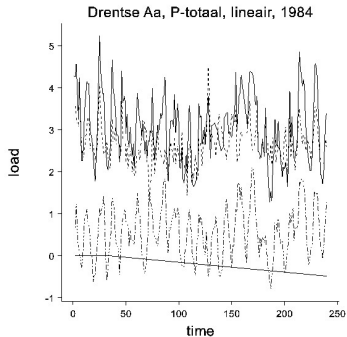
— load v time
- - - pecomp v time
. . . intcomp v time
- . - . noise v time

uit: Alterra-rapport 1540 (2007), Monitoring Stroomgebieden

Effect van mestbeleid op oppervlaktewaterkwaliteit



— load v time
- - - pecomp v time
- - - intcomp v time
- - - noise v time



— load v time
- - - pecomp v time
- - - intcomp v time
- - - noise v time

uit: Alterra-rapport 1540 (2007), Monitoring Stroomgebieden

Tijdreeksmodellering

- ▶ Tijdreeksmodellen kunnen puur empirisch zijn, puur fysisch-mechanistisch en alles daartussenin
- ▶ Bij tijdreeksmodellering modelleer je een waargenomen reeks
- ▶ Het doel is echter om het achterliggende fysische proces te beschrijven (bijvoorbeeld het effect van een maatregel)
- ▶ Hoe vaak en hoe lang moet je waarnemen om het achterliggende fysische proces zo goed mogelijk te beschrijven met een tijdreeksmodel?

Tijdreeksmodellering

- ▶ Tijdreeksmodellen kunnen puur empirisch zijn, puur fysisch-mechanistisch en alles daartussenin
- ▶ Bij tijdreeksmodellering modelleer je een waargenomen reeks
- ▶ Het doel is echter om het achterliggende fysische proces te beschrijven (bijvoorbeeld het effect van een maatregel)
- ▶ Hoe vaak en hoe lang moet je waarnemen om het achterliggende fysische proces zo goed mogelijk te beschrijven met een tijdreeksmodel?

Tijdreeksmodellering

- ▶ Tijdreeksmodellen kunnen puur empirisch zijn, puur fysisch-mechanistisch en alles daartussenin
- ▶ Bij tijdreeksmodellering modelleer je een **waargenomen reeks**
- ▶ Het doel is echter om het achterliggende fysische proces te beschrijven (bijvoorbeeld het effect van een maatregel)
- ▶ Hoe vaak en hoe lang moet je waarnemen om het achterliggende fysische proces zo goed mogelijk te beschrijven met een tijdreeksmodel?

Tijdreeksmodellering

- ▶ Tijdreeksmodellen kunnen puur empirisch zijn, puur fysisch-mechanistisch en alles daartussenin
- ▶ Bij tijdreeksmodellering modelleer je een **waargenomen reeks**
- ▶ Het doel is echter om het achterliggende fysische proces te beschrijven (bijvoorbeeld het effect van een maatregel)
- ▶ Hoe vaak en hoe lang moet je waarnemen om het achterliggende fysische proces zo goed mogelijk te beschrijven met een tijdreeksmodel?

Tijdreeksmodellering

- ▶ Tijdreeksmodellen kunnen puur empirisch zijn, puur fysisch-mechanistisch en alles daartussenin
- ▶ Bij tijdreeksmodellering modelleer je een **waargenomen reeks**
- ▶ Het doel is echter om het achterliggende fysische proces te beschrijven (bijvoorbeeld het effect van een maatregel)
- ▶ **Hoe vaak en hoe lang moet je waarnemen om het achterliggende fysische proces zo goed mogelijk te beschrijven met een tijdreeksmodel?**

Hoe vaak en hoe lang moet je meten?

- ▶ Reeks moet het 'geheugen' van het proces omvatten
- ▶ Interval moet korter zijn dan het 'geheugen' van het proces
- ▶ Goede spreiding in de 'eigenschappenruimte' (de uiterste waarden moeten ook zijn waargenomen)

Hoe vaak en hoe lang moet je meten?

- ▶ Reeks moet het 'geheugen' van het proces omvatten
- ▶ Interval moet korter zijn dan het 'geheugen' van het proces
- ▶ Goede spreiding in de 'eigenschappenruimte' (de uiterste waarden moeten ook zijn waargenomen)

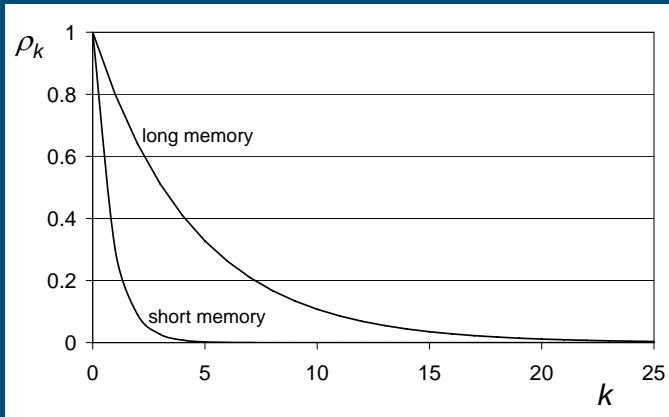
Hoe vaak en hoe lang moet je meten?

- ▶ Reeks moet het 'geheugen' van het proces omvatten
- ▶ Interval moet korter zijn dan het 'geheugen' van het proces
- ▶ Goede spreiding in de 'eigenschappenruimte' (de uiterste waarden moeten ook zijn waargenomen)

Hoe vaak en hoe lang moet je meten?

- ▶ Reeks moet het 'geheugen' van het proces omvatten
- ▶ Interval moet korter zijn dan het 'geheugen' van het proces
- ▶ Goede spreiding in de 'eigenschappenruimte' (de uiterste waarden moeten ook zijn waargenomen)

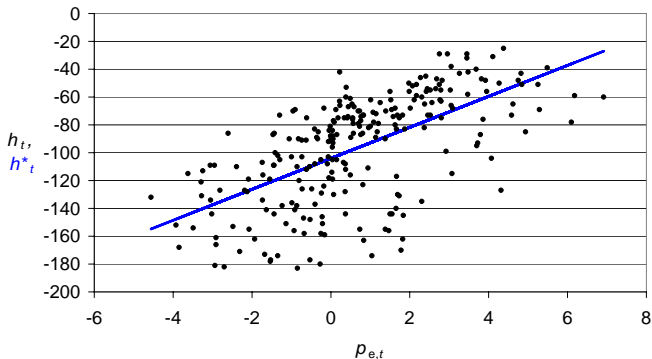
Geheugen



Spreading in de eigenschappenruimte:

$$h_t = c + \omega p_{e,t} + \epsilon_t$$

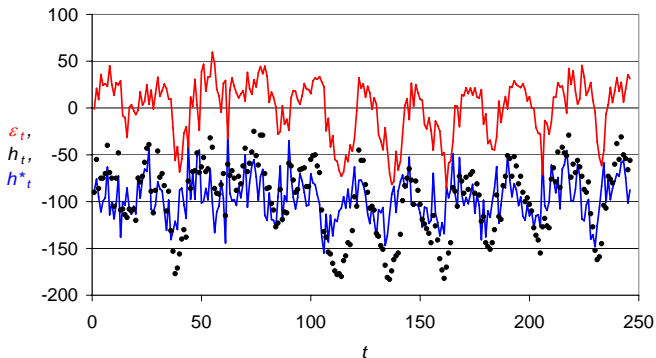
Linear regression



% v.v. = 38%

Linear regressiemodel

Linear regression



% v.v.=38%

Transfer-ruismodel

$$h_t = c + \omega p_{e,t} + \epsilon_t$$

$$h_t = c + \delta h_{t-1} + \omega p_{e,t} + \epsilon_t$$

$$\begin{aligned} h_t &= h_t^* + n_t \\ h_t^* &= c + \delta h_{t-1}^* + \omega p_{e,t} \\ n_t &= \delta n_{t-1} + \epsilon_t \end{aligned}$$

Transfer-ruismodel

$$h_t = c + \omega p_{e,t} + \epsilon_t$$

$$h_t = c + \delta h_{t-1} + \omega p_{e,t} + \epsilon_t$$

$$\begin{aligned} h_t &= h_t^* + n_t \\ h_t^* &= c + \delta h_{t-1}^* + \omega p_{e,t} \\ n_t &= \delta n_{t-1} + \epsilon_t \end{aligned}$$

Transfer-ruismodel

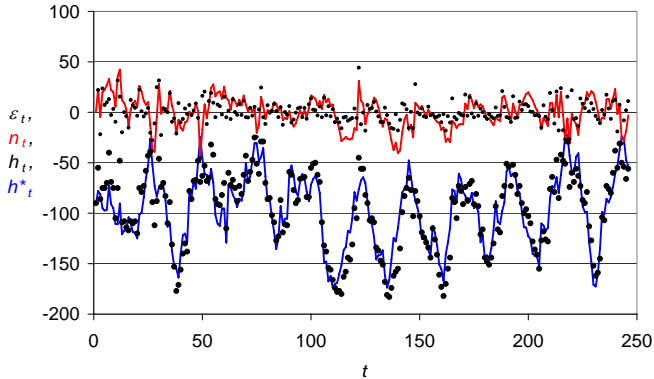
$$h_t = c + \omega p_{e,t} + \epsilon_t$$

$$h_t = c + \delta h_{t-1} + \omega p_{e,t} + \epsilon_t$$

$$\begin{aligned} h_t &= h_t^* + n_t \\ h_t^* &= c + \delta h_{t-1}^* + \omega p_{e,t} \\ n_t &= \delta n_{t-1} + \epsilon_t \end{aligned}$$

Transfer-ruismodel

Transfer function-noise model (TFN)



% v.v.=79%

Samenvatting trend- en effectmonitoring

- ▶ gebruik van modellen is vaak onvermijdelijk, om effecten te scheiden van andere invloeden
- ▶ objectiviteit is niet gegarandeerd, maar kan worden bevorderd door zorgvuldige verificatie en validatie
- ▶ nauwkeurigheid kan worden gekwantificeerd met (statistische) tijdreeksmodellen: uitspraak over 'significantie' van een effect is mogelijk

Samenvatting trend- en effectmonitoring

- ▶ gebruik van modellen is vaak onvermijdelijk, om effecten te scheiden van andere invloeden
- ▶ objectiviteit is niet gegarandeerd, maar kan worden bevorderd door zorgvuldige verificatie en validatie
- ▶ nauwkeurigheid kan worden gekwantificeerd met (statistische) tijdreeksmodellen: uitspraak over 'significantie' van een effect is mogelijk

Samenvatting trend- en effectmonitoring

- ▶ gebruik van modellen is vaak onvermijdelijk, om effecten te scheiden van andere invloeden
- ▶ objectiviteit is niet gegarandeerd, maar kan worden bevorderd door zorgvuldige verificatie en validatie
- ▶ nauwkeurigheid kan worden gekwantificeerd met (statistische) tijdreeksmodellen: uitspraak over 'significantie' van een effect is mogelijk

Samenvatting trend- en effectmonitoring

- ▶ gebruik van modellen is vaak onvermijdelijk, om effecten te scheiden van andere invloeden
- ▶ objectiviteit is niet gegarandeerd, maar kan worden bevorderd door zorgvuldige verificatie en validatie
- ▶ nauwkeurigheid kan worden gekwantificeerd met (statistische) tijdreeksmodellen: uitspraak over 'significantie' van een effect is mogelijk

Samenvatting trend- en effectmonitoring (vervolg)

- ▶ geheugen van systeem en vertegenwoordiging van uitersten (spreiding in eigenschappenruimte) bepalen
waarnemingsfrequentie en reekslengte, vóór(!!!) en na de ingreep
- ▶ alternatief: na ingreep toetsen of gewenste situatie is bereikt (bijvoorbeeld: $AGOR=GGOR$)

Samenvatting trend- en effectmonitoring (vervolg)

- ▶ geheugen van systeem en vertegenwoordiging van uitersten (spreiding in eigenschappenruimte) bepalen
waarnemingsfrequentie en reekslengte, vóór(!!!) en na de ingreep
- ▶ alternatief: na ingreep toetsen of gewenste situatie is bereikt (bijvoorbeeld: $AGOR=GGOR$)

Samenvatting trend- en effectmonitoring (vervolg)

- ▶ geheugen van systeem en vertegenwoordiging van uitersten (spreiding in eigenschappenruimte) bepalen
waarnemingsfrequentie en reekslengte, vóór(!!!) en na de ingreep
- ▶ alternatief: na ingreep **toetsen** of gewenste situatie is bereikt (bijvoorbeeld: AGOR=GGOR)

Objectief???

- ▶ “Op basis van deskundigenoordeel kunnen de waarnemingen representatief worden geacht.”
- ▶ “De waarnemingen werden tot een ruimte-tijdgemiddelde geaggregeerd met het model ACRONYM-2.1, waarbij werd aangenomen dat ...”

Objectief???

- ▶ “Op basis van deskundigenoordeel kunnen de waarnemingen representatief worden geacht.”
- ▶ “De waarnemingen werden tot een ruimte-tijdgemiddelde geaggregeerd met het model ACRONYM-2.1, waarbij werd aangenomen dat ...”

Objectief???

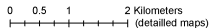
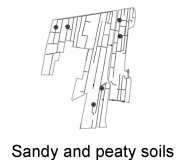
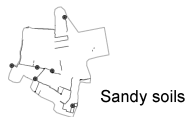
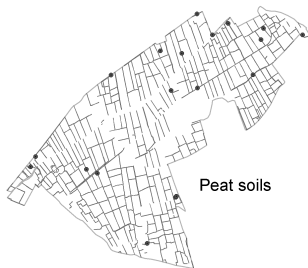
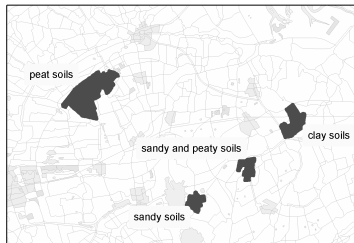
- ▶ “Op basis van deskundigenoordeel kunnen de waarnemingen representatief worden geacht.”
- ▶ “De waarnemingen werden tot een ruimte-tijdgemiddelde geaggregeerd met het model ACRONYM-2.1, waarbij werd aangenomen dat ...”

Case study: toetsing kwaliteit oppervlaktewater aan normen

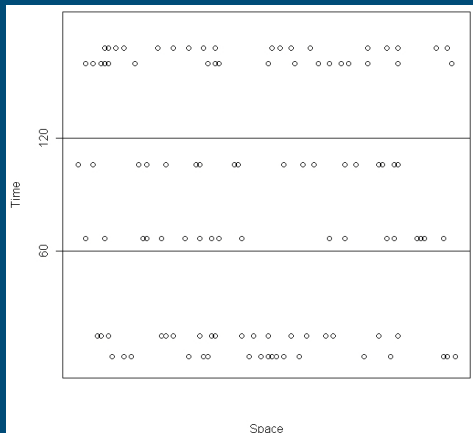


Noordelijke Friese Wouden: voldoet de ruimte-tijdgemiddelde concentratie N-totaal in het oppervlaktewater gedurende het zomerhalfjaar aan de norm van 2.2 mg/l?

Studiegebied



Synchroon steekproefpatroon



Gestratificeerde enkelvoudig aselechte steekproef **in de tijd(!)** (STSI),
enkelvoudig aselechte steekproef in de ruimte (SI)

Ruimte-tijdgemiddelde concentratie N-totaal

$$\hat{y}_{\text{STSI,SI}} = \frac{\sum_{h=1}^{\ell} \frac{T_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{A}{m_{hi}} \sum_{j=1}^{m_{hi}} y_{hij} \cdot l_{hij}}{\sum_{h=1}^{\ell} \frac{T_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \frac{A}{m_{hi}} \sum_{j=1}^{m_{hi}} l_{hij}}$$

waarin

y_{hij} : concentratie gemeten op locatie j , tijdstip i in deelperiode h

l_{hij} : gemeten waterdiepte

A : oppervlakte van het gebied

T_h : lengte van de deelperiode

Resultaten

Geschatte ruimte-tijdgemiddelde concentraties N-totaal in oppervlaktewater, in vier delen van de Noordelijke Friese Wouden, in de periode 1 april tot 30 september 2008.

| Gebied | $\hat{y}_{STSI,SI}$ ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) | standaardfout ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) |
|------------------------|--|--|
| 1 (veengronden) | 2.45 | 0.13 |
| 2 (zandgronden) | 3.44 | 0.70 |
| 3 (overgang zand-veen) | 2.23 | 0.26 |
| 4 (kleigronden) | 2.31 | 0.17 |

(Norm: 2.2 mg/l)

Resultaten (vervolg)

Geoptimaliseerd aantal meetronden n en locaties per ronde m , voor een budget dat gelijk is aan de kosten in 2008

| Gebied | zomer 2008 | | geoptimaliseerd | |
|------------------------|------------|-----|-----------------|-----|
| | n | m | n | m |
| 1 (veengronden) | 6 | 18 | 16 | 5 |
| 2 (zandgronden) | 6 | 6 | 5 | 7 |
| 3 (overgang zand-veen) | 6 | 6 | 3 | 14 |
| 4 (kleigronden) | 6 | 10 | 7 | 8 |

Conclusies

1. De monitoringscirkel wordt bij hydrologische monitoring in Nederland vaak met de mond beleden, maar zelden in praktijk gebracht. Redenen:
 - protocollen dienen te worden gehandhaafd
 - bestaande monitoringnetwerken evenzeer
 - dataverzameling heeft een lage status, data mining daarentegen een hoge

1. De monitoringscirkel wordt bij hydrologische monitoring in Nederland vaak met de mond beleden, maar zelden in praktijk gebracht. Redenen:
 - ▶ protocollen dienen te worden geheiligd;
 - ▶ bestaande monitoringnetwerken evenzeer;
 - ▶ dataverzameling heeft een lage status, *data mining* daarentegen een hoge.

1. De monitoringscirkel wordt bij hydrologische monitoring in Nederland vaak met de mond beleden, maar zelden in praktijk gebracht. Redenen:
 - ▶ protocollen dienen te worden geheiligd;
 - ▶ bestaande monitoringnetwerken evenzeer;
 - ▶ dataverzameling heeft een lage status, *data mining* daarentegen een hoge.

Conclusies

1. De monitoringscirkel wordt bij hydrologische monitoring in Nederland vaak met de mond beleden, maar zelden in praktijk gebracht. Redenen:
 - ▶ protocollen dienen te worden geheiligd;
 - ▶ bestaande monitoringnetwerken evenzeer;
 - ▶ dataverzameling heeft een lage status, *data mining* daarentegen een hoge.

Conclusies

1. De monitoringscirkel wordt bij hydrologische monitoring in Nederland vaak met de mond beleden, maar zelden in praktijk gebracht. Redenen:
 - ▶ protocollen dienen te worden geheiligd;
 - ▶ bestaande monitoringnetwerken evenzeer;
 - ▶ dataverzameling heeft een lage status, *data mining* daarentegen een hoge.

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - objectiviteit is vereist
 - de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid
 - het toetsen aan wettelijke normen
 - het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's
 - het bepalen van de hoogte van schadebetalingen
 - het valideren van modellen

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer

- ▶ objectiviteit is vereist;
- ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.

3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij

- het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid
- het toetsen aan wettelijke normen
- het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's
- het bepalen van de hoogte van schadebetalingen
- het valideren van modellen

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer

- ▶ objectiviteit is vereist;
- ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.

3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij

- het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid
- het toetsen van theoretische modellen
- het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's
- het bepalen van de hoogte van schadeuitkeringen
- het valideren van modellen

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - ▶ objectiviteit is vereist;
 - ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid;
 - het toetsen van beleidsalternatieven;
 - het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's;
 - het bepalen van de mate van risico's die aanvaardbaar zijn;
 - het valideren van modellen.

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - ▶ objectiviteit is vereist;
 - ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - ▶ het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid;
 - ▶ het toetsen aan (wettelijke) normen;
 - ▶ het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's;
 - ▶ het bepalen van de hoogte van schadeuitkeringen;
 - ▶ het valideren van modellen.

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - ▶ objectiviteit is vereist;
 - ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - ▶ het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid;
 - ▶ het toetsen aan (wettelijke) normen;
 - ▶ het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's;
 - ▶ het bepalen van de hoogte van schadeuitkeringen;
 - ▶ het valideren van modellen.

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - ▶ objectiviteit is vereist;
 - ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - ▶ het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid;
 - ▶ het toetsen aan (wettelijke) normen;
 - ▶ het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's;
 - ▶ het bepalen van de hoogte van schadeuitkeringen;
 - ▶ het valideren van modellen.

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - ▶ objectiviteit is vereist;
 - ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - ▶ het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid;
 - ▶ het toetsen aan (wettelijke) normen;
 - ▶ het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's;
 - ▶ het bepalen van de hoogte van schadeuitkeringen;
 - ▶ het valideren van modellen.

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - ▶ objectiviteit is vereist;
 - ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - ▶ het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid;
 - ▶ het toetsen aan (wettelijke) normen;
 - ▶ het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's;
 - ▶ het bepalen van de hoogte van schadeuitkeringen;
 - ▶ het valideren van modellen.

Conclusies (vervolg)

2. Statistische onderbouwing van monitoring is belangrijk wanneer
 - ▶ objectiviteit is vereist;
 - ▶ de nauwkeurigheid van de informatie moet kunnen worden aangetoond.
3. Objectiviteit en informatie over nauwkeurigheid zijn belangrijk bij
 - ▶ het vaststellen van effecten van maatregelen of beleid;
 - ▶ het toetsen aan (wettelijke) normen;
 - ▶ het inschatten van financiële en gezondheidsrisico's;
 - ▶ het bepalen van de hoogte van schadeuitkeringen;
 - ▶ het valideren van modellen.



Bedankt!