



Ruurd Maasdam, Waterschap Zuiderzeeland
Reinder Torenbeek, ARCADIS

Toetsen en beoordelen van monitoringsgegevens voor de Kaderrichtlijn Water

De Kaderrichtlijn Water schrijft voor dat alle lidstaten op basis van monitoring over de kwaliteit van hun oppervlaktewater moeten rapporteren. Eén maal per zes jaar wordt op basis van de toestand- en trendmonitoring een oordeel gegeven over de kwaliteit van dat oppervlaktewater. In 2006 kwamen in Nederland richtlijnen gereed die beschreven hoe het monitoren van stoffen en biologische kwaliteitselementen moet verlopen¹⁾. Normen zijn in concept gereed of worden ontwikkeld. Momenteel ontbreekt echter een vastgestelde, onderbouwde methode hoe meetwaarden moeten worden getoetst en beoordeeld. Deze methode is van belang, omdat Nederland aan de Europese Commissie heeft aangegeven slechts van meetlocaties een oordeel te willen rapporteren.

In de praktijk van de waterbeheerders zijn er vaak meerdere meetgegevens afkomstig van meerdere meetpunten, waterlichamen, meetjaren en meetdatums beschikbaar om te komen tot een eindoordeel. Het integreren en aggregeren van de meetgegevens heeft gevolgen voor het toetsresultaat en dus het eindoordeel. In een verkennende studie bestudeerde Waterschap Zuiderzeeland welke mogelijk-

heden voor toetsen en beoordelen bestaan en op basis van welke argumenten gekozen kan worden voor een methode. De belangrijkste uitkomst is dat de keuze afhankelijk is van de verhouding tussen de ruimtelijk variatie van meetgegevens en de variatie in de tijd.

De KRW kent drie typen monitoring: toestand- en trendmonitoring, operationele monitoring en nader onderzoek. De eerste is de belangrijkste en is onder meer bedoeld om veranderingen in de natuurlijke omstandigheden en effecten van algemene menselijke activiteit op lange termijn te kunnen beoordelen. Het moet een oordeel geven over de toestand van de waterlichamen.

Om praktische redenen is er voor gekozen om niet alle waterlichamen apart te bemeten en te rapporteren, maar het aantal meetlocaties beperkt te houden. Waterschap Zuiderzeeland heeft 18 waterlichamen. Daarin worden drie biologische en drie chemische meetlocaties geaggregeerd die representatief zijn voor deze 18 waterlichamen. Deze meetlocaties zijn min of meer virtueel: op deze punten wordt zelf niet altijd bemonsterd. De toetswaarde op de meetlocatie komt tot stand door een bewerking toe te passen op de meetwaarden die zijn gevonden op de onderliggende meetpunten. In de waterlichamen bevindt

zich een variabel aantal meetpunten. Bovendien kunnen meetgegevens van meer jaren gebruikt worden en zijn er meestal meerdere metingen in één jaar. In de KRW is niet voorgeschreven hoe de meetgegevens geaggregeerd moeten worden. De manier van aggregeren heeft echter wel gevolgen voor de uitkomst. In dit artikel zullen we ingaan op het aggregeren van chemische en biologische gegevens.

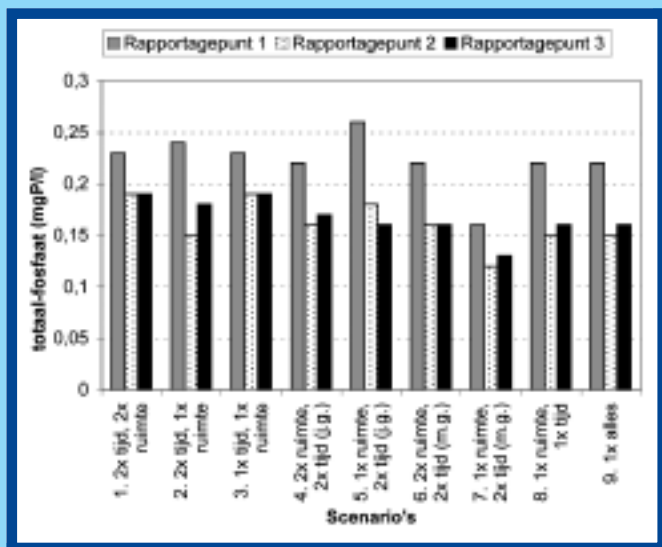
Aggregeren in ruimte en tijd

Eerst is nagegaan welke methoden van aggregeren er zijn. Er blijken (in het geval van Waterschap Zuiderzeeland) vier aggregatiestappen te zijn: twee betreffen aggregatie van gegevens in de tijd en twee betreffen aggregatie van gegevens in de ruimte: meerdere metingen binnen één of meerdere jaren en binnen één of meerdere waterlichamen.

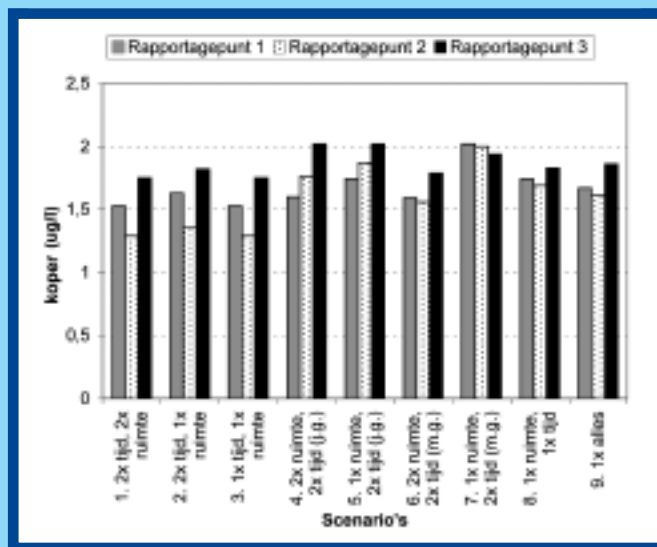
Deze vier stappen kunnen in elke willekeurige volgorde na elkaar worden uitgevoerd. De volgorde zoals hierboven genoemd, is de meest logische en ook de meest begrijpelijke. Het aggregeren van gegevens éérs in de ruimte en daarna in de tijd is minder logisch en ook moeilijker voor te stellen. Verder is het zo dat de twee aggregatiestappen in de tijd en ook de twee aggregatiestappen in de ruimte, elk ook in één keer uitgevoerd kunnen worden. Het is zelfs denkbaar dat alle vier de stappen in één keer uitgevoerd worden: alle denkbare

Verskil tussen integreren en aggregeren

Binnen de clustering van meetgegevens maken we onderscheid tussen de begrippen aggregeren en integreren van meetwaarden. Deze begrippen zijn ontleend aan de methodiek van de regionale watersysteemrapportage. Op meetpunten worden verschillende parameters in een tijdreeks gemeten. De wijze waarop meetwaarden van één parameter (geografisch en in de tijd) worden samengevoegd tot een nieuwe waarde van die ene parameter voor een gebied (of waterlichaam), noemen we aggregeren. Het integreren van meetwaarden is het samenvoegen van waarden van verschillende parameters of indicatoren tot een nieuwe waarde.



Afb. 1: Toetswaarden voor totaal fosfaat berekend volgens de verschillende scenario's van aggregeren.



Afb. 2: Toetswaarden voor koper, berekend volgens de verschillende scenario's van aggregeren.

De Urkervaart bij gemaal Vissering.



De Lange Vaart bij gemaal Colijn.



gegevens in ruimte en tijd worden op één hoop gegooid en geaggregeerd naar één toetswaarde.

De proef op de som

Indien op elk meetpunt even vaak gemonsterd is en er evenveel meetpunten per waterlichaam zijn, maakt het niet uit in welke volgorde geaggregeerd wordt. In de praktijk is er meestal niet even vaak gemonsterd en verschilt zelfs het aantal meetpunten per jaar. Er is immers vaak sprake van een roulerend meetnet, waarbij meetpunten en meetfrequenties van jaar tot jaar kunnen verschillen. In de meetgegevens ontstaan dus 'ontbrekende' waarden. In dat geval maakt de volgorde van aggregeren wél uit.

Als proef op de som is dit voor twee stoffen, koper en fosfaat, uitgewerkt. Negen scenario's voor het aggregeren zijn opgesteld en onderzocht. Deze scenario's zijn gecodeerd, waarbij 'tijd' voor het aggregeren in de tijd staat en 'ruimte' voor het aggregeren in de ruimte. Daarbij is aangegeven of de aggregatie in één keer of in twee stappen plaatsvindt. Bij

het aggregeren in de tijd is bovendien aangegeven of eerst maand- of jaargemiddelden berekend zijn:

- scenario 1: 2x tijd (jaargemiddelden), 2x ruimte
- scenario 2: 2x tijd (jaargemiddelden), 1x ruimte
- scenario 3: 1x tijd, 1x ruimte
- scenario 4: 2x ruimte, 2x tijd (jaargemiddelden)
- scenario 5: 1x ruimte, 2x tijd (jaargemiddelden)
- scenario 6: 2 x ruimte, 2 x tijd (maandgemiddelden)
- scenario 7: 1x ruimte, 2x tijd (maandgemiddelden)
- scenario 8: 1x ruimte, 1x tijd
- scenario 9: 1x alles

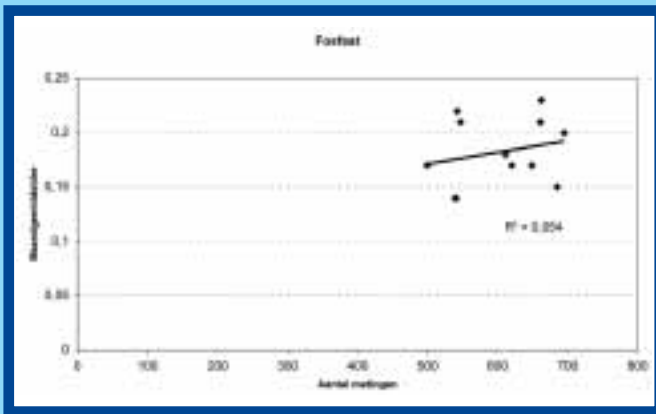
Variatie in ruimte en tijd

De resultaten zijn in de afbeeldingen 1 en 2 weergegeven. Hieruit blijkt dat een bepaald scenario niet altijd hogere of lagere toetswaarden oplevert. Theoretisch kan

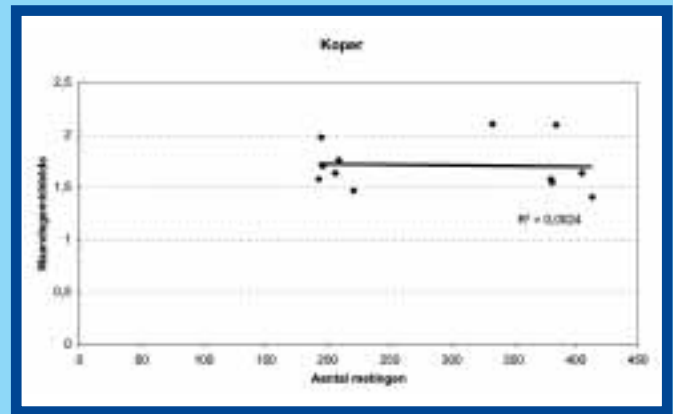
beredeneerd worden dat dit afhankelijk is van de variatie van de parameter: is de variatie in de tijd groter dan de variatie in de ruimte of andersom. Als de variatie in de tijd groter is dan in de ruimte, dan moet eerst in de ruimte geaggregeerd worden, zodat de variatie in de tijd zo lang mogelijk in beeld blijft. Als de variatie in de ruimte groter is dan die in de tijd, dan moet eerst in de tijd geaggregeerd worden om de variatie in de ruimte zo lang mogelijk in het aggregatieproces in beeld te houden. We lichtten dit toe aan de hand van fosfaat en koper.

Fosfaat: grootste variatie in de tijd, dus eerst aggregeren in de ruimte

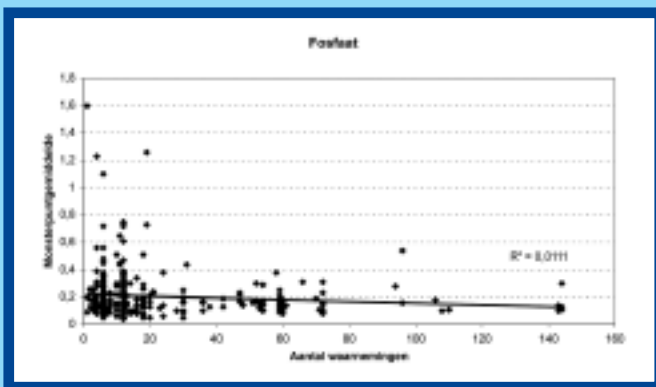
In afbeelding 3 zijn de maandgemiddelden uitgezet tegen het aantal waarnemingen. Er blijkt een zwakke relatie te zijn; in de maanden waarin vaker gemeten is, worden hogere waarden gevonden. In afbeelding 4 is een vergelijkbare grafiek gegeven, maar nu voor de jaargemiddelden per punt. Hieruit blijkt dat de variatie in de ruimte niet erg groot is: op locaties waar vaak gemeten wordt, worden geen hogere of lagere waarden gevonden vergeleken met



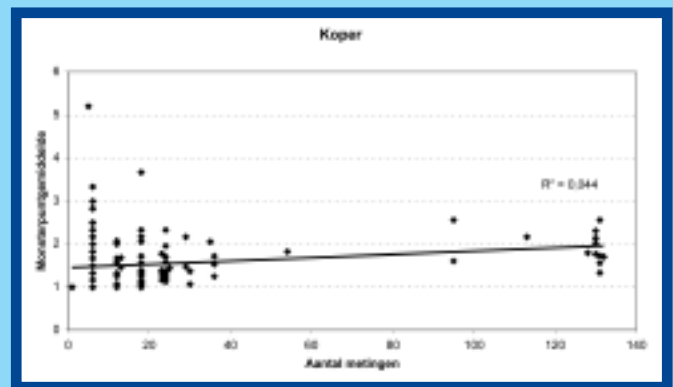
Afb. 3: Variatie in de tijd voor totaal fosfaat.



Afb. 5: Variatie in de tijd voor koper.



Afb. 4: Variatie in de ruimte voor totaal fosfaat. Het monsterpuntgemiddelde is het jaargemiddelde per meetpunt.



Afb. 6: Variatie in de ruimte voor koper. Het monsterpuntgemiddelde is het jaargemiddelde per meetpunt.

punten waar minder vaak gemeten wordt. Op basis van deze twee grafieken kan dus geconcludeerd worden dat voor fosfaat de variatie in de tijd groter is dan in de ruimte. Dit betekent dat bij fosfaat eerst in de ruimte geaggregeerd moet worden, om de jaarfluctuatie zo eerlijk mogelijk in beeld te krijgen.

Koper: grotere variatie in de ruimte, dus eerst aggregeren in de tijd

Bij koper is het andersom. Uit afbeelding 5 blijkt dat in maanden waarin gegevens van veel meetpunten beschikbaar zijn, geen hogere of lagere waarden gevonden worden dan in maanden met gegevens van weinig meetpunten. Anders is dat, als gekeken wordt naar jaargemiddelden (afbeelding 6): op locaties waar vaak gemeten wordt, worden hogere waarden gevonden dan op locaties waar minder vaak gemeten wordt. Het kan bijvoorbeeld zijn dat op hoofdmeetpunten, waar meer verontreinigingsbronnen zijn, vaker gemeten wordt en dat hier gemiddeld hogere waarden gevonden worden. In dit geval moeten dus eerst jaargemiddelden berekend worden, om de variatie

die tussen monsterpunten bestaat, eerlijk in beeld te brengen.

Algemene aanbeveling

De beschreven analyses zijn gebaseerd op gegevens van Waterschap Zuiderzeeland. We vermoeden echter dat genoemde verschijnselen algemeen geldend zijn in Nederland, namelijk dat fosfaat een grotere variatie in de tijd vertoont dan in de ruimte en koper andersom. Het is zelfs goed denkbaar dat stikstof een zelfde verdeling vertoont als fosfaat en dat overige microverontreinigingen een vergelijkbare verdeling vertonen als koper. In dat geval zou een algemene aanbeveling kunnen zijn: voor het aggregeren van meetgegevens moet voor de biologische ondersteunende stoffen eerst in de ruimte geaggregeerd worden en daarna in de tijd. Voor de overige verontreinigende stoffen is dat andersom: eerst in de tijd aggregeren en dan in de ruimte.

In de studie is ook nog gekeken naar enkele andere onderwerpen:

- het effect van de dubbele substitutie: waarnemingen onder de detectielimiet

vervangen door de detectielimiet zelf of door de waarde nul;

- het berekenen van het 90-percentiel in plaats van het gemiddelde in één van de aggregatiestappen;
- enkele zaken met betrekking tot het integreren van toetswaarden van verschillende stoffen;
- bij de biologische kwaliteitselementen naar het effect van het samenvoegen van monsters ten opzichte van het beoordelen van elk monster apart.

De resultaten van deze onderwerpen zijn te vinden in het eindrapport²⁾. De resultaten van de studie vormen de basis voor een landelijk protocol voor de toetsing van KRW-meetgegevens.

LITERATUUR

- 1) Van Splunder I., T. Pelsma en A. Bak (red.) (2006). Richtlijnen monitoring oppervlaktewater Europese Kaderrichtlijn Water. Landelijk Bestuurlijk Overleg Water.
- 2) ARCADIS (2007). Toetsingsmethodiek KRW. In opdracht van Waterschap Zuiderzeeland