Zuurstofvariatie in Nederlandse watertypen in relatie tot biologische waterkwaliteitscriteria

III. Biologische waterkwaliteitsbeoordeling en zuurstofmetingen in stromend water, een praktijkvoorbeeld

Samenvatting

Uit vergelijking van de zuurstofhuishoudingsparamters BZV_5, NH_4-N en O_2-verzadiging met de biologische kwaliteitsindex K_{135} in een groot aantal Noord- en Midden-Limburgse laaglandbeken blijkt dat er wel een goede overeenkomst is tussen deze beide benaderingswijzen, maar tevens dat de gemeten zuurstofcijfers geen representatief beeld geven van het werkelijk minimum.

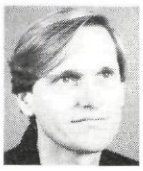
In de huidige praktijk biedt de meting van het O_2-gehalte en het niet vinden van onaanvaardbare minima geen garantie voor een goede kwaliteit (het niet optreden van ongewenste minima). Het toetsen aan de zuurstofnorm is alleen zinvol wanneer men reële minimum zuurstofgehaltes heeft gemeten, of op basis van zuurstofpuntmetingen het te verwachten 10-percentiel kan voorspellen. Is dit het geval dan kan men volstaan met minder dan twaalf metingen. Bij een gemiddelde basiskwaliteit lijkt er geen differentiërende invloed uit te gaan van het zuurstofgehalte en lijkt het zinvoller om de waterkwaliteit vast te stellen aan de hand van de levensgemeenschap dan op basis van het zuurstofgehalte of het 10-percentiel.

Inleiding

In 1982 bracht de CUWVO werkgroep V het rapport 'Bemonstering- en analyseprogramma voor het landelijk waterkwaliteitsonderzoek' [1] uit. Dit rapport geeft een overzicht van de gehanteerde onderzoeksprogramma's van de waterkwaliteitsbeheerders, en constateert dat daar verschillen tussen bestaan. Met name in het kader van het Indicatief Meerjarenprogramma Water (IMP) is behoefte ontstaan aan een grotere uniformering van de onderzoeksprogramma's ten behoeve



H. H. TOLKAMP
Afdeling Waterkwaliteitsbeheer,
Waterschap Zuiveringschap
Limburg



W. VAN VIERSSEN
Vakgroep Natuurbeheer,
Landbouwuniversiteit,
Wageningen[1]



R. A. E. KNOBEN
Vakgroep Natuurbeheer,
Landbouwuniversiteit,
Wageningen[2]

van het waterkwaliteitsbeheer. Dit is mede ook ingegeven door de richtlijnen van de Europese Gemeenschap voor wateren met een specifieke bestemming. In het rapport worden aanbevelingen gedaan voor een meer uniform systeem van bemonstering en bemeting van het oppervlaktewater, beperkt tot het routinematig, met de hand uitgevoerde waterkwaliteitsonderzoek. Het onderzoek is daarbij in de eerste plaats gericht op het vaststellen van eventuele trendmatige veranderingen van de waterkwaliteit en is dus niet gericht op de signalering van calamiteiten of het verzamelen van gegevens met een specifieke probleemstelling, waarvoor projectmatig onderzoek uitkomst kan bieden. Het beoogt het uitvoeren van een minimum-programma.

De doeleinden van dit routinematig uitgevoerde waterkwaliteitsonderzoek zijn onder andere het verzamelen van gegevens die kunnen dienen voor:
- het bepalen van de huidige waterkwaliteit (momentopname);
- het vaststellen van de eventueel trendmatige verandering naar tijd en plaats van de kwalitatieve toestand;
- een controle op, en een evaluatie van, reeds genomen zuiveringstechnische maatregelen;
- het opstellen van een waterkwaliteitsindexering van de onderzochte oppervlaktewateren (bijvoorbeeld IMP-systeem).

Daarnaast noemt de nota nog een serie uitbreidingen van het gebruik van deze gegevens, zoals voor:
- waterkwaliteitsplannen en het vaststellen van bestemmingen en functies van oppervlaktewater;
- controle of wateren voldoen aan de in de waterkwaliteitsplannen gestelde normen;
- het opstellen van stof- en materiaalbalansen en waterkwaliteitsmodellen voor bepaalde stroomgebieden;
- het vaststellen van een referentiekader voor de biologische (hydrobiologische) waterbeoordeling.

Met name de laatste twee doeleinden worden genoemd als belangrijke hulpmiddelen bij het waterkwaliteitsbeheer in de toekomst. Eén van deze doeleinden wordt omschreven als 'zorg te dragen voor een zodanige waterkwaliteit, dat deze een aanvaardbaar milieu vormt voor aërobe levensgemeenschappen'.

In het desbetreffende rapport wordt uitgebreid aandacht geschonken aan de omzet en invulling van een bemonsteringsprogramma, zowel ten aanzien van het bemonsteringsnet en de bemonsteringsfrequentie als aan het analyseprogramma. In het kader van de voorliggende beschouwing is met name de volgende opmerking uit genoemd rapport van belang:

De meetresultaten dienen (ook in de tijd) representatief te zijn voor een groter gebied dan de onmiddellijke omgeving van het bemonsteringspunt. In het ideale geval moet dit in drie dimensies gezien worden. Praktisch zal, gezien de aard van de wateren, veelal een compromis gevonden moeten worden, waarbij de representativiteit door incidentele dwars- of lengteprofielen gewaardeerd kan worden.

In de daarna volgende beschouwingen inzake de locatie- en frequentiekeuze wordt aandacht geschonken aan de dichtheid van het meetnet, zowel in plaats als in tijd, met het oog op significante veranderingen in waterkwaliteit door processen in het water, door lozingen en door seizoenmatige (hydrologische klimatologische) veranderingen. Op basis van theoretische overwegingen kan worden vastgesteld dat voor verschillende parameters verschillende aantallen gegevens beschikbaar moeten zijn voor een betrouwbare statistische benadering van de verzamelde gegevens wil men betrouwbare gemiddelde waarden voor een trendanalyse kunnen gebruiken.

In de praktijk, en op grond van ervaring met het gebruik van dit soort gegevens kan men vervolgens komen tot een meetnet met een optimalisatie van inspanning en kosten ten opzichte van verkregen informatie over de waterkwaliteit(-sontwikkeling).

Hieraan wordt in de nota toegevoegd dat bij een trendanalyse met het nodige voorbehoud gekeken moet worden naar analysegegevens van wateren, waarvan de kwaliteit sterk afhangt van het tijdstip van en de weersomstandigheden tijdens de monstername, of waarin van nature relatief snelle verandering kan optreden van karakteristieke parameters (bijvoorbeeld zuurstofgehalte tijdens algenbloei, verlaging kiemgetal tengevolge van bezinking van gesuspendeerd materiaal). Er wordt echter geen andere oplossing geboden dan het voorschrift: *'Het is gewenst dat het tijdstip van monstername in dergelijke wateren zoveel mogelijk hetzelfde is'.*

Het beschreven onderzoeksprogramma is er niet op gericht om dagelijkse fluctuaties

[1] Thans: International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering, P.O.B. 3015, 2601 DA Delft.
[2] Thans: Witteveen+Bos, Raadgevende Ingenieurs, Postbus 233, 7400 AE Deventer.

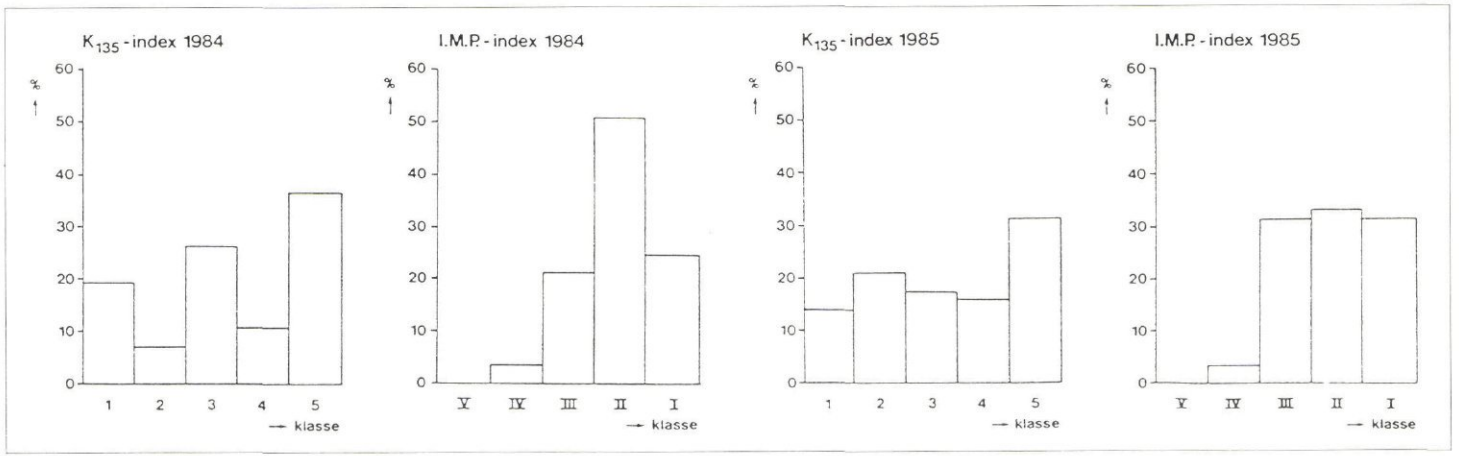
te onderkennen. Daarin kunnen slechts 24-uursmetingen voorzien.
In 1984 is deze nota geactualiseerd door de CUWVO-V nota 'Aanbevelingen voor de opzet van het routinematig waterkwaliteitsonderzoek' [2]. In deze nota wordt voortgebouwd op de eerdere bemonsteringsnota, die in het licht wordt geplaatst van de waterkwaliteitsdoelstelling 'Basiskwaliteit' van het IMP 1980-1984, waarin in principe alle Nederlandse zoete oppervlaktewateren dienen te voldoen. Ook is sedertdien bij Algemene Maatregel van Bestuur het Besluit 'Kwaliteitsdoelstellingen en metingen' [3] van kracht geworden waarin voor enkele specifieke kwaliteitsdoelstellingen (viswater, drinkwatergrondstof, schelpdierwater, zwemwater) normenseries zijn opgenomen met bijbehorende meetinspanningen.
Terecht formuleert de nota dit als volgt: 'Herziening van het lopende routinematig waterkwaliteitsonderzoek is tevens nodig gezien de verbreding en verdieping van het waterkwaliteitsonderzoek in de richting van microverontreinigingen in water, waterbodem en organismen, alsmede de hydrobiologische waterbeoordeling. Eén en ander dwingt tot een kritische bezinning op het routinematig waterkwaliteitsonderzoek, mede in het licht van de beheersing van de kosten'.
Voor het volgen van trends en de noodzaak van een minimum meetfrequentie wordt in deze nota voorgesteld om voor normtoetsing tenminste de gebruikelijke frequentie van 12 maal per jaar aan te houden. Optimalisatie van het meetnet is verder mogelijk door het toepassen van eenvoudige statistische methoden, waarbij men echter in de gaten moet houden dat het niet alleen gaat om statistische verschillen maar ook of er sprake is van biologisch relevante verschillen.

Zuurstofmetingen

Wat betekent dit nu voor de waarde van de stuurstofmetingen die door de Nederlandse waterkwaliteitsbeheerders in de onder hun beheer vallende wateren worden verricht in het kader van het routinematig waterkwaliteitsonderzoek?
In de praktijk van de waterkwaliteitsbeheerder zullen de bemonsteringen voor waterkwaliteitsonderzoek op routinematige wijze worden uitgevoerd volgens vaste routes op vaste locaties wanneer het meetnet voldoende groot is. Dit zal inhouden dat in de regel de bemonsteringen op een bepaald punt ongeveer op eenzelfde tijdstip van de dag zullen plaatsvinden.
Voor parameters die een dagelijkse ritmiek vertonen zal men echter slechts een betrouwbaar beeld kunnen krijgen van de waterkwaliteit wanneer men inzicht heeft in deze ritmiek.
Ten aanzien van de interpretatie van de verzamelde zuurstofcijfers levert dit dan ook aanzienlijke problemen op omdat er enerzijds meestal geen uitgebreide 24-uursmetingen beschikbaar zijn van het desbetreffende water, en er anderzijds op dit moment voor zuurstof een absolute norm is gesteld. Deze is $\geq$ 5 mg/l voor bronnen (natuurlijke) beken, grote rivieren, duinmeren, zand-, grind- en kleigaten, meren en plassen en kreken. Voor (genormaliseerde) beken (gestuwd), kanalen, wielen en petgaten is de norm momenteel $\geq$ 4 mg/l. Voor stadswateren en sloten geldt $\geq$ 3 mg/l als ondergrens (CUWVO, 8 april 1987). Voor alle overige, niet zoute wateren is de IMP-Water norm van 5 mg/l ongewijzigd gebleven.
Uit voorliggend STORA-onderzoek [9] is gebleken dat het minimum zuurstofgehalte in de onderzochte beken vooral optreedt tussen 5 en 9 uur in de ochtend. Het maximum wordt daarbij 's middags tussen 15 en 18 uur gemeten. Uit onderzoek in Zuid-Holland [4] kwam een soortgelijk beeld naar voren (minimum tussen 6 en 8 uur, maximum tussen 18 en 20 uur). Werden in Zuid-Holland de metingen in de regel routinematig verricht tussen 10 en 12 uur, in vele andere beheersgebieden ligt dit veelal tussen 9 en 15 uur, afhankelijk van de regio en het watertype. Maenhout [4] concludeerde op basis van haar onderzoek dat voor het toepassen van het in Zuid-Holland gebruikte beoordelingssysteem, waarbij gewerkt wordt met ranges (trajecten) waarbinnen het zuurstofverzadigingspercentage dient te vallen, het bemonsteringstijdstip van minder betekenis is dan bij het hanteren van abosolute zuurstofgehaltes, zoals bij de IMP-basiskwaliteitsnorm het geval is.
Het zal duidelijk zijn dat bij het gebruik van zuurstofcijfers die tussen 9 en 15 uur verzameld zijn vrijwel nooit een indruk kan ontstaan van de minimale zuurstofcondities van een water, noch van de maximale zuurstofgehalten.
Het stemt daarbij tot verwondering dat vrijwel alle waterkwaliteitsbeheerders, maar ook de landelijke overlegkaders als de CUWVO-V werkgroep en IMP-werkgroepen, gezien de normstelling voor zowel de basiskwaliteit als voor de AMvB's viswater en zwemwater nog steeds werken met een minimum zuurstofconcentratie die hooguit voor één van de twaalf metingen (dat wil zeggen overeenkomend met een 9-percentiel) beneden de absoute norm mag komen.
Deze normering is met de wijze waarop invulling wordt gegeven aan het routinematig waterkwaliteitsbewakingsmeetnet feitelijk niet toetsbaar. Het resultaat van de toetsing zal over het algemeen te gunstig uitvallen omdat er geen reële indruk wordt verkregen van het minimum zuurstofgehalte. Dit betekent ook dat een eventueel op basis van dergelijke zuurstofcijfers berekende IMP-index voor een water voor wat betreft de parameter zuurstofverzadiging een te gunstig beeld geeft, althans niet het minimum beschrijft.

Relatie tussen O_2-metingen en biologische beoordeling

Biologische beoordelingsmethoden richten zich met name op het vaststellen van de invloed van organische verontreiniging en de daarmee gepaard gaande vermindering van de zuurstofvoorziening van de organismen. Men zou dus een eenduidige relatie mogen verwachten tussen de verandering van de zuurstofhuishouding van een water en de samenstelling van de levensgemeenschap. In het navolgende zullen we, vanwege de eenvoud, dit beperken tot de macro-evertebraten levensgemeenschap in stromend water.
In diverse jaarverslagen en rapporten van waterkwaliteitsbeheerders kan men lezen dat er regelmatig verschillen worden gevonden tussen de resultaten van de fysisch-chemische beoordeling van de waterkwaliteit en die van de biologische beoordeling. Hiervoor kunnen diverse oorzaken worden genoemd, waarvan een zeker niet onbelangrijke, het principiële verschil tussen beide benaderingen is.
Bij biologische parameters (organismen, structuurkenmerken) gebruikt men feitelijk de organismen als integratoren van hun omgeving, het zijn indicatoren van omstandigheden die heersen of hebben geheerst. Het zuurstofgehalte (eveneens vrijwel alle andere fysisch-chemische parameters) vertegenwoordigt een (weliswaar in een tijdreeks passende) momentopname zonder directe informatie over de tijdreeks vrij te geven. Men zou kunnen zeggen dat de organismen historische informatie dragen, terwijl het zuurstofgehalte slechts momentane informatie draagt. We mogen er daarbij vanuit gaan dat de samenstelling van de levensgemeenschap een afspiegeling is van de minimumcondities gedurende een zekere tijd voorafgaand aan het moment van bemonsteren. Dit geeft daarmee betere mogelijkheden om de minimale biologische waterkwaliteit te karakteriseren dan de meting van het zuurstofgehalte op (weliswaar twaalf) verschillende momenten in het jaar aangezien deze momenten alle zijn

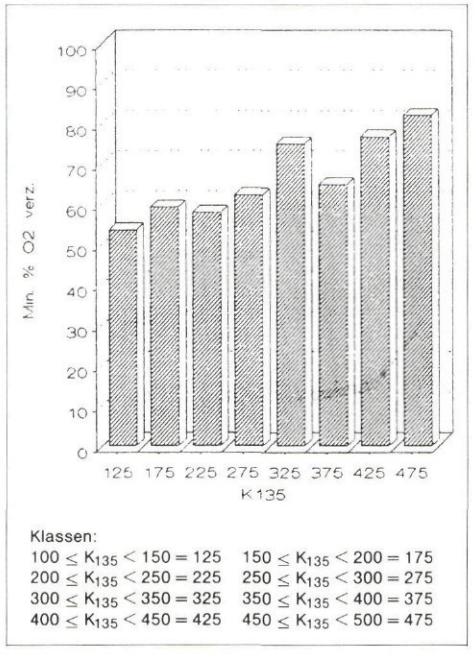


Afb. 1 - Procentuele verdeling van 57 WZL bemonsteringspunten over 5 kwaliteitsklassen op grond van de biologische kwaliteitsindex (K_{135}) en de chemische IMP-index in 1984 en 1985.

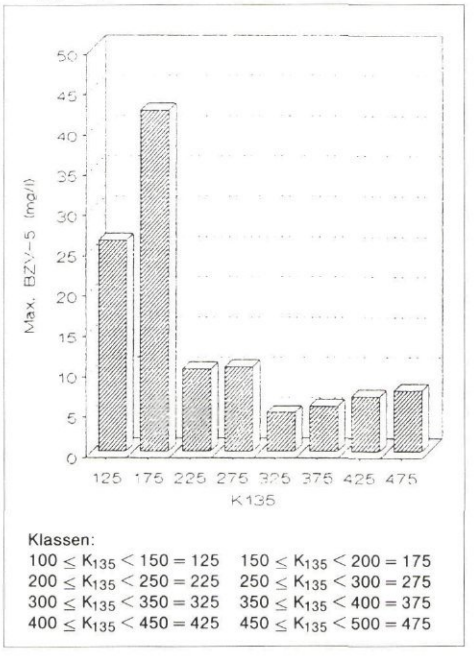
gelegen op een tijdstip dat niet representatief is voor de minimale kwaliteitsomstandigheden.
Een illustratie hiervoor kan worden ontleend aan de toetsing aan de zuurstofnorm voor de basiskwaliteit voor stromend water van het hoofdpuntenmeetnet van het WZL [5] in vergelijking met de biologische waterkwaliteitsbeoordeling [6] van dezelfde punten.
Dit werkt tevens door in de toepassing van de IMP-index in vergelijking met de kwaliteitsindex op basis van de macro-evertebraten. In 1984 bleek dat op basis van de IMP-index slechts 4% van de punten in de klasse 'slecht' of 'zeer slecht' terecht kwam terwijl 80% in de klasse 'goed' of 'zeer goed' lag (afb. 1).

Op grond van de macro-fauna beoordeeld met de kwaliteitsindex van Gardeniers en Tolkamp [7] (K_{135}) op basis van het systeem van Moller Pillot bleek 29% van de punten in de twee slechtste klassen en maar 47% in de twee beste klassen te liggen. In het commentaar op de desbetreffende cijfers werd door het WZL als verklaring onder andere gegeven, dat op basis van chemische steekmonsters slechts een momentopname wordt verkregen, terwijl met de levensgemeenschap een langere voorliggende periode kan worden beoordeeld. De organismen fungeren als een soort minimum thermometer die de reactie op incidentele verontreinigingen nog gedurende langere tijd daarna weergeeft. Aansluitend hierop wordt in de IMP-index het percentage zuurstofverzadiging verwerkt terwijl het zuurstofgehalte gemeten is op een willekeurig tijdstip van de dag, weliswaar vaak op eenzelfde tijdstip als de vorige keer, maar vrijwel zeker niet op een tijdstip gelegen bij het minimum. Ten aanzien van dit aspect geeft de IMP-index dan ook geen goede indruk van de minimum-waterkwaliteit of de minimum zuurstofconcentratie.
In het voorliggende STORA-onderzoek was de locatiekeuze zodanig dat niet het gehele waterkwaliteitsspectrum aanwezig was. De kwaliteit was in alle waterlopen steeds gelegen boven de arbitrair gestelde grens voor de basiskwaliteit, namelijk een K_{135}-waarde van 300. Hierdoor was het

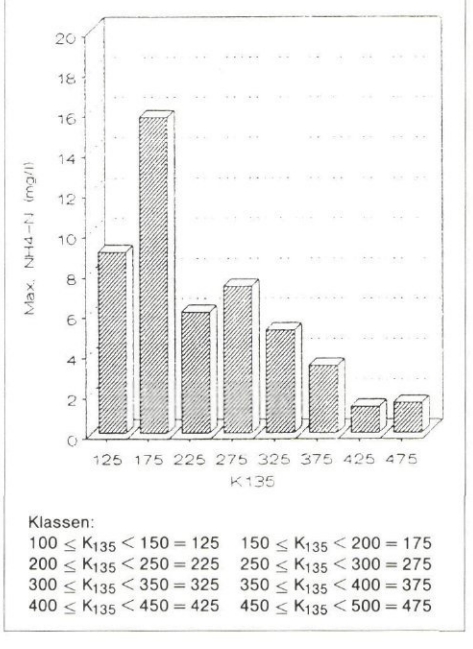
Afb. 2 - De kwaliteitsindex K_{135} in 1986 voor 105 monsters in Limburgse beken uitgezet tegen het minimum O_2-verzadigingspercentage overdag gemeten in de voorafgaande 6 maanden. (Gegevens in klassen ingedeeld, S.D. niet weergegeven).



Afb. 3 - De kwaliteitsindex K_{135} in 1986 voor 105 monsters in Limburgse beken uitgezet tegen het maximum BZV_5 gemeten in de voorafgaande 6 maanden. (Gegevens in klassen ingedeeld, S.D. niet weergegeven).



Afb. 4 - De kwaliteitsindex K_{135} in 1986 voor 105 monsters in Limburgse beken uitgezet tegen het maximum NH_4-N gehalte gemeten in de voorafgaande 6 maanden. (Gegevens in klassen ingedeeld, S.D. niet weergegeven).

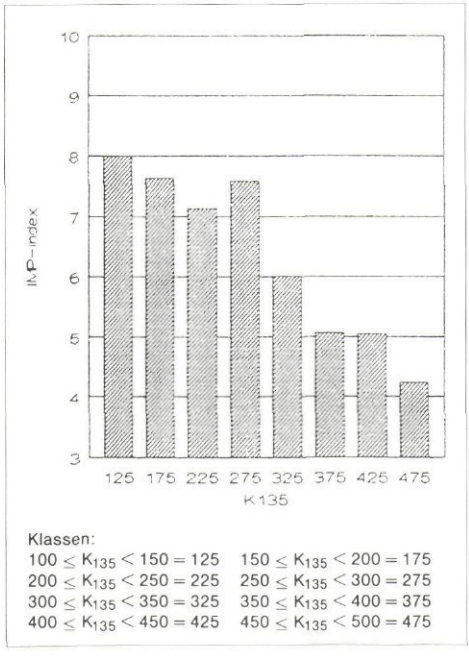


niet mogelijk om te toetsen of de relatie tussen zuurstofgehalte en biologische waterkwaliteit, zoals deze voor het type genormaliseerde beek naar voren kwam te testen over de gehele range van de kwaliteitsindex K_{135} of de waterkwaliteitsklasse in het BINORMA-systeem [11]. Om hierin wat meer inzicht te verschaffen is getracht de biologische indices (K_{135}) voor een aantal punten gelegen in Limburgse (genormaliseerde en natuurlijke) beken te correleren met de op deze punten in het ervoor gelegen halfjaar gemeten zuurstofgehalten. Hierbij wordt voor de duidelijkheid eveneens een vergelijking getrokken met het IMP-punten systeem waarin zowel het zuurstofverzadigingspercentage, het Biochemisch Zuurstofverbruik (BZV_5) als het ammonium-stikstofgehalte een rol speelt. De berekende kwaliteits-indices werden grafisch uitgezet tegen de op basis van maandelijks verzamelde fysisch-chemische gegevens met betrekking tot het minimum percentage zuurstofverzadiging, het maximum biochemische zuurstofverbruik en het maximum ammoniumstikstofgehalte, betrokken op de periode 6 maanden voorafgaande aan de biologische bemonstering. Tevens werd een vergelijking gemaakt met de op basis van deze drie parameters berekende-IMP index. De resultaten hiervan zijn geïllustreerd in afb. 2 tot en met 5.
In het algemeen treedt het volgende beeld op wanneer alle afzonderlijke waarnemingen beschouwd worden: in het bereik van de K_{135} tussen 300 en 500, dat wil zeggen waar de kwaliteit voldoet aan de arbitrair in het STORA-onderzoek aangenomen grens voor de basiskwaliteit lijken de drie gekozen parameters (O_2 verzadigings-percentages en BZV_5 en NH_4-N-gehale) relatief weinig te fluctueren. Het percentage zuurstofverzadiging blijft dan, op een enkele uitzondering na boven de 65%. Het minimum O_2 verzadigingspercentage is echter wel positief gecorreleerd met de K_{135} (zie tabel I). Het BZV_5 blijft beneden de 13 mg/l en het NH_4-N-gehalte wordt maximaal 6 mg/l. Het BZV_5 vertoont een significant negatieve correlatie met de K_{135}, evenals het NH_4-N gehalte (in tabel I blijkt dit niet uit de formules, maar hierin is dan ook de inverse van het kwadraat van K opgenomen). Wanneer de K_{135} zich tussen de 200 en 300/350 bevindt schommelt het percentage zuurstofverzadiging rond de 65% met variaties van 30 tot 90%. Het BZV_5 kan oplopen tot 20 mg/l maar vertoont nog geen grote uitschieters, evenmin als het ammoniumstikstofgehalte, dat ook beneden de 20 mg/l blijft. Daalt de K_{135} beneden de 200, dan treffen we percentages zuurstofverzadiging aan van minder dan 10%, BZV_5 uitschieters van ver boven de 100 mg/l en NH_4-N gehaltes van rond 50 mg/l. De IMP-index is negatief gecorreleerd met de K_{135} (tabel I).

TABEL I – *Statistische gegevens betreffende de regressies op de gegevens uit afb. 2-5.*

Relatie	Model	R^2 (%)	P	Formule
K_{135} (K)-O_2 verz. % (O_2)	$y = a + bx$	29,9	< 0,001	$O_2\ \% = 45{,}1 + 0{,}07\ K$
K_{135} (K)-BZV_5 (BZV)	$y = a + b \cdot (\frac{1}{x})^2$	6,5	< 0,01	$BZV = 6{,}9 + 362228 \cdot (\frac{1}{k})^2$
K_{135} (K)-NH_4-N (NH_4)	$y = a + b \cdot (\frac{1}{x})^2$	6,5	< 0,01	$NH_4 = 3{,}7 + 115707 \cdot (\frac{1}{k})^2$
K_{135} (K)-IMP (IMP)	$y = a + bx$	39,2	< 0,0005	$IMP = 9{,}5 - 0{,}01 \cdot K$

Afb. 5 - De kwaliteitsindex K_{135} in 1986 voor de herfstmonsters van 69 bemonsteringspunten in Limburgse beken uitgezet tegen de IMP-index voor het gehele kalenderjaar. (Gegevens in klassen ingedeeld, S.D. niet weergegeven).



Op deze wijze vergeleken is er dus zeker wel een goede overeenkomst te constateren tussen de fysisch-chemisch vastgestelde waterkwaliteit (wat betreft de drie behandelde parameters) en de biologische waterkwaliteit. De verschillen die ontstaan wanneer dergelijke vergelijkingen worden gemaakt op basis van de waterkwaliteitsklassen, zoals deze in de regel in jaarverslagen terecht komen (zoals in afb. 1) zijn hierbij minder geprononceerd. Met name omdat een indeling in klassen met strakke grenzen een rigiditeit introduceert die een te gechargeerd beeld oproept. Echter, vergelijking van de K_{135} met alle O_2-verzadigingspercentages van de bemonsteringen laat ook zien dat er slechts zelden percentages werden gemeten lager dan 30%. Wetende dat ook in stromend water een belangrijke component van de zuurstofbalans wordt ingenomen door de zuurstofproduktie door waterplanten (met name kiezelwieren en macrofyten), terwijl de in voorgaande vergelijkingen betrokken zuurstofverzadigingspercentages steeds werden vastgesteld tussen 09.00 en 15.00 uur, doet vermoeden dat de gehanteerde zuurstofcijfers geen representatief beeld geven van het werkelijk minimum van het zuurstofverzadigingspercentage. Dit zal naar schatting toch gauw enkele tientallen procenten lager liggen in de systemen die belast zijn met organisch materiaal.
Een aardig voorbeeld hiertoe kan worden ontleend aan een rapport van het WZL [8], waarin voor diverse hoofdwaterlopen 24-uurs metingen werden verricht aan onder andere parameters representatief voor de zuurstofhuishouding. Hieruit blijkt dat ook in stromend water als dat van de Groote Molenbeek (afb. 6), het zuurstofgehalte binnen 24 uur sterk kan variëren, met amplitudes van 12 à 13 mg/l tussen 14 en 18 uur, en rond de 6 mg/l rond 06 uur (de K_{135} was op deze locatie 238 in het najaar).

Discussie en conclusie

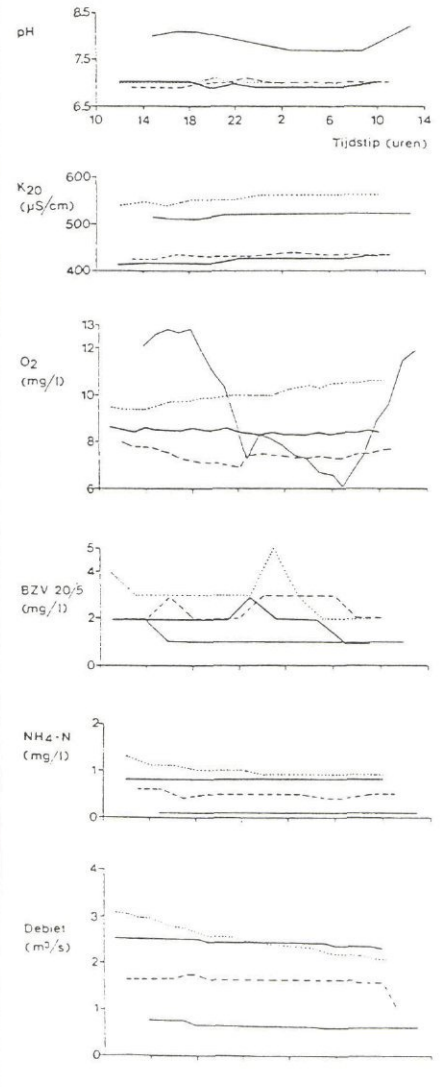
Wat zijn nu de implicaties van deze bevindingen voor de praktijk van de waterkwaliteitsbeheerders?
Moet er in het vervolg alleen nog maar 's morgens vroeg worden gemeten? Dat heeft dan nogal rigoreuze gevolgen voor de werktijden van de watermonsternemers van de waterkwaliteitsbeheerders. Anderzijds heeft een organisatie als de NVVS (Nederlandse Vereniging van Sportvisserijfederaties) allang de conclusie getrokken dat vroeg op de dag meten meer informatie geeft over de minimum condities dan metingen willekeurig op de dag. Daarmee valt veelal moeiteloos te verklaren waarom er verschillen zijn tussen de metingen van de sportvissers en die van de waterkwaliteitsbeheerders. Toch lijkt een dergelijke, organisatorisch ingrijpende wijziging in de aanpak niet noodzakelijk. Immers het is geen nieuws dat het zuurstofgehalte vroeg in de ochtend het minimum bereikt. Waarom dan niet al veel eerder een vroeg

meten-strategie doorgevoerd?
In de huidige praktijk van het waterkwaliteitsbeheer biedt de meting van het O_2- gehalte en het niet vinden van onaanvaardbare minima geen garantie voor een goede kwaliteit (of het niet optreden van ongewenste minima).
Het ligt feitelijk ten aanzien van het zuurstofgehalte net zo als bij de BZV-bepaling in oppervlaktewater. Deze parameter is met reden afgeschaft als basiskwaliteitsparameter omdat hogere BZV-waarden niet thuis horen in water met minimaal basiskwaliteit. Organische belasting (met name incidentele aanzienlijke verontreiniging) valt beter vast te stellen aan de hand van de reactie van organismen, dan af te lezen aan steekmonsters van een directe parameter als het BZV of een afgeleide parameter als het zuurstofgehalte.
Zowel het STORA-onderzoek naar de zuurstofvariatie in Nederlandse watertypen als praktijkervaring bij waterkwaliteitsbeheerders heeft aangetoond dat het verrichten van zuurstofmetingen op een min of meer willekeurig tijdstip van de dag feitelijk weinig realitisch is in relatie tot normtoetsing met het oog op het bewaken van de minimum condities in het oppervlaktewater [9]. Hieraan is met name de natuurlijke dagelijkse ritmiek die het zuurstofgehalte ondergaat ten gevolge van primaire produktie en respiratie debet. Een mogelijke correlatie tussen de gemeten minimum zuurstofcondities op grond van steekmonsters overdag (lees tussen 9 en 15 uur) en de biologische waterkwaliteit blijkt nauwelijks aanwezig te zijn [10]. De belangrijkste reden hiervoor is de keuze van de onderzoekslocaties in wateren met minimaal basiskwaliteit, en dus zonder extreem lage zuurstofgehaltes of op sterke vervuiling wijzende levensgemeenschappen. Dit is niet conform de verwachting van velen, maar is goed verklaarbaar uit de wetenschap dat het zuurstofgehalte gemeten op dit tijdstip niet in lineair verband staat met het minimum zuurstofgehalte gedurende 24 uur of gedurende een week.
Organismen zijn de gehele tijd aanwezig en moeten met name deze perioden met minimale condities kunnen doorstaan. Organismen (c.q. levensgemeenschappen) vormen daarmee een betere afspiegeling van de minimale waterkwaliteit gedurende een langere periode voorafgaande aan de bemonstering (enkele maanden voor macrofauna).
Rechtvaardigt het ontbreken van die relatie het verlagen van de zuurstofnorm voor de basiskwaliteit? Natuurlijk niet. Het is eerder duidelijk dat de huidige normen voor zuurstof zo slecht nog niet zijn gekozen. De doelstelling achter de zuurstofnorm is juist het mogelijk maken van een (minimum) basiskwaliteit.
De huidige basiskwaliteit biedt blijkbaar een zodanige bescherming dat er geen duidelijk negatieve of onaanvaardbare effecten op de levensgemeenschappen zijn, althans voor zover in relatie te brengen met het zuurstofgehalte.
Verlaging van de norm, gemeten op de klassieke manier, dat wil zeggen midden op de dag of erover verspreid, zou bij een hiermee samenhangend 'opvullen van de norm' mogelijk leiden tot nog lagere minima 's morgens vroeg. Dat zou dan wel tot sterker gestoorde levensgemeenschappen aanleiding geven.

Het onderzoek [9] heeft juist laten zien dat het toetsen van de zuurstofnorm ook op een andere manier kan geschieden. Het toetsen van het zuurstofgehalte aan een absolute norm van bijvoorbeeld 5 mg/l voor stromend water heeft dan ook alleen zin wanneer men betrouwbaar kan stellen dat het gemeten zuurstofgehalte een reële afspiegeling vormt van de minimale zuurstofcondities in het desbetreffende water. Dan kan de zuurstofpuntmeting worden gebruikt als waarde voor het te verwachten 10-percentiel.
Wat dat aangaat zou er vaker op een voor het zuurstofminimum kansrijk moment moeten worden gemeten (in de ochtend tussen 5 en 8 uur), waarbij men niet per se twaalf metingen per jaar behoeft te verzamelen om toetsbare resultaten te verkrijgen. Het vaststellen van een voor ieder water karakteristiek zuurstof-variatie-patroon [9] met een berekening van het 10-percentiel uit het minimum O_2-gehalte kan daarbij een betrouwbaar

• *Slot op pagina 538*

Afb. 6 - Verloop van continu gemeten zuurstofgehalte en debiet, alsmede van op basis van uur-monsters vastgestelde pH, EGV, BZV_5, NH_4-N op meetpunt in de Groote Molenbeek te Meerlo in 1984.



De zuurgraad in pH-eenheden
Absolute norm: 6,5-9.
Alle meetwaarden voldeden aan de norm. De hoge waarden op 14/15 augustus duidden erop dat het water eutroof is, hetgeen ook blijkt uit de opgetreden zak in de zuurstofcurve.

Het geleidingsvermogen in µS/cm
Aangenomen norm: < 1.000 µS/cm.
Alle meetwaarden voldeden aan de norm.
In het voorjaar en de zomer werden hogere waarden gemeten.

Het zuurstofgehalte in mg/l
Absolute norm: > 5 mg/l.
De langzaam stromende geëutrofieerde beek vertoonde een zak in de zuurstofcurve op 14/15 augustus. Met name bij lagere debieten wordt het zuurstofgehalte beïnvloed door algen en hogere waterplanten. Overdag wordt zuurstof geproduceerd terwijl 's nachts zuurstof wordt verbruikt.

Het biochemisch zuurstofverbruik in mg/l
Gemiddelde norm: < 5 mg/l.
De waterkwaliteit van de Groote Molenbeek is in de afgelopen jaren sterk verbeterd ten gevolge van saneringsmaatregelen. De meetwaarden voldeden vrijwel steeds aan de norm.

Het gehalte aan ammonium-stikstof in mg/l
Gemiddelde norm: < 1,0 mg/l.
Praktisch alle waarden voldeden aan de norm met uitzondering van geringe overschrijdingen op 17/18 januari.

Het debiet in m3/s
Het debiet varieerde van 0,6 tot 3 m3/s.

····· 17/18 januari - - - - - - - - 12/13 juni
——— 14/15 augustus ——— 27/28 november

zijn de enkel-daagse componenten (met frequenties '20'-'22') niet duidelijk aanwezig.

Literatuur

Bauduin, Chr. en Barends, F. (1988). *Getijde-respons in grondwater onder Nederlandse dijken.* H_2O (21), 1988, 2-5.

Bower, D. R. (1983). *Bedrock Fracture Parameters from the Interpretation of Well Tides.* J. Geophys. Res., 88B, 5025-5035.

Bredehoeft, J. D. (1967). *Response of Well-Aquifer Systems to Earth Tides.* J. Geophys. Res., 72, 3075-3087.

Brigham, E. O. (1974). *The Fast Fourier Transform.* Prentice hall, New Jersey.

Gieske, A. and Vries, J. J. de (1985). *An analysis of earth tide induced groundwater flow in Eastern Botswana.* J. Hydrol. 82, 211-232.

Kamp, G. S. J. P. van der (1973). *Periodic flow of groundwater.* Diss. VU Amsterdam.

Kamp, G. and Gale, J. E. (1983). *Theory of Earth Tide and Barometric Effects in Porous Formations with Compressible Grains.* Water Resources Res., 19, 538-544.

Lange, W. J. de en Maas, C. (1987). *Over het voorlopen van het grondwatergetij op de getijbeweging in de Hollandse IJssel bij Gouderak.* H_2O (19), 1987, 24-29.

Melchior, P. (1978). *The Tides of the Planet Earth.* Pergamon, New York.

Morland, L. W. and Donaldson, E. C. (1984). *Correlation of porosity and permeability of reservoirs with well oscillations induced by earth tides.* J. Geophys. Royal Astron. Soc., 79, 705-725.

Rhoads, G. R. and Robinson, E. S. (1979). *Determination of Aquifer Parameters from Well Tides.* J. Geophys. Res. 84, 6071-6082.

Steggewentz, J. H. (1929). *Bijdrage tot de kennis van den invloed van de getijbeweging op de stijghoogte van het grondwater.* Meded. RID. Nr. 9.

Wesseling, J. (1959). *The transmission of tidal waves in elastic artesian basins.* Neth. J. of Agr. Sci. 7, 22-32.

● ● ●

Zuurstofvariatie

• *Vervolg van pagina 525*

beeld geven van de bruikbaarheid van het 10-percentiel op basis van de routinematige metingen voor het toetsen aan de basiskwaliteitsnormen.
Overigens zal het toetsen aan een absolute zuurstofnorm op basis van laag frequent meetnetonderzoek in de toekomst onzes inziens achterwege kunnen blijven wanneer de basiskwaliteit met meer biologische normen wordt vastgelegd en kan worden getoetst aan de hand van de samenstelling van de levensgemeenschap. Immers het zuurstofgehalte is vooral een signalerende parameter en indicator voor veranderde of veranderende omstandigheden. Bij een gemiddelde basiskwaliteit lijkt er geen differentiërende invloed uit te gaan van het zuurstofgehalte en lijkt het zinvoller om de waterkwaliteit vast te stellen aan de hand van de levensgemeenschap dan op basis van het zuurstofgehalte of het 10-percentiel.
De bruikbaarheid van het zuurstofgehalte ter signalering van te verbeteren situaties en ter begeleiding van een saneringsproces wordt hiermee op geen enkele wijze verminderd.

Referenties

1. CUWVO-V. (1982). *Bemonsterings- en analyseprogramma voor het landelijk waterkwaliteitsonderzoek.* Rapport Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Werkgroep V.

2. CUWVO-V. (1984). *Aanbevelingen voor de opzet van het routinematig waterkwaliteitsonderzoek.* Rapport Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Werkgroep V, september 1984, pp. 13.

3. *Besluit Kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren. Besluit van 3 november 1983, houdende regelen inzake kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewateren.* Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 1983, no. 606, pp. 35.

4. Maenhout, A. M. A. T. (1985). *Continu zuurstofmetingen.* Rapport Provinciale Waterstaat Zuid-Holland, pp 35.

5. Waterschap Zuiveringschap Limburg. (1985). *Basisonderzoek naar de kwaliteit van de oppervlaktewateren.* Rapport WZL, Roermond, pp. 43 + bijl. + Appendix pp. 168.

6. Waterschap Zuiveringschap Limburg. (1985). *Biologische waterbeoordeling op grond van macrofauna-onderzoek met behulp van diverse saprobiesystemen. De belangrijkste Limburgse waterlopen in 1984.* Rapport WZL, Roermond, pp. 81.

7. Gardeniers, J. J. P. en Tolkamp, H. H. (1976). *Hydrobiologische kartering, waardering en schade aan de beekfauna in Achterhoekse beken.* In: Th. v. d. Nes (red). *Modelonderzoek '71-'74.* Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland: pp. 26-29, 106-114 en 294-296.

8. Waterschap Zuiveringschap Limburg. (1985). *Monitorenonderzoek 1984.* Rapport WZL, Roermond, pp. 74.

9. Vierssen, W., van, Knoben, R. A. E. en Tolkamp, H. H. (1989). *Zuurstofvariatie in Nederlandse watertypen in relatie tot biologische waterkwaliteitscriteria. I. Doelstellingen en zuurstofmetingen.* H_2O (22) 1989, nr. 15, 465-469.

10. Vierssen, W., van, Knoben, R. A. E. en Tolkamp, H. H. (1989). *Zuurstofvariatie in Nederlandse watertypen in relatie tot biologische waterkwaliteitscriteria. II. De biologische kwaliteitscriteria en hun relatie met het zuurstofgehalte.* H_2O (22) 1989, nr. 16, 493-497.

11. STORA. (1988). *Waterkwaliteitsbeoordeling van genormaliseerde beken met behulp van de macrofauna.* Stichting Toegepast Onderzoek Reiniging Afvalwater, Den Haag, p. 89-03, pp. 56, 15 bijlagen en 2 diskettes.

● ● ●

Cursus Corrosiepraktijkmiddagen

De vereniging Krachtwerktuigen organiseert voor de 26e maal de cursus Corrosiepraktijkmiddagen te houden op 2, 9, 16, 23 en 30 november 1989 in Amersfoort. Aan deze cursus hebben de afgelopen zes jaar ruim 700 cursisten uit Nederland en België met groot enthousiasme deelgenomen. In deze praktijkcursus wordt aan de hand van een groot aantal schadegevallen informatie verstrekt over het herkennen en voorkomen van corrosie.
De cursus is bedoeld voor iedereen, die met corrosie te maken heeft. Dat kunnen medewerkers van technische diensten en van ontwerp- en ingenieursbureaus zijn, maar ook procesingenieurs en onderwijsgevenden in het technisch onderwijs.
De cursus is gespreid over vijf middagen, waarbij elke middag een zelfstandig geheel vormt. Afhankelijk van de eigen belangstelling kan voor een of meerdere middagen worden ingeschreven.
De discussie wordt voor een groot deel gewijd aan het bespreken van corrosieproblemen van de cursisten.
Informatie over deze cursus kunt u aanvragen bij de vereniging Krachtwerktuigen te Amersfoort, ing. E. D. D. During, telefoon 033 - 60 26 07.

Studiedag biologische stikstofverwijdering

Op 2 november wordt in het Congresgebouw IAC te Wageningen een studiedag gehouden over de vormen van belasting van het milieu door stikstof (zure regen, vermestingsproblematiek) en de mogelijkheden deze via biotechnologische methoden te verminderen.
De volgende onderwerpen komen aan de orde:
- milieuproblematiek met betrekking tot stikstofverbindingen en beleid overheid
- huidige praktijk met betrekking tot stikstofverwijdering op rioolwaterzuiveringsinstallaties, uit industrieel afvalwater, grondwater en lucht
- fundamentele aspecten/nieuwe technieken en processen.

De studiedag wordt georganiseerd door de Studiegroep Milieubiotechnologie van de Nederlandse Biotechnologische Vereniging. Kosten van deelname zijn f 25,- per persoon (inclusief lunch).
De deelname is beperkt tot 100 personen en vindt plaats op basis van volgorde van aanmelding.
Schriftelijke aanmeldingen aan Haskoning BV, ter attentie van P. van Iersel, Postbus 151, 6500 AD Nijmegen.