



Pepijn de Vries, IMARES

Jacqueline Tamis, IMARES

Albertinka Murk, Wageningen Universiteit en Research Center

Chris Karman, IMARES

# Nieuwe methode voor de beoordeling van het milieurisico van koelwaterlozingen

**De Kaderrichtlijn Water brengt een aantal beleidsmatige veranderingen: de beoordeling van oppervlaktewaterkwaliteit wordt meer locatiespecifiek en de principes voor de bescherming en het duurzaam gebruik van water moeten worden geïntegreerd. Dit geldt ook voor thermische verontreinigingen, niet alleen qua ruimtelijke verspreiding maar ook middels het resulterende effect. Momenteel wordt het effect van toegevoegde warmte veelal met behulp van generieke milieunormen beoordeeld. Het Institute for Marine Resource and Ecosystem Studies (IMARES) ontwikkelde een nieuwe methode om de effecten van thermische verontreiniging locatiespecifiek te kunnen beoordelen. Met deze methode is het bovendien mogelijk om het risico van verschillende stressoren (thermische effecten, toxiciteit, zuurstofloosheid, etc.) te integreren tot één risico-indicatie.**

**B**ij veel (industriële) processen wordt warmte afgevoerd uit het proces door middel van koelwater, dat vaak geloosd wordt op oppervlaktewater. Dit koelwater vormt om verschillende redenen een risico voor het milieu. Bij de inname wordt het koelwater vanuit het oppervlaktewater gezeefd en door de installatie gepompt, waarbij verschillende soorten organismen beschadigd raken<sup>1)</sup>. Bij het lozen van het koelwater neemt de temperatuur van het ontvangende waterlichaam toe, wat negatieve biologische effecten tot gevolg kan hebben. Daarnaast worden vaak biociden aan koelwater toegevoegd om de aangroei van algen en andere organismen aan de leidingwanden te voorkomen. Deze biociden worden samen met het koelwater geloosd en kunnen ook toxische effecten veroorzaken in het ontvangende water<sup>2)</sup>. Momenteel worden de effecten van de chemische en thermische verontreiniging afzonderlijk beoordeeld, waarbij het laatste vaak alleen generiek op basis van de *worst case* aannames van temperatuursverhoging en gevoeligheid gebeurt. IMARES ontwikkelde een methode die een gebieds-specifieke verfijning biedt<sup>3)</sup>.

## Huidige criteria

Momenteel wordt voor thermische verontreiniging getoetst aan drie criteria<sup>4)</sup>: relatief

volume van de mengzone, relatief volume van de wateronttrekking en opwarming. De mengzone is het volume van de lozingspluim dat door de ruimtelijke 30°C-isotherm (25°C voor zout water) omringd wordt. Het voorstel is om de mengzone niet groter te laten zijn dan een kwart van de natte dwarsdoorsnede van de waterloop.

Het criterium wateronttrekking is het volume van het ingenomen oppervlaktewater ten opzichte van het volume waaraan het water wordt onttrokken. Er zijn géén getalsmatige normen geformuleerd, maar het uitgangspunt is dat onttrekking van koelwater niet mag leiden tot significante effecten in het oppervlaktewater waaruit het water wordt onttrokken.

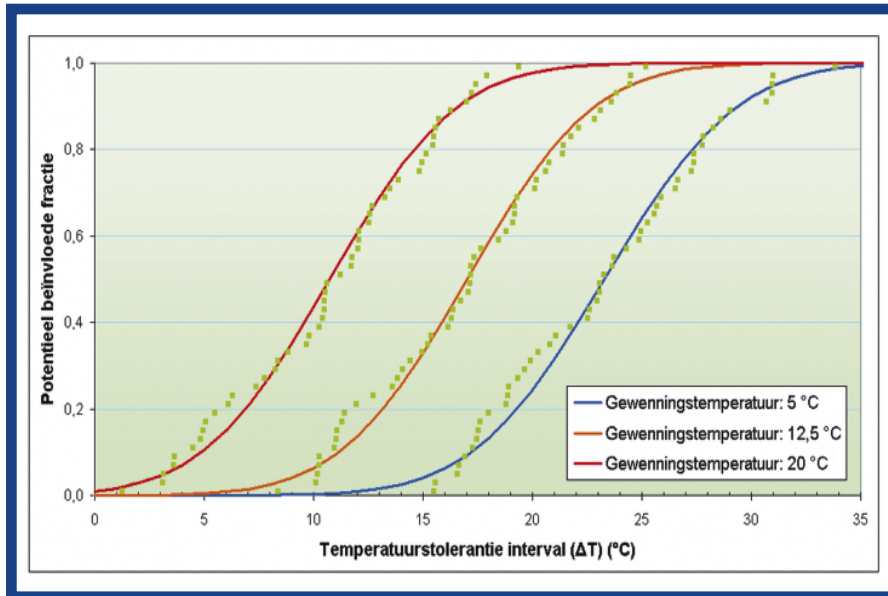
Voor het criterium opwarming gelden verschillende normen afhankelijk van het type water. Voor het meest voorkomende watertype in Nederland, water voor karperachtigen, geldt dat het ontvangende water met niet meer dan drie graden mag opwarmen met als maximumtemperatuur 28°C<sup>4),5)</sup>. Beheerders mogen op basis van specifieke informatie van deze norm gemotiveerd afwijken.

## Nieuwe methode

Met de komst van de Kaderrichtlijn Water<sup>6)</sup> wordt meer nadruk gelegd op locatiespecifieke beoordeling van de ecologische

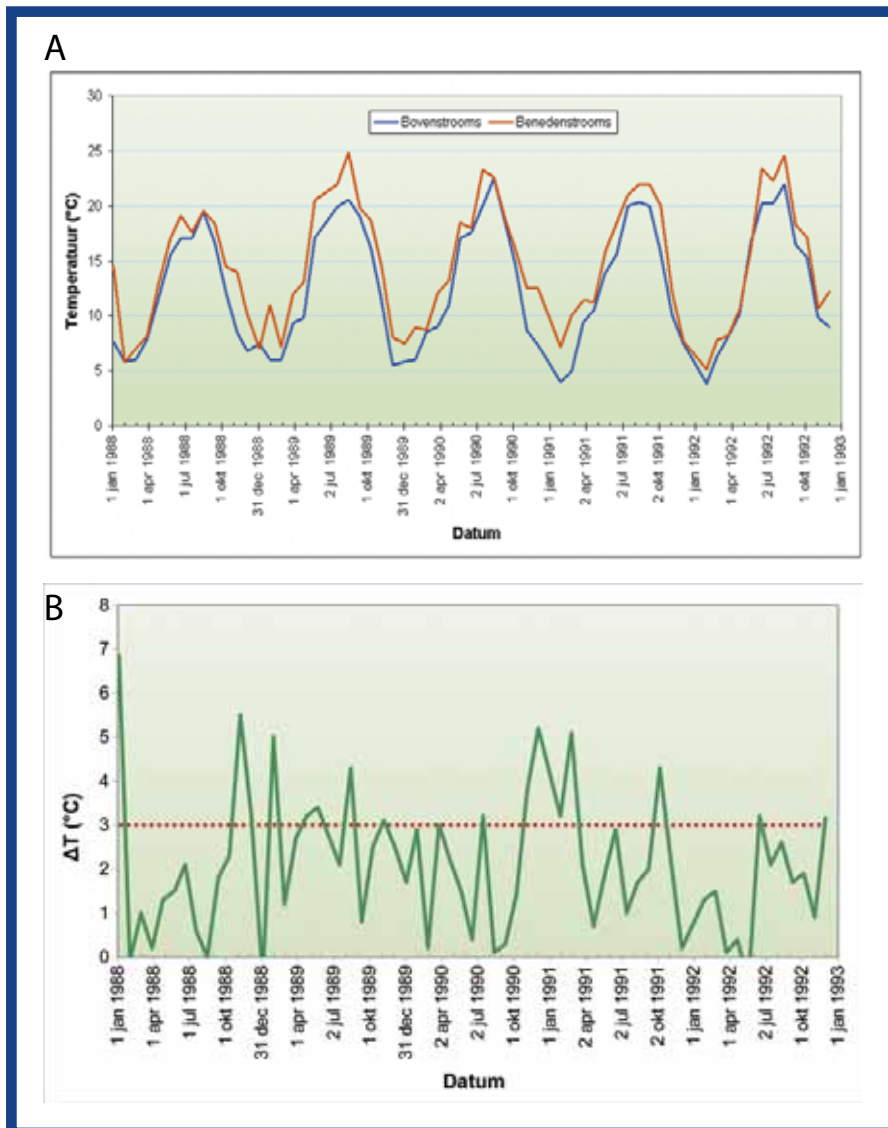
kwaliteit van oppervlaktewater. Daarbij is de watertemperatuur een belangrijke factor die medebepalend is voor de ecologische kwaliteit. De ontwikkelde methode beoogt de effecten van thermische verontreiniging locatiespecifiek te beoordelen. De methode is afgeleid van een techniek die reeds toegepast en breed geaccepteerd wordt bij het afleiden van milieukwaliteitsnormen van toxische stoffen. Deze chemische milieunormen worden gebaseerd op toxiciteitstesten in het laboratorium met veldrelevante organismen. In plaats van, zoals voorheen, uit te gaan het gevoeligste testorganisme, en de norm te baseren op de hoogste testconcentratie waarbij geen waarneembaar effect optreedt, wordt de norm gebaseerd op de effecten van de stof op alle geteste organismen.

Het voordeel van deze benadering is dat geen grote arbitraire extrapolatie factor meer hoeft te worden toegepast om alle soorten te beschermen. Bovendien wordt nu de beschikbare informatie van alle geteste soorten organismen gebruikt voor het afleiden van veilige concentraties in het milieu en niet alleen die van het gevoeligste organisme. Door rekening te houden met de statistische spreiding in de gevoeligheid van al deze soorten organismen, wordt optimaal informatie gehaald uit deze data. Uit de zo gemaakte 'Species Sensitivity Distribution'



Afb. 1: Statistische spreiding in gevoeligheid van soorten organismen voor temperatuurstijgingen, bij drie verschillende gewenningstemperaturen (5, 12,5 en 20°C). Groene tekens geven de gevoeligheid per soort organisme aan, zoals afgeleid uit data uit de literatuur. Deze gevoeligheid is uitgedrukt als temperatuurstolerantie interval, de temperatuurstijging ten opzichte van de gewenningstemperatuur waarbij de helft van de individuen overleeft. Curven zijn normaalverdelingen gefit op de gevoeligheidsdata.

Afb. 2: De watertemperatuur van het Noordzeekanaal, gemeten boven- en benedenstrooms van de energiecentrale in Velsen-Noord (A) en het verschil tussen de twee (B), waarbij de gestreepte rode lijn de huidige norm voor maximaal drie graden temperatuurstijging weergeeft.



(SSD) wordt een concentratie berekend waarbij het overgrote deel van de soorten beschermd wordt. Voor toxicanten wordt doorgaans een bescherming van 95 procent van de soorten acceptabel gevonden waarbij wordt aangenomen dat het beschermen van individuen het ecosysteem ook beschermt.

Deze benadering blijkt in de praktijk beschermend voor het ecosysteem<sup>7),8),9)</sup>. Bovendien kan omgekeerd, op basis van de SSD, een inschatting worden gemaakt van het ecotoxicologisch risico als gevolg van een bepaalde concentratie van een toxicant.

De huidige normen voor thermische verontreiniging zijn nog steeds gebaseerd op de gevolgen voor de gevoeligste soort. Maar ook hier zijn testresultaten beschikbaar voor meerdere soorten organismen. Daarom kan de SSD-methode voor toxische stoffen ook een vooruitgang betekenen voor de afleiding van normen voor thermische verontreiniging. Daarbij wordt de arbitraire extrapolatiefactor overbodig door gebruik te maken van de statistische spreiding in gevoeligheid van alle geteste soorten.

Voor het maken van een SSD voor thermische verontreiniging zijn temperatuurafhankelijke mortaliteitsgegevens uit de literatuur verzameld voor 50 aquatische soorten (voornamelijk vissen, maar ook weekdieren en enkele andere soorten). Het blijkt dat de mortaliteit van deze soorten, als gevolg van een temperatuurstijging, afhankelijk is van de gewenningstemperatuur. Hoe hoger de temperatuur waarbij de organismen worden gehouden, des te lager de tolerantie voor temperatuurstijgingen. Het is daarom logisch om de lokale achtergrondtemperatuur te betrekken bij de risico-beoordeling van thermische verontreiniging. Door de tolerantie van organismen uit te drukken als functie van de gewenningstemperatuur, wordt de statistische spreiding ook een functie van deze temperatuur. Dit is gedaan voor drie verschillende watertemperaturen die realistisch zijn voor de Nederlandse situatie (zie afbeelding 1).

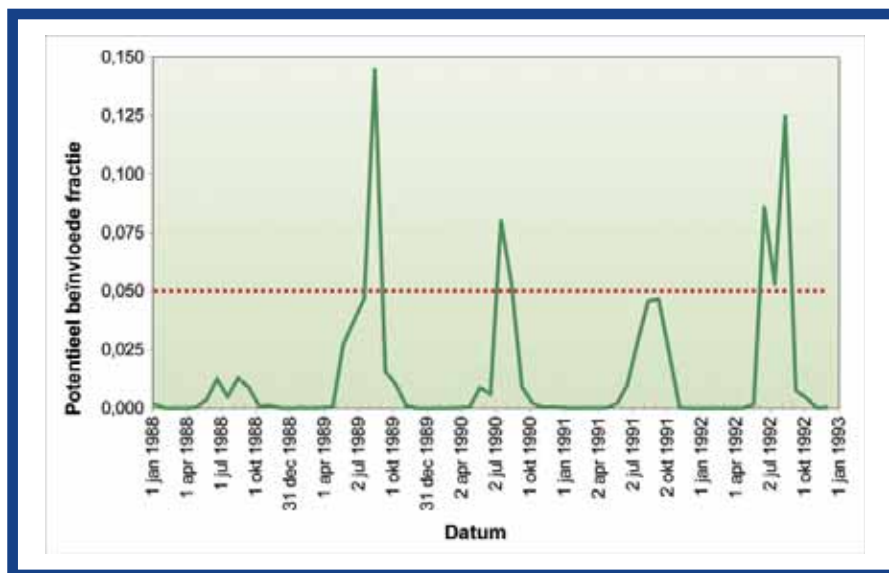
De bruikbaarheid van de nieuwe methode is getest met gegevens van het Noordzeekanaal. De watertemperatuur is gedurende een aantal jaren door Rijkswaterstaat gemeten op verschillende locaties, zowel boven- als benedenstrooms van de energiecentrale in Velsen-Noord (zie afbeelding 2a). Deze centrale gebruikt water uit het kanaal om haar processen te koelen. Dit opgewarmde koelwater wordt in het kanaal geloosd. De temperatuurstijging blijkt de huidige standaardnorm van drie graden opwarming met name in de wintermaanden te overschrijden (zie afbeelding 2b). Op basis van de SSD voor temperatuurstoename ten opzichte van de achtergrondtemperatuur (afbeelding 1) is vervolgens de potentieel beïnvloede fractie van organismen berekend. Het veilige niveau voor 95 procent van de soorten blijkt nu juist met name in de zomermaanden overschreden te worden (zie afbeelding 3). Dit komt vooral doordat de nieuwe methode rekening houdt met de invloed van de achtergrondtem-

peratuur, welke hoger is in de zomer, waardoor organismen minder toegevoegde warmte meer kunnen verdragen. De nieuwe methode blijkt minder frequent overschrijding te geven van het doorgaans geaccepteerde risiconiveau, dan de huidige drie gradenorm.

Beide methoden zijn fundamenteel verschillend en wellicht te gebruiken in een gecombineerde benadering voor de beoordeling van milieurisico's van thermische verontreiniging. Behalve in de zomermaanden is de grove *worst case* inschatting met behulp van de huidige normstelling beschermend genoeg. Bij overschrijding of hoge achtergrondtemperatuur kan de beoordeling worden verfijnd met behulp van de nieuw ontwikkelde methode door de fractie van soorten te bepalen dat door de warmtelozing potentieel beïnvloed wordt. Bij verdere verfijning kunnen ook ecologisch relevante sub-lethale effecten met gevolgen voor de populatiedynamica meegewogen worden. Vooral in de winter en het vroege voorjaar zullen temperatuursafhankelijke processen, zoals het leggen van eieren, paaien nestgedrag en groei, worden beïnvloed door continue thermische verontreiniging. Deze ecologisch belangrijke aspecten worden momenteel nog niet meegewogen.

Omdat het risiconiveau voor het thermische effect op dezelfde wijze wordt uitgedrukt als voor toxische stress, kunnen gecombineerde ecologische effecten zoals toxiciteit en temperatuureffecten nu in principe integraal worden beoordeeld. Deze benadering veronderstelt additie van de potentieel beïnvloede fractie van soorten organismen. Wanneer chemische en thermische verontreiniging afzonderlijk net voldoen aan de wettelijke normen, kan de combinatie van de twee stressoren wel leiden tot onaanvaardbare ecologische effecten.

Recentelijk is SSD de methode ook ontwikkeld voor een aantal andere niet-toxische stressoren: gesuspenderde kleideeltjes, bedekking van de waterbodem en veranderingen van korrelgrootte in de waterbodem<sup>10</sup>. De offshore olie- en gasindustrie maakt reeds volop gebruik van deze methode voor het beoordelen



**Afb. 3: De potentieel beïnvloede fractie organismen in het Noordzeekanaal (tussen 0 en 1), berekend met de nieuwe methode. De gestreepte rode lijn geeft het risiconiveau van 0.05 (95% van de organismen beschermd) weer.**

van milieurisico's van booractiviteiten. Nu de SSD-methode ook ontwikkeld is voor thermische effecten, geeft dit nieuwe mogelijkheden voor het beoordelen van het totale milieurisico van stressoren.

#### LITERATUUR

- 1) Kerkum L., A. bij de Vaate, D. Bijstra, S. de Jong en H. Jenner (2004). Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu.
- 2) Baltus C., L. Kerkum en P. Kienhuis (2000). Koelwater blijkt giftige eigenschappen te hebben. *H<sub>2</sub>O* nr. 7, pag. 23-25.
- 3) De Vries P., J. Tamis, A. Murk en M. Smit (2008). Development and application of a species sensitivity distribution for temperature-induced mortality in the aquatic environment. *Environmental Toxicology and Chemistry* nr. 27, pag. 2591-2598.
- 4) IWV (2005). Koelwater: handreiking en inspectiekader voor Wvo- en Wwh-vergunningverlening.
- 5) Europese Unie (2006). Directive 2006/44/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006, on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life.
- 6) Europese Unie (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- 7) Hose G. en P. van den Brink (2004). Confirming the species-sensitivity distribution concept for endosulfan using laboratory, mesocosm, and field data. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* nr. 47, pag. 511-520.
- 8) Selck H., B. Riemann, K. Christoffersen, V. Forbes, K. Gustavson, B. Hansen, J. Jacobsen, O. Kusk en S. Petersen (2002). Comparing sensitivity of ecotoxicological effect endpoints between laboratory and field. *Ecotoxicology and Environmental Safety* nr. 52, pag. 97-112.
- 9) Wijngaarden R., T. Brock en P. Brink (2005). Threshold levels for effects of insecticides in freshwater ecosystems: a review. *Ecotoxicology* nr. 14, pag. 355-380.
- 10) Smit M., K. Holthaus, H. Trannum, J. Neff, G. Kjeilen-Eilertsen, R. Jak, I. Singasaas, M. Huijbregts en A. Hendriks (2008). Species sensitivity distributions for suspended clays, sediment burial, and grain size change in the marine environment. *Environmental Toxicology and Chemistry* nr. 27, pag. 1006-1012.