



Diana Slijkerman, TNO IMARES

Robin Bos, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Effect van afstromend regenwater op het watersysteem in de Wieringermeer

Voor een grootschalig afkoppelproject in de gemeente Wieringermeer is onderzoek verricht naar de verontreiniging in het afstromende regenwater en de ecologische effecten op het watersysteem. Dat gebeurde in het kader van NORIS (NO Rainwater in Sewers). Dit project wordt gesubsidieerd vanuit het Interreg IIIb North Sea-programma van de Europese Unie. Het Nederlandse deel van het project is uitgevoerd door TNO-IMARES en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Het onderzoek toont aan dat locatiespecifiek chemische effecten kunnen optreden (verzoeting en periodieke overschrijding MTR van zink in water), maar dat dit niet direct leidt tot ecologische gevolgen. Landelijk en regionaal bestaan echter grote verschillen in typen ecosystemen en daarmee ook in de lokale veerkracht en gevoeligheid voor uiteenlopende sturende factoren. Daarom wordt gepleit voor een gebiedsgerichte evaluatie bij emissie van regenwater op oppervlaktewater.

In Nederland wordt in toenemende mate hemelwater van de riolering afgekoppeld. In sommige situaties is daarbij infiltratie van regenwater mogelijk, maar vaak kan dit niet, waardoor lozing plaatsvindt op oppervlaktewater. Veel waterschappen hanteren daarbij uiteenlopende 'beslisbomen' om te bepalen of regenwater geloosd mag worden op oppervlaktewater en welke voorziening daarbij nodig is. Hoewel dit houvast biedt voor de waterkwaliteitsbeheerder, wordt daarbij vaak onvoldoende rekening gehouden

met de aard van de verontreiniging in het afstromende regenwater en de gevolgen die de lozing lokaal op het watersysteem heeft. Gezien de beperkte hoeveelheid onderzoek naar deze gevolgen en de diversiteit van omstandigheden waaronder een regenwaterlozing kan plaatsvinden, is het niet eenvoudig om het effect van deze lozingen te kunnen beoordelen.

Afkoppelen in Wieringermeer

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en de gemeente Wieringermeer

hebben eind jaren 90 een optimalisatiestudie uitgevoerd. Dit resulteerde in een optimalisatieovereenkomst in 2000, met daarin de keuze voor een oplossing waarbij de gemeente grootschalig het verharde oppervlak afkoppelt. Daarbij kan de gemeente voldoen aan de basisinspanning en kan bij het hoogheemraadschap een uitbreiding van de rioolwaterzuivering in Wieringermeer achterwege blijven.

Bij de afkoppelprojecten in de kern Wieringerwerf wordt het ingezamelde hemelwater

Bemonsterd regenwater uit het gescheiden stelsel.



Restanten van de lokale stukadoor bij een straatkolk.



direct geloosd op het oppervlaktewater. In Wieringermeer is sprake van een brak watersysteem. Bij het hoogheemraadschap leefde de vraag wat voor vervuulende stoffen in het afstromende regenwater voorkomen en welke ecologische effecten deze lozing heeft op dit specifieke watersysteem. Dit leidde tot de onderzoeksvraag: creëren we geen nieuw milieuprobleem als gevolg van afkoppelen?

Onderzoek naar de effecten

De onderzochte watersystemen in Wieringerwerf waren drie sloten op een bedrijventerrein en vijf vijvers in de dorpskern. Sinds eind jaren 70 stroomt uit gescheiden stelsels regenwater af op deze wateren. Voor beide watertypes was een corresponderend watertype geselecteerd als referentiesysteem waarop geen afstromend regenwater wordt geloosd.

Het onderzoek naar effecten van regenwaterlozing was opgedeeld in drie deelonderzoeken: effecten op de lange termijn (enkele

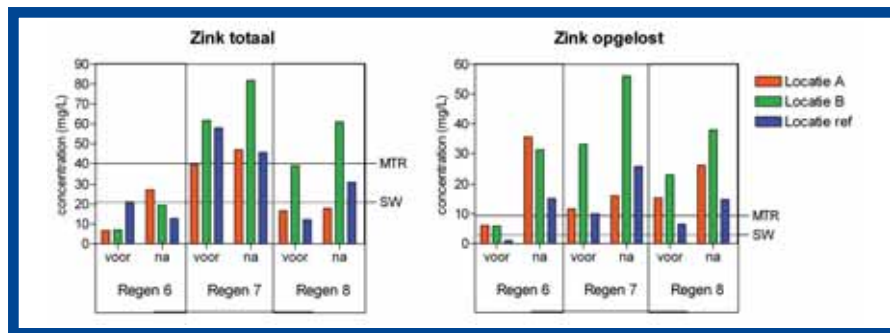
vijvers en sloten ontvangen al meer dan tien jaar regenwater), op de korte termijn (minder dan twee dagen) en de kwaliteit van het afstromend regenwater en de effecten op laboratoriumorganismen.

De langetermijneffecten op het ecosysteem zijn onderzocht aan de hand van zowel chemische als ecologische parameters. De mogelijke relatie tussen chemie van het afstromende regenwater en de ecologische ontwikkeling van de vijvers en sloten is hierin betrokken. Tijdens een vijftal momenten (drie maal in het najaar en twee maal in het voorjaar) zijn water- en bodemonsters genomen en is naast chemische screening op tal van parameters een inventarisatie uitgevoerd van de diatomeeën (kiezelalgen) en macrofaunagemeenschap. De water- en bodemonsters zijn geanalyseerd op een brede reeks van chemische parameters die onder andere aansluiten bij de Kaderrichtlijn Water. Hieronder vallen algemene beschrijvende parameters als chlorofyl-a, zuurstof en

pH, maar ook metalen, PAK, olie, biologisch en chemisch zuurstofverbruik, colibacteriën, en het gehalte organisch materiaal. Van de bodem zijn ook de totaalgehalten metalen, PAK, olie, EOX bepaald. De resultaten van de diatomeeën en macrofauna zijn gerelateerd aan de KRW en STOWA-maatlatten en met behulp van multivariate statistiek geanalyseerd.

De kortetermijneffecten van afstromend regenwater zijn bepaald aan de hand van een aangepaste set indicatorparameters (onder andere chlorofyl-a, zink (totaal en opgelost), stikstof, BZV, coli). Deze parameters zijn 24 uur voor en 24 uur na een bui bepaald in een drietal vijvers: twee met afstromend regenwater en één zonder (referentie). Tevens zijn deze parameters bepaald voor monsters van het afstromende regenwater afkomstig uit het gescheiden stelsel (zie foto). Van het afstromende regenwater is de toxiciteit bepaald met behulp van een aantal bioassays in het laboratorium. Deze vorm van monitoring is acht maal uitgevoerd.

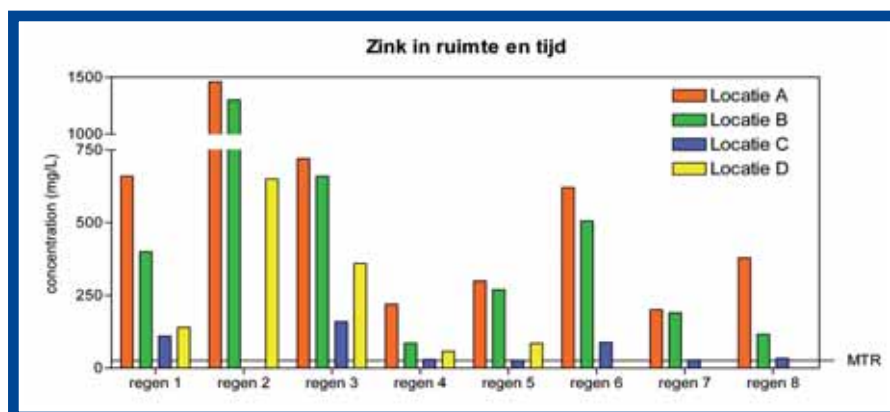
Afb. 1: Totaal en opgeloste zinkfractie (mg/l) voor en na een bui in vijvers waar regenwater afstroomt (A en B) en een referentie.



Tabel 1: Per regenbui is aangegeven op welke locatie een effect is waargenomen op vier verschillende bioassays (- = niet uitgevoerd).

	regen 1	regen 2	regen 3	regen 4	regen 5	regen 6	regen 7	regen 8
algentest (groeiremming)	-	A, B	A, B, D	A, B	A	A, C	geen toxiciteit	geen toxiciteit
Thamnotox (overleving)	-	A	-	B	A, B	A	A, B	A
Rotox (overleving)	geen toxiciteit	A, B	geen toxiciteit	-	-	-	-	-
Microtox (activiteit)	geen toxiciteit	geen toxiciteit	geen toxiciteit	geen toxiciteit	geen toxiciteit	-	-	-

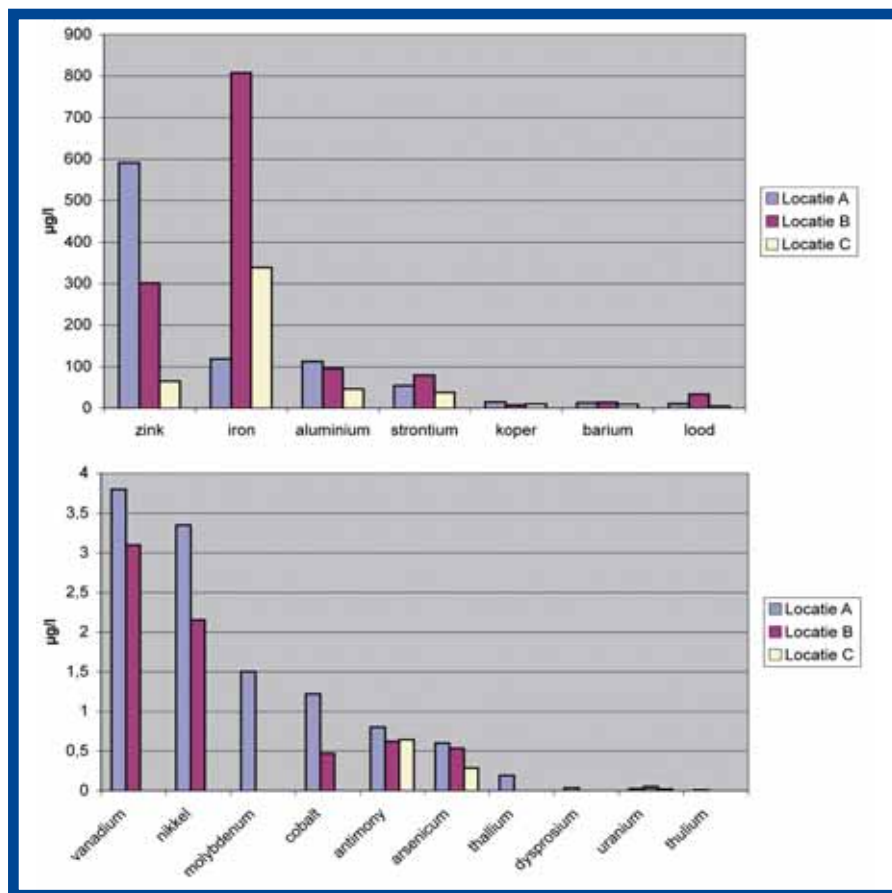
Afb. 2: Zink (totaal) (mg/l) tijdens acht regenbuien in het afstromende regenwater op vier verschillende locaties in Wieringerwerf.



Resultaten

Hieronder volgen de meest opmerkelijke resultaten van het driejarig durende onderzoek:

- Op de korte termijn (binnen een dag) zijn de effecten in Wieringerwerf voornamelijk chemisch van aard. De zinkconcentratie, zowel totaal als opgeloste fractie, is na de bui vele malen hoger. Hierbij werd de MTR-concentratie een aantal keer overschreden. Helaas bleek in de loop van het onderzoek de referentielocatie beïnvloed te worden door een regenwateroverstort (indirect) en werden ook op deze locatie verhoogde concentraties zink gevonden na de bui (zie afbeelding 1). Tevens is opmerkelijk dat het aantal colibacteriën na de bui én de fosfaatconcentratie aanzienlijk verhoogd zijn in de vijvers die regenwater ontvangen. De saliniteit wordt onder invloed van de regenwateruitlaten sterk beïnvloed. Het brakke karakter krijgt periodiek te maken met (force) zoete impulsen en zo kan het zijn dat het zoutgehalte van de vijvers tijdens de bui periodiek daalt van 6 ppt naar 4 ppt.
- Op de lange termijn zijn geen opmerkelijke overschrijdingen van verontreinigingen in water en sediment waargenomen. Wel is op de lange termijn wederom de verzoeting van de 'regenwatervijvers' en sloten geconstateerd. Deze sloten en vijvers zijn blijvend minder brak (een verschil van ongeveer 2 ppt) dan de referentielocaties.
- Ecologische effecten van alleen verzoeting op de diatomeeën en de macrofaunagemeenschap zijn niet aangetoond. Met behulp van multivariate statistiek is geanalyseerd welke factoren de samenstelling van de diatomeeën en macrofaunagemeenschap bepalen. De gemeenschap van Wieringerwerf wordt sterk bepaald door overige omgevingsfactoren die niet zijn gemeten in het onderzoek (65 en 73 procent voor respectievelijk diatomeeën



Afb. 3: Metalen in regenwater van drie locaties van het TIE-experiment.

en macrofauna). Hierbij moet worden gedacht aan stroming, oeversteilheid, bladerbedekking. De overige wel gemeten parameters verklaarden respectievelijk 35 en 27 procent voor diatomeeën en macrofaunastructurering. De eutrofiëringgraad en pH van de locaties zijn van deze parameters de meest sturende factoren (totaal 8 en 9 procent voor respectievelijk diatomeeën en macrofauna) in totstandkoming van deze gemeenschappen. Door deze achtergrondbelasting is in Wieringerwerf geen groot onderscheid tussen regenwaterlocaties en referenties ontstaan. Er is echter wel een aantal opvallende parameters die bijdragen aan specifieke verschillen tussen locaties: koper, cadmium, chroom en EOX in het sediment dragen samen voor ongeveer 14 procent bij aan de onderlinge verschillen in de diatomeeëngemeenschap. Minerale olie en cadmium in sediment dragen samen bij aan zes procent van de structurering van de macrofaunagemeenschap (voornamelijk twee regenwatersloten). Hoewel deze parameters dus niet de meest sturende factoren zijn, is het wel opvallend dat zij in de analyse tot uiting komen en gerelateerd kunnen worden aan het voorkomen in afstromend regenwater.

Van het afstromend regenwater is de chemische samenstelling in diverse regenbuien bepaald. De concentraties van diverse stoffen varieerden sterk in de tijd en per locatie (zie afbeelding 2 voor zink), zoals voor landelijke waarnemingen ook al eens door Boogaard en Van der Pijl^{1),2)} beschreven is. Opvallend is ook de toxiciteit

van het afstromend regenwater. In tabel 1 staat voor acht buien voor verschillende locaties weergegeven voor welke soorten en bijhorend eindpunt een negatief effect is waargenomen (ten opzichte van de laboratoriumcontrole). De mate van toxiciteit varieerde van 25 tot 100 procent. De waargenomen toxiciteit in het laboratorium varieerde per bui, locatie en per type organisme. Omdat de organismen onderling verschillende specifieke gevoeligheden bezitten voor verschillende stofgroepen, kan geconcludeerd worden dat de verantwoordelijke stof(groep) per bui en of locatie verschilt.

Met behulp van toxiciteitidentificatie- en evaluatietechnieken (TIE) in het laboratorium is tijdens drie regenbuien geprobeerd de toxische stofgroepen te identificeren. Tijdens één van deze onderzoeken is aangetoond dat de verantwoordelijke toxische stofgroep de groep van metalen betrof voor de waargenomen toxiciteit in één van de regenwatermonsters. De regenwatermonsters van alle locaties van dezelfde dag zijn vervolgens doorgemeten op een zeer brede reeks van metalen (zie afbeelding 3). De stoffen die in deze monsters onderscheidend zijn ten opzichte van de niet-toxische andere monsters, zijn verrassend genoeg niet alleen zink, maar ook vanadium, nikkel, kobalt, molybdeen en thallium. Na speurwerk naar de bron van dergelijke metalen (toepassingsgebied) en waarnemingen in de dorpskern zelf is de verdachte bron opgespoord. De plaatselijke stukadoor spoelde zijn restanten stucwerk (waarin de bijzondere metalen onder andere als pigment voorkomen) weg

nabij de straatkolk (zie foto op pagina 30). Bij de overige twee experimenten bleken de resultaten niet (in)direct te leiden tot een specifieke bron; sulfaat en een onbekende organische verbinding waren hierbij de toxische stoffen.

Conclusie

Het onderzoek heeft laten zien dat locatie-specifiek chemische effecten kunnen optreden (verzoeting en periodieke overschrijding MTR van zink in water), maar dat dit niet direct reflecteert in ecologische gevolgen. Dit laatste blijkt onder meer het gevolg te zijn van intrinsieke ecosystemesturende factoren zoals de eutrofiëringgraad en pH. Op de langere termijn zijn in Wieringerwerf geen overschrijdingen van metalen gevonden, maar dit zegt niets over de kortetermijneffecten (beschikbare fractie die periodiek de MTR overschrijdt) en de gevoeligheid in andere typen ecosystemen.

“In het verleden behaalde resultaten bieden geen garantie voor de toekomst” is een uitspraak die men vaak hoort in de financiële wereld. Een soortgelijke boodschap kan men ook van toepassing verklaren op dit onderzoek. Landelijk en regionaal bestaan grote verschillen in typen ecosystemen en daarmee ook lokale veerkracht en gevoeligheid voor uiteenlopende sturende factoren (eutrofiëring, verzoeting, verontreiniging). Vandaar dat de extrapolatie van de resultaten van dit onderzoek naar grotere schaal helaas beperkt is. De algemenere chemische waarnemingen, zoals de periodieke overschrijding van de MTR (totaal en beschikbaar) van zink en de toename van colibacteriën, is echter een observatie die los staat van ecosystemetypologie en landelijk aandacht behoort bij afkoppelplannen.

Met dit onderzoek hebben we helaas geen generiek sluitend antwoord kunnen geven op de vraag of door afkoppelen geen nieuw milieuprobleem optreedt. Om het beeld van de effecten op de waterkwaliteit te krijgen, is aanvullend onderzoek nodig bij diverse soorten watersystemen, waarbij gebruik kan worden gemaakt van indicatoren als de beschikbare fractie zink en *Escherichia coli*.

Een eerste evaluatie van de gebiedseigen gevoeligheid kan echter al een indicatie geven over potentiële effecten. Daarbij is het van belang de chemische en ecologische effecten van afkoppelen in perspectief van de gehele waterketen te beschouwen: de emissie van riooloverstorten versus de emissie van regenwateruitlaten versus de efficiëntie van de zuivering. Deze drie aspecten zullen in relatie tot de veerkracht en gevoeligheid van het ontvangende ecosysteem beschouwd moeten worden om een gedegen milieubewuste en doelmatige afweging van regenwater gerelateerde maatregelen in de waterketen te kunnen maken.

LITERATUUR

- 1) Boogaard F. en P. van der Pijl (2005). Regenwater op bedrijventerreinen. Tauw.
- 2) Boogaard F. en G. Lemmen (2007). Database regenwater. STOWA-Rapport 2007-W09.