



Belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie

A. BLEEKER, TNO-MEP

J. DUYZER, TNO-MEP

K. VAN DER HORST, ZUIVERINGSSCHAP HOLLANDSE EILANDEN EN WAARDEN

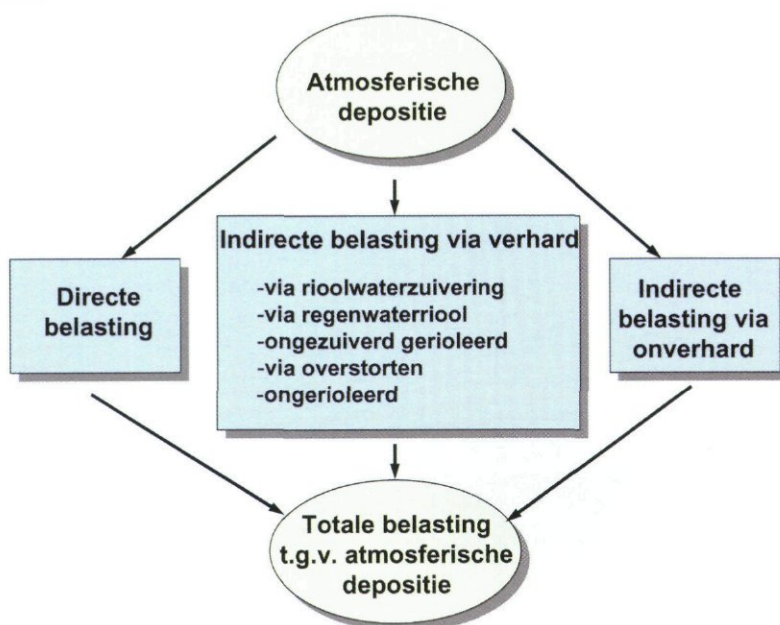
R. TEUNISSEN, RIJKSINSTITUUT VOOR INTEGRAAL ZOETWATERBEHEER EN AFVALWATERBEHANDELING

Uit eerder onderzoek blijkt dat atmosferische depositie een belangrijke bron van verontreinigende stoffen vormt¹⁾ voor diverse stoffen. Ook het oppervlaktewater wordt via deze route belast. Bij de ontwikkeling van beleid met betrekking tot de verontreiniging van het oppervlaktewater, onder andere in het kader van de Kaderrichtlijn Water, is kennis over het belang van atmosferische depositie op een regionale schaal noodzakelijk. Deze kennis kan inzicht geven in het nut en de noodzaak van maatregelen om de belasting van het oppervlaktewater via atmosferische depositie te verminderen. TNO onderzocht samen met het RIZA hoe de atmosferische depositie ten behoeve van regionale waterkwaliteitsbeheerders kan worden geschat. De ontwikkelde methodiek is voor het eerst toegepast in het kader van een onderzoek voor het Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden (ZHEW), waarbij voor een aantal verontreinigende stoffen de belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie is bepaald.

In dit artikel wordt de ontwikkelde methodiek beschreven, waarna voor het

beheersgebied van ZHEW de berekende belastingen via atmosferische depositie worden

Afb. 1: Overzicht van de verschillende stofstromen die bijdragen aan de belasting van het oppervlaktewater.



gepresenteerd. Deze resultaten zijn vergeleken met andere onderzoeksresultaten. Hieruit blijkt dat de nieuwe resultaten een realistischer beeld schetsen van de belasting via atmosferische depositie dan de tot dusver gehanteerde belastingen.

Methode voor het bepalen van de belasting

Bij het bepalen van de belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie kunnen de volgende stappen onderscheiden worden:

- schatting van de emissie van stoffen vanuit verschillende bronnen naar de lucht,
- berekening van de verspreiding van stoffen door de lucht,
- berekening van de atmosferische depositie,
- vaststelling van de belasting van het oppervlaktewater door directe en indirecte depositie.

Allereerst moet dus inzicht ontstaan in de mate waarin verontreinigende stoffen naar de atmosfeer uitgestoten (geëmitteerd) worden door de verschillende bronnen. Belangrijke bronnen zijn bijvoorbeeld industriële installaties, het verkeer en de landbouw. Veel emissiegegevens zijn opgenomen in de Nederlandse Emissieregistratie. Dat maakt het relatief eenvoudig gegevens over de bronnen te krijgen.

Nadat stoffen geëmitteerd zijn, zullen de stoffen, afhankelijk van de meteorologische omstandigheden en hun fysisch-chemische eigenschappen, zich verspreiden via de atmosfeer en uiteindelijk neerslaan op het aardoppervlak. Voor het berekenen van de verspreiding en atmosferische depositie van de verschillende verontreinigende stoffen is in deze studie gebruik gemaakt van het door het RIVM ontwikkelde verspreidings- en depositiemodel OPS (Operationeel model Prioritaire Stoffen^{2),3)}). Als de verspreiding van de stoffen door de atmosfeer is berekend, kan de totale depositie naar het oppervlaktewater worden uitgerekend. De totale depositie bestaat hierbij uit de optelsom van de droge en natte depositie. De belasting van het oppervlaktewater ten gevolge van atmosferische depositie kan plaatsvinden langs directe en indirecte weg. De directe belasting vindt plaats via depositie van de verontreinigende stof rechtstreeks op het wateroppervlak. Deze volgt dus rechtstreeks uit de berekeningen met het OPS-model. Naast deze directe belasting kan de indirecte belasting echter ook nog een belangrijke bijdrage aan de belasting leveren. Deze route is het gevolg van afspoeling van gedeponeerde stoffen vanaf verhard of onverhard oppervlak. Afbeelding 1 geeft een overzicht van de beschouwde 'stromen'.

Zoals in afbeelding 1 te zien is, geschiedt



Afb. 2: Studiegebied ZHEW en de verschillende waterschappen en hoogheemraadschappen.

Tabel 1. Beschouwde stoffen en de totale belasting van het beheersgebied van ZHEW. De bijdrage vanuit het eigen gebied, de rest van Nederland en het buitenland aan de belasting is ook aangegeven.

bestrijdingsmiddelen	belasting gebied ZHEW (kg/jaar)	percentage (%) afkomstig uit		
		eigen gebied	overig Nederland	buiten land
acefaat	15	21	59	19
bentazon	29	30	66	4
carbendazim	6	40	60	0
chloorprofam	9	27	61	12
dichlobenil	1,5			
ethofumesam	13	35	62	3
fluazinam	200	29	58	13
glyfosaat	21	38	61	1
MCPA	103	27	48	25
tolyfluanide	38	24	53	24
overige stoffen				
ammoniumverbindingen	630.000	46	20	34
stikstofverbindingen	2.300.000	34	40	26
koper	370	16	12	72
zink	1.500	9	3	89
nikkel	830	21	1	77
benzo(a)pyreen	7	79	20	1
fluorantheen	178	73	27	0
ruwe schatting PAK	900	ca. 75	ca. 24	ca. 1

de indirecte belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie via een aantal stromen, welke verdeeld kunnen worden in belastingen via verhard oppervlak en onverhard oppervlak. Op basis van gegevens uit de CBS-statistiek Bodemgebruik is de ligging van deze oppervlakken bepaald. De gegevens met betrekking tot het verharde oppervlak zijn samengevoegd met informatie over de ligging van de 'rioleringsseenheden'. Door deze samenvoeging is bekend welke fractie van het verharde oppervlak is aangesloten op het riool. Van het gerioleerde deel is ook het type riolering bekend en in welke mate het water via een rioolwaterzuiveringsinstallatie gaat of rechtstreeks op het oppervlaktewater wordt

geloosd. Door de beschikbaarheid van deze informatie kunnen nu de volgende vijf stromen worden onderscheiden (zie ook afbeelding 1): via de rioolwaterzuivering, via het regenwaterriool, ongezuiverd gerioleerd, ongerioleerd of via een overstort.

De laatste vorm van belasting die in de methodiek is beschouwd, is de afspoeling van af onverhard oppervlak. Als basis voor de bepaling van deze deelstroom dient informatie uit de CBS-statistiek van het Bodemgebruik. Aangenomen is dat één procent⁴⁾ van de op bodem gedeponeerde hoeveelheid materiaal afspoelt naar het oppervlaktewater. De zeven hiervoor aangegeven deelstromen bij elkaar vormen

samen de totale belasting van het oppervlaktewater ten gevolge van atmosferische depositie.

Belasting oppervlaktewater binnen beheersgebied ZHEW

Met behulp van de hiervoor beschreven methodiek is voor het beheersgebied van het Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden een inschatting gemaakt van de belasting van het oppervlaktewater via atmosferische depositie voor een aantal stoffen. De resultaten van dit onderzoek zijn in meer detail beschreven in Bleeker & Duyzer⁵⁾.

In overleg met medewerkers van ZHEW zijn stoffen geselecteerd, waarvoor deze studie is uitgevoerd (zie tabel 1). Naast de klassieke stoffen ging het ook om een aantal bestrijdingsmiddelen.

Tabel 1 geeft een overzicht van de berekende belasting van het oppervlaktewater met de verschillende stoffen. De tabel geeft niet alleen de absolute belasting van de stoffen in kilogram per jaar weer, maar ook de bijdrage van de gebiedseigen bronnen, de overige Nederlandse bronnen en de buitenlandse bronnen.

De reden waarom de verschillende gebieden binnen het beheersgebied van ZHEW een bepaalde belasting ontvangen, is uitermate complex vanwege elkaar soms opheffende of versterkende effecten. In het algemeen is het zo dat de hoeveelheid (in)directe belasting via atmosferische depositie samenhangt met de fysische chemische eigenschappen van de stof, de grootte van het gebied, het areaal oppervlaktewater en het areaal verhard, de ligging van het gebied ten opzichte van bronnen (binnen of buiten het ZHEW-gebied), de ligging van de rwzi's én het percentage van de stof die door de rwzi wordt verwijderd.

Ondanks de ingewikkelde, veelal gecombineerde, effecten komt een aantal belangrijke hoofdlijnen duidelijk naar voren:

Directe versus indirecte belasting

Voor de meeste stoffen is de bijdrage via de directe belasting van het oppervlaktewater hoger dan de overige (indirecte) stromen. Afhankelijk van het verwijderingspercentage van rwzi's voor de verschillende stoffen, kan ook de stroom via rwzi's een substantiële bijdrage leveren aan de totale belasting van het oppervlaktewater ten gevolge van atmosferische depositie.

Bijdrage emissies in het buitenland en de rest van Nederland

Op basis van de bovenstaande resultaten is ook een duidelijk onderscheid te maken tussen de verschillende stoffen voor wat betreft de

herkomst van de verontreiniging. In grote lijnen wordt de belasting via depositie met de zware metalen (zink, koper, nikkel) voornamelijk bepaald door emissies in het buitenland, terwijl de belasting met PAK (benzo(a)pyreen en fluoranteen) vooral wordt bepaald door lokale bronnen. Voor de belasting van het oppervlaktewater met stikstof zijn de bijdragen van emissies uit het beheersgebied van ZHEW, overig Nederland en buitenland ongeveer even groot.

Voor de meeste bestrijdingsmiddelen is ruwweg een kwart van de belasting afkomstig van emissie uit het beheersgebied van ZHEW en een kwart uit het buitenland. Dit geldt voor tolylfluamide, MCPA, fluazinaam, chloorprofam en acefaat. Voor glyfosaat, ethofumesaat, carbendazim en bentazon dragen de emissies uit het beheersgebied van ZHEW voor ongeveer een derde bij aan de belasting van het oppervlaktewater, terwijl de rest van Nederland een bijdrage heeft van 50 à 60 procent. Voor deze stoffen is de bijdrage vanuit het buitenland klein (tot maximaal tien procent). De bijdrage van de rest van Nederland in de totale belasting van het oppervlaktewater is relatief laag. Dit heeft te maken met de ligging van het beheersgebied van ZHEW ten opzichte van Nederlandse bronnen. In Nederland komt de windrichting zuidwest vaker voor dan de andere. Dat leidt ertoe dat emissie vanuit een gebied vooral neerkomt ten noordoosten van dat gebied. Door de ligging van ZHEW in het zuiden van het land aan de kust bevinden zich relatief weinig bronnen ten zuidwesten.

Evaluatie

Om inzicht te krijgen in het belang van de berekende belastingen zijn de hiervoor

beschreven resultaten vergeleken met overige gegevens uit beschikbare literatuur. Zo kan bijvoorbeeld gekeken worden naar eerder gepubliceerde waarden voor verschillende stoffen met betrekking tot de directe belasting van het oppervlaktewater via atmosferische depositie. Vergelijking van de hier beschreven overige stofstromen (indirecte belasting via rwzi, overstort) is gecompliceerder, omdat deze stofstromen opgebouwd zijn uit meerdere bronnen (bijvoorbeeld directe industriële lozingen op het riool).

Zo laat een vergelijking van de huidige depositiecijfers voor zink met die volgens de Emissieregistratie zien dat deze laatste te laag ingeschat zijn. Dit beeld wordt nog eens versterkt wanneer de modelberekeningen vergeleken worden met meetresultaten. Duyzer et al.⁶⁾ hebben in hun studie een methodiek gehanteerd, waarbij modelberekeningen gecombineerd worden met metingen. Uitgangspunt in deze methodiek zijn de meetresultaten van de beschouwde component, die de absolute niveaus van de depositie bepalen. Vervolgens worden de modelberekeningen gebruikt voor het verkrijgen van een ruimtelijk beeld van de depositie. Voor het hanteren van deze methodiek is een voldoende representativiteit van de metingen noodzakelijk.

In een vervolg op het onderzoek van Duyzer et al. heeft RIZA voor meer stoffen de directe belasting van het oppervlaktewater via atmosferische depositie laten berekenen⁷⁾ volgens de hiervoor beschreven methodiek (combinatie van metingen en modelberekeningen). Deze berekeningen geven een realistischer inschatting van de belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie en

zijn aanleiding geweest om bestaande inzichten met betrekking tot de bijdrage van atmosferische depositie aan de belasting van het oppervlaktewater bij te stellen. Intussen zijn de resultaten van dit onderzoek in de officiële Emissieregistratieprocedure toegepast, waardoor ze beschikbaar gekomen voor geïnteresseerde partijen, zoals de waterkwaliteitsbeheerders. 

LITERATUUR

- 1) Baart A., J. Berdowski en J. van Jaarsveld (1995). Calculation of atmospheric deposition of contamination on the North Sea. TNO-rapport R95/138.
- 2) Van Jaarsveld J. (1989). A model approach for assessing transport and deposition of acidifying components on different spatial scales. In 'Changing composition of the troposphere'. Special environmental report nr. 17. World Meteorologic Organisation.
- 3) Van Jaarsveld J. (1995). Modelling the long-term atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales. Proefschrift Universiteit van Utrecht.
- 4) Van Campen A., C. Quarles van Ufford, R. Berbee, L. Luijten en M. Schwartz (1991). Samenwerkingsproject effectieve emissiereductie diffuse bronnen. Rijkswaterstaat/RIZA, VROM/DGM en RIVM.
- 5) Bleeker A. en J. Duyzer (2002). Belasting van het oppervlaktewater in het beheersgebied van het Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden ten gevolge van atmosferische depositie. TNO-MEP-rapport R2002/231.
- 6) Duyzer J., R. Plant en A. Bleeker (2002). Bepaling van emissies naar water door atmosferische depositie. TNO-MEP-rapport R2002/268.
- 7) Bleeker A. en J. Duyzer (2003). Belasting van het oppervlaktewater door atmosferische depositie: Berekening van de directe depositie van 18 probleemstoffen naar water. TNO-MEP-rapport R2003/476.