



Helofyteninfiltratiesloot geschikt voor zuivering wegwater

DRS. KARIN TROMP, BUREAU WAARDENBURG

PROF. DR. JOS VERHOEVEN, UNIVERSITEIT UTRECHT

DRS. ELS KUPPENS, RIJKSWATERSTAAT DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE

Water dat van (snel)wegen afstroomt naar de berm, bevat hoge concentraties PAK's en zware metalen, met name koper en zink. Bij gerioleerde wegvakken wordt dit water als een puntbron geloosd op het oppervlaktewater of op een zandige bodem. Dit water overschrijdt qua PAK- en zware metalenconcentraties de lozingsnormen. Langs de A1 bij Laren is onderzocht of een met riet beplante helofyteninfiltratiesysteem gerioleerd wegwater effectief zuivert. Met enkele aanpassingen en flankerend wegbeheer (vegen van het wegdek en legen van de kolkputten) blijken de infiltratiefilters een belangrijke bijdrage te kunnen leveren aan het veilig lozen van gerioleerd wegwater.

Gebleken is namelijk dat een flink deel van de vuilvracht (95 procent van de PAK's, 18 procent van het koper en 40 procent van het zink) achterblijft in de rioleringsbuizen en uiteindelijk effectief wordt verwijderd middels het legen van kolkputten. Het helofyteninfiltratieveld verwijderd van de oorspronkelijke vuilvracht dan nog vier procent PAK, 14 procent koper en 34 procent zink. Het effluent van het veld bevat zodoende zeer lage concentraties PAK. Voor koper en zink blijven de effluentconcentraties meestal beneden de MTR-normen, met uitzondering van de winter. Het strooien van zout veroorzaakt een grote nalevering van koper en zink, waardoor kortdurende hoge concentratiepieken optreden, die boven de MTR-norm uitkomen en voor koper zelfs hoger zijn dan in het wegwater zelf. Afkoppeling van het helofytenfilter in vorstperioden zou tot aanzienlijk hogere rendementen van het filter leiden.

Milieubelastend autoverkeer

Het autoverkeer produceert milieubelastende stoffen die met het regenwater naar het omliggende gebied afstromen. Dit kan leiden tot verontreiniging van grond- en oppervlaktewater. Dit probleem is actueler dan ooit, niet alleen omdat er een Europese bodemrichtlijn aankomt, met bodemverontreiniging door diffuse bronnen als thema, maar ook omdat de Europese Kaderrichtlijn Water zijn uitwerking

gaat krijgen. Provincies, regionale waterbeheerders en gemeenten zullen hierop moeten anticiperen middels beleid en regelgeving in watertoetsprocedures, beleidsnota's en verordeningen.

De Nederlandse grondwaterrichtlijn biedt op dit moment al een beschermingskader, waarbij enerzijds lozing van prioritair verontreinigende stoffen (lijst I) wordt voorkomen en die van andere verontreinigende stoffen (lijst II) wordt onderworpen aan een vergunningsprocedure. In relatie tot afstromend wegwater gaat het dan om de probleemstoffen: polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK: lijst I) en zware metalen (koper en zink: lijst II). De Europese Kaderrichtlijn Water gaat echter verder dan de grondwaterrichtlijn en bevat ook uitvoerige bepalingen, zoals monitoring, registreren van beschermde gebieden en vaststelling van een maatregelenprogramma.

De Wet Bodembescherming, de Provinciale Milieuverordening en de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren omvatten een juridisch kader, waarmee de aanwezigheid van rijkswegen in kwetsbare gebieden kan worden verboden of een pakket van maatregelen met betrekking tot afstromend wegwater kan worden aanbevolen. In de praktijk zorgt het juridische kader vooralsnog voor onduidelijkheid. Naar verwachting zal de Algemene Maatregel van Bestuur 'Niet-inrichtingen' voor de weg- en waterbeheerders een wenselijke oplossing bieden.

Als mogelijke maatregel voor het wegwaterprobleem adviseert de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) natuurlijke zuivering van het wegwater middels infiltratiesystemen. Daarbij gaat in toenemende mate de belangstelling uit naar helofytenfilters. Helofytenfilters worden vooral gebruikt voor zuivering van voedselrijk water en afvalwater. Veel minder bekend is het functioneren van helofytenfilters voor wegwaterzuivering.

In opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Noord-Holland is onderzoek verricht naar het gebruik van helofytenfilters voor zuivering van wegwater¹. Met dit onderzoek is een stap gezet in de richting van het toepasbaar maken van een maatregel. Helofytenfilters kunnen mogelijk een betaalbare oplossing zijn voor het wegwaterprobleem.

Ontwerp helofyteninfiltratiesysteem

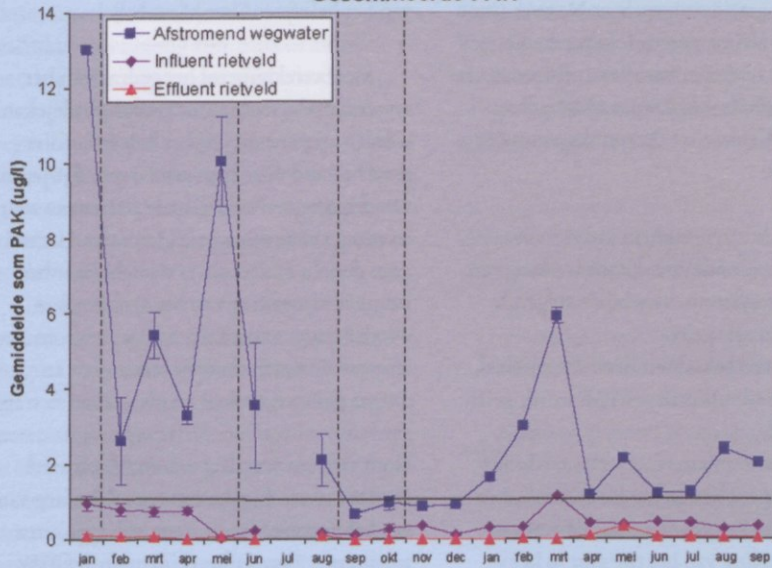
Voor de rijksweg A1 in het bodem- en grondwaterbeschermingsgebied 't Gooi is een ontheffing voor wegwaterlozing afgegeven, met als voorwaarde dat het wegdek vloeistof-dicht is en het wegwater pas na adequate zuivering wordt geloosd. Daartoe heeft Rijkswaterstaat een deel van het wegdek vervangen door Zeer Open Asfalt Beton (ZOAB) en het baanvak gerioleerd. Daarnaast is een deel van de oude afwateringsloot, ter hoogte van Laren, ingericht als helofyteninfiltratiesysteem.

Daarbij is uitgegaan van 200 m² helofytenfilter per hectare verhard wegdekoppervlak². Voor het ontwerp is een dimensioneringsonderzoek verricht³ en daarbij zijn de richtlijnen voor IBA-systemen gevolgd⁴.

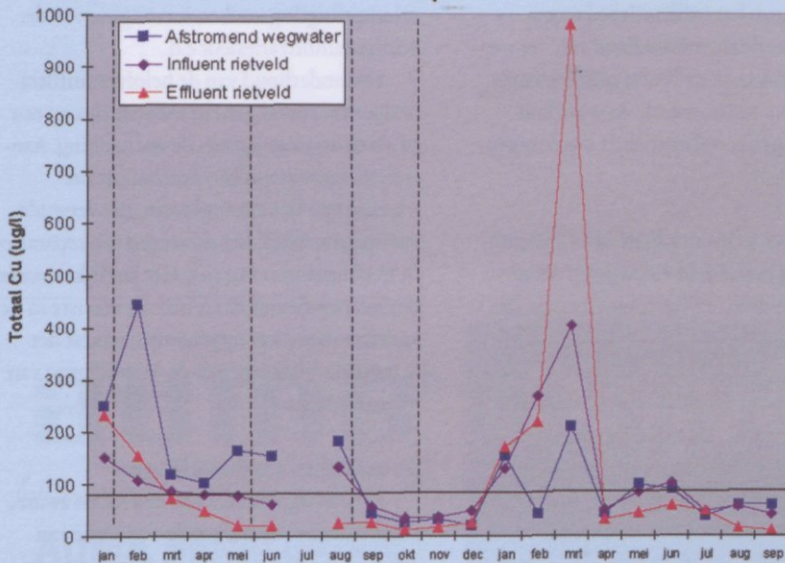
Het gerioleerde wegwater wordt opgevangen in een bassin, van waaruit het naar het aangrenzende helofytenfilter stroomt: een verticaal doorstroomd rietveld dat is opgebouwd uit (van boven naar beneden) 20 cm grind, 60 cm leemarm filterzand met riet, worteldoek, 20 cm grind, en afdichtingsfolie. Het filterpercolaat wordt op de bodem van het filter opgevangen en afgevoerd naar het aangrenzende eindinfiltratieveld. Dit alles gebeurt zonder motorische aansturing.

Gedurende 84 weken (2003 en 2004) is de kwantiteit en kwaliteit van het afstromende wegwater, het gerioleerde wegwater en het percolaat van het helofytenfilter gemonitord. De debieten zijn continu geregistreerd, terwijl wekelijkse bemonsteringen van wegwater en respectievelijk volume- en tijdproportionele bemonsteringen van influent en effluent van het helofytenfilter zijn verwerkt tot mengmonsters die betrouwbare maandgemiddelde concentraties voor PAK en zware metalen opleverden. De monitoringgegevens zijn verwerkt tot water- en stoffenbalansen voor twee gedeeltelijk overlappende perioden van een jaar (januari 2003 - januari 2004 en september

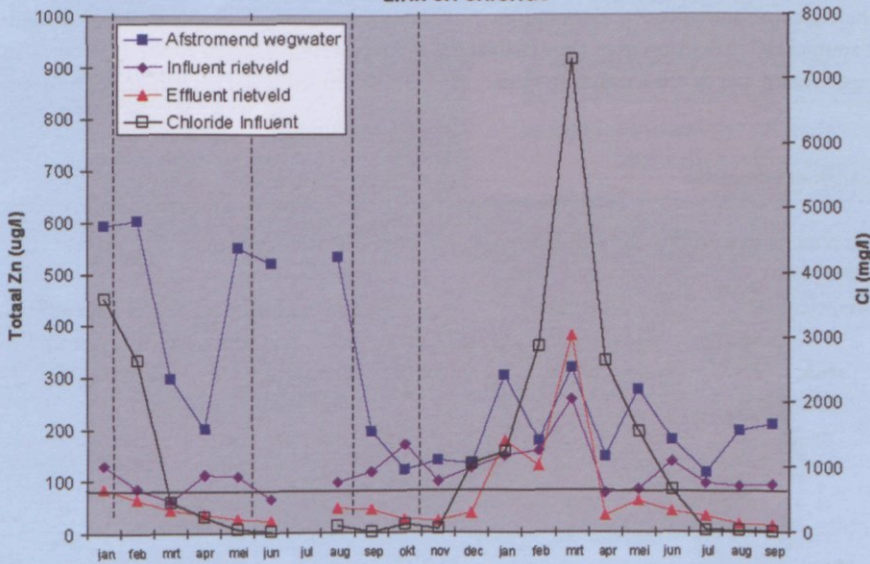
Gesommeerde PAK



koper



zink en chloride



Afb. 1: Maandgemiddelde concentraties PAK, totaal koper en totaal zink ($\mu\text{g/l}$) in afstromend wegwater, influent en effluent van het rietinfiltratieveld. In de onderste grafiek is ook het chloridegehalte in het influent weergegeven (mg/l). Verticale stippellijnen geven momenten aan waarop het wegdek is schoongemaakt. Horizontale lijnen geven de interventienormen voor grondwater weer.

2003 - september 2004), waarbij de eerste periode kan worden gekenschetst als een droog jaar en de tweede als een nat jaar (respectievelijk 719 en 1045 mm neerslag). De concentraties zijn getoetst aan de waterkwaliteitsnormen uit de 4e Nota Waterhuishouding.

Resultaten monitoring

Van het regenwater op het wegdek is gemiddeld 59 procent per jaar tot afstroming gekomen en afgevoerd naar het helofytenfilter. Vierweekse afstromingspercentages tot 81 procent zijn gemeten in natte zomer- en wintermaanden. Van het afgestroomde en afgevoerde wegwater is gemiddeld 85 procent per jaar behandeld in het helofytenfilter. Het overige deel van het wegwater is tijdens perioden van hydraulische piekbelasting, via overstortgoten vanuit het helofytenfilter, ongezuiverd op het eindinfiltratieveld geloosd.

Met het wegwater komen ook geaccumuleerde PAK en zware metalen tot afstroming. Uitgedrukt in vrachten (kg/ha) nam de afstroming van deze verontreinigingen veelal toe met een toenemende neerslaghoeveelheid, terwijl de concentraties PAK en zware metalen in het wegwater juist afnamen als gevolg van verdunning. Een uitzondering hierop vormden de vorstperioden, waarin zowel de afstroming van vrachten als de concentraties in het wegwater tijdelijk sterk stegen onder invloed van strooizout. Dit komt doordat strooizout als oplosmiddel fungeert, waardoor geaccumuleerde PAK en zware metalen op het wegdek worden gemobiliseerd.

De concentraties PAK, koper en zink zijn vrijwel steeds het hoogst in het wegwater en vertonen een duidelijke reductie gaande naar het influent van het helofytenfilter vanwege sedimentatie en vastlegging in kolkputten en andere onderdelen van het rioleringsstelsel. De concentraties PAK en zink in het wegwater waren in het droge jaar hoger dan in het natte, waarschijnlijk als gevolg van verdunning. De concentraties in het effluent van het helofytenfilter liggen voor PAK steeds lager dan die in het influent en blijven steeds ruim onder de interventienorm voor grondwater. Ook voor zink geldt dit, met uitzondering van de maanden januari, februari en maart in het tweede jaar. In die maanden komt de zinkconcentratie in de buurt van die in het influent en in maart zelfs iets boven die in het wegwater.

Voor koper is dit nog extremer. De concentratie in het effluent blijft laag, behalve in winterperioden waarin zout wordt gestrooid. Zowel in januari 2003 als van januari tot maart 2004 zien we een hoge concentratie koper in het effluent, in maart is deze zelfs meer dan twee keer zo hoog als de hoogste in het wegwater gemeten concentratie.

PAK en zware metalen die in het afstromende en afgevoerde wegwater gebonden

zaten aan (an)organische deeltjes sedimenteerden voor een belangrijk deel in de kolkputten van het rioleringsstelsel (gemiddeld 95, 18 en 40 procent van de PAK, koper en zink, zie tabel). Opmerkelijk was dat meer PAK en zware metalen sedimenteerden in het droge jaar (719 mm), waarin het rioleringsstelsel regelmatig werd geschoond, dan in het natte jaar (1045 mm) waarin geen schoning heeft plaatsgevonden. Hieruit blijkt dat het debiet van het gerioleerde wegwater en reiniging van kolkputten van invloed zijn op het afvangen van verontreinigingen in de kolkputten. Maar ook strooizout is hierop van invloed. In het vorstseizoen sedimenteerde immers opvallend minder koper en zink en werd koper zelfs tijdelijk door het rioleringsstelsel nageleverd (zie tabel). Dit is het gevolg van strooizout in het wegwater, waardoor een deel van de zware metalen in het wegwater in oplossing blijft of vanuit het sediment in oplossing komt.

Van de PAK, koper en zink hoeveelheden die uiteindelijk met het wegwater in de helofyteninfiltratiesloot terecht kwamen werd gemiddeld respectievelijk 93, 18 en 56 procent per jaar uit het wegwater verwijderd. Betrokken op de oorspronkelijke vuilvracht van het wegwater bedragen deze percentages respectievelijk 4, 14 en 34 procent. Het zuiveringsrendement van het rietveld voor zware metalen ligt in de zomermaanden beduidend hoger dan in de wintermaanden (zie tabel). Dit is het gevolg van strooizout in het wegwater, waardoor een aantal zware metalen moeilijk in de helofyteninfiltratiesloot worden vastgelegd of zelfs vrijkomen.

De biogeochemische processen die een belangrijke rol spelen bij de zuivering van wegwater in een helofyteninfiltratiesloot zijn sedimentatie (PAK en zware metalen), specifieke adsorptie aan bodemdeeltjes (PAK en zware metalen), precipitatie (zware metalen), ionenuitwisseling (zware metalen) en biologische afbraak (PAK)^{2,5}. Opname en accumulatie

van zware metalen in riet draagt nauwelijks bij aan het verwijderingsproces. Na twee jaar bevond zich circa 0,3 procent koper en 0,4 procent zink in de rietwortels en -rhizomen. In de rietstengels en -bladeren was dit na het tweede groeiseizoen 0,3 procent koper en één procent zink.

Toch is de aanwezigheid van riet niet onbelangrijk voor de zuiverende werking van het infiltratiesysteem, waarbij de volgende processen een rol spelen:

- Rietwortels beluchten het infiltratiebed, waardoor de afbraak van PAK wordt gestimuleerd;
- Dood plantenmateriaal verhoogt de adsorptiecapaciteit van het infiltratiebed en houdt voedingsstoffen voor de groei en ontwikkeling van het riet vast in het systeem;
- Rietwortels en -rhizomen gaan het dichtslippen van het infiltratiebed tegen;
- Riet remt de stroomsnelheid van het wegwater af, waardoor betere condities ontstaan voor sedimentatie en waardoor erosie van het infiltratiebed wordt tegengegaan⁶.

Nadat het wegwater in de helofyteninfiltratiesloot is behandeld voldoet de PAK concentratie aan de waterkwaliteitsnormen (zie afbeelding 1).

De koperconcentratie voldoet veelal aan de interventiewaarde. De zinkconcentratie voldoet een groot deel van het jaar aan de normen voor ondiep grondwater en de MTR-waarde. De overige waterkwaliteitsnormen worden het gehele jaar overschreden. De mate waarin normoverschrijding plaatsvindt, wordt sterk bepaald door de hoeveelheid wegwater in de helofyteninfiltratiesloot (verdunding) en het zoutgehalte in het wegwater. Deze factoren hangen samen met de seizoensdynamiek en

zijn van invloed op het zuiveringsrendement van het helofytenfilter (zie tabel).

Met betrekking tot het gedrag van het systeem onder extreme omstandigheden kan worden opgemerkt, dat het helofytenfilter goed bestand was tegen een langdurige periode van droogte (zes weken) in de zomer van 2003 en tegen sterke waterpeilfluctuaties. Hoewel geen gericht onderzoek is verricht naar het langetermijngedrag van het systeem, kan worden aangenomen dat het systeem een levensduur heeft van ongeveer 20 jaar en daarna gesaneerd moet worden.

Kosten van aanleg en onderhoud

De investeringskosten voor de aanleg van een helofyteninfiltratiesloot bedragen circa 30.000 euro. Deze kosten zijn exclusief BTW, rente, aankoop van grond, aanleg van het wegdek en rioleringsstelsel, afvoer van de verontreinigde grond en vervanging van de helofyteninfiltratiesloot e.d.

Het onderhoud van de helofyteninfiltratiesloot zal vooral gericht moeten zijn op een goede doorstroming van de voorziening. Aanvullend onderhoud kan bestaan uit het schonen van het opvangbassin, het verwijderen van zwerfvuil, het uitvoeren van reparaties en het bijplanten van riet. Het jaarlijks maaien van het helofytenfilter is niet als vereiste in het onderhoudspakket opgenomen, omdat het nauwelijks bijdraagt aan de verwijdering van zware metalen.

Conclusies/aanbevelingen

Een belangrijk deel van de PAK en zware metalen in het afstromende wegwater van gerioleerde wegvakken blijft achter in het rioleringsstelsel van het wegdek en kan bij het legen van kolkputten effectief worden verwijderd. Deze verwijdering is echter onvoldoende om bij lozing te kunnen voldoen aan de milieunormen, zodat het gerioleerde wegwater

Verwijdering van PAK, koper en zink door het rioleringsstelsel en de helofyteninfiltratiesloot.

	verwijdering PAK, koper en zink (% van vuilvracht wegwater)									(% van vuilvracht influent)				
	rioleringsstelsel			helofyteninfiltratiesloot			totaal			helofyteninfiltratiesloot			regenval (mm)	strooizout (g/m ²)
	koper	zink	som PAK	koper	zink	som PAK	koper	zink	som PAK	koper	zink	som PAK		
voorjaar 2003	27	56	96	40	34	4	67	90	100	55	76	92	180	30
zomer 2003	43	71	100	45	23	0	88	94	100	79	81	56	133	0
najaar 2003	27	34	97	40	51	3	6	85	100	54	77	97	30	49
winter 2003/2004	6	24	92	-2	21	8	4	44	100	-2	27	99	389	402
voorjaar 2004	13	45	95	-36	12	5	-23	57	99	-42	21	89	169	115
zomer 2004	18	33	92	41	53	7	59	86	99	50	79	89	391	0
droog jaar	25	46	97	17	32	2,8	42	78	99,8	22	59	94	719	386
nat jaar	12	33	94	11	36	5,5	23	69	99,5	13	53	92	1.045	409

zal moeten worden nagezuiverd. Een helofyteninfiltratiesloot kan daarvoor een zeer geschikte voorziening zijn, mits de zware metalen belasting van de infiltratievoorziening wordt gereduceerd door het ZOAB-wegdek en het rioleringsstelsel tijdig te reinigen. Ook moet ervoor gezorgd worden dat de infiltratievoorziening tijdens het gebruik van strooizout wordt afgekoppeld van het gerioleerde wegdek.

De voordelen van een helofyteninfiltratiesysteem ten opzichte van andere zuiverings technieken en natuurlijke infiltratiesystemen zijn met name gelegen in de lage zuiveringskosten als gevolg van relatief lage investerings- en onderhoudskosten, de beperkte storingsgevoeligheid door de afwezigheid van motorische aansturing en de meerwaarde van riet. Deze meerwaarde betreft niet alleen waterkwaliteitsbeheer, maar is ook gelegen in de mogelijkheid van riet een tijdelijk onderkomen te

bieden voor insecten, vogels, reptielen, amfibieën, kleine zoogdieren en knaagdieren. Vanwege de relatief geringe gehalten van zware metalen in de rietvegetatie, zijn de risico's voor schade aan de gezondheid van deze organismen gering. ¶

LITERATUUR

- 1) Tromp K. (2005). Helofyteninfiltratiesystemen voor zuivering van wegwater. Onderzoek naar het milieurendement van een helofyteninfiltratiesloot langs de A1 in 't Gooi. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, wegendistrict Amsterdam, Dienst Noord-Holland. Universiteit Utrecht, disciplinegroep Geobiologie, Leerstoelgroep Landschapscologie.
- 2) RIZA (1997). Helofytenfilters voor verwijdering van microverontreinigingen uit afstromend wegwater. Literatuurstudie.
- 3) IWACO (1998). Dimensionering helofytenvelden A1. Definitieve ontwerpnotitie + aanvulling.
- 4) VROM/KIWA (1998). Handleiding helofytenfilters voor IBA-systemen.
- 5) TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie (2002). Vervuiling van infiltratievoorzieningen.
- 6) Brix H. (1997). Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? *Water Science and Technology* nr. 5, pag. 11-17.