



Monstername op een plek waar het hemelwaterstelsel op de sloot loost. Nog net zichtbaar is een 'pluim' met vervuiling die naar rechts afbuigt.

AUTEURS



Hetty Blaak en Heike Schmitt
(RIVM)



Rémy Schilperoort en Jeroen Langeveld
(Partners4UrbanWater)



Bert Palsma
(STOWA)

ANTIBIOTICARESISTENTE BACTERIËN IN STEDELIJK OPPERVLAKTEWATER EN DE ROL VAN FOUTAANSLUITINGEN

Antibioticaresistente (ABR) bacteriën zijn wereldwijd een opkomend probleem. Infecties bij de mens met deze bacteriën zijn vaak moeilijk te behandelen. Mensen kunnen op verschillende manieren zulke bacteriën oplopen, bijvoorbeeld in ziekenhuizen, via landbouwhuisdieren of door het eten van vlees. ABR bacteriën kunnen echter ook in het oppervlaktewater voorkomen. Dit artikel beschrijft de resultaten van onderzoek naar antibioticaresistente bacteriën in klein stedelijk oppervlaktewater en de mogelijke rol van foutaansluitingen van het riool.

Tabel 1: Jaarlijks in Nederland geloosde volumes, concentraties en aantallen E.coli en ESBL-producerende E.coli via drie transmissieroutes van afvalwater naar oppervlaktewater (kve = kolonievormende eenheden, ofwel aantallen bacteriën)

Transmissieroute	Volume** [10 ⁶ m ³ /jaar]	E.coli		ESBL-EC	
		Concentratie* [kve/l]	Aantallen [kve/jaar]	Concentratie* [kve/l]	Aantallen [kve/jaar]
rwzi effluent	1.921	10 ⁵ – 10 ⁷	10 ¹⁷ - 10 ¹⁹	10 ³ – 10 ⁴	10 ¹⁵ - 10 ¹⁶
overstort gemengde rioolstelsels	37	10 ⁷ – 10 ⁸	10 ¹⁷ - 10 ¹⁸	10 ⁴ – 10 ⁶	10 ¹⁴ - 10 ¹⁶
foutaansluitingen	2,7	10 ⁸ – 10 ⁹	10 ¹⁷ - 10 ¹⁸	?	?

* STOWA-RIONED, 2017 ** Emissieregistratie, 2017

Watergebonden blootstelling

Eerder onderzoek heeft laten zien dat antibiotica-resistente darmbacteriën veel voorkomen in grote oppervlaktewateren in Nederland. Blootstelling kan ontstaan bij recreatie (zwemmen, kanoën, etc.) of door irrigatie van gewassen (bestemd voor menselijke consumptie). De ABR darmbacteriën in het oppervlaktewater zijn afkomstig uit menselijke en dierlijke uitwerpselen. De afvalwaterketen speelt hierin waarschijnlijk een belangrijke rol. Daarbij kan het gaan om het gezuiverde effluent van rioolwaterzuiveringen (rwzi) en om verdund rioolwater dat bij zware neerslag via gemengde overstorten in het oppervlaktewater terechtkomt. Een schatting gebaseerd op recent onderzoek laat zien dat de rioolwaterzuiveringen jaarlijks het grootste aantal normale, niet-resistente E.coli bacteriën lozen op het oppervlaktewater (10¹⁷-10¹⁹ kve, zie tabel 1). De hoeveelheid E.coli geloosd via de gemengde overstorten is echter niet veel kleiner (10¹⁷-10¹⁸ kve – kve betekent 'kolonievormende eenheden', een maat voor aantallen bacteriën). Ongeveer 1 procent van deze E.coli populaties betreft de antibioticaresistente variant ESBL-EC (ESBL-producerende E. coli). Beide routes brengen ongeveer evenveel bacteriën in het oppervlaktewater terwijl rw-

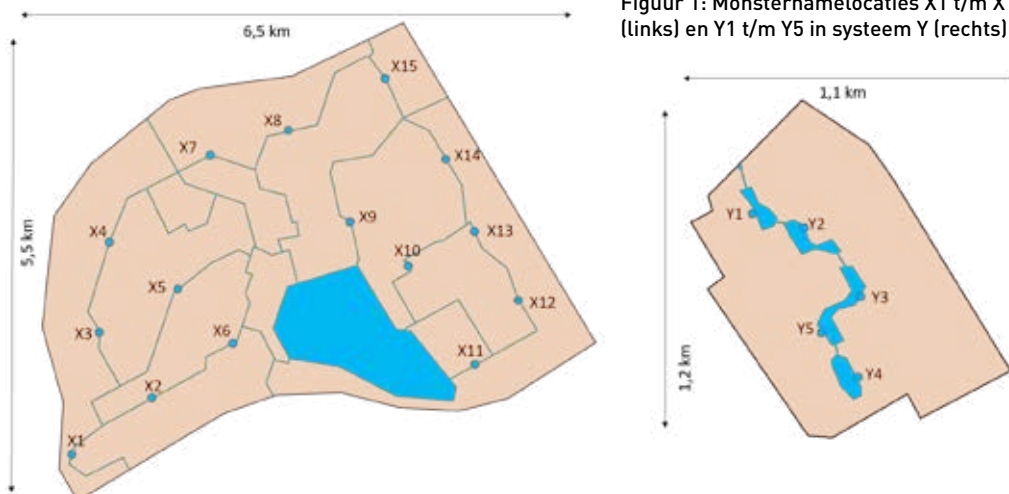
zi's ruim vijf keer zoveel water lozen. De concentratie van bacteriën in water uit gemengde overstorten is dan ook veel hoger dan in rwzi-effluent.

Foutaansluitingen

Een relatief onbekende bron van ABR in het oppervlaktewater zijn foutaansluitingen bij gescheiden riolering. Door een omgewisselde huisaansluiting kan huishoudelijk afvalwater uit een woning in het hemelwaterriool terecht komen. Het hemelwaterriool lost dit afvalwater dan ongezuiverd op het oppervlaktewater. Een schatting leert dat circa 2 procent van de aansluitingen op de hemelwaterriolering in Nederland foutief zijn. Daarmee wordt het afvalwater van circa 60.000 inwoners ongezuiverd op oppervlaktewater geloosd (op jaarbasis 2,7 miljoen m³). Met een totaal E.coli-gehalte in ruw en onverdund afvalwater in de range van 10⁸-10⁹ kve per liter is het geschatte aantal bacteriën dat zo in het oppervlaktewater terechtkomt vergelijkbaar met dat van rwzi effluent en gemengde overstorten, zie tabel 1. Daarmee lijken foutaansluitingen - in ieder geval in theorie - een belangrijke route van bacteriën naar Nederlands oppervlaktewater.

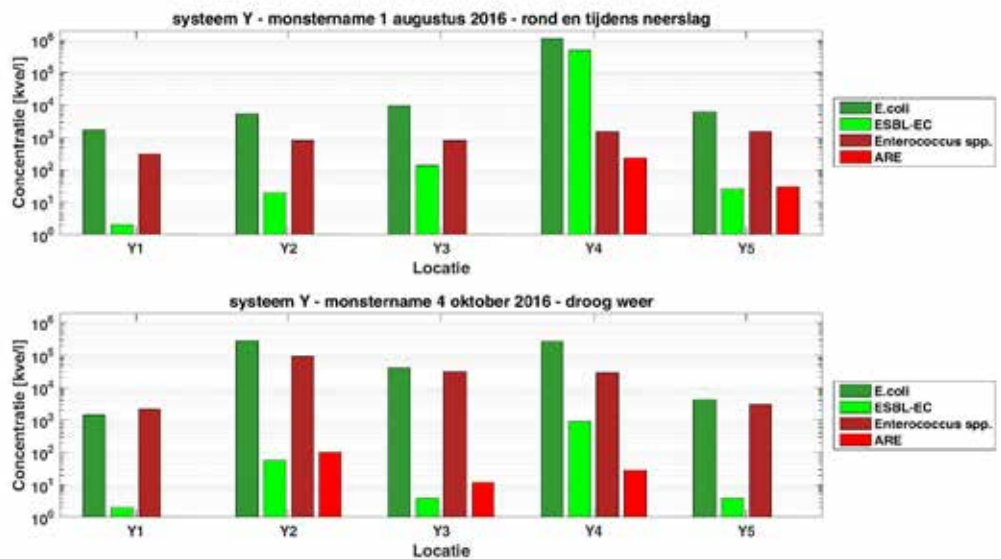
Antibiotica
resistente bacteriën
in stedelijk water

12



Figuur 1: Monsternamelocaties X1 t/m X15 in systeem X (links) en Y1 t/m Y5 in systeem Y (rechts)

Figuur 2: Analyseresultaten van locaties Y1 t/m Y5 met in groen *E.coli* en ESBL-producerende *E.coli* en in rood *Enterococcus spp.* en ampiciline resistente *Enterococcus* (ARE). De lichtere kleuren geven de concentraties resistente bacteriën weer



Opzet onderzoek

In dit onderzoek is gekeken of foutaansluitingen in de praktijk kunnen leiden tot de aanwezigheid van ABR bacteriën in oppervlaktewater. In totaal zijn vijf watersystemen in Nederland onderzocht. Dit artikel presenteert de resultaten van twee watersystemen: X en Y.

In watersysteem X zijn op 15 locaties (X1 t/m X15) monsters genomen, zie figuur 1 (links). Het systeem is hydrologisch nagenoeg geïsoleerd en ligt in een relatief groot bemalingsgebied (ruim 2300 hectare) met veel woonwijken, enkele winkelgebieden en bedrijventerreinen. De bemonsteringslocaties zijn willekeurig gekozen, maar wel gelijkmatig verspreid over het gebied. In het gebied is alleen gescheiden riolering aangelegd. De hemelwateruitlaten lozen op het oppervlaktewater.

In watersysteem Y zijn op 5 locaties (Y1 t/m Y5) monsters genomen uit een serie onderling verbonden vijvers in een woonwijk, zie figuur 1 (rechts). De wijk is circa 70 hectare groot en oorspronkelijk uitgerust met een verbeterd gescheiden stelsel dat sinds enkele jaren functioneert als normaal gescheiden rioolstelsel. De hemelwateruitlaten lozen op de vijvers. De monsters zijn genomen direct nabij de hemelwateruitlaten. De vijvers hebben verder geen bovenstroomse aanvoer.

Voor beide watersystemen geldt dat er geen rwzi effluent op wordt geloosd, noch water vanuit gemengde overstorten. Ook wordt in beide gebieden geen

water aangevoerd vanuit bovenstroomse agrarische gebieden. Hiermee zijn deze drie mogelijke bronnen van ABR bacteriën uitgesloten. In beide gebieden zijn alle locaties tweemaal bemonsterd: één keer in een droge periode en één keer in een periode met veel neerslag. De monsters zijn geanalyseerd op de darmbacteriën *Escherichia coli* (*E.coli*) en *Enterococcus spp.* Ook is geanalyseerd op ABR-varianten: ESBL-producerende *Escherichia coli* (ESBL-EC) en Ampiciline-resistente *Enterococcus faecium* (ARE). Deze twee ABR varianten zorgen geregeld voor problemen in ziekenhuizen.

Analyseresultaten

Figuur 2 toont de analyseresultaten voor systeem Y. In alle 10 monsters van het oppervlaktewater zijn *E.coli* en Enterococci aangetroffen. Op locaties Y2, Y3 en Y4 zijn concentraties totaal *E.coli* tot ruim boven 10⁴ kve per liter aangetroffen. Dat zijn vrij hoge concentraties die in zwemwater van 'goede kwaliteit' alleen incidenteel voor mogen komen. Van een duidelijk verschil tussen droog- en regenweer was geen sprake: bij droogweer werden iets meer bacteriën gevonden. In alle 10 monsters zijn ESBL-EC aangetroffen en in 5 van de 10 monsters ARE. De aantallen resistente bacteriën per liter water varieerden enorm (van 1 tot ruim 10⁵ kve). Ook voor de ABR bacteriën verschilden de resultaten van de droogweermonsters niet duidelijk van die van de regenweermonsters. Monsters genomen op locatie Y4 bevatten consistent de hoogste aantallen (resistente) bacteriën.

De resultaten in systeem X vertoonden wél een duidelijk onderscheid tussen droog- en regenweer: bij regenweer lagen de concentraties *E. coli* (10^3 - 10^6) fors hoger dan bij droogweer (10^2 - 10^3). Hetzelfde ging op voor de concentraties *Enterococcus spp.*

Veel monsters bevatten tevens resistente bacteriën: 17 van de 30 (57%) monsters ESBL-EC en 11 van de 30 (37%) monsters ARE. Net als bij de gewone *E. coli* en *Enterococcus* is het leeuwendeel van de resistente bacteriën aangetroffen in de monsters verzameld tijdens regenweer. De concentraties ABR bacteriën lagen in de range 1-1000 kve/l.

Discussie en conclusies

Op het moment van monsternamen waren twee typen antibioticaresistente bacteriën alom aanwezig in het onderzochte stedelijk oppervlaktewater. Deze bacteriën konden niet afkomstig zijn uit rwzi effluent of uit gemengde overstorten noch uit de aanvoer van besmet water uit agrarisch gebied. Wél mogelijk is dat de ABR bacteriën (deels) afkomstig waren uit huishoudelijk afvalwater dat door foutaansluitingen ongezuiverd via het hemelwaterstelsel op het oppervlaktewater is geloosd. De beheerder van het rioolstelsel dat loost op systeem Y heeft 'aanwijzingen' dat nabij de bemonsteringslocaties (vooral locatie Y4) foutaansluitingen in het rioolstelsel voorkomen. Dergelijke aanwijzingen zijn er niet voor systeem X. Wel werden in systeem X méér bacteriën gevonden tijdens neerslag dan tijdens droogweer. Dit suggereert dat ook hier het voorkomen van resistente bacteriën in het oppervlaktewater samenhangt met de uitstroom uit de hemelwaterstelsels. Voor beide systemen (X en Y) geldt dat dierlijke uitwerpselen ook een mogelijke bron van ABR bacteriën kunnen zijn. Voorbeelden zijn de afspoeling van hondenpoep en (vooral in systeem Y) de aanwezigheid van watervogels.

Hoewel foutaansluitingen op de locaties X en Y de meest waarschijnlijke bron van antibioticaresistente bacteriën in het oppervlaktewater zijn, is dat in dit onderzoek niet onomstotelijk bewezen. Het voorname is in één of meerdere gebieden de mogelijke foutaansluitingen op te sporen en te verhelpen (of een end-of-pipe maatregel door te voeren) waardoor het

afvalwater niet meer op het oppervlaktewater wordt geloosd. Een vervolgonderzoek van het oppervlaktewater kan dan meer duidelijkheid geven over de bron(nen) van ABR bacteriën.

Hetty Blaak
Heike Schmitt
(RIVM)
Rémy Schilperoort,
Jeroen Langeveld
(Partners4UrbanWater)
Bert Palsma
(STOWA)

Bronnen

Blaak et al. (2015). Multi-drug resistant and extended spectrum β -lactamase-producing *Escherichia coli* in Dutch surface water and wastewater. *PlosOne* 10(6): e0127752.

Emissieregistratie (2017). www.emissieregistratie.nl, geraadpleegd november 2017

Schilperoort et al. (2011). Opsporen en classificeren van foutaansluitingen. *Vakblad Riolerings*, jaargang 18, december 2011, 14-15.

STOWA - Stichting RIONED (2017). ESBL-producerende *Escherichia coli* en ampicillineresistente *Enterococcus faecium* in oppervlaktewater. Een verkennend onderzoek naar bronnen van antibioticaresistentie in oppervlaktewater. In voorbereiding.

Antibiotica
resistente bacteriën
in stedelijk water

SAMENVATTING

Antibioticaresistente (ABR) bacteriën kunnen op verschillende manieren in klein stedelijk oppervlaktewater terechtkomen. Al langer bekende stedelijke bronnen zijn rioolwaterzuiveringen en gemengde overstorten. Een relatief onbekende bron van ABR zijn foutaansluitingen bij gescheiden riolerings; daardoor stroomt huishoudelijk afvalwater ongezuiverd in de sloot. Naar schatting is circa 2 procent van de aansluitingen op de hemelwaterriolerings in Nederland foutief. Bij onderzoek in twee woonwijken in Nederland werden antibioticaresistente bacteriën in het oppervlaktewater aangetoond. Foutaansluitingen zijn hier de meest waarschijnlijke bron.