

Stofbelastninger fra overløbsbygværker

Overløb fra fælleskloakerede byområder udgør en væsentlig andel af den samlede udledning af næringsalte og organisk stof til vandmiljøet. Implementeringen af Vandrammedirektivet i den danske lovgivning har imidlertid sat fokus på en række andre forurenende stoffer, for hvilke vi har mere sparsom viden om generelle koncentration-niveauer i regn- og spildevand. Det drejer sig om forskellige organiske mikroforureninger og tungmetaller. Den nyeste viden omkring forureningstilstanden i vores vandområder peger endvidere på, at forurening med mikroplast fra byens spildevandssystemer bør undersøges nærmere.

ASBJØRN HAANING NIELSEN
& JES VOLLERTSEN

I Danmark er cirka 40% af det kloakerede areal i dag tilknyttet fælleskloak. I forbindelse hermed er der mere end 4000 overløbsbygværker med udløb til en nærrecipient. Disse tal er igennem de seneste årtier blevet reduceret væsentligt, men overløbsbygværker spiller stadig en væsentlig rolle i forhold til den samlede stofbelastning fra regnbetingede udledninger.

Effekter ved aflastning fra fælleskloak

Når der sker aflastning fra overløbsbygværk udledes der en blanding af afledt regnvand (overvand) og spildevand. Et velfungerende overløbsbygværk træder typisk i funktion ved en opspædningsgrad på 5:1 eller mere. Under aflastningen stiger dette forhold yderligere. Det vil sige at spildevandsandelen normalt udgør mindre end 10% af vandmængden i det aflastede vand. Dette fortyndes derudover ved opblanding i recipienten.

Både spildevand og overvand indeholder forskellige forureningskomponenter, der kan medføre negative effekter i recipienten. Figur 1 viser en oversigt over relevante effekter ved aflastning fra fælleskloak. Effekterne er inddelt i henholdsvis akutte og kumulative effekter på

baggrund af den nødvendige eksponeringstid. Det er desuden angivet hvilke stoffer der er årsag til de enkelte effekter.

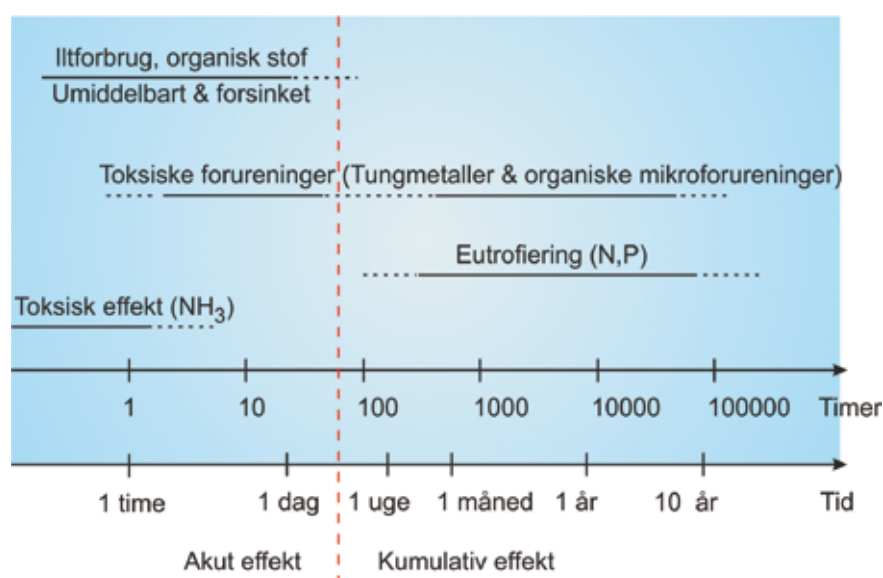
Forurenende stoffer i aflastet vand fra overløbsbygværker

NPO-stoffer

NPO stofferne dækker over næringsaltene kvælstof (N) og fosfor (P) samt det organiske

stof. Fælles for dem er at de findes i langt de højeste koncentrationer i spildevandet. Ved separatkloakering er det dermed i særlig grad de hertil knyttede effekter man reducerer.

Udledningen af NPO-stoffer fra overløbsbygværker har været undersøgt igennem en lang årrække og der eksisterer i dag et solidt datamateriale til at fastsætte typetal ud fra. Det skal dog holdes i mente, at afløbssystemets



Figur 1. Tidsskala for recipienteffekter ved udledning af forurenende stoffer fra overløbsbygværker.

funktion i form af selvrensningsevne har stor indflydelse på de reelt udledte stofmængder. Hvis afløbssystemet er karakteriseret ved en utilstrækkelig selvrensning opstrøms for et overløbsbygværk kan stofkoncentrationerne være væsentligt højere end hvad typetallene foreskriver. Figur 2 viser ophobet kloaksediment i en fællesledning med ringe selvrensningsevne. Ledningen er placeret umiddelbart opstrøms for et overløbsbygværk.

En samlet vurdering af overløbsbygværkeres betydning for udledning af NPO-stoffer til vandmiljøet viser at det særligt er udledningerne af P og organisk stof der er problematiske. Miljøstyrelsens nyeste opgørelse af punktkilder viser at ca. 24% af den samlede P udledning fra punktkilder sker via de regnbetingede udledninger. Dette inkluderer dog både fælles- og separatkloakerede oplande. For det organiske stof udgør de regnbetingede udledninger 27% af den samlede belastning fra punktkilder /1/.

Ammoniak

I det opspædte spildevand optræder en væsentlig andel af kvælstofindholdet som ammonium eller ammoniak. Typisk udgør de tilsammen mere end 60 % af kvælstofindholdet i spildevand. Fordelingen af de to former er bl.a. afhængig af pH og sådan at det giftige ammoniak dominerer ved pH værdier over ca. 9,2. Ammoniak er særligt problematisk, da det er giftigt for de fleste vandlevende organismer vi sammenkæder med en god vandkvalitet. Navnlig laksefisk er følsomme over for påvirkninger af forhøjede ammoniak-koncentrationer. Den dødelige dosis (LD50) er for en 24 timers påvirkning mindre end 0,01 mg-N/L. Ved kortere tids påvirkning kan fiskene dog tåle en væsentlig kraftigere påvirkning. Andre faktorer end pH har dog også betydning for giftigheden af ammoniak. Undersøgelser har vist at især lave iltkoncentrationer øger giftigheden af ammoniak hos fisk /2/.

Hvis man sammenholder kritiske koncentrationer i recipienten med typiske niveauer af ammoniak i spildevand og overvand kommer man dog frem til, at giftige koncentrationer kun vil optræde i særlige tilfælde, hvor opspædningsgraden når overløbsbygværket træder i funktion er utilfredsstillende lille. Problemet vil være størst ved aflastninger, der finder sted i dagtimerne i sommerhalvåret, hvor pH-værdien i recipienten kan være høj på grund af planternes fotosyntese.

Organiske mikroforureninger

Begrebet "organiske mikroforureninger" dækker et bredt spektrum af forskellige stoffer. Disse kan inddeles i forskellige stofgrupper



Figur 2. Akkumuleret kloaksediment i et fællesledning placeret umiddelbart opstrøms for et overløbsbygværk.

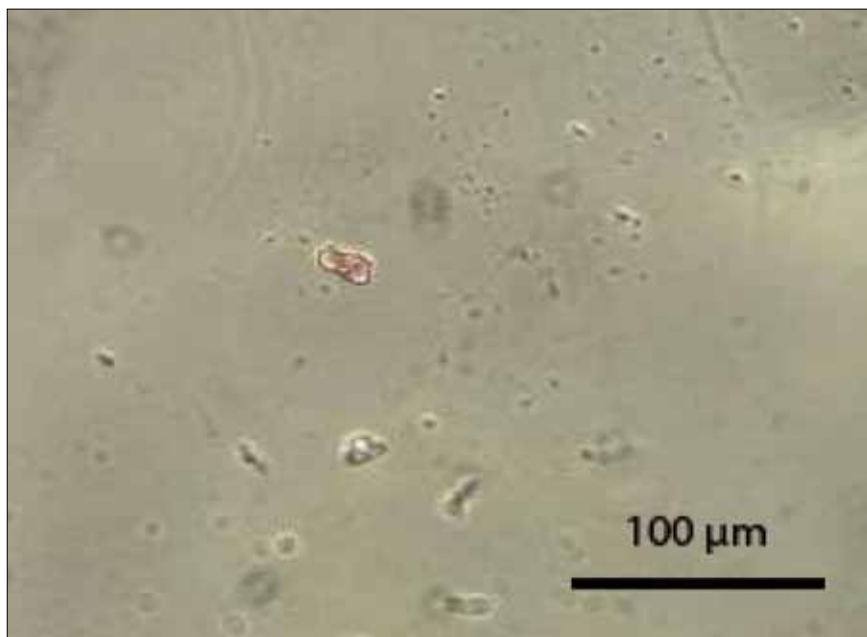
afhængig af deres oprindelse, f.eks. tjærestoffer (PAH'er), lægemidler, bekæmpelsesmidler, blødgørere, overfladeaktive stoffer (detergenter), flammehæmmere, m.fl.

I forbindelse med implementering af Vandrammedirektivet er der fastsat miljøkvalitetskrav til en række prioriterede stoffer og stofgrupper. Den gældende liste omfatter 33 prioriterede stoffer, hvoraf 8 er identificeret som værende farlige prioriterede stoffer. Hovedparten af stofferne på listen er organiske mikroforureninger, men en række tungmetaller (og deres forbindelser) er også inkluderet. Listen af stoffer bliver løbene revideret og fra 2018 vil der gælde krav til yderligere 15 stoffer, heraf 6 farlige prioriterede stoffer.

Skæbnen for de organiske mikroforureninger er forskellig for de enkelte stoffer og afhænger i høj grad af deres fysisk-kemiske egenskaber og deres giftighed. Visse stoffer

nedbrydes under iltede forhold, hvorimod andre stort set kun nedbrydes i iltfrie miljøer. En række af de organiske mikroforureninger tilbageholdes og omsættes således kun i mindre grad i rensningsanlæg. Det gælder f.eks. flere vandopløselige bekæmpelsesmidler, der både findes i overvand og spildevand. For disse stoffer kan det forventes at belastningen fra overløbsbygværker er af mindre betydning, da der sker en løbene udledning under tørvej. For de organiske mikroforureninger, der fjernes effektivt i rensningsanlæg vil de regnbetingede udledninger derimod have relativ stor betydning. Det drejer sig eksempelvis om PAH'er og østrogen.

En undersøgelse af stofkoncentrationer i udledninger fra overløbsbygværker udført for By- og Landskabsstyrelsen peger dog også på at særligt stoffet 17 β -østradiol (østrogen) vil overskride miljøkvalitetskravene efter initial



Figur 3. Partikler af mikroplast fundet i lever fra hundestejle fra vådt regnvandsbassin

fortyndingen. Andre organiske mikroforureninger vurderes også at kunne overskride kravene herunder bl.a. visse PAH forbindelser og blødgøreren DEHP /3/

Det er ofte svært at sætte lighedstegn mellem koncentrationer og recipienteffekter. Flere undersøgelser har bl.a. påvist en reduceret giftighed af de organiske miljøfremmede stoffer når de optræder i opspædt spildevand. Dette skyldes sandsynligvis, at stofferne binder sig til organiske partikler i spildevandet.

Historisk set har der været fokus på få udvalgte organiske mikroforureninger i udledninger fra overløbsbygværker. I særdeleshed har der været fokus på PAH'er. Herhjemme har Naturstyrelsen som et led i overvågningen af punktkilder målt en lang række organiske mikroforureninger på enkelte fælleskloakerede oplande. Den eksisterende viden er dog endnu på et niveau, hvor det ikke er muligt at fastsætte generelle typetal til kvantificering af udledte stofmængder for hovedparten af de organiske mikroforureninger. Endvidere skal det bemærkes, at der til stadighed udvikles og introduceres nye hjælpestoffer, der falder i gruppen af organiske mikroforureninger når de udledes til miljøet. Dette nødvendiggør en fortsat overvågning af disse stofgrupper.

Tungmetaller

Koncentrationen af tungmetaller i spildevand og overvand er typisk i samme størrelsesorden. Kilderne til tungmetaller er mangeartede og metallerne forekommer på forskellig form i det afledte vand. For visse tungmetaller er kilderne knyttet til regnafstrømning, mens andre også findes i væsentlige koncentrationer i spildevandsstrømmen. Undersøgelser fra

Tyskland har eksempelvis vist, at hovedparten af kobberudledninger til miljøet kan tilskrives slid på bilers bremses. Denne stofmængde vil være knyttet til overvandet.

Fælles for de fleste tungmetaller er at de ved høje koncentrationer er giftige for både dyr og planter. Visse af tungmetallerne er dog essentielle som sporstoffer for levende organismer. Det drejer sig eksempelvis om zink og kobber. Andre tungmetaller som eksempelvis bly, cadmium og kviksølv har ingen kendt gavnlige effekt og er desuden optaget på EU's liste over prioriterede stoffer.

Tungmetallerne bliver normalt kvantificeret som vandprøvernes totale indhold. Der tages altså sjældent højde for metallernes tilstandsform. I bedste fald skelnes der mellem opløst (filtreret) og ikke opløst koncentration, men kun undtagelsesvis vurderes det om metallerne er tilstede som opløste ioner eller i mere eller mindre stabile kemiske forbindelser. I forhold til miljøeffekter ved vi at dette er særdeles vigtigt. Tungmetallernes biotilgængelighed og potentielle effekt er desuden meget afhængig af det øvrige stofindhold og vandets fysisk-kemiske karakteristika såsom hårdhed, pH og temperatur. Flere undersøgelser har påvist en reduceret giftighed ved opblanding med spildevand. I lighed med de organiske mikroforureninger kan den reducerede giftighed tilskrives spildevandets indhold af organisk stof.

Tungmetallerne er grundstoffer og kan som sådan ikke nedbrydes. Ved udledning til miljøet vil der med tiden derfor ske en akkumulering – eksempelvis i sedimentet. Der kan dog ske en ændring i metallernes tilstandsform, hvilket kan betyde at de enten frigives til

vandfasen eller bliver mindre biotilgængelige.

Den eksisterende viden om typiske niveauer af tungmetaller i overvand og spildevand er rimelig god. Vi kan med rimelighed lave opgørelser over den samlede udledning for flere af metallerne. Dette gælder i særdeleshed for de tungmetaller, der normalt forekommer i de højeste koncentrationer som eksempelvis zink og kobber. For tungmetallerne med den højeste giftighed, som eksempelvis nikkel, bly, kviksølv og cadmium, er den eksisterende viden om generelle koncentrationeniveauer dårligere belyst. Som det er tilfældet for de organiske mikroforureninger, så sker der også løbene en ændring i belastningen med de forskellige tungmetaller. Her skal i særlig grad nævnes bly, som blev fjernet som additiv i benzin i midten af 1980'erne, hvilket har medført en væsentlig reduktion i de generelle koncentrationeniveauer i regnafstrømning.

Mikroplastik

I de seneste år er der kommet fokus på forurening med mikroplast. Mikroplast er blevet påvist i både vand- og sedimentprøver, men også i vævsprøver fra vandlevende dyr og planter. Man skelner imellem primært og sekundært mikroplast. Førstnævnte er plast, der er fremstillet med en lille partikelstørrelse og anvendes som sådant. Det kan eksempelvis være slibemidler i tandpasta og sæber. Sekundært mikroplast er dannet ved delvis nedbrydning af større elementer – fx ved mekanisk slid eller under påvirkning af ultraviolet lys.

Udledningen til vandmiljøet sker via forskellige transportveje, herunder via regn- og spildevand. Risikoen ved udledning af mikroplast er at det kan optages af forskellige typer vandlevende organismer og efterfølgende akkumuleres i organismen. Mikroplast indeholder en lang række tilsætningsstoffer, som vi ved er miljøskadelige - fx blødgørere, opløsningsmidler, flammehæmmere m.fl. Endvidere er der mange organiske miljøfremmede stoffer, som kan binde sig til plastpartiklerne og på den måde optages af vandlevende dyr og planter. Figur 3 viser en mikroplast partikel (lyserød) fundet i leveren fra en hundestejle fra et vådt regnvandsbassin.

Visse typer af mikroplast kan forventes overvejende at være knyttet til spildevandsstrømmen, hvor andre kan forventes primært at hidrøre fra regnafstrømningen. Førstnævnte typer af mikroplast inkluderer eksempelvis fibre, der frigives ved vask af tøj og andre tekstiler, samt tilsætningsstoffer til hygiejne- og plejeprodukter. De typer af mikroplast, der primært kan forventes at findes i regnafstrøm-

ning er i særdeleshed partikler dannet ved slid af dæk, men kan også omfatte andre typer – fx delvist nedbrudt emballage og maling.

Der har kun været udført enkelte undersøgelser af skæbnen af mikroplast i byernes spildevandssystemer. Her har der særligt været fokus på renseanlæggene som punkt-kilde. En undersøgelse fra Sverige har vist at der kan opnås en meget høj tilbageholdelse af mikroplast (> 99%) i et konventionelt rensningsanlæg med næringssaltjernelse /4/. Forudsættes det, at der kan opnås en tilsvarende rensningseffektivitet i danske rensningsanlæg peger det på at de regnbetingede udledninger, hvor spildevandet udledes urensset har en relativ stor betydning for den samlede stofbelastning med mikroplast på vandmiljøet. Det eksisterende datagrundlag er dog for mangelfuldt til at kunne bekræfte denne antagelse. Med henblik på at kunne vurdere problemets omfang og muligheder for at lave tiltag i forhold til mikroplastforurening bør der gennemføres målinger i byernes spildevandssystemer.

Sammenfatning

Der eksisterer i dag en solid viden omkring udledning af mange forurenende stoffer via

aflastninger fra overløbsbygværker. Vi har særlig god viden omkring typiske koncentrationer af NPO-stoffer og ammoniak. Under hensynstagen til afløbssystemets funktion (selvrensningsevne, indsvivning, afløbstal, bassiner, mm) kan vi således give et kvalificeret bud på overløbets belastning med disse stoffer, samt de heraf afledte effekter.

Hvis vi fremadrettet skal være i stand til at kunne vurdere stofbelastningen fra overløbsbygværker er det dog nødvendigt fortsat at måle. Måleprogrammerne bør løbene justeres i forhold til nyeste viden om skadelige stoffer i spildevand og regnafstrømning fra byer og veje.

Vi mangler således typetal for mange af de stoffer, for hvilke der er opstillet kvalitetskrav for vandmiljøet på EU og nationalt niveau. Dette omfatter i særlig grad visse tungmetaller og en lang række af de organiske mikroforureninger. Endvidere er vores viden omkring overløbsbygværkernes betydning for udledning af mikroplast meget sparsom. Den eksisterende viden peger dog på, at netop overløbsbygværkerne er en væsentlig punkt-kilde for denne type forurening.

Referencer

- /1/ Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015. Punktkilder 2013.
- /2/ Willingham, W. T. 1976. Ammonia toxicity. Rapport fra den amerikanske miljøstyrelse U.S. Environmental Protection Agency, EPA-908/3-76-001.
- /3/ By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet 2010. Forurenende stoffer fra overløbsbygværker fra fælleskloakerede områder - Teknologiske forhold og indretninger ved overløb i forhold til udledning af forurenende stoffer.
- /4/ Magnusson, K., Norén, F. 2014: Screening og microplastic particles in and down-stream a wastewater treatment plant. IVL Swedish Environmental Research Institute, Report Number C55.

ASBJØRN HAANING NIELSEN (ahn@civil.aau.dk) er lektor og JES VOLLERTSEN er professor ved Institut for Byggeri og Anlæg ved Aalborg Universitet. De er begge tilknyttet forskningsgruppen for urban vandteknologi, der bl.a. forsker i miljøbelastninger fra byens spildevandssystemer.

BLÅ KLIP

Gratis idé til miljøministeren!

På den kanariske ø Lanzarote findes ovenstående grønne sø. Turisterne strømmer til den i tusindtal for at tage et billede af en algegrøn sø, og søen markedsføres som en stor turistattraktion i guidebøger. Tænk hvis vi også gjorde det i Danmark, med alle de grønne søer vi har, hvad kunne det så ikke indbringe. Heldigvis ser det ud til, at regeringen satser på at bevare de grønne søer, så der er store muligheder langt ud i fremtiden. Idéen er hermed givet videre til miljø- og/eller fødevareministeren

Søen, der hedder El Charco Verde (som betyder den grønne pøl), ligger i nationalparken Timanfaya ud mod Atlanterhavet på vestsiden af Lanzarote. Den grønne farve skyldes en kraftig algevækst i søen. Søen ligger i et vulkansk krater, der blev dannet ved et udbrud i 1730-1736. Kraterets væg ud mod havet er eroderet væk og der er nu blot en strand med vulkansk sand ud mod havet. Søen står forbin-



Foto Frede Ø. Andersen

delse med havet gennem underjordiske revner. Søen er meget spektakulær med sin

grønne farve omgivet af det rødbrune krater.
Frede Ø. Andersen