

Reduktion av organiska substanser i avloppsvatten vid infiltrationsanläggningar

Patrik Andersson, Kemiska institutionen, Umeå universitet

Sammanfattning

Små avlopp kan vara en betydande källa till utsläpp av organiska miljöföroreningar. För att öka vår kunskap inom området studerades i detta projekt infiltration som teknik vid små avlopp och dess påverkan på grundvatten och ytvatten. Projektet finansierades av Formas och Havs- och vattenmyndigheten genom anslag 1:11 Åtgärder för havs- och vattenmiljö. Två stora infiltrationsanläggningar studerades under ett år i Åre kommun. Grundvattenprover, avloppsvattenprover, ytvatten från recipienter och vatten från bakgrundssjöar samlades in under åren 2016 och 2017 för att täcka in alla årstider. Dessa prover analyserades för totalt 103 olika föroreningar omfattande läkemedel, kosmetikakemikalier, organiska fosforflamskyddsmedel, mjukgörare, perfluorerade substanser och livsmedelstillsatser. Fjorton av de 103 analyserade föroreningarna identifierades i samtliga grundvattenprover i koncentrationer från nanogram per liter till mikrogram per liter. Av de analyserade föroreningarna hittade vi ofta t.ex. organofosfaten tri-(2-butoxyetyl)-fosfat, sukralos, koffein och bensofenon. Stora skillnader mellan de två infiltrationsanläggningarna observerades i hur många föroreningar som hittas i grundvatten samt i vilka koncentrationer. Detta är troligen ett resultat av design på anläggningen och föroreningarnas tid i systemet från infiltrationsbädd till provtagningspunkt. Vi noterade en viss variation i reduktion över säsongerna och de mer fettlösliga föroreningarna uppvisade bättre reduktion. En måttlig miljöpåverkan för vattenlevande organismer uppskattades i intilliggande ytvatten kopplat till parfymämnet galaxolid och två organofosfater. De huvudsakliga resultaten är presenterade i en vetenskaplig artikel men finns också summerade i texten nedan (Gao et al, Science of the Total Environment 651, 1670–1679, 2019).

Bakgrund

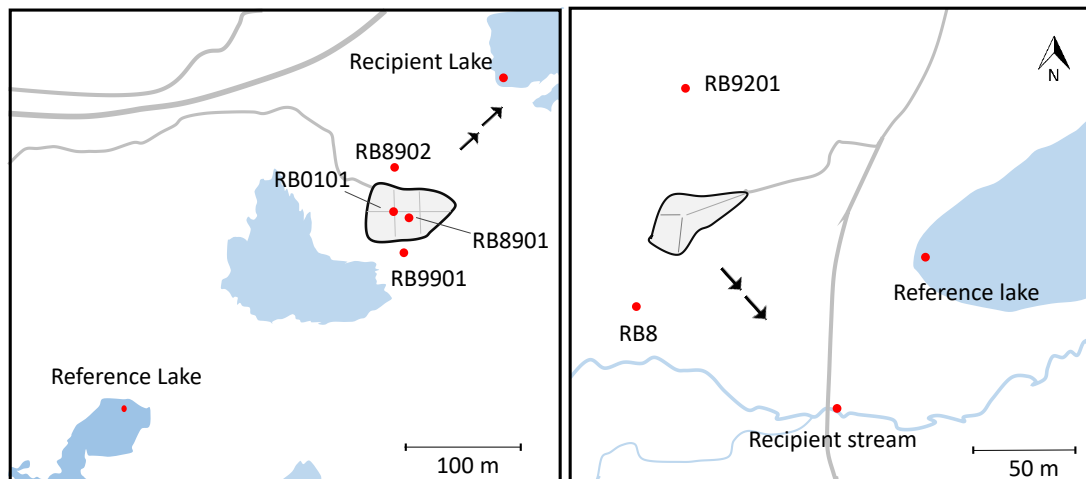
Infiltration är den vanligaste typen av avloppsanläggning för små avlopp i Sverige. Vid infiltrering tränger avloppsvattnet efter trekammarbrunnen genom ett markskikt och går sedan ner i grundvattnet. Reduktion av oorganiska näringsämnen och organiska substanser sker främst i omättad zon i markprofilen. Traditionellt övervakas grundvattenkvaliteten ofta genom analys av vissa grundläggande fysikaliska och kemiska parametrar, inklusive pH, konduktivitet, näringsämnen och hygienparametrar. Kemikalier som läkemedel, kosmetiska produkter, plastadditiv och flamskyddsmedel, regleras i princip inte och kontrolleras därför inte i grundvatten. Dessa typer av kemikalier har fått ökad uppmärksamhet då de kan utgöra ett hot för såväl människors hälsa som miljö. Deras förekomst i vattenmiljön har fått betydande uppmärksamhet på grund av ökande halter och att vi genom utveckling i analystekniker under senare år kan detektera allt lägre halter.

Marken har en stor förmåga att binda såväl organiska som oorganiska föroreningar men den förmågan varierar med jordkaraktäristik och med egenskaperna för kemikalierna. Många kemikalier har dock stor vattenlöslighet och binder dåligt in till jorden eller bryts inte ned på dess väg till grundvattnet. Det betyder att ett flertal kemikalier troligen kan transporteras långa sträckor från en utsläppskälla hela vägen till dricksvattentäkt och skulle därmed kunna utgöra ett hot för människa genom kontaminerat dricksvatten. Mycket få studier finns publicerade inom området infiltration och sådana anläggningars förmåga att reducera organiska kemikalier. Tillgängliga studier täcker ett begränsat urval av kemikalier och beaktar inte situationen i Sverige där vi t.ex. har kyla under en stor del av året.

Vår forskargrupp vid Umeå universitet har lett det Formas-finansierade forskningsprojektet RedMic (2013-2017) med fokus på att utveckla strategier för att minska utsläpp av organiska föroreningar från små avloppsanläggningar. RedMic var ett samarbetsprojekt med forskare vid Umeå universitet, KTH, SLU i Uppsala, Uppsala universitet samt Lunds universitet. I projektet jämfördes olika typer av anläggningar, inklusive markbäddar och minireningsverk. I RedMic inledde vi en pilotstudie om infiltrationsanläggningar under hösten 2016. Grundvatten samlades in från två infiltrationsställen i Åre kommun i november 2016 och januari 2017. Genom finansiering från Havs- och vattenmyndigheten möjliggjordes en utökad provtagning i dessa anläggningar under ett helt år med fem provtagningstillfällen. Vi inkluderade ett flertal typer av prover för att förstå anläggningarnas reduktionsförmåga av organiska kemikalier men också dess påverkan på närliggande miljöer. Syftet var att skapa en bred karakterisering av organiska föroreningar i grundvatten intill en infiltrationsanläggning, studera säsongsvariation i reduktionsgrad, beräkna risk för vattenlevande organismer i recipienten samt öka förståelsen för kemiska egenskaper som driver reduktion och mobilitet av organiska miljöföroreningar.

Material och metod

Anläggningarna i Ånn och Storlien som är designade för 500 och 3000 p.e. följdes från hösten 2016 till hösten 2017 med fem provtagningar. Nedan ses bilder som illustrerar provtagningspunkterna (Figur 1) samt infiltrationsbäddarna (Figur 2). Vatten provtogs efter dammar motsvarande en trekammarbrunn, dvs. före infiltration och i grundvattenrör i anslutning till anläggningarna, dvs. efter infiltration. Samtliga punkter provtas av kommunen regelbundet för ordinarie provtagning. Grundvatten provtogs med bailerprovtagare omfattande ca en liter vatten för analys av läkemedel och en liter för analys av andra kemikalier. Samtidigt togs prover för rutinmässig provtagning. Vi provtog även vid ett flertal tillfällen inkommande orenat avloppsvatten, dricksvatten, ytvatten från bakgrundssjöar samt recipientvatten. Proverna transporterades till SLU i Uppsala och till Umeå universitet där de analyserades för organiska kemikalier med respektive LC-MS och GC-MS. Vi analyserade även halten kloridjoner som markör för avloppsvatten för att kunna studera och beräkna utspädningsfaktorn i grundvattnet. Denna markör jämfördes med sötningsmedlet sukralos som också använts för samma syfte. En miljöriskbedömning genomfördes även där uppmätt halt i vattnet jämfördes med beräknad effekt i vattenlevande organismer för att ta fram en riskkvot.



Figur 1. Kartor över provtagningspunkter i Storlien (vänster) och Ånn (höger) i Åre kommun.



Figur 2. Foton över anläggningarna i Ånn (ovan) och Storlien (nedan).

Resultat och diskussion

Betyddigt högre halter och fler föroreningar hittades i grundvatten vid anläggningen i Storlien jämfört med Ånn. Vi analyserade totalt 103 föroreningar och hittade 14 av dessa i samtliga grundvattenprover men totalt 90 olika substanser hittades i något prov. De högre halterna i Storlien verkar dock vara relaterade till utspädning, d.v.s. proverna i Ånn vid provtagningspunkterna är mer utspädda än de i Storlien. Detta bekräftades efter att halterna normaliserats för utspädning och endast två substanser uppvisade signifikant högre utsläpp från anläggningen i Storlien jämfört med den i Ånn. Vi fann att klorid var bäst lämpat för normalisering då sukralos visade sig minska i halt genom anläggningarna, dvs. antingen fastnar den på partiklar eller bryts den ned. De två ämnena som reducerades sämre i anläggningen i Storlien var en organofosfat (tris(1-kloro-2-propyl)fosfat) och ett sötningsmedel (acesulfamkalium). Vi noterade generellt högre reduktion, troligen orsakat av fastläggning, för mer fettlösliga föroreningar. Säsongvariation som skulle kunna vara orsakade av biologisk nedbrytning eller fotonedbrytning studerades mellan provtagningarna i november och augusti där endast små skillnader noterades för ett fåtal föroreningar.

Mycket få och låga halter av studerade föroreningar hittades i vattendrag som var valda som referenslokaler och som inte ska vara påverkade av infiltrationsanläggningarna. Även dricksvatten provtagna från vattenverk från både Ånn och Storlien innehöll mycket låga halter. Ett antal (18) i låga koncentrationer hittades i recipienten i Ånn. I Storlien hittades ett 50-tal föroreningar i recipienten i halter upp till höga nanogram per liter vatten (t.ex. sukralos 330 ng/L och tris(2-butoxyetyl) fosfat 990 ng/L) medan de omdiskuterade PFAS-ämnena var låga i halter. Vi såg tydliga kopplingar mellan mönster av föroreningar i grundvatten i anslutning till infiltrationen och vattnet i recipienten vilket tyder på att avloppsanläggningen är den dominerande källan. Miljörisk bedömdes baserat på halten i vattnet i recipienten i Storlien och beräknad så kallad icke-effekt koncentration (PNEC) vid kronisk exponering för mest känslig organism i akvatisk miljö. En medelhög risk (riskkvot mellan 0.1-1) fanns för tre substanser (ett parfymämne och två organofosfater). Studien visar sammanfattningsvis att ett stort antal organiska miljöföroreningar återfanns i grundvatten och att infiltrationsanläggningar kan utgöra en betydande källa för kontaminering av recipienter.