

# Vatten

#4  
2024  
Årgång 80

Tidskrift för vattenvård

Smarta fördröjningsmagasin  
för återbruk och fördröjning av  
dagvatten i Sverige

Sid 194

# Ledaren



Det regnade i Valencia och medierna ringde. "Kan detta hända här, i Sverige? Är vi redo?", frågade de. De korta svaren är nja respektive nej. Översvämningen i Valencia präglades av väldigt stora regnmängder på kort tid och ett bergigt landskap med lösa jordar. I Sverige har vi inte riktigt denna geologi som kan leda till mycket hastig översvämning. Mig veterligen har vi inte ens ett vedertaget begrepp på svenska – rätta mig om jag har fel. På engelska kallas det *flash flood*, vilket ofta översätts till *störtflod* eller *plötslig översvämning*.

Vi får sannolikt inte störtfloder som i Valencia. Å andra sidan, skulle en annan, lika kraftig översvämning kunna inträffa i Sverige? Ja, troligen, svarar jag. Om man frågade borgmästaren i Valencia om det skulle kunna hända där, skulle hen troligen ha svarat nej före översvämningen. Vem kan föreställa sig en sådan händelse i sin hemstad? Ändå händer det.

Att vi är oförberedda för extremer är självklart. Frågan är väl snarare om vi är mer eller mindre oförberedda. Men hur förberedda vill vi vara och vilka resurser vill vi lägga? I den fysiska miljön handlar det om att hitta lösningar som samtidigt ger andra värden. Det gäller, kort sagt, att arbeta med topografin och naturen, inte emot. Detta är ett enormt arbete och till det kommer arbetet med befolkningens kunskap, räddningstjänstens resurser och mycket mer.

*Johanna Sörensen, redaktör*

# Innehåll

I blickpunkten .....	160
Föreningsmeddelanden .....	162
Pressreleaser .....	164
Litteratur .....	178
Dikt .....	179
Språk .....	180
Reserättelser .....	182
Fosfor från små avlopp – kan vi bedöma markretentionen .....	186
Smarta fördröjningsmagasin för återbruk och fördröjning av dagvatten i Sverige .....	196
Vatteninfrastruktur för livsmedelsproduktion under press .....	205
Skriv i Tidskriften Vatten .....	212
Boktips för barn .....	213
Korsord .....	215

## FÖRENINGEN **Vatten**

[www.foreningenvatten.se](http://www.foreningenvatten.se)  
[www.tidskriftenvatten.se](http://www.tidskriftenvatten.se)

Föreningen Vatten ska verka för vård av och rätt hushållning med vattentillgångarna och en god vattenmiljö. Föreningens medlemmar är personliga eller stödjande.

Årsavgift 2023 för personlig medlem är 250:- (pensionärer och studerande 100:-) och för stödjande från 8 900:-.

Medlemmarna får tidskriften VATTEN utan kostnad, stödjande får tre exemplar av tidskriften. Alla frågor rörande medlemskap i Föreningen Vatten handhas av kansliet.

Föreningen Vatten är ansluten till Water Environment Federation (WEF) i USA.

### STYRELSE

Marinette Hagman, ordförande  
Maja Englund, vice ordförande  
Amanda Ragnarbaek, sekreterare  
Malin Denninger, skattmästare  
Johanna Sörensen, redaktör  
Irina Persson, ledamot  
Johanna Weglin Nilsson, ledamot  
Crister Bäckström, ledamot  
Anna Dahlman Petri, ledamot  
Thor Wahlberg, ledamot  
Rebecka Engström Gustafsson, webb-redaktör

WEF/House of Delegates, Magnus Arnell

*Kontaktuppgifter finns på vår hemsida.*

### KANSLI

Föreningen Vatten, c/o Föreningshuset Sedab  
Lumaparksvägen 7, 120 31 Stockholm  
Telefon 08-121 513 28  
Telefontid måndag-fredag 08.00-12.00  
E-post [kansliet@foreningenvatten.se](mailto:kansliet@foreningenvatten.se)

### TIDSKRIFTEN VATTEN

Utges av Föreningen Vatten.  
*Journal of Water Management and Research*  
published by the Swedish Association for Water.

### REDAKTION

Rolf Larsson, ansv. utg. 046-222 73 98  
Johanna Sörensen, redaktör 046-222 44 87  
Adress: Teknisk Vattenresurslära, Lunds  
Universitet, Box 118, S-221 00 Lund  
E-post [johanna.sorensen@tvr.lth.se](mailto:johanna.sorensen@tvr.lth.se)  
Annonser: Kontakta redaktionen

ISSN 0042-2886

Upplaga: 815 ex.

Produktion: McDowell Advertising  
Omslagsbild: Pamela McDowell  
Tryck: Åbergs, Tomelilla, december 2024

Föreningen Vattens plusgiro: 280378-1  
och bankgiro: 569-4328

# Satsningar på forskning och innovation ...

*... lägger grunden till att skapa goda förutsättningar att lösa vattenutmaningar.*

Omvärlden präglas av kris, beredskap, klimatförändringar, ökad konkurrens om råvaror och talanger. Samtidigt krävs en omställning till en hållbar och mer digital värld. Detta innefattar i allra högsta grad vattenfrågor som blir alltmer intressanta och aktuella för många på ett helt nytt sätt.

I det perspektivet är det glädjande att större satsningar på nationell nivå pågår. Enligt pressmeddelande från Regeringskansliet i september, är forskning och innovation av högsta kvalitet en nyckel för att nå högre tillväxt och stärka svensk konkurrenskraft och lösa dagens utmaningar i samhället. I budgetpropositionen för 2025 föreslår regeringen att anslagen till de statliga forskningsfinansiärerna ska ökas kraftfullt. Förslaget innebär den största satsningen och ökningen av resurser till forskning och innovation någonsin.

För att fortsatt kunna prioritera Sveriges satsningar har Vinnova, på uppdrag av regeringen, tagit fram en rapport som föreslår 6 prioriterade teknikområden där vi som land har god förmåga att ta en ledande position. Det handlar om att bygga spetskompetens inom



exempelvis; artificiell intelligens, avancerad digital teknik och bioteknik för hälsa och klimatomställning, vilka alla är områden där jag ser en direkt koppling till vattenbranschen.

Parallellt med detta sker en satsning i och med innovationsprogrammet "Avancerad digitalisering" som är ett unikt partnerskap mellan näringslivet och staten som ska bidra till att svensk industri utnyttjar den potential som digitalisering och ny teknik medför. Även här finns stora möjligheter för vattenrelaterad teknikutveckling.

Därtill har Vinnova tillsammans med Formas och Energimyndigheten nyligen initierat en omfattande satsningen genom programmet Impact Innovation där ett av insats-

områdena är "Samverkan för hållbart vatten för alla" inom ramen för Water Wise Societies.

Det är stora ambitioner och satsningar som pågår och behovet av kompetenta personer som kan bidra till utveckling, drift och samverkan mellan olika vattenaktörer är påtagligt. Vi är därför stolta över att Föreningen Vatten kan erbjuda ett neutralt nätverk för kunskapsspridning och samverkan. Att hitta rätt kontakter och skapa relationer med varandra blir avgörande för hur bra vi lyckas lösa vattenutmaningarna vi står inför. Det är därför glädjande att vi ökar antalet följare på LinkedIn och antalet medlemmar i föreningen. Vi kommer fortsatt satsa på både fysiska och digitala träffar. I närtid är ambitionen att utvidga vår digitala verksamhet med fler lunch-webbinarier. Håll utkik efter dem.



Marinette Hagman  
Ordförande Föreningen Vatten

# Nyheter från våra sektioner

*Hydrologisektionens årliga seminarium gick av stapeln i oktober, Södra kommittén har Skånelandsmöte i mars och Norra regionkommittén ordnar nya lunchföredrag med norrlandsperspektiv.*

## HYDROLOGISEKTIONEN

Hydrologisektionens årliga seminarium gick av stapeln den 23 oktober och handlade i år om "Nivåmätning i självfallsnät". Seminariet samarrangerades med NSVA och WANDA-projektet. Det var ett intensivt program med en blandning av föredragshållare från Dryp, Kristianstads kommun, NSVA, Lunds Tekniska Högskola, FlowBelow/WANDA-projektet och DHI. Ämnet är högaktuellt eftersom IoT-teknik gör det där är möjligt att instal-

lera och övervaka ett stort antal nivåsensorer till en rimlig kostnad. Föredragshållarna gav olika perspektiv på hur data från stora mängder nivåmätare kan förädlas och användas för att få insikter

kring exempelvis bräddning och tillskottsvattenhantering. Föredrag varvades med teknikpitchar och mingel tillsammans med ett tiotal teknikleverantörer som var representerade i lokalen på Recolab i



*Installation av mätare i brunn*

Helsingborg. Stort tack till alla föredragshållare och deltagare i lokalen och på länk!

Efter mötet höll hydrologisektionens styrgrupp strategimöte. Mot en bakgrund av sektionens historik diskuterades sektionens roll i Föreningen Vatten, vad hydrologisektionen kan bidra till som inte andra föreningar gör och hur



*Teknikleverantörerna presenterar sig inför teknikminglet.*

*Mingel och tekniskdiskussioner.*

vi ska arbeta framåt. Hydrologisektionen vill med våra möten bidra till att hydrologiska frågor diskuteras brett och djupt. Under senare år har vi märkt att det är svårare för anställda inom vattensverige att få resa till möten med ett brett fokus. Därför har vi testat olika mötesformer, bland annat möten genom en online mötesplattform som möjliggör mingel i "salen" och nu senast hybridmöte med fysiskt deltagande och medlyssning online. Efter en full dag med både vårt årliga seminarium och strategimöte firades hydrologisektionens 20-årsjubileum med en trevlig middag.

## SÖDRA KOMMITTÉN

Nästa Skånelandsmöte blir onsdagen 5 mars 2025. Temat blir "Planera VA-system för nu och framtiden" och kommer att inkludera föredrag om VA-förvaltning i större och mindre kommuner,

kommande investeringar i Södra Sverige och Danmark, VA-taxa, nödvatten, samt kemiska och mikrobiologiska barriärer i dricksvattenproduktion.

## NORRA KOMMITTÉN

Inom norra regionkommittén jobbar vi på med de digitala lunchföredragen. Kommande planerade lunchföredrag är:

**14 februari 2025: Hållbart vatten för alla 2050, Innovationsprogrammet Water Wise Societies kommer ge 1 miljard i stöd för omställning.**

*Om evenemanget:* Water Wise Societies driver omställningen mot hållbart vatten för alla. Vatten ska finnas tillgängligt i rätt mängder och kvaliteter för att människor, miljö, näringsliv och samhället i stort ska blomstra, trots ett föränderligt klimat. Water Wise Societies är en del av innovationssatsningen Impact Innovation: en

gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Syftet är att accelerera hållbar utveckling för global konkurrenskraft och samhällsnytta. 100–150 miljoner kr per år i bidrag Det är en långsiktig satsning med 10-åriga program med 100–150 miljoner kr per år i bidrag till innovation och omställning. Water Wise Societies kommer möjliggöra för en bred palett av aktiviteter som utarbetas tillsammans med aktörerna i programmet. Det inkluderar aktiviteter inom såväl forskning som innovation, kompetensutveckling, policy och styrning, internationalisering och omställningsledning.

*Föredragshållare:* Magnus Arnell, Programchef för innovationsprogrammet Water Wise Societies, RISE Research Institutes of Sweden.

Anmälan via föreningens hemsida.

## DIGITALT LUNCHSEMINARIUM

# Hållbart vatten för alla 2050

14 feb. 2025 12:15 – 13:00

Water Wise Societies driver omställningen mot hållbart vatten för alla. Vatten ska finnas tillgängligt i rätt mängder och kvaliteter för att människor, miljö, näringsliv och samhället i stort ska blomstra, trots ett föränderligt klimat.

Water Wise Societies är en del av innovationssatsningen Impact Innovation: en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Syftet är att accelerera hållbar utveckling för global konkurrenskraft och samhällsnytta.

Föredragshållare: Magnus Arnell, Programchef för innovationsprogrammet

Water Wise Societies, RISE Research Institutes of Sweden

Föredraget är kostnadsfritt och alla medlemmar är välkomna. Läs mer och anmäl dig på

[www.foreningenvatten.se/kommande-arrangemang](http://www.foreningenvatten.se/kommande-arrangemang).

## LUNDS UNIVERSITET I NYTT FN-SAMARBETE OM VATTEN

Lunds universitet och FN:s universitet för vatten, miljö och hälsa etablerar en gemensam hubb med fokus på vatten. Satsningen ska stärka Lunds universitets koppling till FN, men också erbjuda ett unikt FN-spår för studenter.

Den nya hubben går under namnet Water in a changing environment – WICE. Satsningen ska pågå i fem år för att sedan utvärderas, men tanken är att hubben ska bli permanent. För Lunds universitets del innebär samarbetet möjligheter för både forskare och studenter. Genom hubben kommer forskare från alla fakulteter med koppling till vatten, miljö och hälsa att kunna skapa nätverk och samarbeta med framstående forskare vid FN-universitetet.

– Med hjälp av FN-stämpeln blir det lättare att få ut forskning som görs i Lund på en global arena. Det finns bara två andra sådana hubbar i världen, en i Kanada och en i Tyskland. Så det känns oerhört spännande att få den här möjligheten, säger Lina Eklund, forskare vid institutionen för naturgeografi och ekosystemvetenskap vid Lunds universitet.

### Unikt FN-spår

När det kommer till utbildningsdelen kommer Lunds universitet att etablera ett FN-spår för studenter som går program kopplade till vatten, miljö och hälsa. De kommer att få extra träning och möjlighet att söka sig till praktik-



platser vid en rad internationella organisationer.

– Detta kommer att attrahera extra motiverade studenter som vill jobba med vattenfrågor. När vi blev tillfrågade om att inleda det här samarbetet nappade vi direkt, säger Rolf Larsson, docent i teknisk vattenresurslära vid Lunds tekniska högskola, LTH.

### Avgörande framtidsfråga

Det är ingen slump att Lunds universitet handplockades av FN-institutet för vatten, miljö och hälsa. För 20 år sedan gick institutets nuvarande chef Kaveh Madani en masterutbildning vid LTH. Sedan dess har han gjort en raketkarriär som involverar TEDx-talks, prestigefyllda uppdrag vid Imperial College och Yale samt en professur vid City College of New York.

– Vatten kopplat till miljö och hälsa är en av de viktigaste globala frågorna för mänsklighetens framtid. För Lunds universitet är denna hubb en fantastisk möjlighet att stärka samarbetet med FN kring de stora globala frågorna, säger Erik Renström, rektor för

Lunds universitet.

WICE invigs officiellt måndagen den 11 november då Erik Renström och Tshildzi Marwala, rektor för FN-universitetet, signerar ett samarbetsavtal. Ceremonin sker i Pelarsalen i universitetshuset, Paradisgatan 2, 14:30.

*Lunds universitet, 2024-11-08*

## SVENSKT VATTEN VÄLKOMNAR EU:S NYA AVLOPPSDIREKTIV

Det nya direktivet innebär strängare krav på reningsverk i hela Europa. Syftet är att minska utsläpp, uppnå energineutralitet och underlätta för cirkulär ekonomi.

– Direktivet är efterlängtat. En av många nyheter är producentansvaret samt den moderna synen på de resurser som finns i avloppsvatten och slam, områden som vi på Svenskt Vatten arbetat hårt för, säger Anders Finnson, samordnare för EU-frågor på Svenskt Vatten.

Den 5 november antog EU:s ministerråd det reviderade



avloppsdirektivet med stor majoritet, vilket innebär flera betydande förändringar för Europas vattensektor.

De största förändringarna innefattar ett utökat tillämpningsområde. Reningsverk i tätorter med minst 1 000 invånare (pe = antal invånare + eventuell belastning från industri/verksamhet) ska nu rena biokemisk syreförbrukning (BOD), vilket är en sänkning från dagens gräns på 2 000 invånare. Undantag görs för reningsverk i tätorter med mellan 1 000 och 2 000 invånare under de kvartal där avloppsvattnets medeltemperatur är under 6 °C och om utsläppen bedöms vara ofarliga för miljön. Krav införs också på rening av fosfor och kväve för alla reningsverk med fler än 150 000 invånare, vilket ska genomföras senast 2039. I fosfor- och kvävekänsliga områden gäller reningsskruven för tätorter med mellan 10 000 och 150 000 invånare. Möjligheten att tillgodoräkna sig naturlig kväverening, så kallad kväveretention, försvinner om 20 år. På grund av de känsliga svenska vattendragen, sjösystemen och omgivande kuster ställer Ramdirektivet för vatten i allmänhet

skarpare krav på fosfor- och kväverening än även det nya avloppsdirektivet.

Ett annat viktigt steg är kravet på avancerad rening för att minska mikroföroreningar, såsom läkemedelsrester. Reningsverk med över 150 000 invånare ska införa sådan rening enligt en tidtabell där 20 procent av reningsverken ska vara klara redan 2033, 60 procent senast 2039 och alla 2045. Reningsverk i mindre tätorter omfattas av kravet först efter en riskbedömning; där ska 10 procent av reningsverken vara klara 2033, 60 procent senast 2039 och alla 2045. Producenter av läkemedel och kosmetika kommer att täcka minst 80 procent av kapital- och driftkostnaderna för denna avancerade rening enligt principen om att förorenaren betalar.

Direktivet kräver också att reningsverk på nationell nivå ska uppnå energineutralitet till 2045, men tidplanen börjar redan 2028 då alla reningsverk över 100 000 pe ska ha gjort sin första energirevision, och 20 procent energineutralitet ska vara uppnådd under 2030. År 2045 får upp till 35 procent av energin vara fossilfri, upphandlad energi, medan resten ska

komma från förnybara källor som kan genereras inom eller utanför reningsverken. Krav införs även 2033 på återanvändning av fosfor.

För att förbättra vattenkvaliteten införs krav på avloppsplaner för tätorter. Planerna ska vara klara senast 2033 för tätorter med minst 100 000 invånare och senast 2039 för tätorter med minst 10 000 invånare i "riskzonen". Planerna ska ses över vart sjätte år för att bland annat uppfylla vattendirektivets krav.

Nya och utökade krav på information till allmänheten införs. Krav införs också på mätning och rapportering av utsläpp av klimatgaser såsom koldioxid, lustgas och metan samt på mätning av vissa smittämnen i avloppsvatten.

– Det här direktivet är en viktig milstolpe för skyddet av våra vattenresurser och innebär en modernisering av regelverket. Samtidigt är det avgörande att vi arbetar gemensamt för att klara de tekniska och ekonomiska utmaningarna som följer, särskilt för att möta kraven på avancerad rening och energineutralitet, säger Anders Finnson.

Direktivet gäller Svenskt Vattens medlemmar först efter att det införlivats i svensk lagstiftning. Sverige har nu 30 månader på sig att införliva direktivet, och Svenskt Vatten framhåller behovet av att regeringen tillsätter en offentlig utredning för att säkerställa en samordnad och effektiv implementering i svensk lag. Det är bland annat mycket viktigt att Sverige tydligt inför undantaget för Wersedomen i svensk lagstiftning.

*Svenskt Vatten, 2024-11-07*

### 3D BANADE VÄG FÖR NYTT RENSGALLER

När VA-bolaget Nodra i Norrköping skulle byta rengaller ställdes de inför oväntade utmaningar. Med hjälp av FVB har de tagit fram lösningar som förbättrat både reningsprocessen och arbetsmiljön.

På Slottshagens reningsverk renar Nodra omkring 45 miljoner liter avloppsvatten varje dygn. Första reningssteget är att fånga upp skräp som kommer med avloppsvattnet, vilket görs med hjälp av rengaller.

– Vi får in omkring fyra ton skräp i veckan, som inte ska vara i avloppsvattnet överhuvudtaget. Det kan vara mobiltelefoner, tamponger och tops med mera som fångas upp av rengallret, berättar Roger Allen, projektledare på Nodra och fortsätter:

– De gamla rengallren var utslitna och behövde bytas ut. Dessutom hade vår leverantör gett besked att de inte längre kunde göra service på gallren, så vi hade ett stort behov av att byta ut dem.

#### Besvärligt byte

På reningsverket finns tre parallella rengaller och de är vardera fem meter långa, en meter breda och väger omkring tre ton. Gallren – som är maskinlinjer – fungerar som en trappa i rörelse, där vattnet forsar genom nätet i trappan medan skräpet stannar kvar tack vare gallret. Skräpet skickas sedan till Händelö kraftvärmeverk och blir fjärrvärme och el.

Att byta ut de gamla gallren visade dock sig vara mer besvärligt än Nodra räknat med. Det beror på att de var placerade i en trång lokal där det dessutom saknades en traverskran. Därtill var de nya gallren och skruvtvättspresar något större och längre.

– Vårt uppdrag var inledningsvis att göra konstruktioner till rengaller och tillhörande maskiner som skulle placeras på samma plats som tidigare, men redan tidigt i detta arbete insåg vi att det skulle bli problem med att byta ut de gamla rengallren och Nodra behövde mer hjälp än vad de först trott, säger David Lindén

Elofsson, som ansvarat för projektet från FVB.

#### Visualisering genom 3D

– Den trånga lokalen innebar ett komplext problem och vi fick bolla olika idéer hur vi skulle klara bytet av rengallren. Det gjorde vi bland annat genom 3D-skanning av lokalen och ny design i 3D-verktyg där kunden på ett tydligt sätt fick en visualisering av projekteringen och kunde se förslag på förändringar, säger David Lindén Elofsson.

Han lyfter också fram att 3D-verktyget möjliggjorde kontroll av installationsförfaranden och montageutrymmen, vilket förebyggde förseningar och fördyringar i form av tilläggsarbete.

Roger Allen framhåller att FVB:s kompetens med 3D-skanningsverktyg har varit en nyckel till framgång i projektet.

– Med hjälp av 3D-verktyget kunde vi på ett mycket enkelt sätt se olika alternativ. Det sparade också tid, säger Roger Allen.

#### Otraditionell lösning

Lösningen blev att göra en avlyftningsbar lucka i taket så att man kunde lyfta ut de gamla maskinerna och få de nya på plats. Det är en otraditionell lösning, men den har visat sig fungera bra i praktiken och i november ska den sista maskinen komma på plats.

Utöver takluckan har Nodra infogat en kompletterande stålkonstruktion i byggnaden med en travers som kan arbeta i hela lokalen.

– Detta har varit viktigt för att kunna ta bort och få på plats rengallret, men också vid större





underhåll. Omkring vart tredje år behöver man byta ut delar i rens-gallret och då behövs traversen. Dessutom har lokalen byggts ut vilket gör det enklare för underhåll framöver och det blir en förbättrad arbetsmiljö, säger David Lindén Elofsson.

Samarbetet med FVB har fungerat mycket bra menar Roger Allen.

– Det finns ingen standardlösning hur man ska lösa problem i våra anläggningar, utan det krävs ett stort kunnande, vilket FVB har. David har varit lyhörd och kommit med olika förslag på intressanta lösningar hur vi kan lösa våra problem och nu har vi en lokal som är bättre lämpad för verksamheten och de som ska jobba där, säger Roger Allen.

*FVP, 2024-10-30*

## Chalmers Ventures

### AQUA ROBUR TAR IN 10 MILJONER I RUNDA - CHALMERS VENTURES FÖLJDINVESTERAR

Aqua Robur, ett av Chalmers Ventures portföljbolag, har genomfört en nyemission på 10 miljoner kronor. Chalmers Ventures är en av ägarna som följdinvesterar.

### Utmaning: vattenläckage och klimatförändringar

Stora mängder vatten försvinner i VA-nät varje år på grund av läckage och gamla system. Klimatförändringar ökar risken för översvämningar och föroreningar av vattentäkter, vilket förvärras av en kraftigt åldrad VA-infra-

struktur och en otillräcklig takt för förnyelse. En del av lösningen ligger i omställningen till digitalisering och IoT. Här spelar Aqua Robur en viktig roll genom att erbjuda innovativa teknologier som främjar både hållbarhet och utveckling inom övervakningen av VA-infrastrukturen. Genom dessa lösningar tillförs ett betydande värde till kommuner och branschaktörer, och möjliggör en mer effektiv hantering av befintliga utmaningar.

### Övervakning av VA-system genom innovativa och hållbara lösningar

En av Aqua Roburs prisbelönta innovationer är en världsunik turbin som drivs av vattenflödet i rörsystemet och förenklar hanteringen av VA-system. Genom inbyggda sensorer för tryck, temperatur och flödesuppskattning kan hela dricksvattennät övervakas utan att vara beroende av fast el eller batteribyten. Mätdata överförs kontinuerligt i realtid via trådlös kommunikation och kan därefter analyseras för avvikelser, vilket effektiviserar arbetet med att lokalisera och reparera läckor.

Aqua Robur erbjuder helhetslösningar inom flera applikationer, bl a övervakning av dricksvattenledningar, effektiv utredning av tillskottsvatten samt övervakning av bräddninspunkter i syfte att uppfylla lagkrav. Idag nyttjar omkring 100 kommuner i Norden Aqua Roburs lösningar för att få koll på ledningsnät och arbeta proaktivt med övervakning och åtgärder.

### Nytt kapital

Det kapital som tillförts genom nyemissionen kommer att användas för att accelerera tillväxten genom förstärkning av försäljningsorganisationen, expansion till nya marknader och produktutveckling. Bolaget har även en nyligen tillträdd vd.

– Efterfrågan på vår innovativa teknik är hög, vilket förklarar det stora intresset för vår nyemission, säger Robert Andersson, vd på Aqua Robur. Särskilt kul att medarbetare och befintliga delägare visade så stort engagemang. Vi ser nu fram emot att fortsätta utveckla innovativa lösningar där vi tillsammans med kommuner och branschaktörer kan skapa vatten-resilienta samhällen, välmående sjöar och ökad tillgång till rent vatten.

– Vattenfrågan är en av de viktigaste i vår omvärld, säger Björn Westman Investment Director på Chalmers Ventures. Aqua Robur är ett bolag som både har en stor möjlighet till positiv impact i vattenfrågan samtidigt som marknaden är stor. Vi ser fram mot en resa med stor utväxling på marknaden.

*Chalmers Ventures, 2024-10-25*

## BCs Östersjöpris

### BJÖRN CARLSONS ÖSTERSJÖSTIFTELSE – PRISTAGARE

Björn Carlsons Östersjöpris ska belöna forskare eller annan person som i vid mening bidragit till arbetet för en bättre östersjömiljö. Det kan vara enskilda forskningsresultat eller en längre tids

samlade arbete. Det kan också vara insatser för att forskning omsatts i policy eller förts ut till en bredare allmänhet.

Beslut om pristagare av Björn Carlsons Östersjöpris offentliggörs i augusti och delas ut i september varje år.



**2024:**

### **Professor Ragnar Elmgren**

Professor Emeritus Ragnar Elmgren's main research concerns the effects of eutrophication and cyanobacterial blooms in the Baltic Sea with an emphasis on bottom fauna, including methods for coastal management.

Elmgren has basic training in Zoology, Chemistry, Philosophy and Scandinavian Archaeology from Stockholm University.

In 1976, he achieved his PhD in Animal Ecology at Askö laboratory and the Department of Zoology at Stockholm University. The title of his thesis is "Baltic Benthos Communities and the Role of the Meiofauna".

In 1990 he became a full Professor of Brackish Water Ecology at Stockholm University. He retired from his professorship in 2011 but was active thereafter coordinating the BEAM program and participating in several research projects.

### **Prize motivation:**

Professor Ragnar Elmgren is awarded for being one of the most outstanding researchers in the field of marine eutrophication. His pioneering work over the past 50 years has focused on understanding the complex interactions between human activities and marine ecosystems, particularly in the Baltic Sea. Through his tireless efforts to educate the public and train future generations of scientists he has shared his knowledge both nationally and internationally. Even to this day, his work continues to form the basis of policy development.

Introduction to the research area and summary of awardees' contributions: Marine eutrophication refers to the process where water bodies become enriched with nutrients, such as nitrogen and phosphorus, due to human activities like agriculture and wastewater discharge. This nutrient overload can lead to excessive growth of algae and phytoplankton. When they die and decompose large amounts of oxygen are consumed, resulting in hypoxic or anoxic conditions leading to "dead zones" where most marine life cannot survive. This can lead to loss of biodiversity and disruption of ecosystem services such as fisheries, recreation, and overall water quality. Understanding and mitigating eutrophication is crucial for preserving the health and sustainability of the Baltic Sea's marine ecosystems.

Professor Elmgren is one of the most outstanding researchers in the field of marine eutrophica-

tion. His research over the past 50 years has revolutionized our understanding of nitrogen and phosphorus cycling and their impact on aquatic systems. Additionally, his work has contributed to the development of science-based mitigation strategies.

### **Description of the awardees' research:**

Professor Elmgren is renowned for his pioneering work in marine ecology, particularly in the Baltic Sea region. His research has focused on understanding the complex interactions between human activities and marine ecosystems, with a special emphasis on issues such as benthic ecology and ecosystem dynamics.

His two most cited papers are both from 1996. The highest cited has the title "Regional nitrogen budgets and riverine N & P fluxes for the drainages to the North Atlantic Ocean: Natural and human influences". This paper was cited almost 1500 times and has a high number of citations in policy documents in the US and Europe.

His second most cited paper is also from 1996 and titled: "The fate of nitrogen and phosphorus at the land-sea margin of the North Atlantic Ocean". This paper has 700 citations and a significant number of citations in policy documents from US and European ministries and authorities.

His early pioneering paper on "Eutrophication and the Baltic Sea: causes and consequences" from 1985 showed that loadings of phosphorous and nitrogen to the Baltic Sea were higher than

previously estimated and that it was caused by anthropogenic activities.

Another impactful contribution is the paper “Man’s impact on the ecosystem of the Baltic Sea: Energy flows today and at the turn of the century” from 1989, with professor Elmgren as the single author, which analyses carbon flows within the Baltic ecosystem, and the effects of eutrophication, fishing and reduced population of top predators (i.e. seals) caused by hunting and chemical pollution.

Both these papers are still today highly cited in their field.

Overall, professor Elmgren has an impressive track record using conventional science citation indexes. He has 81 publications cited more than 9000 times (Source: Scopus). Several of his papers are also well-cited in European, the US, and international policy documents.

Professor Elmgren has been the main supervisor for twenty PhD students in Animal Ecology, Marine Ecology or Systems Ecology.

### **Impact:**

Professor Elmgren has generously shared his knowledge both nationally and internationally through his tireless efforts to educate the public and train future generations of scientists. He was a pioneer in stepping down from the ivory tower to actively engage in science-policy communication by participating in the public debate in different ways, including communicating with policymakers and interacting with journalists and news media. Professor

Elmgren did this at a time when such activities were more uncommon for professors than they are today, meaning it required both courage and a strong commitment to contribute with knowledge that could help shape environmental policies and protection measures for the Baltic Sea.

He has been a leading expert in advocating sustainable management practices in coastal areas and has conducted influential studies on the effects of human activities on marine ecosystems.

His work has informed policy efforts to reduce nutrient inputs into the Baltic Sea from sources such as agriculture, wastewater, and atmospheric deposition. One of the most prominent examples was his contribution to the eutrophication assessment published in 2006 by the Swedish EPA, where Professor Elmgren’s work and expertise were used to emphasize the role of both nitrogen and phosphorus for Baltic Sea eutrophication with major implications for national and international eutrophication target setting.

Professor Elmgren participated in the EU-projects BASYS (on the impact of climate change and other anthropogenic disturbances in Baltic Sea coastal ecosystems), and SPICOSA (aiming at developing a research approach for the assessment of policy options for the sustainable management of the coastal zone), and the Mistra programmes SUCOZOMA (Sustainable Coastal Zone Management) and MARE. The MARE research program addressed Baltic Sea eutrophication by integrating

data on nitrogen and phosphorus impacts. A main result of MARE was the development of the Nest decision support system, which led to the start of the Baltic Nest Institute (BNI). The BNI provides a scientific basis for ecosystem-based management of the Baltic Sea by maintaining and developing databases and models with a holistic Baltic Sea perspective. Results from BNI continue to help decision-makers calculate cost-effective measures to reduce nutrient input and support environmental policies like HELCOM’s Baltic Sea Action Plan and the EU’s Water Framework Directive.

A particular part of his research worth highlighting is his career-long involvement in the “Himmerfjärden project”, a research project leading to fundamental breakthrough results on nitrogen versus phosphorus limitation in the Baltic Sea. In this project, Professor Elmgren was a key person pioneering transdisciplinary cooperation between local communities, authorities and stakeholders. In particular, he managed to get a local sewage treatment plant to vary its annual sewage load to enable testing of ecosystem responses on various nitrogen and phosphorous loads. This unique work has helped shape policies aiming at balancing environmental protection with socio-economic development in coastal regions that have helped policymakers make informed decisions about land use planning, coastal infrastructure development, and pollution control measures.

Professor Elmgren has received international recognition for his scientific work receiving several prestigious awards:

- 2nd Zayed International Prize for the Environment (2005).
- Demel Medal of the Polish Sea Fisheries Institute (2006).
- Grand Prize of the Baltic Sea Foundation (2011).
- Askö 50 Year Award, Stockholm University's Marine Research Centre.
- John Martin Award, Association for the Sciences of Limnology and Oceanography (ASLO), recognized for a highly impactful paper in aquatic sciences (2018).

Professor Elmgren's work continues to form the basis of policy development also today.

X, en organisation som arbetar för att minska användningen av små engångsförpackningar av plast, vilka är ett akut miljöproblem i Filippinerna.

Förpackningarna har länge har varit ett praktiskt och billigt alternativ för miljontals filippinier. Varje dag säljs över 164 miljoner engångsförpackningar i Filippinerna och många av dem slutar i hav och floder till följd av dålig avfallshantering.

Nya rapporter visar att upp till 6% av världens plastavfall i haven kommer från en enda flod – floden Pasig som sakta rinner genom Manila. Floden, som en gång myllrade av fisk, är nu överfylld med plastavfall.

För att möta utmaningen antog Filippinerna 2022 en lag om utökat producentansvar (EPR), under ledning av senatorm Cynthia Villar. Lagen kräver att företag återvinner delar av den plast de sätter på marknaden. Målen börjar på 20 procent det första året och ökar till 60 procent det fjärde året, vilket förhoppningsvis tvingar företag att utveckla mer hållbara förpackningslösningar.

I november kommer dessutom FN med ett juridiskt bindande avtal om plastföreningar. Det är ett avtal som förväntas få långt-

gående konsekvenser för Filippinerna som idag är den enskilt största källan till utsläpp av plast i världshaven.

En fjärdedel av Filippinernas befolkning räknas idag som fattiga och att köpa små förpackningar är ofta det enda alternativet. Men Ripple X initiativ ger en glimt av en mer hållbar framtid. Butikerna uppgår idag till flera tusen och blir hela tiden fler. Projektets framgång visar att människor kan vara villiga att förändra sina vanor, särskilt om de samtidigt kan spara pengar.

Kritikerna av EPR-lagen menar att det krävs betydligt kraftfullare steg från både regering och industri för att minska plastproduktionen och skapa verkligt hållbara alternativ.

*Deep Sea Reporter 2024-10-22*

#### EN ENDA FLOD STÅR FÖR 6 % AV ALL PLAST I HAVET

På Manilas myllrande gator har små kvartersbutiker, s.k. Sari-Sari-Stores, blivit en oväntad frontlinje i kampen mot plasten. Kunder, utrustade med egna små behållare, kommer till butikerna för att köpa tvättmedel, diskmedel och tvål i små mängder.

Bakom initiativet står Ripple

#### NY RAPPORT: VAD KOSTAR ETT SKYFALL?

Samhället behöver förbereda sig för en framtid med högre vattennivåer och både fler och mer omfattande skyfall. I en ny rapport från VA-Fakta, "Samhällsekonomiska kostnader och nyttor vid skyfall", studeras de enorma ekonomiska konsekvenserna av ökande skyfall. Om inget görs nu, riskerar Sverige att stå inför kraftigt ökade kostnader och allvarliga samhällskonsekvenser.

Rapporten presenterades vid ett riksdagsseminarium och i en debattartikel hos Dagens Samhälle i veckan och använder två scenarier för att studera vilka effekterna blir av skyfall. Dels området kring Kullbergsska sjuk-





huset i Katrineholm, där samhällskostnaden beräknas uppgå till 16,6 miljoner kronor. I Umeå fokuserades studien på stadsdelen Rödäng-Västerlätt. Beräkningarna visar att ett skyfall över det studerade området i Katrineholm skulle kosta 16,6 miljoner kronor, medan området i Umeå riskerar skador för 4 miljoner kronor.

Ett skyfall ger upphov till direkta, indirekta och mer abstrakta kostnader, som påverkan på psykisk hälsa och minskad tillit till samhällsinstitutioner. Mellan 60 och 90 procent av skyfallskostnaderna, som just minskad tillit och andra sociala konsekvenser, riskerar i dag att missas när konsekvenserna uppskattas.

– Det är lätt att missa de indirekta och abstrakta kostnaderna just eftersom de är svåra att fastställa, men människors psykiska hälsa, tillit till samhällsinstitutioner, djurliv och vårt kulturarv har också ett värde och behöver skyddas, säger Katarina Swahn, vd för Svenska Rörgrossistföreningen.

Sommaren 2024 sattes nya nederbördsrekord i bland annat Linköping, och konsekvenserna har även varit påtagliga i Ystad, Båstad och Halland där fastigheter och infrastruktur översvämmats. I rapporten betonas att Sverige står inför ett vägskäl: att fortsätta som vanligt och riskera skenande kostnader, eller investera proaktivt i

hållbara lösningar som förnyelse av VA-system och stadsplanering med skyfall i åtanke.

– Att investera i förebyggande åtgärder är inte bara klimatpolitik – det är också ekonomiskt rationellt, säger Anders Robertsson, vd för Maskinentreprenörerna. Med föråldrade VA-system och eftersatta investeringar i många kommuner är det avgörande att öka takten på insatser för att skydda samhället.

– Om kommuner, myndigheter och näringsliv börjar samarbeta mer och får bättre underlag som även inkluderar de indirekta och abstrakta kostnaderna för skyfall kan rätt investeringsprioriteringar göras för att samhället ska stå bättre rustat vid såväl skyfall som krigs- och terrorhandlingar riktade mot vatteninfrastruktur, säger Jonny Hellman, vd för VVS-Fabrikanterna.

*VA-Fakta, 2024-10-18*

## **STOR FÖREKOMST AV PFAS I BIOFILTER FÖR DAGVATTENRENING**

Forskare inom VA-teknik vid Luleå tekniska universitet har i samarbete med forskare vid Ohio State University och byggföretaget NCC genomfört en stor undersökning av förekomst, koncentration och utbredning av PFAS i urbana biofilteranläggningar för rening av dagvatten. Den här typen av reningsanläggning ökar över hela världen i samband med att nya industri- och bostadsområden planeras i våra städer, och frågan om under-

håll blir allt viktigare.

– Vi har hittat betydande mängder PFAS i de flesta biofilteranläggningar som vi har studerat. Till skillnad från till exempel metaller som fångas upp relativt högt upp i biofilteranläggningarna, så var PFAS spridd oregelbundet i samtliga filterlager genom reningsanläggningarna, även längst ner i filtermaterial som sällan byts ut vid underhåll. De här resultaten kan få stor betydelse för förståelse av reningsprocesser och framtida drift och underhåll av biofilteranläggningar, säger Ali Beryani, doktorand inom VA-teknik vid Luleå tekniska universitet.

Studien är publicerad i den högt ansedda tidskriften *Environmental Science & Technology* som ges ut av ACS (American Chemical Society). *Occurrence, Concentration, and Distribution of 35 PFAS and Their Precursors Retained in 20 Stormwater Biofilters.*

Reningsanläggningar med dagvattenbiofilter ökar över hela världen, inte minst i Sverige, där vi nu har tusentals sådana anläggningar, så intresset för hur drift och underhåll ska bedrivas av anläggningarna ökar. Dessa biofilter har ju som uppgift att filtrera olika föroreningar, men troligtvis inte bort dem. Föroreningarna stannar kvar i reningsfiltren som måste underhållas och bytas ut. Biofiltren har en konstruktion som bygger på samma princip världen över. Därför är den här studiens resultat applicerbart i de flesta länder.

Ytterst få vetenskapliga långtidsstudier är gjorda på biofilteranläggningar i världen, och inte på ett så stort antal i urban miljö

som i den här studien. Forskarna har undersökt 20 biofilteranläggningar som har varit i bruk i 8–16 år, i Ohio, Michigan och Kentucky. I USA finns möjligheten till en sådan långtidsstudie eftersom landet är föregångare inom biofilteranläggningar för rening av dagvatten. Att dessutom undersöka förekomst och koncentration av 35 PFAS och deras prekursorer (kemiska PFAS-föreningar som genom en kemisk reaktion kan ge upphov till en annan PFAS-förening som enklare kan analyseras) i anläggningarna, gör studien unik. Inga kända punktkällor för PFAS-utsläpp fanns i avrinningsområdena till reningsanläggningarna som ingick i studien. Uppmätt PFAS kom därför med vanligt urbant dagvatten.

I biofilteranläggningar filtreras dagvattnet genom filtermaterial som huvudsakligen består av jord- och/eller sandlager som kan vara upp till en meter tjockt. I botten ligger dränering som samlar upp det rena vattnet som sedan släpps till ledningsnät och vidare ut till sjöar och andra vattendrag. Utan biofilter avleds orenat dagvattnet direkt till samma vatten där vi badar, fiskar och tar vårt dricksvatten. På de flesta metaller fungerar biofilter oftast väldigt bra. Anläggningarna är däremot inte byggda för att rena vatten från PFAS, eftersom förekomsten av PFAS i dagvatten uppmärksammats först på senare år. Idag vet man dock att PFAS finns i dagvatten och därmed också i dessa reningsanläggningar. Men hur

är förekomst, koncentration och utbredning av PFAS i biofiltren?

När det gäller föroreningar som metaller från till exempel vägtrafik ser forskarna i studien att den största mängden hamnar högst upp, i de översta tio centimetrarna av filtermaterialet, vilket var väntat. Det skulle kunna betyda att det räcker med att ta bort dessa tio centimeter när man underhåller anläggningen och byter reningslager, för att kunna behålla 90 procent av biofiltrets



funktion. Men PFAS uppvisar ett annat mönster. Forskarna i studien har sett att det finns en betydande mängd PFAS i biofiltren och att PFAS fördelas mycket mer ojämnt i filtermaterialet än andra föroreningar. PFAS förekommer i samtliga lager, även längst ner. Många av PFAS-ämnena är mer vattenlösliga, så kallade hydrofila föroreningar. Dessa absorberas inte lika lätt eller inte alls av filtermaterialet. I studien har forskarna även använt en ny metod för den här typen av studier, TOP Assay oxidation, för att påvisa olika och fler typer av det mycket höga antalet PFAS föroreningar.

– I de biofilteranläggningar vi undersökt hittade vi både kort-

kedjiga och långkedjiga PFAS i sedimenten. Långkedjiga PFAS är särskilt oroande på grund av deras mycket långa halveringstid, högre toxicitet samt risken för bioackumulering. Däremot är de kortkedjiga molekylerna mindre giftiga men mer lösliga och rörliga i vattenmiljöer, säger Ali Beryani.

Från byggföretaget NCC har industridoktoranden Robert Furén medverkat i studien, inte minst eftersom drift och underhåll av biofilteranläggningar får allt större betydelse i och med att antalet reningsanläggningar av den typen ökar, när nya detaljplaner tas fram i våra städer.

– Det översta lagret i en biofilteranläggning brukar idag tas bort i samband med större underhåll för att återställa infiltration och minska risk för läckage och spridning av föroreningar. Vår studie indikerar att det på lång sikt inte räcker med att bara ta bort det här övre lagret med tanke på förekomsten av mer lösliga organiska ämnen, till exempel vissa PFAS. Resultaten visar även på vikten av att deponera sand och jordlager från biofilteranläggningarna på ett säkert sätt, säger Robert Furén.

Förekomsten av PFAS i samhället är ett stort problem med skadliga effekter på miljö och människors hälsa. PFAS bryts ned mycket långsamt och är så kallade "evighetskemikalier". Men även deras höga löslighet och rörlighet i vattenmiljöer bidrar till att de cirkulerar länge i vattenmiljöer. Flera stater i Amerika och även



EU har listat ett antal PFAS som man vill förbjuda eller begränsa. Trots detta kommer dessa ämnen att hittas i miljön lång tid framöver på grund av deras långsamma nedbrytning.

Studien finansierades av Naturvårdsverket, Vinnova genom Drizzle, Svenska byggbranschens utvecklingsfond, SBUF, samt NCC.

Luleå tekniska univ.,  
2024-10-11

Sweden Water Research

**KAN NYA DESIGN-METODER LÖSA SAMHÄLLET'S BEHOV AV ATT RENATA HAND OM OCH ANVÄNDA DAGVATTEN?**

Designsprint är en metod för att snabbt lösa stora utmaningar, skissa på idéer eller bygga och testa en prototyp. Nu används den i projektet ISWIM för att få fram ny teknik för att rena dagvatten.

– Ska vi hitta nya lösningar behöver vi testa nya sätt att arbeta på, säger Henrik Aspegren, vd på Sweden Water Research. Om vi gör som vi alltid gjort får vi samma resultat som vi alltid fått.

**Sprint sätter fart på utvecklingen**

Nu tar forskningsbolaget Sweden

Water Research till nya grepp för att ge utvecklingen en skjuts. I det här fallet är det projektet ISWIM som med hjälp av en designsprint undersöker nya reningstekniker i Värpinge våtmark i Lund. Hur kan reningen bli yt- och resurs-effektiv samtidigt som den får bort ordentligt med föroreningar också när det regnar riktigt mycket?

Målet med en designsprint är att på ett effektivt sätt lösa stora utmaningar och testa nya idéer. Det är en tidsbegränsad process som ska svara på affärskritiska frågor, definiera mål, testa idéer och validera hypoteser innan man lägger resurser på att bygga någonting nytt.

– Designsprint som metod utvecklades ursprungligen av Jake Knapp på Google Ventures. Vi anpassar den efter våra behov och förutsättningar – den går inte att översätta rakt av från Google till vattenvärlden, säger Carina Svensson, senior projektledare på Sweden Water Research.

Sprinten pågår i fem dagar och består av givna, väldefinierade steg. En kärngrupp med olika expertkompetenser samlas för att fokusera på att lösa en specifik utmaning. I det här fallet deltar forskare från både Luleå tekniska universitet, Lunds tekniska högskola och Malmö universitet, experter från VA-bolagen Lumire (Luleå),

MSVA (Sundsvall och Timrå) och VA SYD. Forskningsbolaget Sweden Water Research håller styr på både projektet och veckan.

**Resultatet ska ge nytta i samhället**

Till skillnad från många andra projekt som handlar om vatten och avlopp, har ISWIM ett uttalat fokus på att också undersöka den samhällsvetenskapliga aspekten. Förutom att klara strängare tekniska utsläppskrav, ska den också lösa utmaningar som är relaterade till praktisk användbarhet, ekonomi, krav på utrymmebegränsningar och allmänhetens acceptans. Hur skapar man intresse och sänker trösklarna för att teknikerna ska spridas i samhället och faktiskt användas?

– Vi behöver gå bortom tekniska krav och lära oss mer om hur fastighetsägare, stadens invånare och andra tänker och vad de behöver, säger Per Hillbur, biträdande professor i miljövetenskap vid Malmö universitet och en av experterna under i designsprinten.

**Prototyp klar på fem dagar**

Måndag den 7 oktober startar sprinten, målet är att kunna presentera en prototyp på designsprintens femte och sista dag. Prototypen är just en prototyp, inte en färdig lösning, det kan hända att den behöver justeras, dialog med leverantörer och utvecklare tar vid när veckan är slut.

Om projektet ISWIM – Innovativ hantering av dagvatten för ett hållbart samhälle

Urbanisering och intensivare regn ställer högre krav på syste-

men som leder bort dagvattnet. Dessutom innehåller dagvattnet en mängd olika föroreningar. Idag släpps dagvatten oftast ut i sjöar, vattendrag och hav helt utan, eller med otillräcklig, rening. Parallellt med utmaningen att ta hand om och rena allt större regn, finns problemet med allt längre perioder med torka, sjunkande grundvattennivåer och en ökad konkurrens om dricksvattnet. Kan vi ta hand om, rena och använda regnvatten direkt i fastigheten får vi dubbla nyttor – både minskad dricksvattenanvändning och mindre mängd dagvatten att leda bort.

Projektet är ett samarbete mellan Luleå tekniska universitet, Lunds tekniska högskola och Malmö universitet, VA-bolagen Lumire (Luleå), MSVA (Sundsvall) och VA SYD. Det leds av Sweden Water Research. Projektmedel kommer från Formas Blå innovation – genomförandeprojekt.

*Sweden Water Research, 2024-10-4*

### NYTT KLISTERMÄRKE SKA FÅ GÖTEBORGARE ATT LAGRA EGET KRISVATTEN

Utan vatten i kranen blir det snabbt problem att laga mat, sköta sin hygien och släcka sin törst. Samtidigt är det många som känner sig osäkra på hur man gör för att lagra dricksvatten hemma. Därför har Kretslopp och vatten tagit fram ett klistermärke med goda råd om hur göteborgare kan stärka sin krisberedskap genom att lagra eget krisvatten hemma.

– Göteborgare har tillgång

till billigt, gott och tryggt vatten direkt i kranen så gott som hela tiden. Men större vattenläckor, elavbrott och andra oförutsedda händelser kan göra att det inte kommer något vatten ur kranen. I dessa lägen underlättar det både för individens och för samhällets beredskap om det är många göteborgare som har eget krisvatten sparat i dunkar och flaskor hemma,



säger Josefin Abrahamsson Lundberg, chef för dricksvattenproduktion på Kretslopp och vatten.

Kretslopp och vatten börjar därför i dag, då den nationella beredskapsveckan drar i gång, att sprida klistermärken som man kan sätta på sina flaskor och dunkar med krisvatten.

#### Sju tips för att lagra krisvatten

På klistermärket finns sju tips på hur man bäst hanterat sitt krisvatten.

- Rengör behållaren noga.
- Fyll med dricksvatten av god kvalitet.
- Stäng behållaren noga.
- Förvara behållaren mörkt och svalt.

- Byt ut vattnet några gånger per år.
- Du behöver minst tre liter vatten per person och dag för de första dagarna. Glöm inte att även husdjur behöver vatten.
- Använd gärna vattnet som du byter ut till att tex vattna blommorna.

Klistermärkena kommer att delas ut på flera bibliotek, medborgarkontor och under Göteborgs Stads beredskapsdag i Nordstan på onsdagen den 25 september.

#### Hushåll nedprioriterade vid leverans av nödvatten

– Vid en vattenläcka, som inte snabbt går att laga, kan Kretslopp och vatten ordna så att det är möjligt för göteborgare att hämta vatten i egna flaskor och dunkar ur en fungerande ledning eller från vattentankar. Vid en större kris prioriteras vatten till exempelvis sjukhus och äldreboenden före vanliga hushåll. Därför är det bra om göteborgare har eget krisvatten hemma för att trygga sin egen tillgång till vatten, säger Josefin Lundberg Abrahamsson.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, menar att en vuxen person behöver mellan tre och fem liter vatten om dagen för att klara sig och för att ha det som MSB kallar för hembereidskap ska man klara sig utan samhällets hjälp i en vecka.

– Att lagra vatten så att det räcker för en familj inklusive husdjuren under en vecka tar stort utrymme. Vår förhoppning är att varje hushåll bedömer sitt eget behov och har flaskor och dunkar hemma med vatten och att man



har något att hämta mer vatten i. Det innebär att varje hushåll kan klara sitt vattenbehov under en akut fas, säger Josefin Lundberg Abrahamsson.

Någon exakt tidsgräns för hur länge det går att lagra vatten och sedan dricka det finns inte. Rådet från Livsmedelsverket är att inte dricka vatten som luktar eller smakar illa eller som är missfärgat.

### Dagliga rekommendationer om att koka vattnet

Så gott som varje dag rekommenderas boende på någon plats i Sverige att koka vattnet innan det kan drickas. 2017 rekommenderades 10 000 personer i östra Göteborgs att koka kranvattnet efter en stor vattenläcka.

– Kretslopp och vattens uppdrag är att värna liv och hälsa och att förse göteborgarna med dricksvatten av god kvalitet. Vi vill också uppmana göteborgare att ha eget krivatten hemma då det är ett enkelt sätt för alla att stärka sin beredskap. Och det krävs inte några särskilda inköpta dunkar. Det går bra att använda PET-flaskor som du redan har hemma. Bara skölj ur dem ordentligt, så att de är rena inuti, säger Josefin Lundberg Abrahamsson.

Temat för årets beredskapsvecka är ”Sätt igång!”. Enligt MSB ska alla hushåll göra en plan för att kunna ordna med vatten, mat, kommunikation och värme i bostaden under sju dagar.

*Kretslopp och Vatten Göteborg*  
2024-09-23

## Kretslopp & Vatten

### NY STUDIE VISAR ATT GÖTEBORGS REGNBÄDDAR RENAR REGNVATTNET FRÅN PVC OCH ANDRA MIKROPLASTER

I allt vatten som rinner ner i gatubrunnar och in i ledningar finns mikroplaster. Forskning pågår för att veta om och hur dessa kan vara skadliga för människor, djur och växter. Därför bör de fångas in som en säkerhetsåtgärd. Inför Dagvattnets dag, 24 september, presenterar Göteborgs Stad en studie som visar att en regnbädd kan minska mängden mikroplast som sprids med dagvattnet i naturen med mellan 10 och 50 gånger.

Dagvatten är regnvatten och smält snö som rinner på marken och då för med sig föroreningar såsom mikroplaster. Svenska Miljöinstitutet, IVL, uppskattar att det varje år släpps ut mellan 10 000 och 13 000 ton mikroplaster i den svenska naturen som når svenska kustvatten. Hur mycket större plast som släpps ut, och som sedan bryts ner till mikroplaster, är okänt.

- Det är fortfarande osäkert vilken effekt mikroplaster har på miljön och människors hälsa, men vi vet att det är möjligt att samla in mikroplaster i stadsmiljön genom att låta dagvatten rinna genom regnbäddar, säger Helén Galfi, tidigare dagvattenspecialist på Kretslopp och vatten inom Göteborgs Stad som nu jobbar på IVL.

### Regnbäddar renar bort föroreningar

En regnbädd är en reningsanläggning som tar hand om dagvatten

från tak, gator och torg. En regnbädd består av ett jordskikt med växter och lager med makadam. Reningen av föroreningar, som till exempel metaller och mikroplaster, sker genom att de fastnar i regnbädden eller tas upp av växter.

Att det ofta finns växter i en regnbädd gör att de också kallas för växtbäddar, regnrabatt eller regnträdgård.

– Förutom att rena dagvatten hjälper därför regnbäddarna till att lindra effekterna av översvämningar och värmeböljor, säger Gabriela Carvalho Nejstgaard, projektinjenjör inom dagvattenhantering på Kretslopp och vatten.

### Nya mätningar

Helén Galfi och Gabriela Carvalho Nejstgaard har gjort studien ”Mikroplaster i regnbäddar” där de har studerat hur mycket mikroplaster som kommer in i en regnbädd, hur mycket av mikroplasterna som stannar kvar i regnbädden och hur mycket mikroplaster som passerar genom en regnbädd och ut i naturen.

– Regnbäddar kan vara små, men de kan ha en stor funktion, säger Helén Galfi, som tidigare varit forskare på Chalmers.

I studien undersöks fyra regnbäddar som Kretslopp och vatten har anlagt tillsammans med andra förvaltningar inom Göteborgs stad. Dessa tar hand om dagvatten från Litteraturgatan i Backa, Bulycke återvinningscentral på Hisingen, parkeringsplatsen vid Kvibergs konstgräsplaner och taket på Kretslopp och vattens kontor i Alelyckan.

Laboratorieanalyser för att



identifiera mikroplaster är fortfarande under utveckling, men dagens analysmetoder kan visa vilka plastsorter som mikroplasten består av. Till dessa plastsorter, som dagvatten för med sig från plåttak och asfalterade ytor, hör PVC, PET och gummi och sju andra plastsorter som identifierades i regnbäddarna.

## Vill bygga två stora

### dagvattenanläggningar varje år

– Nu har vi fått en första inblick i hur regnbäddar hanterar mikroplaster i Göteborgs stad, men även andra anläggningar byggs för att hantera mikroplaster och andra föroreningar från dagvattnet, säger Gabriela Carvalho Nejstgaard.

För att förhindra att föroreningar når våra vattendrag och kustvatten vill Kretslopp och vatten bygga två storskaliga dagvattenanläggningar varje år. I år handlar det om två dagvattendammar vid Lärjeån för att minska mängden föroreningar som hamnar i Göta älv.

## Kontaktpersoner 23/9

**Helen Galfi**, forskningskoordinator IVL Svenska Miljöinstitutet, 010- 788 67 19, [helen.galfi@ivl.se](mailto:helen.galfi@ivl.se)  
**Gabriela Carvalho Nejstgaard**, projektingenjör Kretslopp och

vatten, 072-146 19 29 , [gabriela.carvalho.nejstgaard@kretsloppochvatten.goteborg.se](mailto:gabriela.carvalho.nejstgaard@kretsloppochvatten.goteborg.se)

## Fakta om mikroplaster

I de fyra regnbäddarna hittade Kretslopp och vattens medarbetare upp till 3 700 mg mikroplaster per 1 kg jord. Naturvårdsverket uppskattar att slitage från bildäck och vägar, konstgräsplaner, båtbottnfärg, syntetiska klädfibrer och nedskräpning finns bland de största källorna till utsläpp av mikroplaster.

Risken är att mikroplaster och föroreningar som de för med sig kan komma in i olika organismer och då försvåra fortplantning och överlevnad. Svenska Miljöinstitutet, IVL, uppskattar att det under ett år släpps ut minst 10 000 ton mikroplast i den svenska naturen och som når svenska kustvatten. Som svar på detta hot pågår det för närvarande en uppdatering av EU:s avloppsvattendirektiv (UWWDD), där den nya versionen bland annat kommer att innefatta krav på övervakning av mikroplastflöden.

## Fakta om Dagvattnets dag

Under Dagvattnets dag, 24 september, uppmärksammar sedan

2020 olika organisationer, som jobbar med vatten och avlopp, betydelsen som dagvattnet har i städerna, hur dagvattnet kan bli en resurs och att göra plats för dagvattnet i städerna.

*Kretslopp och vatten,  
Göteborgs Stad, 2024-09-20*

## Örebro stad SÅ HÄR RENAS REGNVATTEN FRÅN ÖSTRA BANGATAN – MITT I STAN

Östra Bangatan, genom centrala Örebro, är hårt trafikerad. Vid regn sköljs stora mängder föroreningar av vägen. På sträckan från Resecentrum och norrut installerades våren 2024 en ny lösning, där regnvattnet renas innan det släpps ut i vattendraget Lillån. Söderut byggs i stället regnbäddar där vattnet filtreras genom marken.

Regnvatten och smältvatten från snö kallas dagvatten. När det rinner av vägar drar det med sig olja, kemikalier och tungmetaller från fordon. På ställen där dagvattnet drar med sig stora mängder föroreningar behövs anläggningar som renar vattnet innan det rinner ut i diken och vattendrag.

## Ny lösning ger mindre föroreningar i Lillån

Flera hus har byggts i korsningen Östra Bangatan-Södra Grev Rosengatan vid Resecentrum i Örebro. Även gator och gång- och cykelvägar har byggts om. Tidigare fanns en så kallad oljeavskiljare i området, för att bland annat ta hand om föroreningar från en större bussparkering. Då den inte fungerade som förväntat har en ny lösning för bättre rening byggts.

– Här har vi för första gången byggt en ny sorts anläggning som kan ta emot stora flöden och har en filterlösning som renar vattnet snabbt, berättar Caroline Hellund, projektledare på Teknik- och serviceförvaltningen. Det är en investering som ska bli intressant att följa över tid.

Vid ny- eller ombyggnationer av gator där det passerar fler än 5 000 fordon per dygn tittar kommunen alltid på reningen av dagvattnet innan det når vattendragen. Den berörda sträckan på Östra Bangatan har ett

genomsnittligt trafikflöde på 6 700 fordon i vardera riktningen per dygn.

Regnbäddar renar 30 procent mer av dagvattnet

På sträckan söderut utmed järnvägen, från Västra Nobelgatan till Vasagatan, passerar cirka 10 300 fordon per dygn i vardera riktningen på Östra Bangatan.

– När Östra Bangatan nu byggs om kompletteras sträckan med regnbäddar, berättar Caroline Hellund. Regnbäddar är planteringsytor där regnvattnet fördröjs och filtreras, och därmed renas, innan det rinner undan. Detta gör att ungefär 30 procent mer av dagvattnet från gatan renas.

### Använd hellre grus än asfalt

Även på hemmaplan kan man dra sitt strå till stacken och minska mängden föroreningar som rinner ut i vattendragen. När det regnar på en asfalterad eller stenlagd garageuppfart följer oljerester och metallpartiklar med ner i

dagvattenbrunnen och rinner ut i våra vattendrag och sjöar, utan att renas.

– Genom att i stället använda grus eller andra genomsläppliga material på garageuppfarter och innergårdar, filtreras en större del av vattnet genom marken, berättar Emma Stenmark, VA-ingenjör på Teknik- och serviceförvaltningen. När vattnet sipprar ner i marken fastnar föroreningar där i stället för att orenade spridas vidare till närmaste dike eller vattendrag.

### Dagvattnets dag – så tar du hand om dagvattnet

Den 24/9 går årliga Dagvattnets dag av stapeln. Alla kan bidra till att minska mängden föroreningar som hamnar i våra gemensamma vattendrag. På [orebro.se/dagvatten](http://orebro.se/dagvatten) finns tips på hur man tar hand om sitt dagvatten på ett klokt sätt.

*Örebro stad, 2024-09-16*



# Litteratur

## RAPPORTER

### SNV

Naturvårdsverket har publicerat:

Våtmarkers hydrologiska ekosystemtjänster och multifunktion (2024). 978-91-620-7146-2

Ökad hydrodiversitet för att främja avrinningsområdets klimatreiliens (EcoDiver), (2024). 978-91-620-7149-3

### HAV

Havs- och vattenmyndigheten har publicerat:

Konceptuella modeller som stöd för ekosystembaserad förvaltning. Rapport: 2024:14

### MSB

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap har publicerat:

Aktörsgemensamt arbete – Organisering och roller MSB2483; 978-91-7927-559-4

Kritiska flöden och infrastruktur under hot i förändring (faktablad). MSB2481

### SVU

Svenskt Vatten Utveckling har publicerat:

Organisering för stärkt vattenförsörjning. Kapaciteter, hållbarhet, samarbete, samordning och samverkan. 2024-09

Dricksvattensystemens möjliga bidrag till stadens elförsörjning. 2024-10

Vattenanvändning i kommunala verksamheter. 2024-11

Övervakning och underhåll av luftarsystem 2024-12

Kväverening vid kallt vatten med MBBR-tekniken 2024-13

Leveranssäkerhetsanalys för dricksvattensystem 2024-14

Mikroplast i dricksvattenberedning. 2024-15

Reaktivering av aktivt kol för den svenska VA-sektorn. 2024-16

Dagvattenbiofilter och regnbäddar – rening och ackumulering av föroreningar. 2024-17

## BÖCKER

Victoria Anker; Rachael Maysels; Maria Valasia Peppas (Eds.), Pushing the Paradigm of Global Water Security, ISBN electronic: 9781789062540, IWA Publishing, September 2024

Pernille Ingildsen; Mette Thorkilsen, The Sustainable Project Manager: Constructing the Water Systems of the Future, ISBN electronic: 9781789063349, IWA Publishing, April 2024

Elena Volpi; Elena Cristiano; Marco Peli; Martina Siena; Giulia Zuecco (Eds.), Innovations, Advances and Future Challenges for the Hydrological Community, ISBN electronic: 9781789064902, IWA Publishing, September 2024

Adarsh Kumar, Saroj Kumar, Sheel Ratna (Eds.), Nature-Based Wastewater Treatment Systems Emerging Approaches with Potential Resource Recovery Options, ISBN 9781032450216, CRC Press, November, 2024, GBP 127.50

M.b. Kirkham, Water Use in Crop Production, ISBN 9781003578215, CRC Press, October, 2024, GBP 63.74

Alessia Corami, Saeid Eslamian, Faezeh A. Eslamian, Fundamentals of Evapotranspiration, ISBN 9781032737034, CRC Press, October, 2024

Michael Isaacson, An Introduction to Coastal Engineering, ISBN: 978-1-394-25715-7, Wiley, November 2024, EUR 92.99

Larry W. Mays, Water Resources Engineering, 3rd Edition, ISBN: 978-1-119-49057-9, September 2024, EUR 143.95\$. K. Nataraj, Materials and Methods for Industrial Wastewater and Groundwater Treatment, ISBN: 978-1-119-90152-5, Wiley, July 2024, €187.20

# Regnskuren

Av: Gabriella Franzén

Ibland när regnet piskar ansiktet  
och tränger igenom alla mina lager  
känner jag mig helt regnskuren itu

Den enda som kan få mig  
att känna mig torr och hel igen  
är du

Ibland när min själ regnar  
och mina tankar åskar  
återstår det av mig inte mer än en rest

Då söker du upp mig  
och finns där precis intill  
när jag behöver dig som mest

# When the shit hits the fountain

*Med detta kåseri inleds en återkommande språkspalt i Tidskriften VATTEN. Tidskriftens läsare och andra intresserade är välkomna att bidra till ett framtida terminologiprojekt via LinkedIn-gruppen ORDiVA.*



I Expressen (28 oktober 2024) kunde man nyligen läsa om en ”Missstänkt bajsfontän i centrala Moskva”. Närmare 100 meter upp i luften ska fontänen ha kastat sina kaskader. Ryska medier har inte rapporterat om saken och myndigheterna har avböjt att kommentera. Just det har förmodligen ganska lite med fascinationen för bajs att göra, men faktum är att bajs aldrig tycks upphöra att fascinera.

## **Bajsfloed från Danmark?**

För några år sedan var rösterna höga om det danska bajsavloppet. Cirkulation (29 maj 2020) redde den gången förtjänstfullt ut begreppen och konstaterade

att det danska avloppet i Öresund inte var någon bajsfloed och att det som i pressen beskrivits som bajsavatten var *delvis renat avloppsvatten*, vilket för övrigt inte är samma sak som *bräddat avloppsvatten*. De årliga utsläppen var heller inte fullt så dramatiska som de uppgifter som kommit i omlopp. Men för vän av ordning var det kanske ändå inte, när allt kommer omkring, kristallklart vad som avsågs med ”*bypassvatten*” eller *förbikopplat avlopp* eller för den delen vad en *orenad bräddning* egentligen är för något. Stormen utlöstes av ett planerat utsläpp av *mekaniskt renat avloppsvatten* som för övrigt har mycket lite att göra med bräddning. Men att bajsavloppet, det danska

bajsvattnet, retade många kunde ingen ta miste på. Vreden var stor och letade sig ända upp på regeringsnivå.

I Dantes gudomliga komedi slåss de vredgade i helvetets femte krets, antingen på ytan i den stinkande floden Styx eller så ligger de på flodbotten, helt oförmögna att uttrycka sig och kvävda av raseri. Eller av bajsvattnet. Nog var det en storm i ett vattenglas. Men stormar det så stormar det. Och då är det bra att veta vad man pratar om.

Men det finns hopp. Enligt Dagens Nyheter (18 augusti 2024) finns det metoder för att stoppa ”det så kallade bajsvattnet”. I artikeln görs ett försök att reda ut begreppen och den oinvidge får lära sig mer om både bräddning och kombinerade ledningsnät som tydligtvis leder både avloppsvatten och regnvatten. Ett kombinerat ledningsnät leder per definition både *spill-* och *dagvatten*. Dagvatten är förvisso förvillande likt avrinnande regnvatten men det blir liksom inte riktigt kristallklart här heller. I en faktaruta får vi lära oss att 2 % av det bräddade vattnet är toalettvattnet. Är det kanske det som är det så kallade bajsvattnet? I så fall kanske man skulle kunna räkna ner de 66 miljoner liter som hamnade i Mälaren förra året (1 juli 2024)? 2 % av 66 miljoner liter motsvarar 1 320 kubikmeter. Fast då blir 26 simbassänger bajsvattnet bara en halv bassäng, vilket motsvarar ungefär en ynka kortbanebassäng. Ingen räknade ut hur många simbassänger som omsätts i Mälaren. 66 miljoner liter bajsvattnet ansågs vara tillräckligt avskräckande.

### Uppdatering saknas

För den som ska bada, eller för den delen bereda dricksvatten, är utsläpp av bajsvattnet så klart dåliga



nyheter. Att arbeta med grundproblemet, *tillskottsvatten*, är en av branschens kanske viktigaste uppgifter. Vad nu tillskottsvatten kan vara för något? Det får vi inte veta i vare sig Dagens Nyheter eller Aftonbladet men inte heller i VA-teknisk ordlista (TNC 65). Kanske beror det på att den kom ut för snart 50 år sedan och inte har uppdaterats sedan dess? Vi får inte heller veta vad bajsvattnet är. Det är mindre förvånande. Däremot kan vi i TNC-ordlistan läsa att *bräddvattnet* är ”överfallsvatten som avleds genom bräddavlopp för att avlasta magasin, bassäng eller ledning”.

### Diskussion om terminologin

Kanske ska vi vara tacksamma för att det skrivs om bajsvattnet och att landets ledarskribenter (Aftonbladet 7 augusti 2024) undrar om regeringen tycker att bajsvattnet är najs? Men det är nog bättre att vi som arbetar med vatten skapar terminologin. För även om bajs är najs och alls ingen skitsak verkar ingen veta vad det så kallade bajsvattnet egentligen är för något. Vill du diskutera vattenorden vi använder och bidra till ett framtida terminologiprojekt där vi uppdaterar och skapar en ny vattenordlista? Häng med i vår grupp på LinkedIn. Sök efter gruppen ORDiVA eller gå in via QR-koden.



Michael Cimbritz  
Avdelningen för kemiteknik, LTH  
michael.cimbritz@ple.lth.se

# ICWRR & IWA-RMTC 2024

## Palermo, Italien 18–21 juni

Av: Sina Borzooei

*IWA Sverige, den svenska grenen av International Water Association, som vi samarbetar med, delar årligen ut resestipendier. Dessa kan sökas av IWA-medlemmar eller medlemmar i Young Water Professionals Sverige (YWP Sverige).  
Två resenärer har hunnit åka och skrivit varsin reseberättelse som vi publicerar här. Dessutom en intressant rapport från Singapore.*



Sina Borzooei

I juni deltog jag vid den kombinerade konferensen International Conference on the Wider-Uptake of Water Resource Recovery from Wastewater Treatment (ICWRR2024) och 7th IWA Regional Membrane Technology Conference (IWA-RMTC 2024) i Palermo, vilket var

en mycket värdefull erfarenhet. Konferensen täckte ämnen som resursåtervinning från avloppsvatten, membranbioreaktorer (MBRs), energioptimering, minskning av växthusgaser (GHG), matematisk modellering och metagenomik.

Två av de projekt jag samarbetade i presenterades under konferensen. Den första presentationen, som hölls av mina kollegor, var en del av sessionen "Wastewater Treatment Optimization" och hade titeln "Assessing Actions to Enhance the Biological Treatment Process in a Liquid Waste Treatment Plant." Den andra presentationen, som jag höll, i sessionen "Modelling Towards Wastewater Treatment Optimization," fokuserade på "Model-Aided Transition from Lab to Full-Scale VFAs Recovery for Enhanced Nitrogen Removal in a WWTP." De båda projekten gjordes i

samarbete med det italienska universitetet Politecnico di Torino och inkluderade modellering av lösningar för att skala upp avloppsreningsprocesser från pilot- och fälttester. Presentationerna ledde till engagerande diskussioner om processmodellering och dess roll i att hantera de utmaningar man möter när man skalar upp resursåtervinning.

Vid konferensen betonades vikten av att kombinera biologiska och fysikalisk-kemiska processer för framtida avloppsrening och resursåtervinning, särskilt vid hantering av komplexa flöden från kommunala och industriella avloppskällor. Kommande EU-direktiv kommer att driva på arbetet med att optimera nuvarande processer och utforska nya,



*Keynoteföreläsning om modellering av N<sub>2</sub>O-utsläpp från avloppsreningsverk, med fokus på utmaningarna att identifiera dominerande produktionsvägar och begränsningarna i befintliga prediktionsmodeller.*





*Det majestätiska Teatro Massimo i Palermo, där jag tog del av operan "Lady, Be Good" den 21 juni 2024 under konferensen.*

innovativa sätt att få ut ett större värde av avloppsvatten. Ett centralt ämne under konferensen var minskning av lustgasutsläpp (N<sub>2</sub>O), med presentationer som lyfte fram utmaningarna med att identifiera de dominerande produktionsvägarna för lustgas och begränsningarna i befintliga modeller.

Även om metan (CH<sub>4</sub>) och lustgas var i fokus, diskuterades även koldioxidutsläpp (CO<sub>2</sub>) från biologiska processer, vilket pekar på ett bredare behov av holistiska lösningar för återvinning av kol, kväve och fosfor.

Konferensen betonade också den växande betydelsen av fysikalisk-kemiska behandlingar, såsom membran- och elektrodialysteknologier, för att intensifiera resursåtervinningen. Det blev tydligt att teknisk-ekonomiska och miljömässiga bedömningar, särskilt livscykelanalyser (LCA), är nödvändiga för att säkerställa att resursåtervinningen balanserar miljökostnaderna, en aspekt som inte alltid adresseras. Ett annat återkommande tema var behovet av fler decentraliserade och hybrida lösningar, särskilt för lokal rening och återanvändning av vatten. Sociala och ekonomiska faktorer, såsom allmän acceptans av behandlat avloppsvatten för dricksvatten, diskuterades också.

Sammanfattningsvis betonade konferensen vik-

ten av att kombinera experimentell forskning med matematisk modellering för att optimera system för resursåtervinning. Trots framstegen befinner sig resursåtervinning fortfarande i ett tidigt skede av praktisk tillämpning. De insikter jag fick, särskilt när det gäller modelleringens roll, kommer att bidra till mitt pågående arbete vid IVL Svenska Miljöinstitutet, där jag fokuserar på att utveckla skalbara lösningar för avloppsrening och för att minska lustgasutsläpp. Detta evenemang gav värdefulla insikter och nätverksmöjligheter som jag ser fram emot att tillämpa i framtida projekt vid IVL.

Förutom att delta i konferensen hade jag möjlighet att utforska några av Palermos historiska landmärken. Den 18 juni besökte jag Palazzo dei Normanni och Cappella Palatina, där jag upplevde den rika arabisk-normandiska-bysantinska arkitekturen och lärde mig om Siciliens kungliga historia. Palatset rymmer fantastiska mosaiker och är säte för det sicilianska parlamentet, det äldsta i världen. Den 21 juni tittade jag på en operaföreställning på Teatro Massimo, Italiens största teater och en av de största i Europa. Upplevelsen var en perfekt kombination av kultur och historia, då denna magnifika nyklassicistiska byggnad utgjorde en imponerande inramning för kvällens föreställning av "Lady, Be Good."

# Conference on Large Wastewater Treatment Plants

## Budapest, Hungary, 2024

Av: Andrea Carranza Muñoz

IVL Svenska Miljöinstitutet, [andrea.carranza.munoz@ivl.se](mailto:andrea.carranza.munoz@ivl.se)

I september 2024 deltog jag i den 14:e specialiserade konferensen om design, drift och ekonomi för stora avloppsreningsverk (LWWTP) som arrangerades av International Water Association (IWA) i Budapest. Konferensen hölls den 8-12 september och sam-

lade experter från både akademien och VA-branschen för att diskutera aktuella utmaningar och tekniska innovationer för att förbättra hållbarheten och effektiviteten i storskalig avloppsrening.

Under konferensen presenterade jag resultat från försök som vi genomförde tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall. I dessa försök undersökte vi produktionen av flyktiga fettsyror (VFA) med hjälp av matavfall och primärslam för att ersätta metanol som kolkälla vid Henriksdals reningsverk 2040 och konsekvenserna av detta. Resultaten visade att för att ersätta metanolbehovet med en VFA-baserad kolkälla skulle fermentering av 10 % av det totala primärslammet som produceras vid Henriksdal vara nödvändig. Detta skulle innebära en minskning av biogasproduktionen med 1 till 5 %. Resultaten är lovande och visar



Illustration: Julia Bakay

att det finns potential för minskad miljöpåverkan.

Jag deltog också i sessioner om näringsåtervinning, energieffektivitet och rollen för stora avloppsreningsverk i framtida städer. Dessa diskussioner belyste innovationer som tekniker för närings-

avskiljning, hantering av  $N_2O$ -utsläpp och resursåtervinning från avloppsvatten – centrala teman under konferensen. Utbytet av idéer om cirkulära ekonomiska tillvägagångssätt och driften och designen av stora reningsverk var särskilt inspirerande och gav nya perspektiv på utvecklingen av hållbara lösningar. En av de mest intressanta sessionerna klargjorde många frågor om det nya EU-direktivet för rening av avloppsvatten, särskilt när det gäller nettonollsläpp och nettonollenergi. Sammantaget var konferensen en ovärderlig plattform för kunskapsutbyte, nätverkande och fördjupad förståelse av hållbar avloppsvattenhantering.

Sen 1987 hålls LWWTP-konferensen vart tredje till fjärde år i Wien, Prag och Budapest. Nästa LWWTP konferens kommer hållas i Wien.

# International Water Week (SIWW)

## Singapore, 2024

Av: Anna Dahlman Petri



I mitt dagliga arbete så har jag i 30 år ägnat mig åt managementfrågor till branschen och för branschen i Sverige och en del i det internationella perspektivet.

Nu har jag äran att vara en styrelseledamot i Föreningen Vatten sen i februari i år 2024. I juni i år så bestämde sig det globala företaget WSP där jag arbetar till vardags, för att ha ett så kallat Face to Face meeting med personerna i det globala teamet för vatten där jag ingår. Mötet förlades i Singapore i samband med konferensen Singapore International Water Week, en konferens som går vart annat år och som samlar och sprider global kompetens med fokus på den asiatiska marknaden. WSP har kontor i Singapore med vattenkompetens, men eftersom de än så länge är ganska få ville WSP hela sin vattenkompetens för marknaden. Det gjorde vi genom flera posters, talare på seminarier och ett eget kundmöte.

Så mycket kunskap och fantastiska människor som ägnar sig åt vatten på ett ställe från hela världen. Detta var en mycket välordnad tillställning i ett fascinerande klimat för en svensk – puh vad varmt och fuktigt! I utställningen fanns robotar, forskare, hela länders samlade kompetens, exempel på lösningar i projekt, m. m. En av de stora utmaningarna i just Singapore är att de har ont om land och inga egna sötvattenresurser. De behöver därför skydda sig mot havet och har stora åtgärder för att göra land av hav, samt rena annat än sötvatten till dricksvatten. I den miljön flockas personer med olika kompetenser och lösningar att erbjuda. I Singapore finns det också pengar till kapitalintensiva konstruktioner. I grannländer som inte har det så gott ställt och där översvämningsproblematiken är ständigt närvarande krävs hållbara naturbaserade lösningar. Där behövs också kloka vattenpersoner som kan navigera i den politiska kontexten och marknaden.

# Fosfor från små avlopp – kan vi bedöma markretentionen?

## Phosphorus in soil treatment systems – can we assess the soil retention?



Jon Petter Gustafsson<sup>1</sup>, jon-petter.gustafsson@slu.se, Charlotta Tibergh<sup>2</sup> and David Eveborn<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Soil and Environment, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Box 7014, 750 07 Uppsala, Sweden

<sup>2</sup>Swedish Geotechnical Institute, Olaus Magnus väg 35, 581 93 Linköping, Sweden

<sup>3</sup>RISE Research Institutes of Sweden, Box 857, 501 15 Borås, Sweden

### Sammanfattning

I Sverige förlitar sig cirka 1 miljon människor på enskilda avloppsanläggningar för att rena avloppsvatten. Ofta sker detta i markbaserade system bestående av en slamavskiljare följt av infiltration i sandigt jordmaterial. Systemens förmåga att avlägsna fosfor har länge diskuterats. Vi går igenom befintlig kunskap om fosforretention i markbaserade system under förhållanden relevanta för Sverige samt presenterar nya uppskattningar av markretentionen utgående från tidigare insamlade experimentella data som har analyserats på nya sätt t.ex. genom ytkomplexmodellen CD-MUSIC.

Vi visar att den översta metern av den belastade jorden kan ackumulera mellan 200 och 800 g P m<sup>-3</sup>. Fosfor kan här avlägsnas genom adsorption till Fe- och Al-föreningar, bildning av organiskt fosfor samt utfällning av järn- och aluminiumfosfater. I den omättade zonen under 1 meters djup, om en sådan finns, är adsorption av fosfat den huvudsakliga processen. För 14 jordprover varierade fosfatadsorptionskapaciteten mellan 41 och 545 g P m<sup>-3</sup>. Adsorptionen var starkt kopplad till oxalatrextraherbart Fe och Al ( $r^2 = 0,78$ ). Då data inte finns för den specifika jorden föreslår vi en försiktig uppskattning av 20 g P m<sup>-3</sup> för fosforretentionen. För grundvattenzonen, där fosforsorptionen är dåligt känd, föreslår vi en konservativ uppskattning av 8 g P m<sup>-3</sup>. Om oxalatrextraktionsdata finns kan detta motivera högre uppskattningar. Till slut betonar vi vikten av att förbättra vår kunskap om fosforretention i grundvattenzonen.

### Abstract

In Sweden, approximately 1 million people rely on individual sewage systems to treat wastewater. These are often soil treatment systems, typically consisting of a septic tank followed by sand infiltration. The ability of these systems to remove phosphorus has long been debated. We review existing knowledge on phosphorus retention in soil-based systems under conditions relevant to Sweden and provide new estimates of soil retention

based on previously collected experimental data, analysed in new ways, for example by use of the CD-MUSIC surface complexation model.

We show that the top metre of the impacted soil can accumulate between 200 and 800 g P m<sup>-3</sup>. Phosphorus can be removed through adsorption to Fe and Al compounds, formation of organic phosphorus, and precipitation of iron and aluminium phosphates. In the unsaturated zone below 1 metre, if such a zone exists, phosphate adsorption is the main process. For 14 soil samples, the phosphate adsorption capacity varied between 41 and 545 g P m<sup>-3</sup>. Adsorption was strongly linked to oxalate-extractable Fe and Al ( $r^2 = 0.78$ ). When specific data for the soil in question are lacking, we propose a conservative estimate of 20 g P m<sup>-3</sup> for phosphorus retention. For the groundwater zone, where phosphorus sorption is poorly understood, we suggest a conservative estimate of 8 g P m<sup>-3</sup>. If oxalate extraction data are available, higher estimates may be justified. Finally, we emphasize the need for improved knowledge on phosphorus retention in the groundwater zone.

**Key words:** phosphorus; soil treatment systems; retention, phosphate adsorption; unsaturated zone; groundwater zone; XANES spectroscopy; CD-MUSIC model

## Bakgrund

Cirka 1 miljon hushåll i Sverige använder någon form av småskalig avloppslosning. I ungefär 50 % av fallen används en kombination av slamavskiljning infiltration i mark som reningsmetod (SMED, 2018). Infiltration kan ske antingen direkt i marken, eller genom s.k. förstärkt infiltration, då avloppsvattnet först infiltrerar en markbädd som i regel har en otät botten. Systemet kan sägas bestå av tre delar, där infiltrationsanläggningen, som består av befintliga jordmassor, importerad sand eller natursand, betecknar de översta 30 till 100 cm under spridningsröret. Den omättade zonen utgörs av resterande jordvolym ner till grundvattenytan, medan grundvattenzonen transporterar det infiltrerade vattnet vidare ut till en recipient. Dimensioneringen av infiltrationsytan avgörs av materialets genomsläpplighet och av vattenförbrukningen. I Sverige är det vanligt med en ca 30 m<sup>2</sup> stor yta för ett normalt familjehushåll med permanentboende (se t.ex. Naturvårdsverket, 2003; Palm m.fl., 2012). Denna typ av lösning fungerar mycket bra för att bli av med t.ex. patogena bakterier, men för fosfor finns frågetecken. Enligt SMED (2018) står små avloppsanläggningar för ca 13% av den svenska antropogena fosforbelastningen till Östersjön. Det är dock en mycket osäker siffra som bygger på schablonvärden för fosforavskiljningen i små avlopp, och som satts till 50% för infiltrationssystem. I debatten sägs ofta att fosforläckaget från små avlopp är överskattat eftersom markretention, dvs fosforavskiljning på

vägen mellan anläggning och recipient, inte beaktas.

Ett antal studier från senare år har visat otillfredsställande reningsförmåga för många svenska markbäddar och infiltrationsanläggningar (Eveborn m.fl., 2012a; Eveborn m.fl., 2014; Vidal m.fl., 2018; Kinnunen m.fl., 2023), medan andra erfarenheter från Norge tyder på utmärkta resultat för fosfor (Jenssen m.fl., 2006). Från Kanada finns exempel både på dålig och väl fungerande fosforavskiljning (Robertson, 1995; Robertson m.fl., 2019; Rakhimbekova m.fl., 2021; Robertson m.fl., 2023). Några faktorer som ofta nämns som förklaringar till de skilda resultaten är:

1) Anläggningens ålder. Fosforavskiljningen antas avta med tiden. Den är som högst då anläggningen är ny för att sedan minska (von Brömssen et al., 1985; Aaltonen & Andersson, 1995; Naturvårdsverket, 2003; Eveborn m.fl., 2014).

2) Belastningens storlek, uttryckt som mängd fosfor per enhet infiltrationsyta och enhet tid (Eveborn m.fl., 2014). Detta har framförts som en orsak till varför norska system ofta fungerar bättre, eftersom man där ofta använder större ytor för samma volym avloppsvatten (Palm m.fl., 2012). Flera av de större anläggningar (>250 pe) som utvärderats vetenskapligt i Norge är dessutom anlagda i mäktiga isälvsavlagringar med stor omättad zon (>5-10 m), och där grundvattenprovtagning sker för att utvärdera funktionen (Jenssen m.fl. 2006; McCarley Potter, 2017).

3) Materialets beskaffenhet, dvs i vilken grad det innehåller fosforbindande komponenter, särskilt järn

och aluminium (Stuanes, 1984; Eveborn m.fl., 2014)

4) pH-värdet i den omättade zonen och i grundvattenzonen. Relativt höga pH-värden, vilket man kan ha t.ex. i kalkrik mark, kan motverka en effektiv fosforavskiljning och leda till snabbare transporter ner till och genom grundvattenzonen – det har framförts som en viktig orsak till skillnader mellan olika kanadensiska system (Robertson m.fl., 2019; Robertson m.fl., 2023).

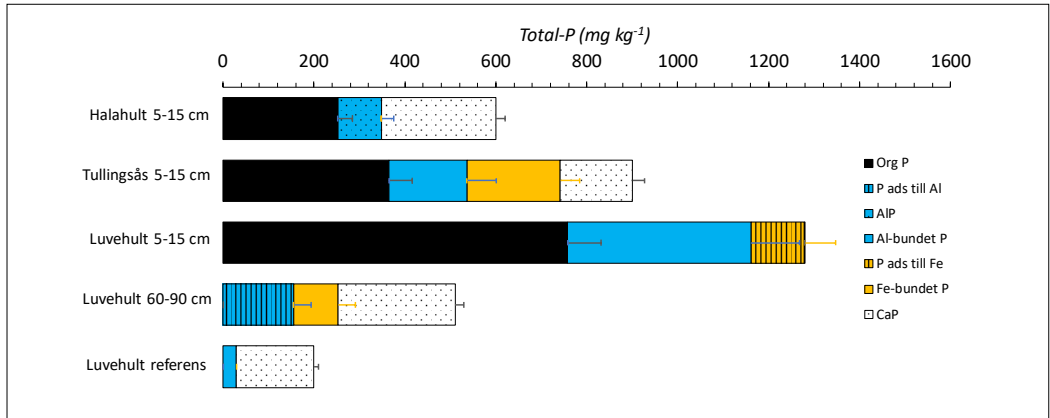
För att kunna beakta fosforrens retention behövs relevanta data och analyser av jord- och bergmaterial längs flödesvägen från utsläppspunkt till recipient. I en tidigare rapport som gav upphov till diskussion togs förslag till värden för fosforrens markretention fram (Ridderstolpe & Hylander, 2016). Nyligen gjordes en systematisk kartläggning av befintlig vetenskaplig litteratur på området (Envall m.fl. 2023, Formas, 2023). Kartläggningen visade att det finns otillräckligt med evidens för att kunna fastställa generella rekommendationer, och att många av de studier som gjorts haft bristfällig metodik eller varit alltför begränsade för att kunna duga som underlag för vidare analyser.

I det följande ger vi vår bild av kunskapsläget gällande fosforrens retention i de tre olika delar av systemet som är relevanta när det gäller bedömning av möjligt läckage till vattendrag och sjöar under svenska förhållanden: 1) *anläggningen*, vilken definieras som själva markbädden eller den översta delen (ca första metern) av infiltrationen, 2) *den omättade zonen*, dvs den naturjord som ligger under anläggningen men över grundvattenytan (denna är aktuell endast då grundvattenytan finns på ett djup större än 1 m), och 3) *grundvattenzonen*, dvs det jord- eller bergmaterial som ligger under grundvattenytan. Frågeställningen är: hur stor fosforretention kan man förvänta sig i de olika delarna av systemet, utifrån tillgängliga data relevanta för svenska förhållanden? För att svara på frågan har vi utgått från laboratedata för sorption av fosfor, vilka vi har samlat ihop i tidigare projekt, och bearbetat dessa på nya sätt, t.ex. genom att använda ytkomplexmodellen CD-MUSIC (Hiemstra & van Riemsdijk, 1996). I texten redovisar vi den förväntade fosforretentionen i enheten gram fosfor (P) per m<sup>3</sup> jord, vilket ska ses som den mängd avloppsvattenfosfor som maximalt kan bindas av materialet (Envall m.fl. 2023). Vi jämför med belastningen från ett per-

manentboende 4-personers hushåll som infiltrerar sitt avlopp på en 30 m<sup>2</sup> stor yta – om man antar att varje person avger 1,6 g fosfor per dygn leder detta till en årlig tillförsel av ca 40 g P m<sup>-3</sup> om man betraktar den översta metern av infiltrationssystemet. I beräkningen har vi utgått ifrån att fosfatfria tvättmedel används, antagit en hemmavaro på 60% (Jönsson m.fl. 2005) samt räknat med att 10% av avloppsvattenfosfor fastnar i slamavskiljaren. Observera att vi i denna text inte går in på hur de här redovisade uppskattningarna av markretentionen kan eller bör vägas in i samband med krav och uppföljning av små avlopp, det här är en studie som fokuserar helt på själva fosforretentionen.

### Fosfor i anläggningen (översta metern)

Infiltrationssystem förutsätts avskilja 70% av fosfor vid normal skyddsnivå, och 90% vid hög skyddsnivå (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Denna föreskrift är inte helt oproblematiskt att förhålla sig till, detta av minst två olika skäl. För det första – i verkligheten förväntas de flesta anläggningar avskilja nära 100% fosfor i början, direkt efter igångsättning, sedan sjunker fosforavskiljningen successivt fram till en punkt då fosfor ”bryter igenom” så att det inte längre förmår avskilja mer än högst en liten andel av avloppsvattnets fosfor. Som nämnts ovan är anläggningens historiska fosforbelastning av central betydelse. För det andra – i praktiken är avskiljningen mycket svår att utvärdera på ett korrekt sätt. Den ’traditionella’ metoden att jämföra avloppsvattnets fosforkoncentration med den i ett mer eller mindre väl definierat utlopp från anläggningen har klara brister. Dels varierar utloppets fosforhalter mycket kraftigt i tiden vilket gör det nödvändigt med många observationer för att dra några slutsatser (Nilsson m.fl., 1998), och dels finns risk för utspädning med regnvatten, vilket gör korrekationer nödvändiga (något som alltför sällan görs, se t.ex. Vidal m.fl. 2018 och Envall m.fl. 2023). Ett alternativ är att analysera ackumulerad fosfor i den belastade anläggningen, och genom tillgång till referensprover samt massbalansberäkningar uppskatta den andel fosfor som fastlagts sedan igångsättningen. Detta har gjorts i förvänsvärt få fall, undantagen är det arbete som gjordes i David Eveborns avhandling (Eveborn m.fl. 2012a, 2014) samt i en äldre australisk studie (Whelan m.fl.



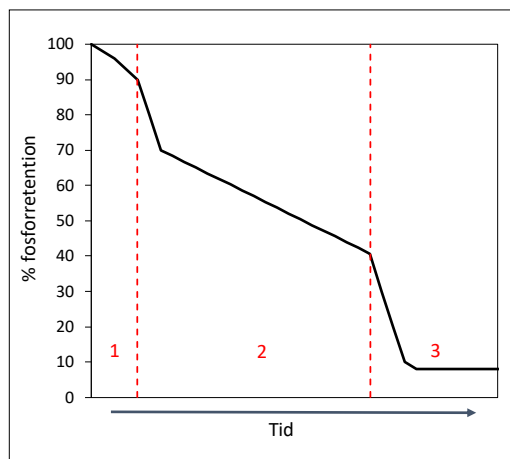
Figur 1. Sammansättning av olika fosforformer i tre anläggningar som utsatts för markinfiltration av avloppsvatten, enligt XANES-spektroskopi (för detaljer kring data och metod, se Eveborn m.fl., 2014 och Gustafsson m.fl., 2020). Org P = Organiskt fosfor, P ads till Al = Fosfat adsorberat till aluminiumföreningar, AIP = Aluminiumfosfat, Al-bundet P = Fosfor bundet till Al (adsorberat eller som AIP), P ads till Fe = Fosfat adsorberat till järnföreningar, Fe-bundet P = Fosfor bundet till Fe, CaP = Kalciumfosfater.

1984). Dessutom gjordes bestämningar av syralöslig fosfor i belastade svenska anläggningar av Stuanes & Nilsson (1987). Metoden kräver dock tillförlitliga uppskattningar av den mängd fosfor som tillförts systemet efter igångsättning, och att analyser görs på representativa prover – båda dessa förutsättningar kan vara svåra att uppfylla. Den förmodligen mest noggrant gjorda uppskattningen av ackumulerad fosfor gjordes av Eveborn m.fl. (2014), som visade att mellan ca 200 och 800 g P m<sup>-3</sup> hade ackumulerats i fem belastade anläggningar, medan den historiska fosforbelastningen varierade mellan ca 600 och 13 000 g P m<sup>-3</sup>. Anläggningarna hade alltså i de flesta fall ackumulerat bara en liten andel av tillförd fosfor, vilket kan förklaras av en kombination av många års drift i kombination med en hög areell belastning i de studerade systemen (dvs att en stor volym avloppsvatten påförts en relativt liten yta).

Det är också av intresse att förstå hur fosfor binds i anläggningen. Under många år har man förutsatt att fosfor binds till järn- och aluminiumkomponenter i materialet, antingen genom att det adsorberas till ytan av dessa, eller att det fällt ut som järn- och aluminiumfosfater (se t.ex. Whelan m.fl. 1984; Stuanes m.fl. 1984). De XANES-mätningar som gjordes av Eveborn m.fl. (2014) på prover från 5-15 cm djup i tre belastade anläggningar (Halahult, Tullingsås och Luvehult; för närmare beskrivning av lokaler och

provtagningsförfarande se Eveborn m.fl. 2012b) gav dock delvis en annan bild. I Figur 1 redovisar vi dessa resultat, delvis omarbetade enligt en uppdaterad metodik (Gustafsson m.fl. 2020), och kompletterade med ytterligare två prover från den understa delen av anläggningen för Luvehult, resultat som erhöles vid samma XANES-mätningar men som inte visades i den ursprungliga publikationen. Som figuren visar innehåller alla material förutom det ytliga Luvehultprovet en hel del kalciumfosfater, vilket förmodligen till största delen utgörs av apatit som ursprungligen finns i sanden och som alltså inte medverkar till retentionen. Därutöver hade de ytliga materialerna ackumulerat såväl organisk fosfor som järn- och aluminiumbundet fosfat. Mycket lite är känt om den organiska fosfor. I avloppsvattnet förväntas mindre än 20% av fosfor vara organisk fosfor (Nilsson & Englov, 1979). Vi vet idag inget om hur mycket av den som kan ackumuleras i materialet. Det är också möjligt att en stor del av den organiska fosfor består av organiska fosforföreningar som syntetiserats mikrobiellt i den biofilm som bildas vid inloppspunkten. Oavsett hur den bildas, tycks inte den organiska fosfor vandra särskilt långt ner i anläggningen, vilket resultaten för Luvehult 60-90 cm tyder på, där endast järn- och aluminiumbundet fosfat hade ackumulerats.

Baserat på ovan beskrivna data tillsammans med övriga data som redovisas av von Brömssen m.fl.



Figur 2. Hypotetisk bild över hur effektiv fosforretentionen är som funktion av tiden i en anläggning för markinfiltration av avloppsvatten. I Fas 1 (1-5 år varaktighet) är fosforretentionen effektiv framför allt beroende på stark adsorption till Fe och Al. I Fas 2 (5-20 år) sker ytterligare retention framför allt som organisk fosfor och som Al- och Fe-fosfater. I Fas 3, då markens innehåll av Fe

(1985), Aaltonen & Andersson (1995), och Eveborn m.fl. (2012a, 2014), kan vi beskriva ett möjligt tidsförlopp när det gäller fosforavskiljningen i en anläggning. Som Figur 2 visar kan tre olika faser urskiljas:

**Fas 1 - den inledande fasen.** Då materialet är nytt och fräscht förväntas ofta mer än 90% fosforavskiljning. Denna fas varar typiskt sett under mellan 1 och 5 års drift vid normala belastningar under svenska förhållanden. Flera mekanismer bidrar till den effektiva fosforavskiljningen. Allra viktigast är adsorption av fosfat till järn- och aluminiumföreningar i materialet. Vidare sker en viss upplagring av organisk fosfor samt utfällning av järn- och aluminiumfosfater i närheten

av spridningskällan, där fosforkoncentrationen är som högst (Stuanes & Nilsson, 1987; Eveborn m.fl. 2014). Flera studier anger dock en avskiljning lägre än 90% under de första fem åren; 80% enligt von Brömssen m.fl. (1985), och 51% enligt Aaltonen & Andersson (1995). De lägre siffrorna kan bero på t.ex. att korrektion inte gjorts för inläckage av nederbördsvatten, eller att preferentiellt flöde genom materialen periodvis kan vara omfattande.

**Fas 2 – period med medelmättig fosforretention.** Järn- och aluminiumföreningarna mätas ganska snabbt på adsorberat fosfat, vilket gör att procentandelen avskild fosfor kraftigt minskar. Fortfarande sker dock upplagring av organisk fosfor samt viss utfällning av järn och aluminiumfosfater. Denna fas kan förväntas vara i mellan 5 och 20 år, och typiskt innebär den mellan 40 och 70% fosforretention. Man förväntar sig en långsamt avtagande trend under tidperioden enligt Figur 2 – i verkligheten är trenden oftast svår att urskilja beroende på mycket stora variationer i tid och rum (Aaltonen & Andersson, 1995).

**Fas 3 – Bristande fosforretention.** Så småningom förväntas ett steady-state då nedbrytning och mineralisering av organisk fosfor är lika stor som upplagringen. Dessutom tar förrådet järn och aluminium som kan fallas med fosfat slut, även om en liten andel fosfor fortfarande kan avskiljas genom att partikulär fosfor filtreras bort samt att en viss mängd ”nytt” järn och aluminium tillförs anläggningen genom avloppsvattnet.

### Fosforretention i den omättade zonen

Då avloppsvattnet tränger vidare nedåt under en meters djup i den omättade zonen (då en sådan finns)

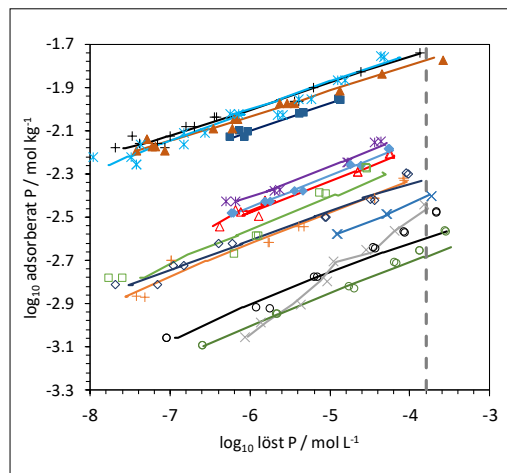
Tabell 1. Jordar från mer än 50 cm djup i den omättade zonen som använts i adsorptionsförsök: relevanta egenskaper och beräknad ackumulering av fosfatfosfor. Fh = ferrihydrit.

Jord, län	pH	Jordart	Oxalat-Al (mmol kg <sup>-1</sup> )	Oxalat-Fe (mmol kg <sup>-1</sup> )	Specifik yta (m <sup>2</sup> g Fh <sup>-1</sup> )	Beräknad fosfor- ackumulering (g P m <sup>-3</sup> )
Alnön, Y	5.6	Morän	31	50	400	152
Asa, G	4.9	Morän	81	18	693	462
Broknäs 1, AB	5.9	Sand	20	22	284	55
Broknäs 2, AB	5.6	Sand	24	24	203	41
Kloten, T	5.3	Morän	75	9	400	187
Orminge, AB	4.7	Sand	125	87	348	461
Risbergshöjden, T	5.7	Morän	36	4	696	165
Risfallet, W	4.8	Morän	85	12	563	303
Rödälund, AC	5.1	Sand	95	44	592	545
Tullingsås 1, Z	7.1	Sand	15	22	632	62



upphör upplagring av organisk fosfor att vara en viktig mekanism. Vidare stiger pH och viss omblandning och utspädning av vattnet sker – dessa faktorer motverkar utfällning av järn- och aluminiumfosfater, som ofta kräver såväl höga nivåer (mg/L-nivåer) av löst fosfor som ett ganska lågt pH (lägre än 6) för att kunna bildas. Alltså är frågan hur stor retentionen av fosfor är i den omättade zonen förmodligen nära förbunden med hur stor adsorptionen av fosfat till järn- och aluminiumföreningar är.

För att svara på frågan har skakförsök på laboratoriet gjorts för att fastställa s.k. sorptionsisotermer för ett antal jordprover från mer än 50 cm markdjup i den omättade zonen. Detta gjordes för 6 C-horisontprover i samband med ett arbete om metallöslighet i skogsmark (Tiberg m.fl., 2018) – de data som rörde fosfat inkluderades inte i den refererade artikeln. Fem av dessa var moräner (Tabell 1), men med ett lågt innehåll (<5%) av ler. I ett examensarbete studerade Ekstrand & Hamberg (2019) fosfatadsorptionen i ytterligare 6 jordprover, varav fem var från sand-sediment och ett från en grov morän. Slutligen tas 2 ”jungfruliga”, dvs obelastade, sandprover från Tullingsås med här, vilka studerades av Eveborn m.fl. (2012a, 2012b, 2014). De viktigaste jordegenskaperna summeras i Tabell 1. Skakförsöken genomfördes genom att olika koncentrationer fosfat (som natriumdivätefosfat,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) tillsattes till olika delprover i suspensioner som skakades under en period på mellan 5 och 7 dagar, varefter koncentrationen löst fosfat i jämviktslösningen, samt pH, bestämdes. Bakgrundselektrolyten var 1 mM  $\text{CaCl}_2$  (Ekstrand & Hamberg, 2019) eller 10 mM  $\text{NaNO}_3$  (övriga studier). Resultaten bearbetades i en s.k. ytcomplexmodell, CD-MUSIC-modellen, (Hiemstra & van Riemsdijk, 1996), i vilken det antogs att jordens oxalatlösliga järn- och aluminiumföreningar stod för den observerade fosfatadsorptionen och att dessa beter sig som ferrihydrit med adsorptionsegenskaper enligt Gustafsson & Antelo (2022). Eftersom organiskt material konkurrerar om tillgängliga adsorptionsplatser antogs också att 0,35 ytgrupper per  $\text{nm}^2$  var upptagna av organiskt material – detta gjordes enligt en metodik utvecklad av Gustafsson (2006). Modellen anpassades till uppmätta data genom att optimera två parametrar samtidigt: 1) den specifika ytan hos ferrihydrit i jorden, och 2)



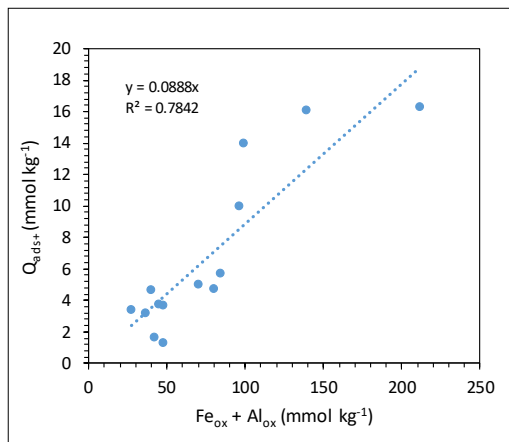
Figur 3. Adsorption av fosfat (y-axeln) som funktion av löst fosfat (x-axeln) för de 14 jordarna i Tabell 1. Symboler är observationer i skakförsök (Ekstrand & Hamberg, 2019), medan linjer är anpassningar med ytcomplexmodell enligt Gustafsson & Antelo (2022). Den streckade linjen representerar adsorptionen då löst P = 5 mg L<sup>-1</sup>.

den ursprungliga lösta fosfatkoncentrationen, dvs den fosfor som finns bunden utan någon fosforbelastning från avloppet. Därigenom kan man uppskatta den ytterligare mängd fosfor som kan bindas av jorden upp till en viss löst fosforkoncentration. Denna mängd, här benämnt  $Q_{\text{ads}+}$ , kan rent allmänt definieras som:

$$Q_{\text{ads}+} = Q_t - Q_{\text{init}}$$

där  $Q_t$  betecknar den totala mängd fosfatfosfor som finns adsorberad i jorden vid en viss löst fosforkoncentration, medan  $Q_{\text{init}}$  är den ursprungliga mängden adsorberad fosfatfosfor innan belastning, vilken kan beräknas med modellen. En löst fosforkoncentration på 5 mg L<sup>-1</sup> valdes för att beräkna  $Q_t$  och  $Q_{\text{ads}+}$ , vilket ungefär motsvarar 50% av den fosforkoncentration som ofta finns i inkommande avloppsvatten – därigenom beaktas viss utspädning med nederbördsvatten som sker i anläggningen och den omättade zonen.

Modellanpassningarna för samtliga dataserier visas i logaritmerad skala i Figur 3. Det erhållna värdet för  $Q_{\text{ads}+}$  räknades sedan om till en möjlig ackumulation i gram fosfor per m<sup>3</sup> genom att anta att jordarnas bulkdensitet var 1500 kg m<sup>-3</sup>. I Tabell 1 redovisas de resulterande värdena, och det kan konstateras att de studerade jordarna kan ackumulera mellan 41 och 545 g P m<sup>-3</sup> innan de är mättade med fosfor. Då



Figur 4. Samband mellan fosfatadsorptionskapacitet upp till 5 mg P L<sup>-1</sup>, Q<sub>0,ads+</sub>, och jordarnas innehåll av oxalatextraherbart Fe och Al (Tabell 1).

belastningen av fosfor är lika stor som i scenariet med fyrapersonershushållet så skulle det alltså ta mellan 1 och 15 år att ”mätta” ett 1 meter tjockt jordlager om man förutsätter vertikalt flöde (”kolvflöde”) genom den omättade zonen, och att hela jordvolymen deltar i fosforavskiljningen. En intressant detalj är att Q<sub>0,ads+</sub> till stor del (78% förklaringsgrad) beror av jordens halt oxalatextraherbart järn och aluminium (Figur 4). Det senare måttet skulle alltså kunna användas som en enkel indikation på jordens förmåga att avskilja avloppsvattnets fosfor. Denna analys kan idag inte beställas av de största kommersiella laboratorerna, men däremot genom t.ex. Mark- och växtlaboratoriet vid SLU.

Vad är då ett lämpligt antagande om fosforretention i den omättade zonen, om man vill uppskatta den men inte har några extraktionsdata? Det förefaller rimligt att utgå från den jord i Tabell 1 som har den lägsta ackumuleringen (41 g P m<sup>-3</sup>) och därutöver tillämpa en säkerhetsfaktor, förslagsvis 2, så att man får 20 g fosfor per m<sup>3</sup>. En säkerhetsfaktor är motiverad särskilt på grund av det osäkra antagandet att hela jordvolymen deltar i fosforretentionen. Det är välkänt att preferentiellt flöde av vatten i makroporer påskyndar fosfortransporten både i sandfilter och i naturlig jord (t.ex.: Gächter m.fl. 1998). Det är desutom inte realistiskt att utgå ifrån att spridningen av avloppsvatten över infiltrationsytan är helt jämn. Det har observerats att sand från belastade markbäddar och infiltrationer under lång tid fortsätter att ha en

ganska avsevärd kapacitet att avskilja ny fosfor i skakförsök (Stuanes & Nilsson, 1987; Everbom m.fl. 2012, 2014). Det är inte helt klart vad detta beror på, men en möjlig (och förmodligen sannolik) förklaring är att delar av jordvolymen inte utsatts för nämnvärda mängder avloppsvattenfosfor även efter årtionden av belastning och således att preferentiellt flöde är en realitet i markbäddar och infiltrationer, vilket bör beaktas vid bedömningar av den faktiska retentionen.

### Grundvattenzonen – lägst kapacitet för fosforavskiljning, men mäktigast

I grundvattenzonen är jorden eller berget mindre påverkade av mineralvittring. Därmed förväntar man sig en lägre mängd utfällda järn- och aluminiumföreningar och därmed en sämre adsorption av fosfat. Dessutom kan ogynnsamma redoxförhållanden motverka en stor ackumulering av utfällda järnoxider.

Tabell 2. Oxalatextraherbart Al och Fe i grundvattenzonen i tre olika studier. Medelvärden med standardavvikelser inom parentes.

Lokal	n	Oxalat-Al mmol kg <sup>-1</sup>	Oxalat-Fe mmol kg <sup>-1</sup>	Referens
Hjältevad	35	6.4(4.2)	12.4(6.7)	Cao m.fl. (2023)
Pukeberg	1	20	18	Uddh Söderberg m.fl. (2024)
Uppsala	21	22(21)	18(14)	Johansson (2025)

Tyvär finns mycket lite evidens under svenska förhållanden för hur stor fosforretentionen är i denna zon – detta trots att det är den zon som är oftast dominerad av flödesvägen mellan källa och recipient. Vi kan dock utgå ifrån de oxalatextraherbara halter järn och aluminium som bestämts i samband med andra typer av studier där jordprover från grundvattenzonen tagits. Tre sådana svenska studier har identifierats och resultaten från dessa redovisas i Tabell 2. En jämförelse med jordarna från den omättade zonen (i Tabell 1) visar att de oxalatextraherbara halterna är låga. Om vi, utgående från tabellen, antar en halt oxalatextraherbart järn och aluminium på sammanlagt 10 mmol kg<sup>-1</sup> och att dessa föreningar har en specifik yta om 300 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> ferrihydrit (försiktigt räknat, utgående från de lägre värdena för den omättade zonen), så får man med modellens hjälp en fosforackumulering på



i storleksordningen  $15 \text{ g P m}^{-3}$ , även om det exakta värdet beror på pH och på vilken ursprunglig halt fosfor jorden har. Om vi sedan räknar med en säkerhetsfaktor på 2 för att ta hänsyn till preferentiellt flöde m.m. (på samma sätt som för den omättade zonen), får vi en fosforackumulation på ca.  $8 \text{ g fosfor per m}^3$ . Om man sedan antar endimensionell vattentransport och att 50% av avloppets fosfor avskiljs i anläggningen och i den omättade zonen, kan man uppskatta att fosforplymen transporteras genom grundvattenzonen med en hastighet på ca 2,5 meter per år. I själva verket är plymhastigheten förstås ofta klart lägre eftersom flödet i grundvattenzonen inte är endimensionellt. Dessutom sker en betydande utspädning med annat vatten i grundvattenzonen. Resonemanget ovan förutsätter också att det är järn- och aluminiumföreningar som dominerar fosforretentionen, precis som i den omättade zonen. Vissa studier tyder på att man i mättad zon ibland dessutom kan få olika järn(II)-fosfatutfällningar som t.ex. vivianit, vilket skulle öka mängden fastlagd fosfor (Zanini m.fl., 1998), men vi saknar kunskap om hur vanligt detta är. Vid försiktiga beräkningar av fosforretentionen kan vi därför inte ta hänsyn till den typen av fastläggningsprocesser.

Trots osäkerheterna landar beräkningarna ovan i samma storleksordning som vad resultaten visar för infiltrationssystem i akviferer med höga pH-värden som studerats av våra kanadensiska forskarkollegor. Robertson (1995) fann en plymhastighet på ca 1

meter per år nedströms ett enskilt avlopp i Ontario. Utgående från data som presenteras av Rakhimbekova m.fl. (2021) för ett annat system i Ontario kan man beräkna en plymhastighet på ca 2,5 meter per år. Detta handlar alltså om direkta grundvattenobservationer och inte, som i vårt fall, av grova modeller baserade på försiktiga antaganden. Visserligen har de kanadensiska forskarna studerat även andra system där plymhastigheterna är väsentligt lägre, men det handlar då ofta om system där belastningen av avloppsvattenfosfor varit betydligt lägre än i vårt scenario (som t.ex. i Robertson m.fl., 2023) eller där jordmaterialet består av vittrad sand med högt innehåll av järnoxider (Robertson, 2012), vilket är ovanligt i Sverige. I frånvaron av fler data måste man därför anta att retentionen av fosfor i grundvattenzonen generellt sett är ganska låg. Om en stor del av transporten sker genom berg behöver ett ännu lägre värde än  $8 \text{ g P m}^{-3}$  sättas, helt enkelt eftersom det inte finns några data för sådana miljöer. Men i de fall grundvattenzonen består av lösa avlagringar kommer även en retention om  $8 \text{ g P m}^{-3}$  att vara viktig för att sakta ner och begränsa effekterna av fosfor i vattendrag och sjöar.

För att förbättra uppskattningarna av fosforretention för svenska förhållanden skulle vi behöva genomföra direkta grundvattenobservationer nedströms enskilda avlopp, göra fler skakförsök (likt de vi här presenterar för jordprover från den omättade

zonen), samt få tillgång till fler markkemiska analyser, t.ex. av oxalatlösligt järn och aluminium.

### Slutsatser

Utgående från de data och beräkningar som visas ovan drar vi följande slutsatser:

- Med de dimensionerande belastningar som gäller idag, och om man betraktar en 1 m djup markbädd eller den översta metern av en infiltration, kan man förvänta sig att anläggningen binder fosfor någorlunda väl under en period på mellan 5 och 20 år, beroende på belastning, materialegenskaper, m.m. Fosforretentionen, som i anläggningen maximalt kan uppgå till några hundra gram fosfor per m<sup>3</sup>, beror på fastläggning av organisk fosfor, utfällning av järn- och aluminiumfosfater samt på adsorption av fosfat till järn- och aluminiumoxider.
- Markretentionen av fosfor i den omättade zonen under anläggningen domineras av adsorption av fosfat till järn- och aluminiumföreningar och kan variera åtskilligt beroende på jord. Om man inte vet något om jorden kan man, utgående från de beräkningar som redovisas här, utgå från att jorden kan binda ca 20 gram fosfor per m<sup>3</sup> innan den är 'mättad' på fosfor. Oxalatextraherbart järn och aluminium ger en god indikation på markens förmåga att avskilja fosfor, och skulle därför kunna användas för att uppskatta ett mer platsspecifikt värde.
- I grundvattenzonen är underlaget för att bedöma markretentionen bristfälligt. Utgående från de data som finns förefaller det rimligt att göra ett konservativt antagande om en möjlig fosforretention uppgående till 8 gram fosfor per m<sup>3</sup>, men om en stor del av grundvattentransporten sker i berg behöver värdet sättas ännu lägre på grund av obefintliga data.

### Tack!

Vårt arbete har möjliggjorts tack vare ett tidigare Formasanslag (dnr 2006-632) samt medel från såväl KTH som SLU. Charlotte Ekstrand, Camilla Hamberg, Deguo Kong och Lin Yu tog fram delar av de adsorptionsdata som använts i artikeln. Vidare tackar vi Wantana Klysubun och hennes medarbetare på SLRI (Synchrotron Light Research Institute), Thailand, för tillgång till strålröret BL-8 för XANES-mätningar.

### Referenser

- Aaltonen, J. & Andersson, P. (1995) Långsiktig reningskapacitet hos markbäddar och infiltrationsanläggningar. TRITA-AMI Report 3011. Institutionen för anläggning och miljö, KTH, Stockholm.
- Cao, F., Kleja, D.B., Tiberg, C. & Jarsjö, J. (2023) Large-scale arsenic mobilization from legacy sources in anoxic aquifers: multiple methods and multi-decadal perspectives. *Science of the Total Environment* 892, 164565. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164565>
- Ekstrand, C. & Hamberg, C. (2019) Fosforsorptionskapaciteten i djupa jordlager. En kemisk analys av fosforadsorption i svenska grus- och sandjordar. Examensarbete inom teknik, grundnivå, 15 hp. KTH, Stockholm.
- Envall, I., Fagerlund, F., Westholm, L.J., Bring, A., Land, M., Åberg, C., Haddaway, N. & Gustafsson, J.P. (2023) Existing evidence related to soil retention of phosphorus from on-site wastewater treatment systems in boreal and temperate climate zones: a systematic map. *Environmental Evidence* 12, 6. <https://doi.org/10.1186/s13750-023-00300-7>
- Eveborn, D., Kong, D. & Gustafsson, J.P. (2012a) Wastewater treatment by soil infiltration: long-term phosphorus removal. *Journal of Contaminant Hydrology* 140-141, 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2012.08.003>
- Eveborn, D., Gustafsson, J.P., Elmefors, E., Ljung, E., Yu, L. & Renman, G. (2012b) Kvantifiering av fosforläckage från markbaserade avloppssystem. Uppdragsrapport. JTI, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Eveborn, D., Gustafsson, J.P., Elmefors, E., Yu, L., Eriksson, A.K., Ljung, E. & Renman, G. (2014) Phosphorus in soil treatment systems: accumulation and mobility. *Water Research* 64, 42-52. <https://doi.org/10.1016/watres.2014.06.034>
- Formas (2023) Markretention av fosfor från enskilda avlopp. En systematisk kartläggning av befintlig forskning och en samhällsekonomisk analys. Rapport F1:2023, Formas, Stockholm.
- Gustafsson, J.P. (2006) Arsenate adsorption to soils: modelling the competition from humic substances. *Geoderma* 136, 320-330. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2006.03.046>
- Gustafsson, J.P., Braun, S., Tuyishime, J.R.M., Adediran, G.A., Warrinner, R. & Hesterberg, D. (2020) A probabilistic approach to phosphorus speciation of soils using P K-edge XANES spectroscopy with linear combination fitting. *Soil Systems* 4, 26. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4020026>
- Gustafsson, J.P. & Antelo, J. (2022) Competitive arsenate and phosphate adsorption on ferrihydrite as described by the CD-MUSIC model. *ACS Earth and Space Chemistry* 6, 1397-1406. <https://doi.org/10.1021/acsearthspacechem.2c00081>
- Gächter, R., Ngatiah, J.M. & Stamm, C. (1998) Transport of phosphate from soil to surface waters by preferential flow. *Environ. Sci. Technol.* 32, 1865-1869. <https://doi.org/10.1021/es9707825>
- Havs- och vattenmyndigheten (2016) Havs- och vattenmyndighetens allmänna råd om små avloppsanordningar för hushållspillvatten (HVMFS 2016:17). Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg.
- Hiemstra, T. & van Riemsdijk, W.H. (1996) A surface structural approach to ion sorption: the CD-MUSIC model. *Journal of Colloid and Interface Science* 179, 488-508. <https://doi.org/10.1006/jcis.1996.0242>

- Jenssen, P.D., Jonasson, S.A. & Heistad, A. (2006) Naturbasert rensing av avloppsvann – en kunnskapssammenstilling med hovedvekt på norske erfaringer. VA-Forsk rapport nr 2006-20, Svenskt Vatten AB, Stockholm.
- Johansson, O. (2015) Avskiljning av naturligt organiskt material vid konstgjord grundvattenbildning i Uppsalaåsen. Examensarbete 30 hp. UPTEC W 15022, Uppsala Universitet, Uppsala.
- Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D. & Kärrman, E. (2005) Composition of urine, faeces, greywater and biowaste for utilization in the URWARE model. Urban Water Report 2005:6, Chalmers, Göteborg.
- Kinnunen, J., Rossi, P.M., Herrmann, I., Ronkanen, A.K. & Heiderscheid, E. (2023) Factors affecting effluent quality in on-site wastewater treatment systems in the cold climates of Finland and Sweden. *J. Clean. Prod.* 404, 136756. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136756>
- McCarley Potter, I. (2017) Åpen infiltrasjon – driftserfaringer og optimalisering av store jordbaserte rensanlegg for kommunalt avloppsvann (250–6000 PE). Masteroppgave, Fakultet for realfag og teknologi, NMBU, Ås, Norge.
- Naturvårdsverket (2003) Små avloppsanläggningar. Hushållsspillvatten från högst 5 hushåll. Naturvårdsverket Fakta, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Nilsson, K. & Englov, P. (1979) Avloppsvatteninfiltration. VIAK AB, Malmö.
- Nilsson, P., Nyberg, F. & Karlsson, M. (1998) Markbäddars funktion. Kontroll och utvärdering av markbäddar. Naturvårdsverket Rapport 4895, Stockholm.
- Palm, O., Elmefors, E., Moraes, P., Nilsson, P., Persson, L., Ridderstolpe, P. & Eveborn, D. (2012) Läget inom markbaserad avloppsvattenrening. Rapport 6484, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Rakhimkova, S., O'Carroll, D.M., Oldfield, L.E., Ptacek, C.J. & Robinson, C.E. (2021) Spatiotemporal trends on septic system derived nutrients in a nearshore aquifer and their discharge to a large lake. *Science of the Total Environment* 752, 141262. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141262>
- Riddarstolpe, P. & Hylander, L. (2016) Bedömning av självrening och retention i mark vid provning av små avlopp – smittskydd och fosfor. VA-guiden, Stockholm.
- Robertson, W.D. (1995) Development of steady-state phosphate concentrations in septic system plumes. *Journal of Contaminant Hydrology* 19, 289-305. [https://doi.org/10.1016/0169-7722\(95\)00022-N](https://doi.org/10.1016/0169-7722(95)00022-N)
- Robertson, W.D. (2012) Phosphorus retention in a 20-year-old septic system filter bed. *Journal of Environmental Quality* 41, 1437-1444. <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0427>
- Robertson, W.D., Van Stempvoort, D.R. & Schiff, S.L. (2019) Review of phosphorus attenuation in groundwater plumes from 24 septic systems. *Science of the Total Environment* 692, 640-652. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.198>
- Robertson, W.D., Elgood, R.J., Van Stempvoort, D.R., Brown, S.J. & Schiff, S.L. (2023) Nitrogen and phosphorus treatment can be sustainable during on-site wastewater disposal. *Groundwater* 61, 586-598. <https://doi.org/10.1111/gwat.13316>
- SMED (Svenska Miljöemissionsdata) (2018) Deposition av fosfor till Östersjön. Kunskapsläge och möjligheter till löpande mätningar. SMHI, Norrköping.
- Stuanes, A.O. (1984) Phosphorus sorption of soils to be used in wastewater renovation. *Journal of Environmental Quality* 13, 220-224. <https://doi.org/10.2134/jeq1984.00472425001300020009x>
- Stuanes, A.O. & Nilsson, P. (1987) Investigation of soil treatment systems for septic tank effluent. III. The fate of phosphorus. *Vatten* 43, 45-53.
- Tiberg, C., Sjöstedt, C. & Gustafsson, J.P. (2018) Metal sorption to Spodosol Bs horizons: organic matter complexes predominate. *Chemosphere* 196, 556-565. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.004>
- Uddh Söderberg, T., Augustsson, A., Kleja, D.B., Jarsjö, J., Fröberg, M., Åström, M. & Gustafsson, J.P. (2024) Challenges in geochemical modelling of metal(loid) solubility and binding mechanisms along a soil profile at a multi-contaminated site. *Applied Geochemistry* 170, 106603. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2024.106603>
- Vidal, B., Hedström, A. & Herrmann, I. (2018) Phosphorus reduction in filters for on-site wastewater treatment. *Journal of Water Process Engineering* 22, 210-217. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.02.005>
- von Brömssen, U., Ensby, S., Gundersen, P., Jenssen, P.D., Kristiansen, R., Nilsson, P., Nyberg, F., Pell, M., Stenström, T.A., Stuanes, A.O. & Willumsen, A. (1985) Infiltration av avloppsvatten: förutsättningar, funktion, miljökonsekvenser. En nordisk samrapport. Naturvårdsverket och Nordiska ministerrådet. Minab/Gotab, Stockholm.
- Whelan, B.R. & Barrow, N.J. (1984) The movement of septic tank effluent through sandy soils near Perth. II. Movement of phosphorus. *Australian Journal of Soil Research* 22, 293-302.

# Smarta fördröjningsmagasin för återbruk och fördröjning av dagvatten i Sverige

## Smart Detention Basins for Reuse and Retention of Stormwater in Sweden



Alice Enbom<sup>1</sup>, Ida Rastin<sup>2</sup>, Betty Mattsson<sup>3</sup>, Jesper Knutsson<sup>4</sup>.

Avdelningen för vattenmiljöteknik, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Chalmersplatsen 4, 412 96, Göteborg.

<sup>1</sup>aliceenb@chalmers.se; <sup>2</sup>rastin@chalmers.se; <sup>3</sup>bettyma@chalmers.se; <sup>4</sup>jesper.knutsson@chalmers.se

### Sammanfattning

I samband med klimatförändringar och förändrade regnmönster blir utvecklingen av resilienta dagvattensystem avgörande för att säkerställa hållbara samhällen. I ett kandidatarbete våren 2024 undersöktes behovet, potentialen och nyttan av smarta fördröjningsmagasin för magasinering och återbruk av dagvatten i Sverige, med fokus på deras praktiska implementerbarhet. Två svenska städer, Göteborg och Västervik, analyserades med avseende på bland annat nederbördsmonster och vattenresurser. För att utvärdera implementerbarheten modellerades ett smart fördröjningsmagasin och ett konventionellt magasin utan smart teknik. Resultaten visar att det smarta fördröjningsmagasinet effektivt kan minska flödestoppar och möjliggöra återanvändning av dagvatten, vilket är en betydande fördel i både nederbördsrika och nederbördsfattiga regioner. Enkätresultat visar att allmänheten generellt har en positiv inställning till användning av återvunnet dagvatten, särskilt för toalettspolning. Studien drar slutsatsen att smarta fördröjningsmagasin är en användbar lösning för både översvämnings- och vattenförsörjningsproblematik och är därmed en viktig del av framtidens dagvattenlösningar.

**Nyckelord:** Fördröjningsmagasin, dagvattenhantering, regnskörd, klimatförändringar, översvämningsproblematik, RTC, realtidskontrollerade system, hållbarhet.

### Abstract

In light of climate change and shifting rainfall patterns, the development of resilient stormwater systems is crucial for ensuring sustainable communities. In a bachelor's thesis conducted in the spring of 2024, the need, potential, and benefits of smart detention basins for stormwater storage and reuse in Sweden were explored, with a focus on their practical implementation. Two Swedish cities, Gothenburg and Västervik, were analyzed in terms of rainfall patterns and water resources, amongst others. To evaluate their feasibility, a smart detention basin was modeled and compared with a conventional basin lacking smart technology. The results show that the smart

detention basin can effectively reduce peak flows and enable the reuse of stormwater, a significant advantage in both high and low rainfall regions. Survey results indicate that the public generally has a positive attitude towards using recycled stormwater, particularly for purposes such as toilet flushing. The study concludes that smart detention basins are a key solution for addressing both flooding and water supply issues. In summary, smart detention basins represent an essential component of future stormwater management solutions.

**Keywords:** Detention basins, stormwater management, rainwater harvesting, climate change, flood management, RTC, real-time control, sustainability.

## Bakgrund

Med klimatförändringar som katalysator står världen inför en mängd utmaningar, däribland utmaningar kopplade till dagvatten. En av klimatförändringarnas konsekvenser är nämligen förändrade nederbörds-mönster vilket kan innebära dels mer eller mindre frekventa nederbördstillfällen, dels kraftigare nederbördstillfällen (Mainali & Sharma, 2023). Detta kan leda till översvämningar i urbana miljöer då dräneringssystemets kapacitet för att infiltrera eller föra bort vattnet inte räcker till vilket kan medföra ekonomiska, sociala och miljömässiga skador. Förändrade regnmönster innebär även ökad osäkerhet vad gäller vattentillgång (Europeiska kommissionen, u.å.). Under torra perioder utan nederbörd kan vattentillgången vara temporärt låg, något som äventyrar jordbrukets verksamhet, energiresurser samt vattenförsörjning i drabbade områden. För att kunna uppnå två av de globala målen, Rent vatten och sanitet för alla och Hållbara städer och samhällen, som antogs 2015 av världens stats- och regeringschefer (Svenska FN-förbundet, 2023) krävs en hantering av, och lösningar till, vattenproblematiken.

Dagens system för hantering av dagvatten är generellt utformade baserat på historisk nederbördsdata med antagandet om klimatstationäritet (Hathaway, m.fl., 2024). På grund av urbanisering och klimatförändringar är antagandet emellertid inte längre rimligt. Vid ökade dagvattenflöden finns det risk för att den konventionella infrastrukturen, i huvudsak bestående av avloppsrör, inte längre är tillräcklig. Det resulterar i kunskapsluckor avseende hur en säker dagvattenhantering, utan risk för egendomsskador, mänsklig hälsa eller miljö, ska säkerställas samt hur den konventionella infrastrukturen ska uppfylla en önskad servicenivå under sin tekniska livslängd.

För att skapa hållbara och motståndskraftiga

samhällen har senare forskning inom hållbar dagvattenhantering studerat smarta fördröjningsmagasin som använder sig av realtidskontrollerade system (RTC-system) (W. D. Xu m. fl., 2022). RTC-system är konstruerade för att släppa ut vatten innan en nederbördshändelse och på så sätt skapa tillräcklig kapacitet för förutsedda inflöden. Utöver RTC-system har forskning även studerat regnskörd, vilket är ett koncept som ska möjliggöra återanvändning av vatten som samlas upp från hårdgjorda ytor (Quon & Jiang, 2023). Dessa tekniker kan teoretiskt sett implementeras på befintliga dagvattensystem och skapa fördröjningsmagasin med multifunktionella lösningar.

Denna artikel är baserad på vårt kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet i samhällsbyggnadsteknik, genomfört våren 2024, vid Chalmers tekniska högskola; Klimatanpassning och dagvattenhantering – en studie om smarta fördröjningsmagasin för återbruk och fördröjning av dagvatten i Sverige (Enbom m.fl., 2024). Syftet med arbetet var att utreda behov, potential och nytta för smarta fördröjningsmagasin för magasinering och återbruk av dagvatten i Sverige. Ett stort fokus låg på att analysera tekniken i både aktuella och framtida förhållanden, avseende nederbörds- och förbrukningsmönster. Tekniken utvärderades även ur ett ekologiskt, ekonomiskt och socialt perspektiv. I denna artikel kommer de övergripande och viktigaste resultaten från arbetet att presenteras och diskuteras.

## Metodik

Studien bestod av tre huvuddelar: en enkätundersökning, en fallstudie samt en modellering. Syftet med enkätundersökningen var att förstå samhällets attityder till återanvändning av dagvatten och dess potentiella tillämpningsområden. Tillämpningsområdena som utreddes var vatten till toalettspol-

ning, tvättmaskin, diskmaskin, bevattning, bil-tvätt och dusch. I studien låg ett stort fokus på de två förstnämnda då de inkluderas i modelleringen. Vilken typ av rening dagvattnet genomgår innan återanvändning preciserades inte i enkätbeskrivningen, endast att vattnet renas. Enkätundersökningen är av betydelse eftersom tekniken i stor utsträckning förväntas användas av allmänheten.

Fallstudien genomfördes på två representativa svenska städer och användes som underlag för modelleringen. De städer som valdes var Göteborg, som representerar ett blötare klimat med större regnmängder och längre regnperioder, och Västervik, som representerar ett torrare klimat med mindre regnmängder och längre torrperioder. Med fallstudien som underlag kunde modelleringen undersöka prestandan för smarta fördröjningsmagasin för olika svenska klimat.

Målet med modelleringen var att få fram mängd återanvänt, avtappat och bräddat vatten. I denna artikel syftar bräddat vatten på vatten som okontrollerat lämnar fastigheten. För att möjliggöra modellering behövde en fastighet i respektive stad väljas. För respektive fastighet beräknades reducerad area, avrinning och vattenbehov. Dessa, tillsammans med magasinvolym, tillåten avtappning och nederbördsdata, användes som indata. Vattenbehovet i fastigheterna beräknades för användning av tvättmaskin och toalett, baserat på data från HSB Living Lab. Modelleringen utfördes för både ett nutida scenario, med nederbördsdata från SMHI för år 2023 (SMHI, 2023), och ett framtidsscenario. I framtidsscenario antas nederbörden öka och förbrukningen minska i och med vattenbesparande åtgärder. Dessutom modellerades ett konventionellt magasin utan smart teknik för att jämföra prestandan mellan de två systemen. Tanken med det smarta magasinet är att insamlat vatten ska bevaras för en framtida behovsbild i fastigheten samt att vattnet ska släppas ut i förväg inför ett regnfall. I modellen tog det sig uttryck genom en prognos för regnfallet och en prognos för behovsbilden. Modelleringen genomfördes i Excel och baserades på om-satser.

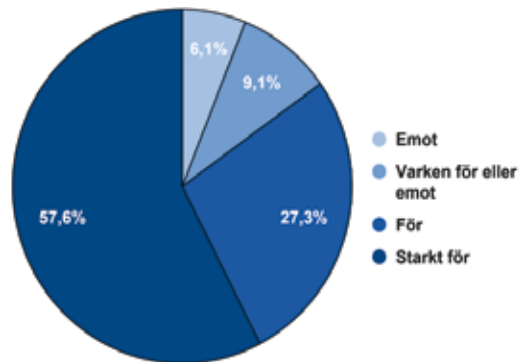
En utförligare beskrivning av metodiken finns att läsa i vårt arbete (Enbom m.fl., 2024).

**Resultat**

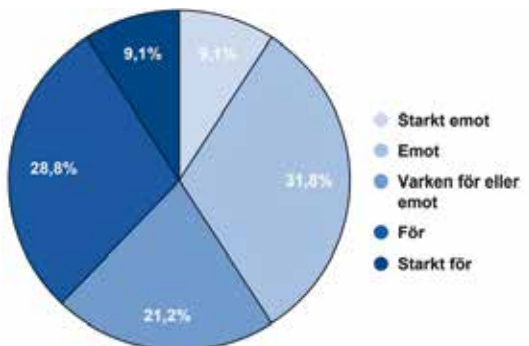
Resultaten av studien kan delas upp i två delar, resultat från enkäten och resultat från modelleringen. Endast de mest betydande resultaten presenteras i detta kapitel. Det fullständiga resultatet presenteras i vårt arbete (Enbom m.fl., 2024).

**Enkät**

Baserat på enkätsvaren har allmänheten överlag en positiv inställning till att använda återvunnet dagvatten. Den mest positiva inställningen observeras för användning av dagvatten för toalettspolning där 94% av deltagarna är positivt inställda eller neutrala, se figur 1. Toalettspolning är dessutom ett av användningsområdena som används i modelleringen av det smarta fördröjningsmagasinet. Det andra användningsområdet som används i modelleringen är tvättmaskin och där är deltagarna något mindre positiva.



Figur 1: Cirkeldiagram som visar inställningen gällande återanvändning av dagvatten i syfte för toalettspolning.



Figur 2: Cirkeldiagram som visar inställningen gällande återanvändning av dagvatten i tvättmaskinen.



För återanvändning av dagvatten i tvättmaskinen är 59% av deltagarna positivt inställda eller neutrala, se figur 2.

De övriga tillämpningsområdena som undersöks är diskmaskin, bevattning, biltvätt och dusch. För användning av dagvatten till bevattning och biltvätt observeras liknande siffror som för toalettspolning där 91–94% är antingen för eller varken för eller emot. Ingen av de undersökta användningsområdena har mer än hälften av deltagarna emot. Däremot visar nästan hälften av deltagarna en negativ inställning till att använda återvunnet dagvatten till duschvatten, medan ungefär en fjärdedel är positiva eller neutrala. Det framgår dessutom i enkätresultatet att allmänheten är något mer negativ mot återbruket för ändamål som resulterar i hudkontakt, till exempel för tvättmaskinsbruk.

### Modellering

Resultatet från modelleringen visar med hjälp av tabell 1 avrinningen, behovet, använt dagvatten, bräddningen och den avtappade volymen för Västervik respektive Göteborg under ett helt år. Avrinningen är den mängd vatten som ackumuleras på

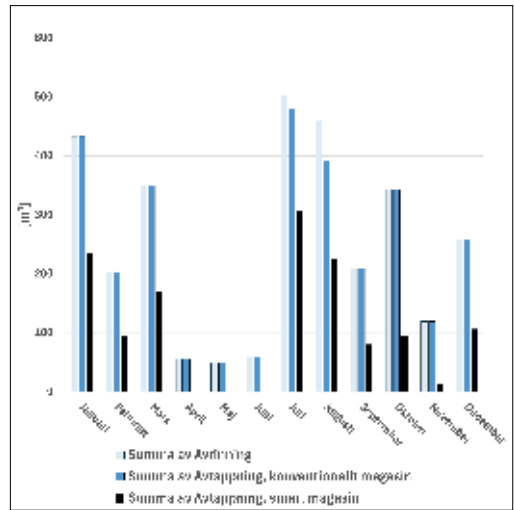
Tabell 1: Jämförelse mellan nutids- och framtidsscenario för avrinning, behov, använt dagvatten, bräddning och avtappad volym [m<sup>3</sup>/år] i Göteborg respektive Västervik.

	Göteborg		Västervik	
	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid
Avrinning [m <sup>3</sup> /år]	3040	3360	6620	7310
Behov [m <sup>3</sup> /år]	2080	1490	6710	4790
Använt dagvatten [m <sup>3</sup> /år]	1490	1170	3450	3040
Bräddning [m <sup>3</sup> /år]	190	280	780	1060

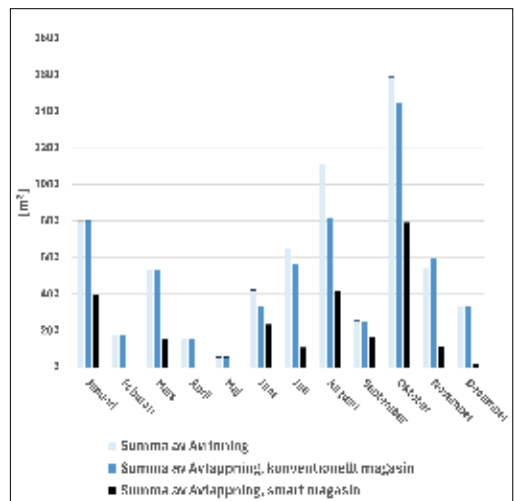
fastigheten vid en regnhändelse och som behöver fördröjas. Behovet syftar på vattenbehovet i fastigheterna för användning av tvättmaskin och toalett och använt dagvatten är så mycket av det insamlade vattnet som används till de tilltänkta användningsområdena i fastigheterna. Bräddning räknas som det vatten som okontrollerat lämnar fastigheten och därmed inte fördröjs. Den avtappade volymen är det vatten som kontrollerat lämnar magasinet efter att det fördröjts. Det är antaget till 1mm/h multiplicerat med

den hårdgjorda ytan för respektive fastighet i hektar. I tabellen presenteras värdena för både ett nutidsscenario och ett framtidsscenario. I framtiden kan vi se att avrinningen ökar eftersom årsnederbörden antas öka med ungefär 10%. Att det framtida behovet och återanvänt dagvatten minskar beror på antagandet att mindre vatten brukas per person och dag.

I figur 3 och 4 presenteras avrinningen från fastigheten i relation till avtappningen från det smarta respektive det konventionella magasinet. För det kon-



Figur 3: Avrinning i jämförelse med avtappning för ett smart magasin och ett konventionellt magasin för Göteborg i ett nutidsscenario.



Figur 4: Avrinning i jämförelse med avtappning för ett smart magasin och ett konventionellt magasin för Västervik i ett nutidsscenario.

ventionella magasinet framgår det att avtappningen är lika stor som avrinningen nio av tolv månader för Göteborg och sju av tolv månader för Västervik. För det smarta magasinet är avtappningen konstant mindre än avrinningen och under vissa månader är avtappningen från det smarta magasinet noll. Att det sker en lägre avtappning från det smarta magasinet beror på att det insamlade vattnet ses som en resurs som kan återanvändas inne i fastigheten. Vid kraftiga nederbördstillfällen innebär det dock att magasinet med smart teknik har en högre risk för bräddning.

I tabell 2 presenteras återanvänt dagvatten i procent av det totala behovet för toalettspolning och tvättmaskin i fastigheten i Göteborg respektive Västervik. Det görs även en jämförelse mellan nutidsscenario och framtidsscenario för att visa vad vattenbesparande åtgärder och ökad nederbörd har för inverkan på andelen täckt vattenbehov i fastigheten. Att framtidens behov kan täckas i större utsträckning av det insamlade vattnet kan förklaras av att behovet beräknas vara lägre och att tillgången på avrunnet vatten beräknas vara högre.

Tabellerna 3 och 4 visar bräddning, använt dagvatten och avtappning som procent av den totala avrinningen för det smarta magasinet, för båda fastigheterna i ett nutids- och framtidsscenario. Resultatet presenterat i tabell 3 indikerar att smarta fördröjningsmagasin kan användas och kontrollerat avtappas upp till 94% av vattnet som når fastigheten per år i Göteborg, baserat på aktuella nederbörds-

mönster. Det är med andra ord bara 6% av avrinningen från fastigheten som bräddas och därmed okontrollerat lämnar systemet. För framtidsscenario i Göteborg hanteras 92% av avrinningen och 8% bräddas. Det framgår i tabell 4.

Tabell 3: Jämförelse mellan nutidsscenario för Göteborg och Västervik gällande bräddning, använt dagvatten och avtappning i förhållande till avrinning.

	Göteborg	Västervik
Bräddning	6 %	12 %
Använt dagvatten	49 %	52 %
Avtappning	45 %	36 %

Tabell 4: Jämförelse mellan framtidsscenario för Göteborg och Västervik gällande bräddning, använt dagvatten och avtappning i förhållande till avrinning.

	Göteborg	Västervik
Bräddning	8 %	15 %
Använt dagvatten	36 %	42 %
Avtappning	56 %	43 %

## Diskussion

Baserat på tidigare forskning och studiens resultat kan man argumentera för ett behov av att utveckla dagvattenhanteringstekniker (Bergström m.fl., 2001; Bubeck m.fl., 2024; Khan m.fl., 2022; Xu m.fl., 2022). Det gäller både för att minska användningen av dricksvatten och för att hantera stora mängder nederbörd. Här har smarta fördröjningsmagasin potential att uppnå båda målen.

## Samhällets attityder

För att tekniken för återvinning ska bli intressant för kommun och fastighetsägare krävs att användarna visar vilja för att använda det återvunna vattnet (Rodrigues m.fl., 2023). Enkätresultaten visar att allmänheten är övergripande positiv till återbruket av dagvatten. Det framgick dessutom i enkätresultaten att den positiva inställningen gäller särskilt för användning i aktiviteter utan hudkontakt. För att öka acceptansen behöver hälsa och säkerhet säkerställas genom reningstekniker och god information avseende teknikens säkerhet (Johansson m.fl., 2022; Sweetapple m.fl., 2023). Dessutom krävs tydliga lagar om vattenkvalitet för olika användningsområden. Behovet av förbättrade attityder till återbruk av

Tabell 2: Återanvänt vatten i procent [%] av det totala behovet i Göteborg och Västervik för ett nutidsscenario och ett framtidsscenario.

	Göteborg		Västervik	
	Nutid	Framtid	Nutid	Framtid
Januari	100	100	66	74
Februari	80	99	40	54
Mars	81	86	62	77
April	68	73	46	63
Maj	33	41	11	23
Juni	21	26	13	15
Juli	99	100	84	99
Augusti	96	100	82	97
September	64	79	17	25
Oktober	92	99	71	84
November	62	73	71	87
December	60	67	53	65
Årligt	71	79	51	63

dagvatten gäller särskilt för äganderätter eller bostadsrätter där användarna har möjlighet att välja boende utifrån tillgänglig vattenteknik. I en hyresfastighet finns inte samma valmöjlighet och tekniken som erbjuds behöver användas.

### Hållbarhet

Implementeringen av tekniken kopplar starkt till social, ekonomisk och ekologisk hållbarhet. Tekniken medför en installationskostnad för fastighetsägaren, vilket kan öka boendekostnaden (Sweetapple m.fl., 2023). Dessa kostnader kan dock tas igen över tid genom återanvändning av dagvatten, vilket minskar behovet av att köpa vatten från kommunen. Om fördröjningsmagasinet inte kan tillgodose behovet för fastigheten under torra perioder riskerar återbetalningstiden att bli utdragen (Rodrigues m.fl., 2023). För att minska risken kan magasinets effektivitet förbättras och antalet användningsområden utökas. Då kan en större del av behovet tillgodoses vilket medför lägre vattenkostnader för de boende.

Ett decentraliserat vattenförsörjningssystem till fastigheten kan bidra med en säkerhet för såväl fastighetsägare som boende (Sweetapple m.fl., 2023). Ekologiska incitament, såsom ökad medvetenhet om dagvattenhantering, resurshushållning och en aktiv översvämningshantering, kan bidra till ett ökat fastighetsvärde. Om fastigheten miljömärks kan den sociala och ekologiska attraktiviteten öka, vilket kan ge ekonomiska fördelar för ägarna. Det finns dock en risk för att stigande kostnader driver ut vissa boende. När ekonomiska incitament hos fastighetsägaren ligger bakom implementeringen kan användningen av tekniken bli en klassfråga, vilket är negativt ur ett socialt hållbarhetsperspektiv. För att tekniken ska implementeras krävs dock att fastighetsägaren ser ekonomiska vinster, särskilt om det inte finns lagkrav för tillämpningen (Xu m.fl., 2021). Från kommunens perspektiv kan smarta fördröjningsmagasin leda till en mer hållbar och effektiv dagvattenhantering och resursanvändning. Inkluderas en hållbar dagvattenhantering tidigt i planeringen kan kostnader hållas nere.

En viktig aspekt av implementeringen av konceptet smarta fördröjningsmagasin är att befintliga magasin för dagvattenhantering kan kompletteras av

RTC-teknik och rör till fastigheten som möjliggör avtappning och återbruk av dagvattnet. Det skapar en hållbar multifunktionell lösning samtidigt som befintlig infrastruktur nyttjas. Implementeringen av smarta fördröjningsmagasin behöver alltså inte betyda att befintliga dagvattenhanteringstekniker byts ut, utan snarare renoveras och utvecklas. Det kan vara positivt ur både ett ekonomiskt och ekologiskt hållbarhetsperspektiv.

### Reducering av flödestoppar

Modelleringen visar flera fördelar med smarta fördröjningsmagasin. Genom att kombinera smart teknik med fördröjningsmagasin ökar möjligheten till kontrollerad avtappning och återanvändning av dagvatten, vilket minskar den avtappade volymen markant. Den dynamiska avtappningen minskar flödestopparna nedströms och förebygger översvämnningar, vilket minskar påverkan på den gråa infrastrukturen. Resultatet för modelleringen visar dock att smarta magasin leder till en större bräddning under ett år än de konventionella magasinerna. De konventionella magasinerna kan emellertid endast fördröja flödet kortvarigt med en konstant avtappning. Det ger en mindre kontroll på avtappningen än för de smarta magasinerna. I ett nutidsscenario för Göteborg och ett smart magasin avtappas och bräddas 1516m<sup>3</sup> av totalt 3041m<sup>3</sup> avrinning. Det innebär att endast hälften av dagvattnet som når fastigheten belastar den gråa infrastrukturen. För Västervik resulterar det smarta magasinet också i en halvering av flödet. Jämförelse mellan avtappning och bräddning visar att mer vatten lämnar det konventionella magasinet, även om bräddningen är mindre.

### Täckning av behov

Avtappningen från det smarta magasinet sker med maximalt flöde när avtappning krävs, vilket är en förnkling som påverkar hur väl behovet kan tillgodoses. Under vissa månader, särskilt de med mycket nederbörd, är avtappningen större än återanvändningen, vilket innebär att magasinet töms i förberedelse på kraftiga regnfall trots att behovet kvarstår. För Västervik som riskerar kapacitetsproblem vid torra perioder, innebär återanvändning av dagvatten en avlastning av den centrala dricksvattenförsörjningen (Västerviks kommun, 2017). Bräddningen och avtap-



ningen är 48% för nutid och 59% för framtid av den årliga avrinningen, medan täckningsgraden ligger på 51–52% för nutid och 62–63% för framtid. Det indikerar en tydlig potential för att vidareutveckla den smarta tekniken och möjliggöra högre täckningsgrad av behovet. Att Västervik får en betydligt större procentuell bräddning än Göteborg beror delvis på att Västerviks magasin är dimensionerat mindre i förhållande till fastigheten än i fallet för Göteborg. En ökad användning av insamlad dagvatten, till exempel för dusch, skulle minska avtappningen och bräddningen och därmed även behovet av dricksvatten. I framtiden, när förbrukningen väntas minska samtidigt som nederbörden väntas öka, kan utökningen av användningsområden bli särskilt relevant.

### Översvämningsrisk och torrperioder

Trots att Västervik är en stad som tidvis drabbas av torrperioder kan staden även dra nytta av tekniken för att hantera översvämmingar. När risken för extrema regn ökar föreligger risk för skador på infrastrukturen och framkomligheten för utryckningsfordon (Hathaway m.fl., 2024). Det innebär stora kostnader för samhället som en investering i smarta fördröjningsmagasin kan komma att förebygga. Göteborg står inte inför samma problematik med dricksvattenförsörjning som Västervik, men framtidens oregelbundna nederbördshändelser kan innebära längre torrperioder även i Göteborg. Göteborgs stad säljer vatten från sina ytvattenverk till omkringliggande kommuner (Göteborgsregionen, 2020). Minskar grundvattennivåerna i omkringliggande kommuner och vattenförsörjningen blir ansträngd kan vattentillgången i Göteborg därmed äventyras. Återbruket av dagvatten är således relevant även i Göteborg. Trots det är reduktionen av flödestoppar och översvämningsrisken i Göteborg mer aktuell (Göteborgs Stad, 2021). Enligt tabell 3 och 4 är bräddningen och avtappningen 51% för nutid och 64% för framtiden av den årliga avrinningen. Det innebär att användningen av dagvattnet är 49% respektive 36 %. Samtidigt är täckningsgraden av behovet 71% för nutid respektive 78–79% för framtiden. För att vidare utveckla potentialen hos smarta fördröjningsmagasin krävs det att avtappningen och bräddningen minskas ytterligare. Även här är utökningen av användningsområden för

det insamlade dagvattnet en lösning. Det kan dessutom vara aktuellt för en mer regndrabbad stad som Göteborg att fortsättningsvis utforska lösningar för att reducera flödestoppar, såsom att öka mängden grön infrastruktur.

### Studiens förbättringspotential

I dagsläget är implementeringen av och forskningen kring smarta fördröjningsmagasin i ett tidigt utvecklingsstadium (Sweetapple m.fl., 2023). Modelleringsresultat vad gäller ökad bräddning avviker från tidigare studier (Jean m.fl., 2021). Det beror förmodligen på att dagvattnet delvis bevarades för återbruk, delvis släpptes ut inför regnhändelser. Det har gjorts få studier i stor skala (Rodrigues m.fl., 2023; Mugume m.fl., 2024) för att utvärdera potentialen hos regnskörd för att mildra stadsöversvämningar. Att dagvattnet ses som en resurs har varit en central del i detta arbete. Det gör studien unik i jämförelse med tidigare forskning (Jean m.fl., 2021; Li & Burian, 2023; Sweetapple m.fl., 2023; Shishegar m.fl., 2019) där ett stort fokus har legat på utformning och maximering av kapaciteten för redan befintlig dagvatteninfrastruktur. Framtida forskning bör fokusera på potentialen för återbruk av dagvattnet. För att förbättra modellen kan en mer dynamisk avtappning implementeras där vattnet kan tappas av i olika mängder över längre tid. Det skapar en möjlighet för bräddningen att minska och återanvändningsgraden att öka. En kortare tidsupplösning skulle sannolikt öka prognosens tillförlitlighet och effektivisera vattenhanteringen. Studien har undersökt hur stor del av vattenbehovet i fastigheten som ett smart magasin kan tillgodose. Vad gäller rening av det uppsamlade vattnet finns det ett intresse att undersöka hur ett inslag av grön infrastruktur kan effektivisera reningen av vattnet.

### Slutsats

Studien påvisar att smarta fördröjningsmagasin erbjuder betydande potential att möta svenska städers behov av dagvattenhantering och vattenförsörjning, särskilt med hänsyn till förändrade regnmönster. Resultatet från enkäten visar en övergripande positiv inställning hos allmänheten, där upp till 94% var för ett återbruk av dagvatten. Modelleringen indikerar att smarta fördröjningsmagasin kan fördröja och möjlig-

göra återanvändning av upp till 94% av det dagvatten som når fastigheten per år, baserat på aktuella nederbördsmonster, och upp till 92% i ett framtidsscenario. Det medför en minskning av flödestoppar i urbana miljöer, samtidigt som vattenförsörjningen kan säkras under torra perioder. För Västervik och Göteborg är täckningsgraden 51% respektive 71% i ett nutidsscenario, och 63% respektive 79% i ett framtidsscenario. Den största andelen återanvändning återfinns under de mer regnintensiva delarna av året.

Resultaten visar att smarta fördröjningsmagasin är fördelaktiga att implementera i både nederbördsrika och nederbördsfattiga områden. De kan användas för att hantera både vattenbrist och översvämningar. Med två användningsområden för det insamlade vattnet bräddas det mer i det smarta magasinet än i det konventionella. Detta anses dock vara en nödvändig kompromiss för att hantera toppflöden och vattenbehov. Genom att öka användningsområdena för det insamlade vattnet kan ytterligare fördelar uppnås, samtidigt som magasinets huvudfunktion – att fördröja dagvatten – inte äventyras.

För att realisera den fulla potentialen hos smarta fördröjningsmagasin behövs mer forskning, inklusive studier av kombinerade lösningar med grön infrastruktur och smart teknik, där det insamlade vattnet betraktas som en nödvändig resurs. En förbättrad tidsupplösning för att skapa mer tillförlitliga prognoser samt en dynamisk avtappning för att minska mängden bräddat vatten bör stå i fokus för framtida forskning.

Trots behovet av mer forskning kan det konstateras att det finns ett behov av utveckling av smarta fördröjningsmagasin, i såväl översvämningssdrabbade som torra städer. Tekniken bakom smarta fördröjningsmagasin möjliggör en anpassning av redan existerande magasin så att de kan nyttjas även för återanvändning av dagvatten. Dagens dagvattenhanterings-tekniker behöver inte nödvändigtvis bytas ut, utan kan återanvändas i en multifunktionell lösning där dagvatten både hanteras och ses som en viktig resurs. Smarta fördröjningsmagasin med möjlighet till återbruk av dagvattnet erbjuder därmed både nytta och potential för en hållbar dagvattenhantering.

## Källhänvisning

- Bergström, S., Carlsson, B., Gardelin, M., Lindström, G., Pettersson, A., & Rummukainen, M. (2001). Climate change impacts on runoff in Sweden – assessments by global climate models, dynamical downscaling and hydrological modelling. *Climate Research*, 16, 101-112. <https://doi.org/10.3354/cr016101>
- Bubeck, P., Dieu My Pham, T., Nhat Anh Nguyen, T., & Hudson, P. (2024). Disaster risk reduction on stage: An empirical evaluation of community-based theatre as risk communication tool for coastal risk mitigation and ecosystem-based adaptation. *Progress in Disaster Science*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2024.100323>
- Enbom, A., Mattsson, B., & Rastin, I. (2024). Klimatanpassning och dagvattenhantering – en studie om smarta fördröjningsmagasin för återbruk och fördröjning av dagvatten i Sverige. Hämtad 2024, från <http://hdl.handle.net/20.500.12380/307999>
- Europeiska kommissionen. (u.å.). Klimatförändringarnas konsekvenser. Hämtad 2024, från [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_sv](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_sv)
- Göteborgs Stad. (2021a). Göteborg när det regnar. <https://www.samhallsbyggnaderna.org/media/635983/go-teborg-na-r-det-regnar-en-exempel-och-inspirationsbok-for-god-dagvatten-hantering-2018-04.pdf>
- Göteborgsregionen. (2020). Vattenförsörjningsplan för Göteborgsregionen. <https://goteborgsregionen.se/download/18.22a3cc881780d1faddf36b0/1615554177804/Vatten%C3%B6rs%C3%B6rjningsplan%20f%C3%B6r%20G%C3%B6teborgsregionen%202020.pdf>
- Hathaway, J., Bean, E., Bernagros, J., Christian, D., Davani, H., Ebrahimi, A., Fairbaugh, C., Gulliver, J., McPhillips, L., Palino, G., Strecker, E., Tirpak, R., Van Duin, B., Weinstein, N., & Winston, R. (2024). A Synthesis of Climate Change Impacts on Stormwater Management Systems: Designing for Resiliency and Future Challenges. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 10(2). <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.SWENG-533>
- Jean, M.-E., Morin, C., Duchesne, S., Pelletier, G., & Pleau, M. (2021). Optimization of Real-Time Control With Green and Gray Infrastructure Design for a Cost-Effective Mitigation of Combined Sewer Overflows. *Water Resources Research*, 57(12). <https://doi.org/10.1029/2021WR030282>
- Johansson, M., Albinsson, M., & Regnell, F. (2022). Juridiska utmaningar när avloppsvatten blir tekniskt vatten (tekn. rapport). Svenskt Vatten.
- Khan, M. P., Hubacek, K., Brubaker, K. L., Sun, L., & Moglen, G. E. (2022). Stormwater Management Adaptation Pathways under Climate Change and Urbanization. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 8(4). <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.0000992>
- Mainali, S., & Sharma, S. (2023). Climate Change Effects on Rainfall Intensity–Duration– Frequency (IDF) Curves for the Lake Erie Coast Using Various Climate Models. *Water*, 2023, 15 (23), 1–22. <https://doi.org/10.3390/w15234063>
- Mugme, S. N., Kibibi, H., Sörensen, J., & Butler, D. (2024). Can Blue-Green Infrastructure enhance resilience in urban drainage systems during failure conditions? *Water Science and Technology*, 89(4), 915-944. <https://doi.org/10.2166/wst.2024.032>
- Quon, H., & Jiang, S. (2023). Decision making for implementing non-traditional water sources: a review of challenges and potential solutions. *npj Clean Water*, 6, 56. <https://doi.org/10.1038/s41545-023-00273-7>
- Rodrigues, A., Formiga, K., & Milograna, J. (2023). Integrated systems for rainwater harvesting and greywater reuse: a systematic review of urban water management strategies. *Water Supply*, 23(10), 4112– 4125. <https://doi.org/10.2166/ws.2023.240>
- Shishegar, S., Duchesne, S., & Pelletier, G. (2019). An integrated optimization and rule-based approach for predictive real time control of urban stormwater management systems. *Journal of Hydrology*, 577, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124000>
- SMHI. (u.å.). Års- och månadsstatistik. Hämtad 2024, från <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/manadens-vader-i-sverige/ars-och-manadsstatistik>
- Svenska FN-förbundet. (2023). Globala målen för hållbar utveckling. Hämtad 2024, från <https://fn.se/globala-malen-for-hallbar-utveckling/>
- Sweetapple, C., Webber, J., Hastings, A., & Melville-Shreeve, P. (2023). Realising smarter stormwater management: A review of the barriers and a roadmap for real world application. *Water Research*, 244, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120505>
- Västerviks kommun. (2017). Vattenförsörjningsplan för Västerviks kommun. <https://www.vastervik.se/globalassets/bygga-bo-och-miljo/nyheter-bygga-bo-miljo/vattenforsorjningsplan-170621.pdf>
- Xu, W., Burns, M., Cherqui, F., & Fletcher, T. (2021). Enhancing storm-water control measures using real-time control technology: a review. *Urban Water Journal*, 18 (2), 101–114. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2020.1857797>
- Xu, W. D., Burns, M. J., Cherqui, F., Duchesne, S., Pelletier, G., & Fletcher, T. D. (2022). Real-time controlled rainwater harvesting systems can improve the performance of stormwater networks. *Journal of Hydrology*, 614. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128503>

# Vatteninfrastruktur för livsmedelsproduktion under press

## Water infrastructure for food production under pressure



Markus Hoffmann (Agr Dr). Lantbrukarnas Riksförbund (LRF), markus.hoffman@lrf.se

### Sammanfattning

På senare år har betydelsen av en fungerande vatteninfrastruktur för livsmedelsproduktion blivit tydlig. Extremväder med för lite och för mycket vatten har orsakat skörde-skador för 10 till 15 miljarder kronor de senaste åren. Vattenrelaterade skörde-skador blir därför en fråga för landets livsmedelsberedskap och för lantbrukets egen del är det på lång sikt ekonomiskt omöjligt med så stora skörde-skador. För att motverka problemen behöver det bland annat täckdikas mer och det behöver anläggas fler bevattningsdammar. Det nödvändiga investeringsbehovet uppskattas till cirka 55 miljarder kronor. Vid sidan av denna storskaliga utmaning ökar problemen för lantbrukare i en ring runt tätorter där episodiska flöden av dagvatten från nya hårdgjorda ytor skadar lantbrukets öppna diken. Det behövs därför ett större perspektiv där insikten om att stad och land hänger ihop i ett avrinningsområde. Det har pratats om det i några år men insikten styr ännu inte planeringen. Situationer med för lite och för mycket vatten behöver samplaneras för att undvika konflikter och för att göra både städer och lantbrukets klimatanpassning mer genomtänkt och kostnadseffektiv.

**Nyckelord:** livsmedelsproduktion, bevattning, klimatanpassning, täckdikning, dagvatten, översvämning

### Abstract

The importance of a well-functioning water infrastructure for food production has become evident in recent years. Extreme weather with too little and too much water has caused crop damage of SEK 10 to 15 billion in recent years. Water-related crop damage therefore becomes an issue for national food preparedness, and for agriculture itself, it is economically impossible with such large crop damage in the long term. Among other things, more tile drainage and irrigation ponds need to be built. The needed investment is estimated to be approximately SEK 55 billion. Alongside this large-scale challenge, the problems for farmers are increasing in a ring around urban areas where episodic flows of stormwater from new impermeable surfaces damage the farm's open ditches. There is also a need for a larger perspective, with the insight that city and country are connected in a catchment area. This has been discussed for a few years but does not yet guide the planning. Situations with too little and too much water need to be co-planned to avoid conflicts and to make both the cities' and the agriculture's climate adaptation more thoughtful and cost-effective.

**Keywords:** Keywords: food production, irrigation, climate adaptation, tile drainage, stormwater, flooding

## Ateranskaffningsvärde på 100 – 150 miljarder kronor

Branschföreningen Svensk Försäkring anger att det betalats ut cirka 8 miljarder kronor för naturskadorna på Sveriges småhus de senaste åtta åren. Under samma period har naturskadorna på livsmedelsproduktionen uppgått till 10–15 miljarder kronor. Det har skapat ett ökat fokus på betydelsen av vatteninfrastrukturen i odlingslandskapet. Det är viktigt att benämna det just som en infrastruktur för att det är det i ordets rätta bemärkelse men också för att tillmäta den samma betydelse som infrastruktur för vägar, järnvägar, elnät och VA i tätorter.

Vatteninfrastrukturen för odling började utvecklas redan på medeltiden och senare utfärdade Gustav Wasa uppmaningar om att underhålla diken för ökad skörd och mer mat. Idag utgörs vatteninfrastruktur för odling främst av fyra delar: 1) öppna diken, 2) täckdiken, 3) invallningar och 4) bevattning.

### 1. Öppna diken

Enligt NILS – Nationella inventeringen för landskapsanalys bedöms det finnas cirka 93 100 kilometer öppna diken i odlingslandskapet. En del har inte underhållits sedan de grävdes och andra underhålls för sällan. Det finns därför en stor underhållsskuld.

### 2. Täckdiken

Av landets cirka 2,5 miljoner hektar åkermark bedöms cirka 1,3 miljoner hektar vara täckdikad (figur 1). Det finns ett behov av att täckdika ytterligare mark men det finns också åkermark som har sådana odlingsförutsättningar att den inte behöver täckdikas.

### 3. Invallningar

Landets 400 till 500 invallningarna finns främst vid sjöar och många av dem finns runt de fyra största sjöarna. De är ofta samägda av flera lantbrukare som delar på kostnaden för att sköta dem och de vattenpumpar som behövs.

### 4. Bevattning

I medeltal bevattnas några procent av den svenska åkermarken och det är vanligast i Skåne och sydöstra delen av landet. De grödor som vattnas är ofta potatis, sockerbetor och grönsaker men på senare år vattnas alltmer vall för foder till nötkreatur. Vatten tas både från grundvatten, sjöar och vattendrag (figur 2). I allmänhet är det enskilda vattenuttag men det finns några samfälligheter både för uttag från vattendrag,

sjöar och från grundvatten. Infrastrukturen består av bevattningsdammar, nedgrävda rör, vattenpumpar, kaskadspidare och enstaka pivotbevattningramper för stora fält.

Utöver de fyra beskrivna delarna i odlingsens vatteninfrastrukturer ovan har flera andra åtgärder gjorts som att torrlägga eller sänka sjöar, dika ut våtmarker eller andra fuktiga låglänta områden, räta ut vattendrag och kulvertera öppna diken. Torrläggning av olika slag blev mer omfattande och mer systematisk under 1860-talet när staten bildade Afdikningslånefonden där län beviljades och Afdikningsanslaget där bidrag beviljades. Verksamheten var som mest omfattande under 1930-talet som en arbetsmarknads-



Figur 1. Pågående nedläggning av dräneringsslang för täckdikning. Fotograf: Markus Hoffmann



Figur 2. Bevattningsdamm på Öland. Fotograf: Jan Wågesjö.





Figur 3. Ekonomiskt stöd i miljoner kronor per år till upptorkning (endast sjösänkning) av jordbrukslandskapet (positiva belopp) minskat med stöd till återskapande av våtmarker (negativa belopp). Detta ger ett mått på hur retentionen av kväve i landskapet har förändrats, från en försämring till en liten förbättring under senare år. (Hoffmann et al, 2000).

åtgärd, vilket syns i diagrammet över utbetalda medel (figur 3). Som alla vet har det förändrat landskapets utseende fundamentalt och samtidigt lika fundamentalt ökat matproduktionen. Det sammanlagda återanskaffningsvärdet på denna vatteninfrastruktur bedöms vara 100 till 150 miljarder kronor. Av dessa pengar har cirka 11 miljarder kronor i dagens penningvärde gått åt till att sänka eller torrlägga de 2 500 sjöar som SMHI sammanställt som sänkta eller torrlagda.

### Klimatet förändras

Matproduktion, alltså att försörja befolkningen med livsmedel, är lantbrukets huvuduppgift och är ett samhällsviktigt uppdrag. Efter pandemin och kriget i Ukraina har det blivit större fokus på livsmedelsberedskap och fler människor förstår värdet av en fungerande svensk livsmedelsproduktion. I den kontexten ses också infrastrukturen för vatten som viktigare än tidigare. Vid torkan 2018 blev det tydligt att vatteninfrastrukturen är viktig. Det fanns inte och finns fortfarande inte kapacitet att bevattna mer än några procent av åkermarken. Många lantbrukare kände sig maktlösa när grödor torkade bort. Torkan ledde till skördeskadorna på 8 till 10 miljarder kronor. Maten räckte inte till alla i bemärkelsen spannmål. Under ett normalt skördeår skördas cirka 7 miljoner ton spannmål varav en miljon ton kan exporteras. Människor i andra länder äter sig alltså mätta på mat lagad eller bakad på svensk spannmål. Men 2018 fick Sverige istället importera. 2023 blev också ett år med extremväder med först torrt i en del områden och

sedan desto mer nederbörd i slutet av sommaren och början på hösten. Sammanlagt för de båda åren 2018 och 2023 bedöms skördeskadorna uppgå till 10 till 15 miljarder kronor. Den genomsnittliga Sverige-bilden fångar inte landskapsvisa svårigheter som exempelvis att det egentligen varit torka på Öland i flera år efter 2018.

Regeringar som kommit och gått har uttryckt oro för odlingen i ett framtida förändrat klimat. Jordbruksverket har därför fått genomföra flera regering-supplag som på ett eller annat sätt handlar om för lite och för mycket vatten och hur det kan hanteras.

Som motvikt till nackdelen med extremväder gör den pågående långsamma, förutsägbara temperaturökningen att växtsäsongen blir längre i Sverige. Mer biomassa kan produceras och eventuellt kan nya grödor eller nya sorter av befintliga grödor odlas. Det kan ge en ekonomisk fördel. Ett annat sätt att beskriva detta är att förutsättningarna för odling kan bli relativt sett bättre i Norden. Och då relateras ofta till hur länder som Italien, Spanien men även södra Frankrike kommer påverkas. I en rapport av EU bedöms priser på åkermark sjunka betydligt i dessa länder i takt med att förutsättningarna för odling blir sämre. I motsvarande grad beräknas priserna på åkermark i Sverige öka i snabbare takt än tidigare. Det kan tyckas vara bra för de som redan äger mark men är sammantaget dåligt för samhället då det försvårar för unga människor som vill bli lantbrukare att kunna göra inträde och köpa eller arrendera mark.

Det går en strid ström av transporter av färska grönsaker från Medelhavsländerna till bland annat Sverige. På senare år finns tecken på att en del av dem är lastade med svenska grönsaker på hemfärden då det blivit för dyrt att bevattna vissa grödor i vissa länder. Det kan vara en glimt av framtiden. Den svenska åkermarken kommer behöva mätta fler än de som bor i Sverige.

Möjligheterna som beskrivits ovan ska alltså vägas mot ökad förekomst av extremväder. Vad den ekonomiska nettoeffekten blir beror på hur ofta förekommande extremväder blir och på dess karaktär. Torka kan ske i hela södra Sverige samtidigt, som 2018. För mycket nederbörd som försvårar sådd och skörd sker ofta i något mindre skala, oftast på landskapsnivå. Översvämningar sker också och kan ge en totalskada

på en skörd men sker geografisk i mindre områden då vattnet som svämmar över åkermark kommer från närmsta vattendrag eller sjö.

### Dyrt att ändra på infrastruktur

Den mänskligt skapade klimatförändringen är allvarlig med långtgående konsekvenser för mänskligheten. Som en konsekvens behövs nu mycket stora belopp för att anpassa samhället till extremväder. Det hade varit bättre om dessa belopp hade kunnat användas till annat.

Rapporten Livsmedelsberedskap, klimat och natur – kostnad för jordbrukets gröna omställning som Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) presenterade i december 2023 har rönt stort intresse. När den här artikeln skrivs har det gjorts cirka 55 presentationer av den. I definitionen av Grön omställning för lantbruk och livsmedel ingår åtgärder för klimatanpassning rörande vatten. Det bedöms kosta cirka 55 miljarder kronor med de nödvändiga åtgärder. I beräkningen fördelar de sig så här:

**Täckdikning.** Jordbruksverket har i ett regeringsuppdrag bedömt att takten på täckdikning behöver två- till trefaldigas och det behöver pågå under 25 år för att klimatanpassa odlingen till ett förändrat nederbördsmonster. Kostnaden för det är cirka 25 miljarder kronor. Det finns numera ett investeringsstöd för lantbrukare att söka i EU:s jordbrukspolitik CAP. Det kan bidra till 30 procent av kostnaden som ofta uppgår till cirka 35 000 kronor per hektar.

**Bevattnings.** Staten har inte som för täckdikning gjort någon bedömning av vad behovet av bevattnings kan vara. I rapporten har räkneexemplet att vattna ytterligare 20 procent av åkermarken använts, utöver de några procent av åkermarken som vattnas nuförtiden. Alltså en framtida bevattningsmöjlighet för cirka 25 procent av marken. En del lyckligt lottade lantbrukare har sina fastigheter nära sjöar eller stora vattendrag och något mer vatten borde kunna tas därifrån. Men de flesta har inte sådana möjligheter utan behöver skaffa sig vatten på andra, dyrare sätt. Att samla in nederbördsöverskottet under vintern i form av dammar är den enda möjligheten för många. Att vattna åkermark med sammanlagt 100 mm vatten under en odlingsäsong motsvarar 1 000 m<sup>3</sup> per hektar. En vanligt förekommande kostnad för en bevattnings-

dam som rymmer 100 000 m<sup>3</sup>, som alltså räcker till 100 hektar, är 3 till 5 miljoner kronor. För att vattna 20 procent av åkermarken skulle det krävas en sammanlagd investeringskostnad på i storleksordningen 20 miljarder kronor. På samma sätt som det finns ett investeringsstöd för täckdikning finns ett för bevattningsdammar. Det stödet har, när den här artikeln skrivs, ett stödtag på 750 000 kronor.

**Underhållsskuld.** Som nämnts tidigare i artikeln finns en underhållsskuld för öppna diken. Men en större kostnad kommer bli att underhålla eller byta ut den infrastruktur för betongkulvertar som finns i landskapet. För att förkorta tidsåtgången för olika arbetsmoment i växtodlingen har staten bidragit till att kulverta öppna diken och därmed göra fält större.



Figur 4. Kulvert som gått sönder av belastning från traktor eller tröska. Fotograf: Jon Wessling

Tidsbesparing i odling är en del i att göra maten billigare än vad den annars hade varit. Det bedöms finnas cirka 8 000 kilometer betongkulvertar i landet. En del börjar bli gamla och en del gjöts lokalt med så kallad krigscement av lägre kvalitet under andra världskriget. I takt med att traktorer och tröskor blivit större och tyngre rämnar en del av dessa betongkulvertar (figur 4). Att byta ut dem mot nya betong- eller plaströr kostar ofta 1 000 till 1 500 kronor per meter

vilket skulle ge en sammanlagd kostnad på i storleksordningen 10 miljarder kronor.

Klimatanpassningen och förnyelsen av odlingens vatteninfrastruktur går sakta. Som exempel skulle det med dagens takt ta över 200 år att anlägga bevattningsdammar för att vattna 20 procent av den svenska åkermarken. Vi kommer alltså att ha en livsmedelsproduktion som tills vidare är helt regnvattendriven. Eftersom vi i händelse av torka i hela södra Sverige, som 2018, inte kan vattna hela södra Sverige och eftersom det visat sig att bevattningsdammar är en ganska exklusiv produkt som de flesta lantbrukare inte kommer ha råd med betyder det att klimatanpassning till extremväder i form av torka för de flesta lantbrukare aldrig kommer handla om att få tag på vatten utan handla om att få tag på pengar. Den största enskilda förklaringen till det för låga tempot är alltså avsaknad av pengar. Sveriges mest sålda brödlimpa kostar 25 till 30 kronor i affären och av det får lantbrukaren cirka 1 krona. Bondens andel av matpriset räcker inte för att utföra klimatanpassning i en högre takt och inte heller dagens utformning av investeringsstöd i EU:s jordbrukspolitik. På sätt och vis går det göra liknelsen att både kommuner och lantbrukare säljer sina livsmedelsprodukter så billigt att ingen av dem har råd med en ledningsförnyelse i tillräcklig takt. Alltså livsmedlet dricksvatten från kommuner och andra livsmedel från lantbrukare.

## Vattendirektivet och lantbrukets vatteninfrastruktur

Lantbrukets arbete med att minska läckaget av kväve och fosfor från åkermarken har pågått i åtminstone fyra decennier sedan början på 1980-talet. Algbloomingen i Ringsjön i Skåne och att det sköljdes upp döda havskräftor på stranden i Laholmsbukten satte fart på debatten om odling, växtnäringssläckage och vattenmiljöfrågor. Sedan dess har näringsläckaget minskat både på grund av direkta vattenvårdande åtgärder men även på att både djurhållning och odling minskat i omfattning. De senaste 15 åren har det slutat cirka tre lantbrukare per dygn. Styrmedlen för de direkta, vattenvårdande åtgärderna har varit lagstiftning, ekonomiska miljöersättningar från EU:s jordbrukspolitik samt gårdsrådgivning. Det mest framträdande exemplen på ekonomiska

miljöersättningar är ersättning för anläggning av våtmarker samt för odling av fånggrödor som fångar kväve och kol. Ett bra exempel på gårdsrådgivning är de cirka 70 000 gårdsbesök som gjorts under 2001 till 2024 i projektet Greppa Näringen som är ett samarbete mellan Jordbruksverket, LRF, länsstyrelserna och rådgivningsföretag i lantbruket.

Med införandet av EU:s vattendirektiv har en ny vattenfråga för lantbruket lyfts. Det är att förutsättningarna för biologisk mångfald i ett jordbruksvattendrag ofta påverkas mer av hydromorfologin än om det är mycket eller lite kväve och fosfor i vatten. Enligt de fem regionala Vattenmyndigheternas senaste statusklassning är det 1 500–2 000 vattendrag som inte nås på grund av påverkan av markavvattning. Det kan röra sig om att ett vattendrag är utträtat, att flödesregimen är snabbt varierande eller att bottensubstrat förändrats. Det saknas ofta kunskap för att göra korrekta, platsspecifika bedömningar av tillståndet. I denna del av arbetet med vattendirektivet pågår lokala utvecklingsprojekt där både de regionala Vattenmyndigheterna, länsstyrelser, Havs- och vattenmyndigheten samt LRF och lokala lantbrukare är involverade. Syftet är att ta fram underlag för lämpliga miljö kvalitetsnormer och att undersöka om vattendirektivets undantag för kraftigt modifierat vatten kan användas. Även om undantag medges så krävs åtgärder. Den stora utmaningen kommer bli hur ett åtgärdsprogram för lokala fysiska åtgärder ska se ut men framförallt hur det ska finansieras. För motsvarande åtgärdsprogram för vattenkraftens fysiska påverkan på vattenmiljön har Vattenkraftens miljöfond skapats med 10 miljarder kronor. Energi och livsmedel är båda kritiska frågor, men motsvarande fond finns inte för odlingens fysiska påverkan. Likt att arbetet med övergödningsfrågan har pågått i decennier kommer även denna fråga troligen bli långsiktig.

## Stad och land sitter ihop

Kävlinge i januari 2024, Sala augusti 2023, Gävle 2021. Det är tre tätorter som drabbats hårt av extremväder. Listan kan göras längre och kommer bli längre. Slättbygden i Västmanland 2023 åkermarken kring sjön Tämnamaren 2024 och den bördiga åkermarken vid

Roxen i Östergötland 2024. Det är tre områden för livsmedelsproduktion som drabbats hårt av extremväder. Listan kan göras längre och kommer bli längre.

Det vatten som översvämmar tätorternas gator och källare kommer till viss del från landet uppströms staden. Och det vatten som översvämmar åkrar kommer i sin tur delvis från tätorternas hårdgjorda ytor uppströms åkermarken. Vattnet känner inga gränser. Stad och land hänger tydligt ihop även i denna fråga. Därför kan det inte nog betonas att situationer med både för lite och för mycket vatten behöver samplaneras mellan tätort och landsbygd. Det görs inte idag. Statliga utredningar studerar ofta en samhällssektor i taget. Nu pågår utredningen *Ett samhälle anpassat till klimatförändringarna*. 2015 presenterades utredningen *Ett stärkt arbete för anpassning till ett förändrat klimat*. Utredningar tenderar att ha den bebyggda miljön i tätorterna i fokus. Ett angreppssätt utan ett avrinningsområdesperspektiv gör klimatanpassningen till ett svårlöst problem som kommer behöva följas av nya utredningar.

### Together possible

Flera utredningar, enskilda forskare och organisationer som Svenskt Vatten har gång på gång påtalat att i vattenfrågan hänger stad och land ihop i ett och samma avrinningsområde. Några länder i Europa har lyft blicken och förstått att det går att förebygga skador av extremväder genom en samplanering mellan stad och land. I flera länder finns avtal mellan tätorter och markägare runt tätorten om att få använda marken som översvämningsmagasin vid extrema nederbördsmängder. Det orsakar förvisso en totalskada på den aktuella livsmedelsproduktionen men är billigare för tätorten att ersätta generöst än att översvämma sig själv. Den praktiska situationen är väl inövad genom scenarioövningar och juridiska och ekonomiska avtal finns förberedda om de behövs. Det här är ett exempel på en lösning, som visserligen inte går att skapa överallt, men som visar hur en kommun och markägare sätter sig ner och bestämmer sig för att samplanera i sitt gemensamma avrinningsområde. De inser att både för mycket och för lite vatten är ett problem som bäst löses gemensamt.

### Ökande problem med hårdgjorda ytor

Periodvis ringer det lantbrukare varje vecka till LRF med frågor om vatten från hårdgjorda ytor i nya bostads- eller industriområden som skadar deras odlingsmark eller diken. En del som ringer är förtvivlade och en del är arga. En del ärenden går till domstol och det kostar tid och pengar för båda parter. Den gängse beskrivningen från lantbrukare är att det exploaterats ett nytt område och nya hårdgjorda ytor har uppstått varifrån det rinner stora volymer dagvatten. Lantbrukare upplever att kommunala företrädare ofta inte känner till vattensamfälligheter i form av dikningsföretag och reglerna kring dessa. Ibland är kommunen delägare i dikningsföretaget men känner inte till det.

Fördröjningsdammar som byggts räcker ofta inte till. När det rinner vatten ur dammen vid högre flöden än vad den är dimensionerad för behöver det flödet avpassas till det flöde som det nedströms enskilda diket eller markavvattningsföretagets dike är konstruerat för. Ofta är de dimensionerade för ett flöde på 1,5 liter per sekund och hektar. Vid större flöden än så kan skador uppstå. Det kan bli aktuellt att ompröva dikningsföretaget om förhållandena ändras kraftigt och för den som äger det nya hårdgjorda området att bli delägare i samfälligheten för att bidra till underhåll enligt nya andelstal.

LRF har tagit fram ett förslag till en avtalsmall som lantbrukare och kommuner kan använda för sitt samtal om att använda odlingslandskapets vattenanläggningar för dagvatten. Avtalet kan användas om ett avtal men avtalets olika punkter och rubriker kan också användas som en dagordning för ett samtal. Avtalet finns på LRF:s hemsida.

### Markavvattningsföretagens roll

Det bedöms finnas cirka 30 000 tillståndsprövade dikningsföretag. Ibland används siffran 50 000 dikningsföretag. De är under alla omständigheter många och det är en mycket stor investering i alla de utredningar om båtnad och kostnadsfördelning mellan fastigheter som gjorts och sedan själva utförandet av vattenanläggningen. En del dikningsföretag fungerar bra i bemärkelsen att de har styrelser som aktivt sköter underhåll och samfällighetens kassa. Men många dikningsföretag har ingen styrelse och fungerar inte.

Ibland beskrivs dikningsföretag slentrianmässigt som något ålderdomligt vars regelverk mest är till besvär för andras behov. Men på samma sätt som det finns vägsamfälligheter på landsbygden för att sköta den lokala infrastrukturen för vägar behövs en samfällighet för att sköta den lokala vatteninfrastrukturen.

Jordbruksverket har på senare år publicerat informationsskrifter om regelverket kring dikningsföretag och hur de förvaltas. LRF publicerade 2014 skriften *Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar*. Den har blivit populär och har fått tryckas om flera gånger. Jordbruksverket och LRF har också



Figur 5. Pågående underhåll av dike i Hymans dikningsföretag från 1939. Foto: Markus Hoffmann

samarbetat under flera år i ett projekt med studiecirklar för lantbrukare om hur underhåll av enskilda och samfällda diken kan öka och hur dikningsföretag kan aktiveras med nya styrelser. Aktiva dikningsföretag är en tillgång i samtal med sin kommun och med andra myndigheter som Trafikverket när vägar och järnvägar ska ändras och diken och täckdiken påverkas. Likaså kommer dikningsföretag bli viktigare när vatteninfrastrukturen behöver klimatanpassas på olika sätt. För många lantbrukare kan ett väl underhållet dike vara en klimatanpassning som räcker långt (figur 5).

Sammanfattningsvis går det säga att även utan den pågående klimatförändringen behövs det stora

investeringar i lantbrukets och odlingens vatteninfrastruktur. Av olika skäl har det med decennierna uppstått en underhållsskuld. Den är inte olik motsvarande underhållsskuld i VA-infrastrukturen. Förutom mycket oklara möjligheter att finansiera de åtgärder som behövs är det en utmaning för lantbrukare att hitta kompetens på vattenområdet. Tidigare utbildades agronomer med hydroteknisk inriktning på SLU och tidigare fanns det personer på varje länsstyrelse kunniga inom lantbrukets vattenhushållning, så kallade lantbruksingenjörer. Marknaden med rådgivningsföretag inom lantbruket har haft svårt att fylla denna kunskapslucka. Det går att hitta rådgivare för tydligt produktifierade saker som att beställa en plan för täckdikning som en entreprenör kan följa eller att beställa en projektering av en våtmark. Att däremot beställa en uppdatering av en kostnadsfördelningslängd i ett dikningsföretag är svårare. Det här är inte bara ett växande problem för lantbruket utan för andra samhällsaktörer om det exempelvis finns en ambition att återvätta organogen jordbruksmark, det behöver planläggas och för det behövs kunskap om lantbrukets behov av dränering.

Klimatförändringen gör också att behovet av vattensamplanering mellan stad och land blir tydligt. Den insikten verkar sprida sig och det har pratats om det i några år men påverkar fortfarande inte den lokala planeringen. Det finns goda exempel på lokala samarbeten men de behöver bli fler.

### Referenser

- Hoffmann, M., Johnsson, H., Gustafson, A. & Grimvall, A. 2000. Leaching of nitrogen in Swedish agriculture – a historical perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 80 (3): 277-290
- Jordbruksverket 2018. Avvattning av jordbruksmark i ett förändrat klimat – regeringsuppdrag.
- Jordbruksverket 2019. Täckdikning - för bättre skörd och miljö
- Jordbruksverket 2020. Förvaltning av vattenanläggningar – ibland genom en förordnad syssloman
- LRF 2014, *Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar*
- LRF 2023. Livsmedelsberedskap, klimat och natur – kostnad för jordbrukets gröna omställning.



# Skriv i Tidskriften Vatten!

Det är enkelt att publicera en artikel i Tidskriften VATTEN!

- Skriv ihop cirka 5-10 sidor med text och bilder
- Skriv en sammanfattning på högst 200 ord
- Översätt sammanfattningen till engelska
- Hitta på en trevlig titel

Vill du, kontakta redaktören innan du skriver för att diskutera din idé. Då får du också en tidplan för skrivande och publicering.

#### Vad kan jag publicera?

Vi publicerar artiklar om teknik och forskning rörande vattenresurser, vattenvård och VA-teknik. Vid bedömning av en artikel tas hänsyn inte bara till dess vetenskapliga nyhetsvärde utan även till dess praktiska värde (driftsfrågor). Översiktsartiklar och debattinlägg av allmänt intresse publiceras också.

#### Större bredd efterfrågas

Vi vill gärna bredda typen av artiklar till projekt och teknikutveckling utanför akademien. Skriv därför gärna artiklar som handlar om nya tekniker, processer, arbetssätt och liknande. Våra medlemmar efterfrågar fler goda exempel från kommuner, konsulter, myndigheter, labb m.m. Artiklar från akademien är givetvis fortfarande välkomna – det är bredden vi vill åt.

#### Kulturella inslag

Även kulturella inslag med kopplingar till vatten välkomnas, såsom fotografier, teckningar, dikter, brunnslockspoesi, mm.

#### Mer information hittar du på:

[www.foreningenvatten.se/instruktioner-for-forfattare](http://www.foreningenvatten.se/instruktioner-for-forfattare)

#### Skicka artikeln till redaktören:

[johanna.sorensen@tvrl.lth.se](mailto:johanna.sorensen@tvrl.lth.se)

## Nästa nummer kommer ut 15 mars

**Julklappstips!**

# Vi ser på vatten

**– en bok om vatten för barn och andra nyfikna**

*Vi tipsar om en bok som passar bra att ta till exempel barnen i julklapp!*

*En hel bok som handlar om vatten.*

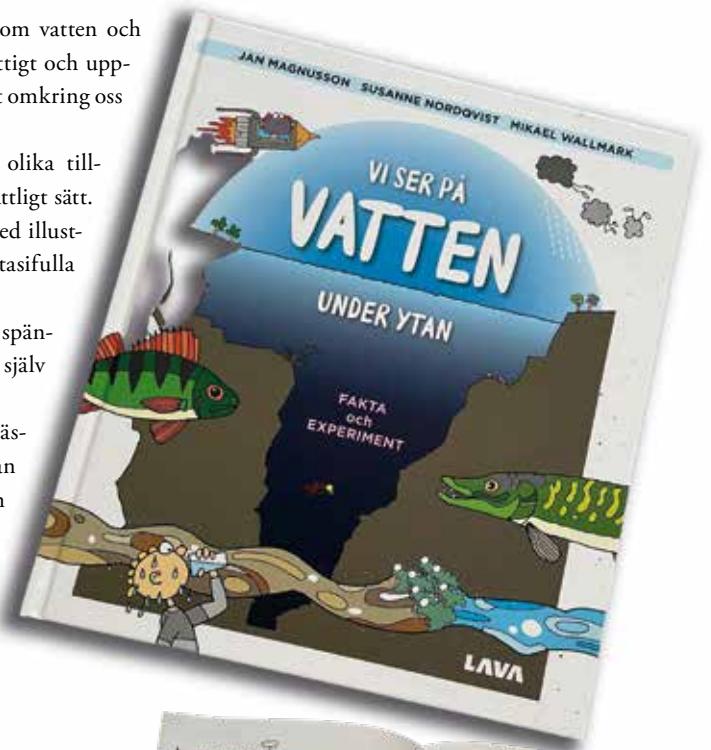
I denna bok får barnen lära sig allt om vatten och dess betydelse. Det kan vara både nyttigt och upplysande att visa att vatten finns överallt omkring oss och hur viktigt det är för allt levande.

Här kan man läsa om vattnets olika tillstånd på ett åskådningsfullt och lättfattligt sätt. Enkla, begripliga texter och rikligt med illustrationer som är både pedagogiska, fantasifulla och med glimten i ögat.

Boken innehåller även ett antal spännande vattenexperiment som läsaren själv kan genomföra där hemma.

Boken har 44 sidor med lärorik läsning och rekommenderas för barn från 6 till 9 år men kan med stor fördel även läsas av vuxna. Perfekt för högläsning tillsammans med barnet.

Boken finns att köpa på nätet, bland annat hos [www.adlibris](http://www.adlibris.se) och [www.vulkanmedia.se](http://www.vulkanmedia.se).





**Vill din kollega också bli medlem?  
Fråga!**

### **Som medlem får du:**

- Inbjudan till och rabatterat pris på föreningens möten, seminarier, vattenpubbar, m m.
- Tidskriften Vatten som utkommer med fyra nummer om året.
- Möjlighet att engagera dig i föreningens verksamhet.
- Medlemsrabatt på Tidskriften Cirkulation.

Via ditt medlemskap finns även möjlighet att bli medlem i Water Environment Federation (WEF), som bl a arrangerar WEFTEC och ger ut Water Environment & Technology och Water Environment Research, se [www.wef.org](http://www.wef.org) och [www.weftec.org](http://www.weftec.org).

Medlemskapet kostar 250:-/år för personliga medlemmar.

[www.foreningenvatten.se](http://www.foreningenvatten.se)

Föreningen Vatten – ditt karriärnätverk inom vattensektorn



# Julkorsord

Varsågod, ett julkorsord att koppla av med i julhelgen.

Lösningen kommer i marsnumret.



DE DUGGAR TÄTT I JULETID	↓	EN JOHN ↓ BÅSKER	KAN BLANDAS MED TONICEN	GRAN- NE	BE OM ATT FÅ STÄNNA	LÄGGA OM KURSEN	TENN	SES I ÖSTER- RIKE	FÖR- LÄGGA SES PÅ BETE	↓	PYTTE- LITEN VIKT	↓	I DATOR SÅDAN KOLA	↓	BOND- LAGS- SPEL- ARNA
GURKMILJÖ															
BLÖT PUSS															
PRAK- TIKAN- TEN				VIM- SIG 500			SNOS BENSIN? MED?		GER MAN VÄL KOM- PIS IRY- GEN		GÖR VISS KÖR				
FULL FART		BLEV SAAB- FABRIK								KEMI FÄRDAS DOVER CALAIS			NAT- RIUM GÄDD- BEN		
BINGE		ANDLIGT													
			UT- DÖMT MATE- RIAL			STU- DENT- SPEX					SKYDD				REKLAM
PLATS MED HELT EGEN ANDA	KRÅK- PRÄT HETER GLASSEN					YNKÄ VOLYM			ANING HENNES KAN DET VARA				LEFFE BONDE- SLAG		
STARKT GRÄS					SÄN- DER EKO	KAN BUSE HAM- NÄ I		BYGG- NADS- LÄRA NEON							
LÄTT BLI I DUNDERKYLA					SPÄTTA- DRESS VISS KON- TROLL							BLAND ANNAT DET VI LÄSER			GÖR TOA- PAP- PER
TUKTAN															
GÖTT TUGGA PÅ		GRÅ FIRRE VIND				ROYAL LEAGUE IBERLIN		MAL- DIV- ERNA							
BAKOM ÄSNA?								BÄR DRÄ- GARE SANKTA HELENA					DRAKE STÖTS MED		
			↓ DESS STJÄRT VIPPAR						ÖVER- KORSA			PAPE- GOJA			
→ DEN UTBRISTER KANSKE "AJ"															





*God Jul  
& Gott Nytt  
År!*

# Stödjande medlemmar



## Stort tack till samtliga våra stödjande medlemmar!

Amphi-tech	Mittskåne Vatten	Trollhättan Energi
Arboga Vatten och Avlopp	Mälarenergi Vatten	Tyréns
Brenntag Nordic	Norconsult	Uppsala Vatten och Avfall
EnviDan	Norrvatten	VA-guiden
Falköpings Kommun	NSVA	VA SYD
Gryaab	Ragn-Sells Treatment & Detox	VA-avdelningen NVK
Göteborgs Stad Kretslopp och vatten	RISE Research Institutes of Sweden	Vakin
Haninge kommun	SGS	Vattenfall AB
Hudiksvalls Kommun	Sweco Sverige	Veolia Water Technologies
Hässleholms Vatten	Sydvatten	Vänersborgs Kommun
Jacobi Carbons	Teknik- och fastighetsförvaltningen Höganäs	Västra Mälardalens Energi och Miljö
Kalmar Vatten	Tekniska verken i Linköping (publ)	Växjö Kommun
Kemira Kemi	Trelleborgs Kommun	Östersunds Kommun
Malmberg Water		

Ej retur

Returadress: Föreningen Vatten, c/o Föreningshuset Sedab  
Lumaparksvägen 7, plan 7, 120 31 Stockholm

## Tidskriften Vatten ges ut av Föreningen Vatten



Hitta gamla artiklar på [www.tidskriftenvatten.se](http://www.tidskriftenvatten.se)