

# Vatten

#1  
2026  
Årgång 82

Tidskrift för vattenvård

Hållbar utveckling,  
plastföroreningar och  
akvatiska ekosystem Sid 40

# Ledaren

Nytt år och vi har påbörjat en diskussion kring hur framtidens Tidskriften VATTEN ska se ut. Vill du vara med i diskussionen? Kom till årsmötet på Vattendagen den 22 april i Stockholm. Föreningen Vatten behöver förbättra ekonomin och därför håller styrelsen på att undersöka olika möjligheter. En av flera frågor är att fundera på vad vi vill med tidskriften.

Vad är viktigast för dig? Artiklar om spännande forskning och utveckling runt om i vårt avlånga land, nyheter från föreningen och Vattensverige i stort, debatt om aktuella frågor, inspiration från nära och fjärran länder eller något helt annat? Kanske är tidskriften en länk för din organisation att nå ut till andra i branschen? Idag ger föreningen ut fyra nummer per år med cirka fyra artiklar per nummer. Ska vi fortsätta med detta format eller finns



det bättre sätt att sprida vattenkunskap?

Varmt välkommen till Vattendagen där det blir fortsatt diskussion och fina presentationer från årets vattenpristagare!

*Johanna Sörensen, redaktör*

# Innehåll

I blickpunkten .....	1
Föreningsmeddelanden .....	2
Vattenpristagare 2026 .....	4
Pressreleaser .....	6
Debatt .....	20
Språk .....	23
Litteratur .....	25
Vertikalfödeshiofilter för rening av bräddavloppsvatten .....	26
Optimerat system för filterspolning vid ett vattenverk .....	35
Hållbar utveckling, plastföroreningar och akvatiska ekosystem .....	40
A tool for screening groundwater ecosystem services at Swedish drinking-water sources .....	48

## 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 2025 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  
Wilma Norlin, sekreterare  
Caroline Holm, skattmästare  
Johanna Sörensen, redaktör  
Irina Persson, ledamot  
Johanna Weglin Nilsson, ledamot  
Crister Bäckström, ledamot  
Anna Dahlman Petri, ledamot  
Magnus Bäckström, ledamot

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@tvrl.lth.se](mailto:johanna.sorensen@tvrl.lth.se)  
Annonser: Kontakta redaktionen

ISSN 0042-2886

Upplaga: 825 ex.

Produktion: McDowell Advertising  
Omslagsbild: Fotograf: RosZie, Pixabay  
Tryck: Åbergs, Tomelilla, februari 2026

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

# Att säkra Sveriges vatten

*För att möta framtidens vattenutmaningar krävs starkare samverkan mellan sektorer – och att samhälle, universitet, vattenbolag och företag tar ett gemensamt ansvar för att bygga den kompetens som behövs.*

PFAS, vattenbrist och investeringar i infrastruktur hör till de mest aktuella vattenfrågorna i Sverige. Men vilka konsekvenser får detta i praktiken? Vilka utmaningar skapar det och vilka möjligheter öppnar det?

Skärpta krav på dricksvatten, inte minst nya gränsvärden för PFAS, driver behovet av investeringar i ny reningsteknik och ökad provtagning. Samtidigt är vattenbristen en återkommande och ofta akut fråga, särskilt i områden med låga grundvattennivåer. Bevattningsförbud och uppmaningar om att spara vatten understryker behovet av robusta råvattensystem och långsiktig planering av dricksvattenproduktion och distribution. Svenskt Vatten lyfter därför med rätta vattenförsörjningen som en långsiktig samhällsinvestering, inte enbart en krisåtgärd.

Dessa utmaningar innebär



ökat tryck på investeringar, kompetensförsörjning, teknikutveckling och samverkan. Det kräver resurser, men som jag ser det, skapas också utrymme för utveckling och innovation.

I det läget vi befinner oss behövs starkare nätverk och samarbete mellan bransch, forskning och samhälle. Universitet, vattenbolag, städer, kommuner och företag måste gemensamt bidra till att bygga den kompetens som krävs framöver. Det handlar om alla yrkeskategorier inom vattensektorn, varför det är viktigt att skapa en variation av utbildningsvägar för våra unga nya medarbetare.

Förändring sker inte av sig själv. Oberoende nätverk som Föreningen Vatten kan spela en viktig roll i att locka nya generationer till branschen och sprida kunskap mellan aktörer.

Det är just i det här läget som Föreningen Vattens

Vattendag 2026 blir särskilt relevant. Här möts bransch, forskning och beslutsfattare för att utbyta kunskap, utmana perspektiv och diskutera konkreta lösningar på frågor som PFAS, vattenbrist, investeringar och framtidens kompetensbehov.



Marinette Hagman  
Ordförande Föreningen Vatten

# Nyheter från våra sektioner

*Som vanligt är det mycket på gång i föreningen.*

*Till exempel bjuder Södra kommittén på ett Skånelandsmöte den 19:e mars.*

*Och glöm inte årets Vattendag med årsmöte den 22 april i Stockholm.*

## Norra kommittén

Norra regionkommittén har haft sitt första digitala arbetsmöte för i år och välkomnade en ny ledamot: Sofia Gunnarsson på Norconsult. Norra regionkommittén tar gärna emot fler som vill engagera sig i föreningen!

Planen för våren är att Norra ska arrangera två lunchföredrag och vi arbetar vidare med att söka intressanta föredragare. Vi kommer att fortsätta försöka hålla ett norrlandsperspektiv på lunchföredragen, men öppnar även upp för att arrangera föredrag som berör hela Föreningen Vatten.

Håll utkik på LinkedIn och utskick via mail när det går att anmäla sig.

Johanna Weglin Nilsson har meddelat att hon vill lämna över stafettpippen för ordförandeskapet i Norra regionkommittén till någon med nya krafter att fortsätta utvecklingen. Vid intresse går det bra att höra av sig till henne för att få mer information om vad rollen innebär i dagsläget. Nästa digitala arbetsmöte är inplanerat den 4 maj.

## Södra kommittén

Skånelandsmöte kommer att äga rum den 19:e mars 2026 med

tema "Återvinning, Återanvändning och Återföring i VA-system".

Skånelandsmöte 2026 samlar branschens aktörer för att utforska framtidens lösningar inom vatten och avlopp. Under temat "Återvinning, Återanvändning och Återföring i VA-system" får du ta del av lokala och internationella erfarenheter, innovativa projekt och aktuell forskning. Dagen bjuder på inspirerande föredrag, paneldiskussioner och möjligheter till nätverkande – Allt med fokus på hållbarhet och cirkulära flöden i VA-sektorn.

Program och anmäla genom Föreningen Vattens hemsida.

## Östra kommittén

I november arrangerade Föreningen Vatten tillsammans med STUNS en InnoVAtionspub. STUNS är en stiftelse för samverkan mellan universiteten i Uppsala, näringsliv och samhälle. Arrangemanget började med ett studiebesök på Studenternas i Uppsala. Studenternas i Uppsala har genomgått en omfattande renovering som möjliggjort installation av teknik för att samla in urin. Urinen som samlas in från besökare kan omvandlas till gödsel, vilket skapar nya möjligheter för cirkulär användning av växtnäring. Renoveringen har inklu-



*I november arrangerade Föreningen Vatten tillsammans med STUNS en InnoVAtionspub.*

derat modernisering av arenans faciliteter och förbättring av dess kapacitet för att kunna hantera större evenemang och publikmängder. Ombyggnaden har även möjliggjort att teknik för att samla in urin och omvandla den till gödsel har kunnat installeras. Den aktuella tekniken har utvecklats av SLU och företaget Sanitation360. Urinsorteringen har varit på plats sedan september, men torkningsanläggningen är försenad och ska levereras i början av december.

Efter studiebesöket samlades vi på Norrlands nation där vi fick höra på flera intressanta korta seminarier:

- **Gustav Schultz**, Cytiva – om Water Savers, initiativet som både sparade vatten och ökade produktionstakten.
- **Mikael Ekhagen**, Uppsala Vatten – om vägen mot ett nytt resursverk i sydöstra Uppsala och hur teknik, ekonomi och stadsutveckling vägs samman.
- **Jennifer McConneville**, SLU – om kretslopps lösningar för vatten och avlopp, drivkrafter, svårigheter och tillämpningar.
- **Yariv Cohen**, Easy Mining – om hur avfall blir till resurser genom näringsåtervinning av fosfor, kväve och salter.
- **Anna Maria Sundin**, Water Wise Societies/RISE – om missionsdriven innovation och nya samarbeten för vattenomställning.

Det kom ca 55 personer på evenetet. Tack alla som kom och framför allt till STUNS som ville ordna denna innoVAtionspub ihop med oss.



*Föreningen Vatten anordnade tillsammans med Toaletter utan gränser (TUG) och IWA Sverige ett event på FN:s världstoallettdag i november.*

Föreningen Vatten anordnade dessutom ihop med Toaletter utan gränser TUG och IWA Sverige ett event på FN:s världstoallettdag den 19 november 2025. Vi samlades på SEI:s kontor där vi lotsades genom olika projekt runt om i världen som Toaletter utan gränser varit med och finansierat. Temat för dagen var sanitet och kretslopp.

Det bjöds på inspirerande och bra föredrag från Filipinerna, Burkina Faso och Guatemala. Meiyoshi Acabal Masgon var med oss online från Filipinerna. Hon berättade om ett projekt med urinsortering toaletter där man återanvände näringsämnen till jordbruket, vilket har gett mycket större avkastning för grödorna.

Efter det berättade Linus Dagerskog från SEI om historien – lärdomar och effekter i Burkina Faso. Där har man sett att 70–90 % av de installerade toaletterna används. Rekommendationer från Linus studier var att:

- Främja konsekvent och inkluderande användning av toaletterna
- Underlätta praktisk urinhantering
- Stärka kapaciteten för jordbruks-

utbildning och återanvändning

- Uppmuntra billigare alternativ till "Ecosantoaletter" Elisabeth Kvarnströms föredrag handlade om spännande rek och affärsmoeller i Mosan Guatemala. Där samlar man in och tillverkar biokol vilket används som gödningsmedel.

Sist ut på programmet var Inga Hermann som berättade om två av IWA:s specialistgrupper "Small water and wastewater systems" och "Resources-oriented sanitation". Efter föredragen fortsatte vi diskussionerna med mat och dryck på ett bryggeri i närheten. Jätteviktigt event som jag hoppas att vi ska ordna igen.

Vill du vara med och sponsra Toaletter Utan Gränserns arbete kan du swisha via QR koden här.



## FVI-sektionen

FVI-sektionen planerar för ett seminarium den 23 april med titeln "Släpp vattendata lös". Program publiceras på hemsidan där också anmälan sker.

# Här är vinnarna av 2026-års vattenpriser!



## **VATTEN-priset**

Björn Gullefors  
*Bolagsjurist,  
Uppsala Vatten och Avfall*

### **Motivering:**

Björn Gullefors har med stort tålamod och noggrannhet drivit Uppsala Vattens process i domstol gällande förekomst av PFAS i grundvattnet.

Björn har tagit till sig vetenskapliga rapporter, ifrågasatt resultat och orkat driva processen framåt trots många hinder på vägen.

Fallet har lett till en praxis gällande den så kallade ”polluter pays-principen” som blir vägledande för andra fall i denna fråga.

Björn har spridit kunskap och skapat engagemang i en mycket aktuell fråga genom att presentera sitt arbete på konferenser och utbildningar.



## **NEW GENERATION-priset**

Matilda Jirblom  
*Processingenjör Dricksvatten,  
Ramboll*

### **Motivering:**

Matilda Jirblom arbetar aktivt för att locka fler till att välja en karriär inom vatten.

Matilda är ordförande för Vattenindustrins fokusgrupp NextGen som arbetar med kompetensförsörjning.

Hon arrangerar även internship där studenter får testa hur det är att arbeta med VA samt driver undervisning på LNU.

Med engagemang, initiativkraft och framåtanda är Matilda både en del av den yngre vattengenerationen och bidrar även till att ännu fler ska bli en del av denna bransch.



## **NEW TECHNOLOGIES-priset**

Glen Nivert  
*Strateg ledningsnät,  
Göteborg Kretslopp och Vatten*

### **Motivering:**

Glens visioner, nyfikenhet och positiva inställning till ny teknik har inspirerat många i branschen.

Glen har bland annat bidragit till implementering av en digital tvilling av avloppstunnlar i Göteborg och tidigt drivit pilottester med AI och ML-applikationer för att hitta läckor i dricksvatten nätet.

Hans entusiasm för utveckling bidrar både till att utmana och utveckla dagens teknik samt engagera andra i branschen.

*Stort grattis till alla  
pristagare önskar  
Föreningen Vattens  
priskommitté  
& styrelse!*



**KEMIRA-priset**

Dag Lorick  
*Utvecklingsingenjör,  
Gryaab*

**Motivering:**

Dag Lorick har under sina 10 år i VA-branschen satt ett starkt avtryck tack vare sin ihärdighet, noggrannhet och glädje att ta sig an nya utmaningar.

Med stort tekniskt kunnande har Dag utvecklat effektiviserings- ar med förtjockning, slamavattning och rötningsteknik.

Hans arbete med att utveckla metoder för att minska metan- emissioner från slamhantering har medfört nya möjligheter för klimatneutralitet.



**NORCONSULT-priset**

Vilma Sjöberg  
*Hydrogeolog,  
AFRY*

**Motivering:**

Vilma presenterar i sin artikel ”Metod för att prioritera vilka fastigheter som ska skyddas mot översvämningar” en metod som hjälper fastighetsägare prioritera vart finansiella medel ska gå, där kvantitativa och kvalitativa värden sammanvägs på ett rimligt sätt.

Metoden hålls enkel, vilket blir en styrka när stora bestånd ska bedömas.

Artikeln belyser högaktuella problem på ett sätt som är lätt för läsaren att ta till sig.

**Prisutdelning sker under Vattendagen onsdagen 22 april 2026 i Stockholm.**

**Anmäl dig på [www.foreningenvatten.se](http://www.foreningenvatten.se)**

**VA SYD  
VA SYD GER SKANSKA-  
VINCI UPPDRAGET ATT  
BYGGA NYA SJÖLUNDA  
AVLOPPSRENINGSS-  
VERK I MALMÖ**

VA SYD har tecknat kontrakt med konsortiet Skanska Sverige AB och VINCI Construction Grands Projets för bygget av Sjölanda avloppsreningsverk i Malmö. Det om- och utbyggda verket blir en del av avloppsreningsssystemet MAXIMA, som VA SYD planerar för kommunerna Burlöv, Lomma, Lund och Malmö.

Projekt Nya Sjölanda omfattar att successivt ersätta nästan alla delar av det befintliga avloppsreningsverket Sjölanda i Malmö. Entreprenaden omfattar både projektering och bygge av samtliga anläggningsdelar, inklusive processdelen i reningsverket. I uppdraget ingår även nya utloppsledningarna fyra kilometer ut i Öresund.

– Vi går nu in i en ny fas, där planering successivt växlar över i genomförande. Att bygga om och ut Sjölanda avloppsreningsverk är ett mycket omfattande projekt som måste göras i väl planerade etapper. Den nya anläggningen ska byggas på samma plats som den gamla, och reningsverkets drift måste fungera dygnet runt under hela byggtiden, säger Anna Uth, programägare och ansvarig för bygget av MAXIMA.

**Viktig infrastruktursatsning för sydvästra Skåne**

Nästa stora milstolpe för avloppsreningsystemet MAXIMA är att få ett miljötillstånd. Efter att en ansökan lämnades in till mark-



och miljödomstolen i maj 2025, pågår nu domstolens process. Ett beslut om miljötillstånd förväntas under 2027, och öppnar för byggstart.

– Denna infrastruktursatsning är en förutsättning för att VA SYD ska kunna leverera på vårt samhällsuppdrag in i framtiden. Med MAXIMA möter vi både befolkningstillväxt och skarpare reningskrav, värnar våra vattenmiljöer och bidrar till att klimatanpassa samhället. Dessutom ger bygget ett värdefullt tillskott till regionens arbetsmarknad under hela genomförandet, säger Karin van der Salm, förbundsdirektör VA SYD.

**Ett nytt Sjölanda avloppsreningsverk i drift till 2035**

Sjölanda avloppsreningsverk invigdes 1963 och har sedan dess byggts ut och renoverats i omgångar, men behöver nu rustas upp från grunden för att klara framtidens krav. Det nybyggda verket planeras att tas i drift till 2035, men redan nu behöver vissa åtgärder genomföras på VA SYDs befintliga tillstånd för att säkerställa att reningsverket uppfyller utsläppvillkoren under

byggtiden.

– I samverkan med Skanska-VINCI skapar vi nu en gemensam organisation, där vi fortsätter att planera och projektera bygget av reningsverkets alla olika delar. Med en byggorganisation på plats kan vi även utföra nödvändiga arbeten på befintligt tillstånd, exempelvis förstärka reningsverkets elförsörjning samt bygga en ny Slutpolering, säger Kristina Olofsson, projektledare för Nya Sjölanda.

**Detta är MAXIMA**

Avloppsreningsystemet MAXIMA består av flera delar; ett nytt Sjölanda avloppsreningsverk i Malmö med nya utloppsledningarna i Öresund, en ny stor pumpstation vid Sjölanda, en avloppstunnel under Malmö samt en avloppstunnel från Lund, och en överföringsledning från Borgeby. Systemet beräknas tas i drift 2035 och ska möta framtidens behov av avloppsrening i kommunerna Burlöv, Lomma, Lund och Malmö samt delar av kommunerna Staffanstorps och Svedala.

*VA-Syd, 2026-02-04*

## UNIPER ANSÖKER OM NYA MILJÖVILLKOR I MÖRRUMSÅN

Efter drygt två års paus av den nationella planen för omprövning av svensk vattenkraft lämnar Uniper nu in sin ansökan till Mark- och miljödomstolen för bolagets tre vattenkraftverk i Mörrumsån. Målet med åtgärderna är att skapa fria vandringsvägar för fisk hela vägen upp till Åsnen samt återskapa strömmande vattenmiljöer.

Arbetet med att ompröva vattenkraften enligt den nationella planen (NAP) har återupptagits efter regeringens paus. Den 1 juli 2025 lämnade Uniper in sina första ansökningar till Mark- och miljödomstolen. Nu är turen kommen till Mörrumsån.

– NAP innebär att samhällets behov av vattenkraft vägs mot behovet av att stärka vattenmiljön. I Mörrumsån är naturvärdena mycket höga. Därför ansöker Uniper om ytterligare omfattande åtgärder för att skydda och stärka ekosystemet, säger Johan Tielman, miljöchef på Uniper.

Ansökan omfattar bolagets kraftverk Granö samt Hemsjö övre och Hemsjö nedre, och syftar till att förbättra livsmiljöerna för fisk och andra arter genom att möjliggöra fri vandring mellan havet och sjön Åsnen.

– Det handlar om att återskapa fungerande samband i ett vattendrag som under lång tid har varit påverkat av vattenkraften och samtidigt se till att vi även fortsättningsvis bidrar med att producera förnybar el och stabilitet i elsystemet, säger Johan Tielman.

I Granö föreslår bolaget att en ny fiskväg byggs, vilket skulle innebära att fisk från havet åter kan nå sjön Åsnen som numera är nationalpark. Parallellt föreslås förändringar i vattenföringen i den ursprungliga fåran för att bättre balansera ekologiska behov och elproduktion.

Vid kraftverken i Hemsjö vill Uniper installera galler i intagskanalerna så att nedvandrande fisk leds förbi turbinerna via den naturliga åfåran. Därmed kan dagens omfattande tappning under våren förbi kraftverken användas



över hela året, vilket skapar större lämpliga områden för strömvattnelivande djur och växter.

– Genom att ta nästa steg i miljöanpassningen stärker vi de naturvärden som gör Mörrumsån unik. Det gynnar inte bara åns långvandrande fiskar som lax och ål utan även andra hotade arter. Det gynnar också det rörliga friluftslivet, inklusive fisket, säger Johan Tielman.

Uniper har sedan tidigare genomfört flera miljöåtgärder i Mörrumsån. I Hemsjö byggdes fiskvägar redan för över 20 år sedan och i Granö finns sedan 2012 en modern fångstanordning för nedvandrande ål. Den ursprung-

liga åfåran har också restaurerats, vilket lett till att lax och havsöring åter leker i området.

Den mest omfattande åtgärden genomfördes 2020. Då revs dammen vid Mariebergs kraftverk ut och kraftverket avvecklades. Detta innebär fri passage för fisk och andra organismer i ån samtidigt som en strömsträcka på cirka en kilometer återskapades.

### I ansökan föreslås följande:

#### Granö

- En ny fiskväg förbi kraftverk och damm. Därmed förbinds åns nedre delar med nationalparken i sjön Åsnen.
- Den befintliga fångstanordningen för ål byggs om så att fisk leds till den nya fiskvägen och på egen hand kan vandra vidare nedströms.
- Den befintliga tappningen i den ursprungliga fåran föreslås ändras för att uppnå en bättre balans mellan kraftverkets bidrag till elsystemet och ekologin i ån.

#### Hemsjö övre och Hemsjö nedre

- I de bägge kraftverkens intagskanaler installeras galler som leder fisken till den ursprungliga åfåran så att de inte riskerar att skadas i kraftverkens turbiner.
- De omfattande vattenflöden som, framför allt under våren, leds förbi kraftverken för att underlätta fiskvandring behövs därmed inte längre. Samma vattenvolym föreslås istället fördelas över hela året för att åstadkomma en förbättrad ekologin i de bägge fårorna.

## VATTENKIOSKER SKA SÄKRA UTTAGEN OCH SPARA DRICKS- VATTEN

Genom vattenkiosker med tekniskt råvatten skapar Gästrikre Vatten nya möjligheter att styra vattenanvändningen dit den gör mest nytta. Lösningen ger hygieniskt säkrare uttag och avlastar den ordinarie dricksvattenförsörjningen. FVB har haft i uppdrag att identifiera de strategiskt bästa platserna för vattenkioskerna.

Gästrikre Vatten ansvarar för dricksvatten i Gävle, Hofors, Ockelbo, Älvkarleby och Östhammar. De har idag åtta vattenkiosker fördelade på tre kommuner, men även vatten- och brandposter används för vattenuttag.

– Om man inte har rätt utrustning när man kopplar upp sig mot vatten-/brandposter finns det risk att dricksvattnet blir kontaminerat och det vill vi så klart förhindra, säger Tobias Kudermann, senior projektledare på Gästrikre Vatten.

– I vattenkioskerna leds dricksvattnet ner i en cistern och det blir en luftspalt mellan cisternen och uttaget. På så vis förhindrar vi att vattnet riskerar att kontamineras i vårt ledningsnät. Med vattenkiosker har vi fått en lösning med hygien på plats, men också kontroll på uttagen och betalningarna, säger Tobias Kudermann.

I de befintliga vattenkiosker-na har det inledningsvis enbart funnits dricksvatten, men i de nya vattenkioskerna kommer det alltså även finnas tekniskt råvatten. Detta har flera fördelar.

– Dricksvatten är vårt viktigaste livsmedel, samtidigt behöver

vi spara på dricksvatten till följd av klimatförändringarna. Klimatet blir visserligen periodvis blötare, men också betydligt torrare när det är varmt. Det blir därför vanligare med åtgärder som bevattningsförbud för att spara på dricksvatten, säger Patrik Andersson, ansvarig för VA på FVB och fortsätter:

**– Vattenkioskerna blir ett sätt att avlasta dricksvattenanvändningen genom att en del kan använda tekniskt råvatten i stället för just dricksvatten. På så vis räcker dricksvattnet till fler och under längre tid.**

Det tekniska råvattnet skapas från Dalälven och därefter genomgå en betydligt enklare reningssprocess än vad som krävs för dricksvatten. Sedan distribueras det tekniska råvattnet i ett eget ledningsnät och vattenkioskerna blir uttagspunkter för till exempel bevattning, sopbilar, spolbilar och Räddningstjänstens brandvatten.

För att använda vattnet i vattenkioskerna tecknar användaren ett abonnemang och tilldelas då en tagg, som gör att den kommer in i vattenkiosken. För privatpersoner finns det däremot en kran på utsidan som gör att de kan

tappa upp fyra liter dricksvatten per gång utan kostnad. Tanken är att den funktionen huvudsakligen ska användas som nödvatten om det blir ett avbrott och Gästrikre Vatten inte kan leverera dricksvatten som vanligt.

– Vår tanke framöver är att ha en stadsring i Gävle med strategiskt placerade vattenkiosker. Där har FVB haft i uppdrag att undersöka vilka platser som är optimala. De har även tittat på vilken placering som är bäst för en vattenkiosk i Älvkarleby, säger Tobias Kudermann.

– Att hitta bra platser är alltid en kompromiss. Här har vi haft ett extra starkt brukarperspektiv och varit i kontakt med flera brukare, bland annat Räddningstjänsten som ska använda detta vatten. Det tror jag är ett vinnande koncept för att vattenkioskerna ska komma till så stor användning som möjligt, säger Patrik Andersson.

Gästrikre Vatten har nu tagit ett inriktningsbeslut för nya vattenkiosker enligt de föreslagna placeringarna i Gävle kommun. I Älvkarleby kommun kommer man däremot att göra en fördjupad studie kring en av platserna som kan bli aktuell för vattenkiosken.

*FVB, 2026-01-28*



## LUDVIKA KOMMUN TAR ÖVER DAMMANLÄGGNINGAR FRÅN KARLSKOGA ENERGI & MILJÖ

Tre dammar och ett kraftverk i Fredriksberg har räddats från utrivning som följd av hårdare nationella krav på anläggningarna. Ludvika kommun tar över ägandet, med målet att genomföra miljöanpassningar och säkra vattennivåerna i Säfsenområdets sjöar.

Karlskoga Energi & Miljö har ägt anläggningarna sedan 2013 som en del av sin småskaliga vattenkraftverksamhet i Värmland, Dalarna och Örebro län. Damarna har en viktig funktion för att reglera vattennivån i Fredriksbergsområdet vilket bland annat påverkar Säfsen Resort. Till följd av ett regeringsbeslut att Sveriges vattenkraftverk ska miljöanpassas för att uppnå kraven i EU:s vattendirektiv riskerar mindre anläggningar att rivras – anpassningarna innebär omfattande investeringar även för mindre dammar som inte genererar några större intäkter.



Sebastian Cabander, vd Karlskoga Energi & Miljö AB, Maria Skoglund, Ludvikas kommundirektör och vd Ludvika Markreserv AB samt Leif Pettersson (S), kommunstyrelsens ordförande i Ludvika.

– Det här är en mycket bra lösning, såväl för oss som för dem som bor i verkar i och omkring Fredriksberg. Ur ett kommersiellt perspektiv har det inte varit möjligt för oss att genomföra miljöanpassningar. Då hade det blivit en utrivning av dammarna istället. Men nu kan dammarna tas över av en aktör som kan se andra värden, säger Sebastian Cabander, vd på Karlskoga Energi & Miljö.

Parterna skrev avtal om affären strax efter årsskiftet och nu har den även fastställts i Ludvikas kommunfullmäktige. I överenskommelsen ingår att Karlskoga Energi & Miljö skickar med ett ekonomiskt bidrag som motsvarar vad en utrivning skulle ha kostat.

– Jag är glad och stolt över att vi på kort tid har kommit så här långt. Nu kan vi gå vidare med arbetet för en långsiktigt hållbar lösning, säger Maria Skoglund, kommundirektör i Ludvika.

Ytterligare en damm är aktuell för övertagande och den förhandlingen sker under våren.

*Karlskoga Energi & Miljö,  
2026-01-20*

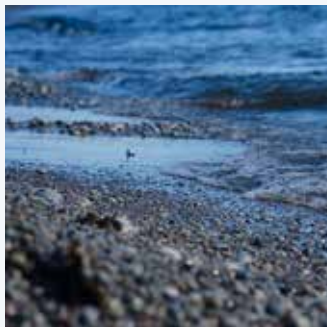
## Uppsala universitet PFAS-FÖRORENINGAR BEHÖVER INTE VARA PRESKRIBERADE

I många kommuner pågår det rättsprocesser som handlar om PFAS-utsläpp. I en ny bok har Johanna Chamberlain, jurist och forskare i skadeståndsrätt, gått igenom aktuella lagar och flera pågående rättsfall. Hennes forskning resulterar i förslag på hur rättsprocesserna kan bli effektivare, ansvarsfrågan tydligare och hur det kan bli svårare att avskrika ärenden med hänvisning till preskriptionstiden.

PFAS (per- och polyfluorerade alkylsubstanter) är ett samlingsnamn för en stor grupp svårnedbrytbara kemikalier. De är skadliga för människor och kan bland annat störa immunsystemet, hjärnans utveckling och könshormonivåer. PFAS har använts sedan 1950-talet i en mängd material inom industrin men även i exempelvis smink, rengöringsprodukter och brandskum. En anledning till att PFAS blivit omdiskuterat är att det under många år skett stora PFAS-utsläpp bland annat när Försvarsmakten och Räddningstjänsten har övat släckningsarbete med brandskum.

### Rättsprocesserna kan bli fler

Utsläppen och effekterna av dem har blivit komplicerade domstolsprocesser bland annat när Uppsala Vatten har stämt Försvarsmakten. I Ronneby är det istället ett antal kommunbor som stämt det kommunala vattenbolaget. Båda fallen handlar om vem som ska bära ansvaret och vem som ska betala



PFAS är en grupp svårnedbrytbara kemikalier som förorenar viktiga miljöer, t ex dricksvatten.

Foto: Daniel Olsson / Uppsala universitet

skadestånd och till vem.

– Skadeståndsrättsligt kan man tala om en ny skadetyper när det gäller PFAS-skador. Föroreningskadorna är svåra att passa in i rättssystemet och det illustreras särskilt tydligt av fallen i Uppsala och Ronneby. Med tanke på att det finns många PFAS-förorenade områden i vårt land kan vi räkna med flera rättsprocesser, säger Johanna Chamberlain, docent och forskare i civilrätt som nyligen gett ut en bok som handlar om PFAS.

### Skadestånd för framtida skada möjlig

I sin forskning har Johanna Chamberlain analyserat hur lagstiftningen kring skadestånd på grund av PFAS ser ut. Hon jämför lagstiftningen med den praxis som tillämpas.

– I dag tar rättsprocesserna lång tid och blir många när det handlar om gradvis uppkommande skada. Via miljöbalken finns en möjlighet att utdöma skadestånd för framtida skada, såsom kommande stora kostnader för att rena vatten eller mark. Den borde utnyttjas i PFAS-fallen. Det finns

exempelvis utrymme för detta i Uppsalafallet där kommunen drivit frågan gentemot Försvarsmakten. En sådan tillämpning av miljöbalkens regler skulle förenkla rättsprocesserna och göra det billigare och smidigare för både parterna och domstolarna.

### "Föroreningskadorna – särskilt om PFAS-skadestånd i svensk rätt"

I boken Föroreningskadorna – särskilt om PFAS-skadestånd i svensk rätt, diskuterar hon bland annat:

- Under vilka förutsättningar kan PFAS-föroreningarna leda till att någon kräver skadestånd och vad krävs för att lyckas med det? Vilka för- och nackdelar finns med de olika möjliga reglerna om ansvar?
- Hur ska det sambandet orsak-verkan som skadeståndsrätten kräver kunna visas, när det rör sig om utsläpp som ofta ligger långt tillbaka i tiden och där flera aktörer har varit inblandade?
- Finns det en risk att skadeståndskraven anses preskriberade och hur kan i så fall denna invändning bemötas?

Johanna Chamberlain skriver även om hur både kommuner och andra myndigheter och lagstiftning kan skapa bättre möjligheter för att hantera PFAS-problem framöver. När det gäller ansvarsfrågan drar hon slutsatsen att flera möjliga regleringar kan läggas till grund för skadestånd, beroende på vilken skadetyper det gäller.

### För svårt att driva mål på flera håll

– En svårighet är att olika dom-

stolar hanterar olika lagar. Skadeståndslagen och produktansvarslagen prövas i allmän domstol. Mark- och miljödomstolarna är behöriga att pröva mål enligt lagen om allmänna vattentjänster och miljöbalken. Det gör att man inte kan driva mål i bara en domstol utan måste gå till olika rättsinstanser.

### Orsakssamband svårt att visa

En stor svårighet i nästan alla föroreningsmål är att visa att det är ett visst utsläpp som har orsakat en föroreningskada som upptäcks långt senare. En del av utmaningen här är att underlagen och bevisen består av komplexa naturvetenskapliga spridningsmodeller som sedan ska bedömas av jurister, vilka oftast inte är naturvetenskapligt skolade.

– Beviskravet för orsakssambandet kan behöva nyanseras framöver. Om man jämför med våra nordiska grannländer ser det annorlunda ut där, då beviskravet vid föroreningskadorna i regel är formulerat som "sannolikt" medan det i svensk rätt är "övervägande sannolikt".

Några slutsatser Johanna Chamberlain drar av sina resultat:

- PFAS-skadorna är svåra att passa in i de sedvanliga personskadeposterna, och skadestånd för rättighetsöverträdelse kan vara en alternativ väg. Den prövas nu också av de Ronnebybor som har sökt skadestånd hos Justitiekanslern.
- Den möjlighet som finns att utdöma skadestånd för framtida skada enligt miljöbalken borde utnyttjas i PFAS-fallen. Efter-

som paragrafen om framtida skada inte har tillämpats i Uppsalafallet måste Uppsala Vatten nu återkomma med gradvis uppkommande skadeståndsanspråk vilket inte blir resurs-effektivt vare sig för parter eller domstolar.

- För att avgöra om skadestånds krav grundade på en PFAS-förening är preskriberade eller inte bör man se till miljörättens syften. Föreningarna bör ses som pågående störningar. Gör man det skulle det betyda att anspråken inte är preskriberade.

*BOK: Föreningsskador – särskilt om PFAS-skadestånd i svensk rätt; Norstedts Juridik, ISBN: 9789139118886; december 2025, 170 s; Digital utgåva via JUNO.*

*Uppsala universitet,  
2026-01-08*

### **Nacka vatten och avfall** I MÅL MED OMFATTANDE SATSNING PÅ DIGITAL FJÄRRÄVLÄST VATTENMÄTNING

Efter drygt två års arbete är bytet av alla vattenmätare i Nacka klart. Tillsammans med partnern Diehl Metering har Nacka vatten och avfall installerat cirka 14 000 smarta vattenmätare hos kunder i hela kommunen, vilket bland annat gör att det nu är enklare att följa sin vattenförbrukning.

Under våren 2023 startade arbetet med att byta ut samtliga analoga vattenmätare hos bolagets VA-kunder till digitala smarta vattenmätare. Förutom installation



av de nya mätarna har ett heltäckande radionät byggts som gör det möjligt för mätarna att löpande skicka förbrukningsdata trådlöst och säkert direkt till Nacka vatten och avfalls system. Med radionätet på plats ges också möjligheter till ytterligare smarta digitala tjänster.

Till skillnad från de tidigare analoga mätarna, som krävde manuell avläsning och bara gav en ögonblicksbild av förbrukningen, ger de digitala smarta mätarna löpande information med ökad precision.

#### **Flera fördelar för fastighetsägaren**

För fastighetsägare i Nacka innebär den smarta vattenmätaren flera fördelar:

- Löpande automatiska fjärravläsningar av vattenförbrukning – ingen behöver komma ihåg att göra regelbundna manuella avläsningar och skicka in.
- Debitering av faktisk förbrukning – nu faktureras endast den faktiska mängd vatten som förbrukats, till skillnad från tidigare då debitering även gjordes för en beräknad mängd vatten.
- Bättre koll på vattenförbrukningen – vattenmätaren registrerar mycket små flöden vilket

gör att avvikelser som läcker uppträcks tidigt.

- I och med installationen säkerställdes det att vattenmätarplatsen i fastigheten uppfyller krav på en robust och säker vattenmätarplats vilket skapar en trygghet för fastighetsägaren. – Vi vill ge fastighetsägare i Nacka en enklare och tryggare vardag så därför känns det otroligt roligt att alla smarta vattenmätare är på plats. Vi är stolta över resultatet av projektet och vill rikta ett varmt tack till alla fastighetsägare för samarbetet under projektets gång. Inom kort lanseras även vår mobilapp som tillgängliggör information om vattenförbrukningen, säger Nacka vatten och avfalls vd Mats Rostö.

Lansering av Nacka vatten och avfalls mobilapp planeras till i början av 2026. Appen kommer förutom information om vattenförbrukning bland annat också ge kunderna möjlighet att se sina fakturor, göra felanmälningar och få notiser om kommande avfallshämtning.

*Nacka vatten och avfall,  
2025-12-15*

### **SLU RESTAURERAD TORVMARK RISKERAR SLÄPPA UT LAGRADE FÖRORENINGAR**

Att lägga igen skogsdiken och återväta torvmark kan leda till att lagrade föroreningar läcker ut i vattendrag. Att rensa diken är inte heller riskfritt utan förenat med andra utsläpp som kan försämra vattenkvaliteten, visar slutrapporten från en unik studie av

våtmarksrestaurering och dikesrensning.

Sveriges skogs- och torvmarker är kraftigt påverkade av mer än hundra års dikning. Stora områden har dränerats för skogsproduktionens skull, vilket har lett till omfattande nedbrytning av landets våtmarker.

Idag är diken åter aktuella. För att återställa torvmarker fylls gamla diken igen – delvis som klimatåtgärd, men också för att främja biodiversitet och skogens förmåga att lagra vatten. På andra platser rensas diken istället för att återställa dräneringen och gynna skogens tillväxt. Men det finns stora kunskapsluckor kring hur dessa åtgärder påverkar allt från vattenkvalitet till växthusgaser och hydrologi.

För att ta fram ny kunskap etablerade projektet Grip on Life Trollbergets försöksområde i samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet. På en myr utanför Vindeln har projektet utfört en återvätning som forskare har följt sedan 2018, både före och efter åtgärden. Inom projektet har forskarna även studerat hur vattenkvaliteten påverkas av att rensa diken i ett nyligen avverkat skogsområde, jämfört med avverkningar där diken lämnats orörda.

### Lagrade tungmetaller läckte ut efter återvätning

Den fem år långa dataserien från Trollberget ger en unik inblick i vad som sker efter en torvmarksrestaurering under svenska förhållanden. Resultaten pekar på tydliga risker för vattenkvaliteten. När vattennivån höjs hamnar yt-



*Forskarna har samlat in data från Trollberget sedan 2018, ett år innan och drygt fyra år efter återvätning och dikesrensning på området. Foto: Andreas Palmén.*

liga torvlager som varit torrlagda i omkring 100 år åter under vatten, vilket startar en rad kemiska processer. Forskarna kunde se ökade halter av organiskt kol, kväve och fosfor i bäckvattnet. I de delar av försöksområdet där fler diken pluggats igen blev utsläppen betydligt större. Där sänktes pH-värdet och halterna av tungmetaller ökade tydligt.

– Det finns en effekt där gammalt historiskt nedfall av luftföroreningar som kvicksilver och bly börjar lakas ut. Metaller som gillar att hänga ihop med organiskt material börjar tvättas ut i samband med att man återväter. Det skedde inte överallt, men det finns en tydlig generell risk, säger Hjalmar Laudon, professor vid SLU.

### Rensade diken minskade läckaget från avverkad skog

Även skogsavverkning kan höja grundvattnet; Markerna blir blötare och det ökar utflödet av näringsämnen och tungmetaller. På Trollberget undersöktes dikesrens-

ning som motåtgärd. När diken rensades sjönk grundvattnet igen, vilket mildrade avverkningens effekter jämfört med referensområden där diken inte rensats. Utflödena kunde dock inte motverkas helt och forskarna uppmätte ihållande höga halter av större partiklar från de rensade diken, vilket kan ha stor påverkan på vattenkvaliteten.

– Vi ser att vissa aspekter blir bättre efter dikesrensningen. Men vi ser samtidigt en ökad sedimenttransport och en sänkt grundvattennivå som kan leda till sekundäreffekter på skogens tillväxt vid till exempel torka, säger Eliza Maher Hasselquist, ansvarig forskare vid SLU.

Att förstå dikenas roll och funktion är viktigt, inte minst för skogsbruket.

– Det här är mycket värdefulla resultat att ha med sig framåt, som en del i ett helhetstänk när det gäller vattnet i skogslandskapet, säger Elisabet Andersson, ekolog på Skogsstyrelsen/Grip on Life.

## Vägvisande resultat för framtida restaureringsåtgärder

Resultaten vid Trollberget visar att det redan de första åren efter att diken förändrats uppstår nya frågetecken kring åtgärdernas effekter på vatten och hydrologi. Alltifrån initiala förhållanden till storleken på åtgärden påverkar resultatet.

– Detta är en viktig pusselbit som vi kan ta med oss i det kommande åtgärdsarbetet, till exempel som beslutsunderlag för vilka våtmarker vi väljer att jobba med, hur åtgärderna utförs och riskanalyser för påverkan på livsmiljöer nedströms, säger Tobias Eriksson, Länsstyrelsen Västerbotten och temaledare inom Grip on Life.

Resultaten presenteras i slutrapporten från Grip on Life med titeln Dikesrensning och återvätning – effekter på vattenkvalitet. Rapport från Trollbergets försöksområde

*SLU, 2025-12-15*

## **Örebro kommun** HJÄLMAREN BEVILJAS NYTT PROJEKT FÖR HÅLLBART VATTEN

Som en del i utvecklingen av Hjälmararen har Örebro kommun som en del av föreningen Hjälmarsamarbetet sökt och beviljats 13,5 miljoner kronor för ett projekt som möter Hjälmarens komplexa utmaningar idag och i framtiden.

– Örebro, precis som hela Hjälmarlandskapet drabbas regelbundet av höga flöden, men även av torka. Det är därför mycket välkommet med extra finansiering för

att utreda var och hur vi kan hålla kvar vatten i landskapet. Både för att motverka översvämningar men även för att motverka torka, säger Oscar Fogelberg, vattenstrateg på Örebro kommun.

Projektet drivs i form av ett omställningslabb som är en miljö där nya lösningar för omställningen till en mer hållbar vattenanvändning utforskas, testas och skalas upp. Omställningslabbet utförs inom Impact Innovation-programmet Water Wise Societies – ett initiativ av Energimyndigheten, Formas och Vinnova och pågår till och med 2028.

– Den här satsningen är ett viktigt steg för att säkra ett hållbart och tryggt vattensystem kring Hjälmararen. Genom att utveckla ny teknik och stärka samarbetet i regionen tar vi gemensamt ansvar för både dagens och framtidens vattenutmaningar, säger Kemal Hosó (S), kommunalråd med rotelansvar för samhällsbyggnad.

### Fokus i omställningslabbet

Omställningslabbet kommer att arbeta både konkret och mer övergripande. Fokus är att tillsam-

mans med andra aktörer stärka det strategiska vattenmiljöarbetet över våra kommun- och länsgränser för att det ska gå att vårda och utveckla Hjälmararen på ett bra sätt.

I omställningslabbet kommer bland annat två testbäddar att etableras: Skebäckens reningsverk där ny teknik för avancerad rening testas och Örebro Flygplats där ny teknik för att sanera massor på plats från PFAS testas. Omställningslabbet anlägger även ett landskapsperspektiv för att identifiera metoder att hantera översvämningrisker likväl som de risker som uppstår för ekosystem och ekosystemtjänster av låga vattenflöden.

– Jag är väldigt glad över att vi nu kan ta nästa steg i att testa olika tekniker för att rena avloppsvatten från föroreningar som läkemedelsrester och PFAS. På så sätt kan vi bidra till att förbättra vattenkvaliteten i Hjälmararen med så litet klimatavtryck som möjligt, säger Karin Saverman processingenjör på Reningsverket, Örebro kommun.

Tillsammans med Örebro universitet kommer uppbyggnaden av ett kunskapscenter att påbörjas för att bygga den kunskap



som krävs för att det ska gå att ta kloka beslut och göra nödvändig systemförflyttning.

## Mål: Ett hållbart vattensystem

Trots sin storlek och betydelse har Hjälmararen genom åren inte fått samma uppmärksamhet och systematiska insatser som andra stora svenska sjöar. Med denna satsning stärks både kunskapsupbyggnaden och regionens förmåga att hantera ett av landets mest komplexa vattenlandskap.

Projektet kommer att bidra till att föra in Hjälmararen i ett sammanhang där forskning, förvaltning, näringsliv och civilsamhälle arbetar mot samma mål, ett hållbart och långsiktigt förvaltad vattensystem.

## Samarbetspartners

Föreningen Hjälmararsamarbetet är ensamarbetsorganisationsomdrivs länsöverskridande med syfte att samordna Hjälmararens utveckling.

Föreningen består av Örebro kommun, Arboga kommun, Eskilstuna kommun, Vingåkers kommun, Katrineholms kommun, Länsstyrelsen i Södermanland, Länsstyrelsen i Västmanland, Länsstyrelsen i Örebro, Destination Eskilstuna, +Katrineholm, Örebrokompaniet, Hjälmararens Vattenvårdsförbund, Hjälmararens Fiskareförbund, Örebro universitet och Örebro läns museum.

Projektägare för omställningslabbet är föreningen Hjälmararsamarbetet och projektpartners är Örebro kommun, Eskilstuna kommun, Katrineholms kommun, Länsstyrelsen Örebro län, Hjälma-

rens vattenvårdsförbund, Örebro läns Flygplats AB och Örebro universitet.

*SLU, 2025-12-09*

## Aqua Nobel AQUA NOBEL STÄRKER HELSINGBORGS NÖDVATTENPLAN

Aqua Nobel har tecknat avtal med Helsingborgs stad, vilket innebär att staden nu har köpt Aqua Nobels unika beredskapsvatten för att stärka stadens arbete med beredskap avseende dricksvatten.

Aqua Nobel erbjuder en skräddarsydd beredskapslösning för dricksvatten — med vatten från en skyddad källa i Mörarp, 105 meter under markytan. Vattnet är naturligt renat, fritt från föroreningar och PFAS, och uppfyller höga krav på kvalitet och säkerhet.

Som en del av samarbetet levererar Aqua Nobel vatten för beredskap — ett komplement till stadens befintliga förmåga att hantera störningar avseende dricksvatten.

Helsingborgs stad arbetar kontinuerligt med vatten- och avloppsfrågor genom sin antagna vattentjänstplan (antagen 2024) och har byggt upp en nödvattennorganisation i samarbete med ansvariga VA-aktörer. Vid kris-situationer ska nödvatten kunna levereras till invånare inom 72



timmar.

– Upphandlingen är en del av stadens arbete med beredskap att hantera en nödvattensituation, säger Moa Ingrell, sektionschef på stadsledningsförvaltningen.

Aqua Nobel ser sig som en partner i samhällets totala beredskap. Lösningen är inte bara en produkt — det också en tjänst för civil krisberedskap, med flexibilitet för kommuner, myndigheter och företag att säkra tillgången till dricksvatten även under exceptionella förhållanden.

*Aqua Nobel, 2025-12-08*

## Forsåker VATTENKRAFTVERKET KAN ÅTERSTARTA I STADSELEN

Nu har det efterlängtrade beskedet kommit att Mark- och miljödomstolen har godkänt ansökan om att återstarta vattenkraftverket i Forsåker. Det innebär att lokal förnybar el från forsen kan börja produceras inom några år till de nya bostäderna och verksamheterna som växer fram i bruksområdet.

Beskedet kom efter en noggrann prövning av Mark- och miljödomstolen. Ansökan har skickats in av det kommunala bolaget MölnDala Fastighets AB och MölnDals stad.

– Det här är en viktig del i arbetet för ett hållbart Forsåker. Att ta tillvara på kraften i MölnDalsån och producera lokal el är en värdefull tillgång. Vi är stolta över att kunna återstarta kraftverket och att historien gör sig påmind i framtidens energi, säger Johan



Här skimtar årännan som Mölnaldalsån rinner i genom hela Forsåker via det framtida Vattentorget. Här finns en älyngeledare inbyggd för att underlätta passagen och vattnet kraft nyttjas för energi.

Lejonthun, projektledare på MölnDala Fastighets AB.

Forsen har varit betydande i århundranden och ska få en central roll med trivsamma miljöer genom hela stadsdelen. Precis som förr ska kraften nyttjas och bli en viktig tillgång för platsen. Sedan 2019 har Mölnaldals stad rustat upp forsén från Kvarnbyn genom Forsåker. Syftet är att minska risken för översvämningar, göra vattnet mer tillgängligt och samtidigt förbereda för vattenkraft. Två stora ledningar, så kallade bypassrör, är redan dragna under mark för att hantera stora flöden. Till ett av bypassrören kommer kraftverkets turbin kopplas och på så sätt både säkerställa ett stabilt vattenflöde och el till området.

Det tidigare kraftverket från brukstiden har rivits på grund av sitt bristfälliga skick, men ska nu återuppbyggas i liknande historiska stil. Aktören Trollängen som varit involverad i utvecklingsarbetet av Forsåker och vattenkraften sedan 2013 ska ansvara för byggnationen, och på sikt även driva det nya kraftverket. Målsättningen är att produktionen ska kunna tas i bruk under 2028 i takt med

att stadsdelen fortsätter att växa fram.

– Beskedet är en milstolpe för oss och alla som arbetat i projektet genom åren. Vi ser fram emot att kunna påbörja uppbyggnaden av vattenkraftverket så snart årännan är helt färdigställd, säger Niclas Börjesson, projektledare på Trollängen.

*Forsåker, 2025-11-28*



*Visionsbild MölnDala Fastighets AB & TMRW: En del av platsens bruksbyggnader och kraftverket med egenproducerad el från forsén.*

## **ACTEMIUM PARTNERSKAP MED SEAPATTERN FÖR TILLVERKNING AV EN FÖRSERIE FLYTANDE VATTENTURBINER**

Det svenska vattenkraft-startupbolaget SeaPattern har ingått ett strategiskt samarbetsavtal med Actemium i Sverige avseende tillverkning och leverans

av en förserie av flytande vattenturbiner.

Genom partnerskapet kommer Actemium att tillverka turbinerna för SeaPatterns industrialiseringsfas, som innefattar ett pilotprojekt för att påvisa den tekniska lösningens kapacitet att öka elproduktionen med mellan 7 och 10 procent utan behov av investeringar i omfattande infrastruktur.

SeaPatterns plug-and-play-lösning drar nytta av den kinetiska energin i vattenflöden nedströms i befintliga vattenkraftanläggningar. Turbinerna är en central komponent i det kompletta systemet och är designade av SeaPattern för att samverka med egenutvecklad AI-baserad CFD-programvara, patenterad Dynamic Grid-teknologi och hårdvara för nätintegration.

– Partnerskapet med Actemium, som är en del av VINCI Energies, markerar en viktig milstolpe i vår resa mot att skala upp vår vattenkraftslösning. VINCI Energies globala expertis inom energiinfrastruktur och deras engagemang för hållbara lösningar gör dem till en idealisk partner i vår industrialiseringsfas. Samarbetet bekräftar inte bara vår teknologi, utan positionerar oss också för att skapa verklig påverkan på förnybar energiproduktion i befintliga vattenkraftsanläggningar världen över, säger Niklas Boman, VD SeaPattern.

– Tillsammans visar vi att innovation inom förnybar energi inte alltid kräver ny infrastruktur, ibland ligger de största möjligheterna i att optimera det som redan finns, tillägger Boman.

Actemiums åtagande omfattar

hela tillverkningskedjan för turbinerna, från bearbetning inklusive vattenskärning, svarvning och fräsning till svetsning, montering av elskåp och testning. Tillverkningen och monteringen av turbinerna kommer främst att ske vid Actemiums mekaniska verkstad i Norrköping, med slutlig systemintegration vid anläggningen i Linköping, där SeaPattern för närvarande genomför demos.

– Som helhetsleverantör i denna fas av SeaPatterns tillväxt är samarbetet mycket betydelsefullt för oss. Tillsammans med SeaPattern vill vi bidra till att öka produktionen av hållbar energi och vi ser stor potential i att detta blir en långsiktig och växande del av Actemiums verksamhet inom mekanik och för vår verkstad i Norrköping. Det ger oss även möjlighet att tillämpa vår breda kompetens inom industriell tillverkning i ett projekt som både är tekniskt avancerat och bidrar till klimatmålen, säger Robert Persson, affärsenhetschef för Actemium Industry Norrköping och VD för INAC Process.

*Actemium, 2025-11-25*

**IVL Svenska Miljöinst.**  
**IVL VISAR VÄGEN  
 FÖR ÅTERVINNING AV  
 KRITISKA METALLER  
 FRÅN GRUVAVLOPPS-  
 VATTEN**

IVL Svenska Miljöinstitutet har i pilotskala visat att sällsynta jordartsmetaller kan återvinnas från gruvavloppsvatten med över 90 procents effektivitet. Membrantekniken som testats kan bidra till att minska Europas beroende



*Lovisagruvan i Örebro län är en av platserna där IVL har tagit prover på vattnet.*

*Foto: Mikaela Boltenstern*

av import av kritiska råmaterial som är avgörande för den gröna omställningen.

Sällsynta jordartsmetaller (REE) är avgörande för grön teknik som vindkraftverk, elbilar och energieffektiv belysning. Men EU importerar idag nästan hundra procent av sitt behov. Nu visar IVL Svenska Miljöinstitutet i en ny rapport från forskningsprogrammet Mistra TerraClean att membranbaserad teknik kan återvinna dessa kritiska metaller även från mycket utspädda och komplexa vattenlösningar.

– Vi har använt gruvavloppsvatten som testmatris eftersom det är en svår miljö att jobba med, där det är låga koncentrationer av de metaller vi vill ha och höga halter av störande ämnen. Om tekniken fungerar här, fungerar den också i enklare tillämpningar, säger Johan Strandberg, projektledare på IVL Svenska Miljöinstitutet.

Gruvavloppsvatten innehåller sällsynta jordartsmetaller i koncentrationer från nanogram till mikrogram per liter, tillsammans med stora mängder järn, zink och kalcium. IVL:s pilottester visar att

membrantekniken kan hantera denna komplexitet och ändå uppnå utvinningseffektivitet på över 90 procent.

– Den storskaliga tillämpningen kommer troligtvis vara andra procesströmmar där förhållandena är enklare. Men genom att testa i gruvvatten har vi visat att tekniken är intressant att testa i industriella förhållanden, säger Johan Strandberg.

**Tester i verkliga förhållanden**

IVL har testat membrantekniken HFSLM (hollow-fibre supported liquid membrane) i pilotskala med kontinuerlig drift under en månad, vilket är längre och med högre utbyte än vad som gjorts tidigare. Tekniken uppnådde över 90 procent utbyte och använder 10-100 gånger mindre kemikalier än konventionella metoder. Genom noggrann pH-kontroll kan olika metaller separeras från varandra, vilket är avgörande för deras värde.

– Det viktigaste är att vi testat på verkliga förhållanden, inte idealiska laboratorielösningar. Men vi är tydliga med att betydande utvecklingsarbete krävs innan

industriell tillämpning, säger Johan Strandberg.

Nästa steg är längre drifttester på tre-sex månader och ekonomiska analyser.

*IVL Svenska Miljöinstitutet,  
2025-11-25*

Vakin

## UPPGRADERAT VATTENVERK I NORDMALING

Renoveringen av Nordmalings vattenverk är nu färdig efter tre års arbete. För cirka tio miljoner kronor har den åldrade anläggningen från 1958 fått ett förlängt liv.

– Att renovera ett vattenverk som är i drift är komplext. Varje åtgärd vi gör måste vi kunna säkerställa att leveransen av dricksvatten inte påverkas. Det har betydtt att vi till stor del fått bygga upp de nya delarna parallellt med det gamla för att sedan kunna lyfta över det del för del med endast korta stopp som inte påverkar leveransen ut till våra kunder, berättar Anthonia Forsberg, projektledare hos Vakin.

Vattenverket byggdes 1958 och anläggningen var generellt ålderstigen där flera delar av verket kunde ses som uttjänta och det fanns ett stort behov av uppdateringar och renoveringar.

Med nya maskiner och styrteknik har Vakin redan börjat se effektiviseringar och en förbättrad arbetsmiljö.

– Tidigare hade vi personal som var här dagligen för att kontrollera vattenverket och utföra olika arbetsmoment, men nu behöver vi bara komma hit några få

gångar i veckan. Detta kommer att bli en långsiktig effektivisering för verksamheten säger Anthonia Forsberg, projektledare hos Vakin.

I Nordmaling pågår fler projekt med att förbättra vatten- och avloppsanläggningar. Under 2026 är planen att göra förbättringar för cirka 15 miljoner kronor i Nordmalings kommun.

– Vi håller på att montera in UV-ljus i alla mindre vattenverk, för att få en extra skyddsbarriär. Vi jobbar även med förbättringar på olika avloppsreningsverk. Syftet med alla projekt är i slutändan att vi ska få en långsiktigt och säker dricksvattenförsörjning i hela vårt verksamhetsområde i Nordmaling berättar Mikael Lundin, VA-chef hos Vakin.

*Vakin, 2025-11-24*

Stockholms handelskammare

## NY RAPPORT: BYGG NORDENS LÄNGSTA KAJ OCH BIND IHOP STOCKHOLM MED VATTNET

Stockholm är byggt på och kring vattnet. Ändå halkar vi efter andra storstäder som konsekvent investerar i bad, kajliv och vattenburen mobilitet. Stockholms Handelskammare presenterade i går rapporten *Händelser vid vatten* – så stärker vattnet Stockholms attraktivitet som pekar ut det som krävs för att göra vattnet till en självklar del av vardag, stadsliv och internationell attraktionskraft.

Stockholms vatten är en outnyttjad potential. Den kan fungera

era som infrastruktur, förhöja livskvalitet och stärka stadens varumärke. Från båtpendling och bad till restauranger och gästhamnar finns en resurs som gör huvudstaden mer attraktiv för invånare och besökare. Trots det halkar Stockholm efter jämförbara städer där stora satsningar görs på badplatser, elbåtar och levande kajer.

– Det är hög tid att vi börjar behandla vattnet som den viktiga tillgång det är. Stockholm har förutsättningar men saknar handlingskraft. Med den här kartläggningen vill vi sätta fart på samtalet om hur vi använder och tillgängliggör vattnet mer, säger Daniel Waldfogel, vd på Stockholms Handelskammare.

Aktörer som vill aktivera vattenrummet möts ofta av långa ledtider, överlappande regelverk och brist på vägledning från staden med otydliga mandat mellan förvaltningar. Följden blir att initiativ för rekreation, båtar och evenemang ofta kör fast trots efterfrågan och finansiering.

Stockholms Handelskammare uppmanar därför staden till ett samlat grepp där man bör se vattnet som en integrerad del av staden.



Handelskammarens förslag på hur Stockholms vatten kan nyttjas bättre:

- **Bygg Nordens längsta kaj mitt i Stockholm city.** Bind samman sträckan från Karlbergs slott till Djurgårdsbron med en kajpromenad fullt tillgänglig för gående och cyklister.
- **Ta fram en samlad strategi för både kaj och vatten.** Tydliggör ansvarsfördelning och samverkansstruktur mellan stad, region och näringsliv och integrera strategin i RUFs och kommunernas översiktsplaner.
- **Inför snabbspår för bad i city.** Testa nya badzoner med pontoner och flytbryggor, klargör regelverket för flytande infrastruktur och bjud in kommersiella och ideella aktörer att driva bad och aktiviteter.
- **Gör båtpendling till ett verkligt vardagsalternativ.** Testa nya båtlinjer tillsammans med SL och privata aktörer och integrera knutpunkter som kopplar båt till tunnelbana, buss och cykel.
- **Skapa en försökszon på vattnet.** Tillåt testbäddar som bassänger, pontoner och bryggor att genomgå enklare prövning. Upplägget kan ta fram mallar för förenklade tillstånd och tillfälliga projekt.
- **Bygg minst 1 000 gästhamnsplatser på Stockholms vatten.** Utred nya lägen, höj standarden i befintliga hamnar och förenkla för privata aktörer som vill bidra till utbyggnaden.

– Stockholm nyttjar inte sitt vattennära läge fullt ut. För att vi inte ska bli omsprungna av andra städer behöver inställningen förändras. Stockholmsborna borde få

bättre möjlighet att använda vatten och kajerna. Bjud in näringslivet och fler idéer bli verklighet, säger Frans Elinder.

*Stockholms handelskammare,  
2025-11-13*

## Svevia SVEVIA SÄKRAR SKYDDET AV VATTNET I BORNSJÖN

Svevia ska genomföra vattenskyddsåtgärder längs väg 584, i närheten av Bornsjön, som är en viktig reservvattentäkt för Stockholm. Projektet utförs på uppdrag av Trafikverket och omfattar anläggning av täta dammar, räckesmontage, trafikordningar och asfaltarbeten

Väg 584 löper genom ett känsligt vattenskyddsområde i Salem kommun, i anslutning till Bornsjön. För att minska risken för föroreningar från vägen som exempelvis dagvatten, oljeutsläpp eller bränslespill vid trafikolyckor, har Trafikverket beslutat att genomföra ett antal skyddsåtgärder.

– Det här är ett projekt som ger oss möjlighet att bidra till en mer robust infrastruktur både ur miljö- och trafiksäkerhetsperspektiv, säger Andreas Jonsson, Svevia.



*Svevia utför åtgärder längs väg 584 för att skydda Bornsjön som är en viktig reservvattentäkt. Foto: Patrick Trägårdh*

## Skyddar trafikanter och naturvärden

Projektet omfattar byggnation av dammar med tätskikt, montage av skyddsräcken samt asfaltarbeten och trafikordningar. Åtgärderna ska minska risken för att fordon kör in i skyddszonen vid olyckor och skydda viktiga naturvärden genom att fördröja dagvattnet innan det når Bornsjön.

– I de perioder där vi behöver begränsa framkomligheten kommer trafiken att regleras med hjälp av trafikljus. Det faktum att vägen används som en alternativ färdväg till exempel vid en trafikincident på E4 utgör en särskild utmaning i projektet då trafiken vid sådana tillfällen intensifieras avsevärt, fortsätter Andreas Jonsson.

Arbetet startar under hösten 2025 och beräknas vara slutfört i september 2026.

*Svevia, 2025-11-13*

## Stockholm Vatten och Avfall SVOA TILDELADES REVAQ-PRISSET 2025 FÖR SITT GEDIGNA UPPSTRÖMSARBETE

Stockholm Vatten och Avfall har tilldelats 2025 års Revaqpris för sitt långsiktiga och innovativa arbete med att stoppa farliga ämnen redan innan de når avloppsreningensverken. Priset delades ut under den årliga Revaqträffen i Göteborg.

– Det är en tuff utmaning att förhindra att kemikalier tar sig ner i våra avlopp och in i reningensverken. Jag är därför stolt över det viktiga och innovativa uppströmsarbete som

Stockholm Vatten och Avfall har bedrivit i decennier och nu prisas för, säger Åsa Lindhagen (MP), miljö- och klimatborgarråd i Stockholms stad.

Revaq-priset delas ut till det avloppsreningsverk som utmärkt sig mest i sitt uppströmsarbete — alltså de insatser som görs för att förbättra kvaliteten på inkommande avloppsvatten. I konkurrens med ett fyrtiotal Revaq-certifierade kommunala reningsverk runt om i landet gick årets pris till Stockholm Vatten och Avfall.

– Det här är mycket glädjande att vårt viktiga arbete med att minska föroreningarna till avloppsverken får ett erkännande och att vårt uppströmsarbete ligger i framkant, säger vd Christian Rockberger, Stockholm Vatten och Avfall.

Juryns motivering lyfter fram ett strukturerat arbete som sträcker sig över flera decennier, från



Linnea Skålegård, Lisa Ejermark samt Ragnar Lagerkvist på skärmen, från Stockholm Vatten och Avfall samt Anders Finnson från Svenskt Vatten.

tidiga provtagningar i Skarpnäck till utvecklingen av metoden Säker spolning. Man framhåller också samarbetet med Baltic Sea Science Center och utbildningsinsatser för gymnasieelever, samt kreativa kampanjer som inspirerat stockholmarna att tänka efter innan de spolar. Att kampanjerna uppmärksammas i motiveringen är ett kvitto på att kommunikation spelar en nyckelroll i miljöarbetet.

Revaq är ett certifieringssystem som drivs av Svenskt Vatten och syftar till att skapa ett hållbart kretslopp för växtnäring och organiskt material genom säker slamavvandning på åkermark. Certifierade reningsverk rapporterar årligen sitt uppströmsarbete i ett statistiksystem, vilket ligger till grund för priset.

Stockholm Vatten och Avfall,  
2025-11-12

## Vi har en lösning på det eviga PFAS-problemet



Allt strängare gränsvärden för PFAS-nivåer skapar ett tryck hos våra kunder att snabbt hitta en lösning. Vår lösning omfattar rening både med aktivt kol och jonbytare, via fasta eller mobila filter. PFAS-kemikalierna kan sedan brytas ner genom termisk reaktivering, till nivåer som inte är detekterbara. Inget PFAS-belastat kol behöver läggas på deponi. Det gör att kemikalierna aldrig kan komma tillbaka till naturen. Och det kan vi vara evigt tacksamma för.

**Kontakta oss genom att skanna koden så berättar vi hur vi kan hjälpa dig.**



VATTENANALYS



RENING



REAKTIVERING



OPTIMERING

**Jacobi**  
GROUP

# Fånga upp intresserade studenter

## – utanför de tekniska programmen



Vattenfrågorna beskrivs ofta som tekniska utmaningar, men de avgörs lika mycket av planering, politik och människors vardag. Trots det lyser samhällsplanerare, och studenter utanför de typiska utbildningarna, ofta med sin frånvaro i samtalet. Som student i samhällsplanering ser jag hur viktiga perspektiv riskerar att falla mellan stolarna, redan innan vi kliver in i arbetslivet.

### **Framtiden för vatten kräver rivna stuprör, ökad omfämning**

Kommande generationer ska ha tillgång till vatten på det sätt som många i dag tar för givet, men med bättre förståelse för förhållandena som gäller. För att nå dit, i en tid där klimatförändringarnas effekter sammanfaller med ökad sårbarhet i den byggda miljön, behöver en utökad samverkan bli en självklar

del av hur vattenfrågorna hanteras.

Som student inom samhällsplanering (och kulturgeografi) har jag noterat en tydlig skillnad i hur vattenfrågor hanteras i mötet mellan akademi och praktik: samverkan mellan tekniska och naturvetenskapliga utbildningar och arbetslivet är relativt etablerad, medan utbildningar med humanistisk och samhällsvetenskaplig inriktning ofta hamnar vid sidan av.

Detta betyder inte att vattensektorn saknar helhetstänk. Tvärtom finns både hög kompetens och en uttalad vilja till samverkan, något som återkommer i utredningar, rapporter och i samtal med verksamma inom sektorn. Däremot tenderar dialogen att stanna inom en teknisk ram, där sociala, rumsliga och politiska perspektiv får mindre utrymme, tills att de blir nödvändiga för att möjliggöra genomförande. Det är här samhällsplaneraren kan bidra: inte som expert på hydrologi eller ledningsnät, utan som den som kan sammanlänka kunskaper, intressen och ansvarsnivåer och föra lösningar genom byråkratiska och politiska processer.

För att vattenfrågorna ska kunna hanteras långsiktigt behöver fler samhällsplanerare bli en del av samtalet. Det handlar inte om att ta över vattensektorns frågor, utan om att bidra med helhetssyn, avvägningar och förståelse för hur tekniska lösningar möter lagstiftning, policy och fysisk planering.

### Vattenfrågor är inte bara tekniska

Vattenfrågor förknippas ofta med teknik, infrastruktur och mätbara system. Dessa är avgörande för att samhället ska fungera, men vattnets väg genom samhället handlar också om markanvändning, tillståndsprocesser, ansvarsfördelning och sociala konsekvenser när tillgången förändras. Här blir samhällsplanerarens perspektiv centralt.

Med den variation av vattenfrågor som finns innebär det att förstå hur tekniska system möter lagstiftning, ekonomi, kultur och vardagsliv. I vattenfrågor kan det röra sig om allt från hur nya bostadsområden planeras i förhållande till översvämningrisker, hur existerande fastigheter kan påverkas från avrinning av det nya, till hur dagvattenlösningar påverkar stadsrummets tillgänglighet och trivsel. Att inkludera dessa aspekter tidigt i processerna är ett måste för att ha en förutsättning för långsiktighet.

För att framtidens vattenhantering ska bli hållbar

räcker det inte att tekniska lösningar fungerar, de måste också förstås, förankras och accepteras i den kontext där de verkar. När åtgärder påverkar människors vardag, exempelvis genom tillfälliga störningar i trafik eller stadsmiljö, blir kommunikation och pedagogik avgörande. Här fungerar samhällsplaneraren som översättare mellan tekniska lösningar och vardagliga konsekvenser.

### Glapp som samhällsplanerare kan hjälpa med

Vattenfrågornas bredd gör dem svåra att avgränsa, men just därför är det rimligt att samhällsplanerare utvecklar en tydligare insikt om hur närvarande vatten behöver vara i planeringsprocesser. Nedan följer några exempel som illustrerar var samhällsplanerare kan bidra.

Inom RISE pågår projektet "Drop it" (RISE, u.å.) vilket kombinerar, och jämför, åtgärder för att få en positiv förändring i dricksvattenanvändningen. Här blir kommunikation och informationsspridning centrala komponenter områden där samhällsplanerare kan bidra till att påverka beteenden och skapa förståelse för förändrade bruksmönster.

I Rolf Larssons text "Vem värnar våra vatten? – En pandemisk parallell" (Larsson, 2020) diskuteras ansvarsfördelning vid vattenkriser. Två problem är särskilt relevanta ur ett planeringsperspektiv: otydliga ansvarsförhållanden och svaga kopplingar mellan beslutsnivåer. Här kan samhällsplanerare bidra genom att driva förändringsprocesser, arbeta med policyutveckling och hantera tillståndsfrågor, vilket även lyfts som en framgångsfaktor i "Hållbar dagvattenhantering på kvartersmark" (Wideqvist, Ihrefjord & Sörensen, 2024).

I "Tiden har runnit ikapp Sverige – Sju principer för god vattenstyrning och hantering" (Johannessen et al., 2019) framhålls bland annat behovet av anpassade lagar och ökad samverkan över organisatoriska gränser. Principerna pekar på vikten av förståelse för hur regelverk fungerar i praktiken samt på behovet av tvärsektorielt arbete. Med roller där samhällsplanerare ofta fungerar som samordnande aktörer. Även principen om att utveckla forskning och stöd till processer på olika nivåer understryker vikten av en starkare koppling mellan akademi och praktik.

### Studenter som framtida brobyggare

Som student i samhällsplanering blir det tydligt hur mycket som kan falla mellan stolarna. Det beror inte på bristande vilja till samarbete, utan på att kontaktytorna är få och frågornas omfattning stor. Utöver samhällsplanerarstudenter behövs också ökad kontakt med studenter inom juridik och statsvetenskap, då dessa perspektiv är avgörande för att förstå lagstiftningens komplexitet och framtida policyarbete. Detta visar behovet av mötesplatser där studenter, forskare och yrkesverksamma kan mötas och bygga gemensam förståelse redan under utbildningen. Det är i dessa mellanrum som framtida samverkan kan växa fram.

### Vägen framåt: delaktighet, gemensam kunskap och översättning mellan språk

För att bryta mönstret där vattenfrågor fastnar inom tekniska kretsar behövs inte nya sektorer, utan mer inkluderande mötesplatser. Samhällsplanerare behöver förstå tekniska förutsättningar, men lika viktigt är att tekniska professioner får insyn i hur planmopol, tillståndprocesser och politiska prioriteringar formar det fysiska rummet.

Utbildningarna är en naturlig startpunkt. Tvärvetenskapliga kurser, gemensamma projekt och praktik över disciplingränser kan skapa en gemensam begreppsgrund redan tidigt. Det minskar risken för missförstånd och underlättar samordnade beslut i komplexa frågor som klimatanpassning och vattenresiliens.

Det handlar också om språk. Tekniska, juridiska och planeringsmässiga termer kan vara exakta var för sig men skapa friktion när de möts. Att utveckla en gemensam förståelse för varandras arbetssätt kan vara lika avgörande som att bygga ny infrastruktur.

### Avslutning: vatten som gemensam angelägenhet

Vattenfrågorna berör alla, men ägs ofta av få. När diskussionen begränsas till en teknisk arena riskerar vi att missa hur grundläggande vatten är för samhällsplaneringens kärna: trygghet, tillgång och långsiktig hållbarhet. Samhällsplanerare behöver inte mer inflytande över vattensektorn – men vi behöver bli en självklar del av samtalet.

Om framtidens vattenhantering ska vara hållbar krävs att stuprör rivs, inte bara mellan organisationer utan också mellan sätt att tänka.

Tekniken kan visa hur vattnet kan hanteras. Planeringen kan visa hur det kan fungera i samhället.

Tillsammans kan vi skapa ett samhälle där vattnet fortsätter vara en självklar del av livet. Inte för att vi tar det för givet, utan för att vi tar gemensamt ansvar för det.



*Hannes Jagdmann,  
Uppsala universitet,  
Masterprogram i  
Samhällsplanering  
och kulturgeografi*

### Referenser:

- RISE Research Institutes of Sweden (RISE), u.å. Drop it – beteendepåverkan för hållbar vattenanvändning. Tillgänglig på: <https://www.ri.se/sv/expertisomraden/projekt/drop-it> [Hämtad 2 oktober 2025].
- Johannessen, Åse, Larsson, Rolf, Blom, Lena, Karlsson, Dick och Aspegren, Henrik (2019). Tiden har runnit ikapp Sverige – sju principer för god vattenstyrning och hantering. *VATTEN*, 75(4), s. 371-381.
- Larsson, Rolf (2020). Vem värnar våra vatten? – en pandemisk parallell / a critical view of water management in Sweden – same same as with Corona?. *VATTEN*, 76(4), s. 213-217.
- Wideqvist, Tove, Ihrefjord, Linn och Sörensen, Johanna (2024). Hållbar dagvattenhantering på kvartersmark - Identifiering av framgångsfaktorer i Danmark, Norge och Tyskland samt deras potential i Sverige. *VATTEN*, 80(3), s. 152-159.

# Välkommen på Vattendagen 2026!

Onsdag 22 april, DN-huset i Stockholm  
En dag full av kunskap, inspiration och möten

# Vi har ett direktiv!

*Nu är det dags att införliva det reviderade avloppsdirektivet i svensk lagstiftning. Ord och definitioner kommer att bli viktigare än på länge, inte bara för att klara de nya kraven utan också för att reda ut vem som ska betala vad.*

Kvartär rening är en av de stora nyheterna i det omarbetade direktivet om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse (2024/3019). En annan är att kostnaderna för kvartär rening ska täckas i enlighet med principen att förorenaren betalar. Läkemedel och rester av kosmetiska produkter anges som de främsta källorna, och utökad producentansvar bör därför tillämpas för dessa produktgrupper. Men hur notan för kalaset ska fördelas kommer att bli en definitionsfråga.

## Vem tar fjärde rundan?

För att kontrollera efterlevnad av kvartär rening anses det tillräckligt att övervaka ett mindre antal (minst 6 av 12) indikatorämnen, de flesta läkemedel. Det ska göras genom kontroll av halterna både vid avloppsreningsverkets in- och utlopp. Det betyder i sin tur att det inte nödvändigtvis bara är den kvartära reningen som utvärderas utan hela avloppsreningsverkets funktion med *primär, sekundär, tertiär* och *kvartär* rening. Redan här kan man ana att kvartär rening inte kan ses som en isolerad företeelse.

I Sverige genomförs många stora projekt där både tertiär och kvartär rening byggs ut för att klara framtidens krav. Med tertiär rening avses i direktivet



en ”process som reducerar kväve, fosfor eller båda-dera”. Den skrivningen stämmer för övrigt inte alltid med litteraturens beskrivningar av olika typer av rening\*. När ett avloppsreningsverk byggs ut för att klara avskiljning av organiska mikroföröreningar kan det göras på olika sätt. Ett vanligt sätt är att införa ozonering med biologisk efterbehandling i ett sandfilter. Samma sandfilter kan användas för avskiljning av partikelbunden fosfor. Man kan också tänka sig att filtret kan användas för efterfällning. Samma enhetsprocess kommer

därför att bidra till både tertiär och kvartär rening. Gränsdragningen mellan tertiär och kvartär rening är inte längre semantisk utan också avgörande för vem som ska betala för tredje respektive fjärde rundan. Kvartär rening baserad på GAK-filtrering kräver god förbehandling för att fungera, en förbehandling som också kan bestå av ett sandfilter. Man kan tänka sig en fällning för att avskilja fosfor kopplad även till detta steg. Tertiär och kvartär rening är inga isolerade företeelser utan måste förstås i ett större sammanhang. Det gäller både dimensionering och kostnadsfördelning.

### När har vi torrvädersflöde?

Bland definitionerna i direktivet märks också *bärrmaterial* vilket beskrivs som ”stödstruktur, vanligtvis i plast, som används för att odla de bakterier som behövs för att rena avloppsvatten”. Biofilmsprocesser förutsätter bärrmaterial i någon mening och kommer alldeles säkert att användas för tertiär och kvartär rening, men varför dyker just bärrmaterial upp bland definitionerna? I artikel 22 klarnar bilden eller i alla fall bakgrunden. Utsläpp av bärrmaterial i miljön ska undvikas. Det handlar således om *rörliga (biofilms)bärrare*. Det bör rimligen göras skillnad mellan *fasta* respektive *rörliga biofilmsbärrare*. Det kommer att spara många timmar i rapportering av bärrarvolymer.

Det hade varit mer angeläget att definiera *torrvädersflöde*. För den som ska ge sig i kast med att bygga tertiär och kvartär rening är artikel 13 intressant. Avloppsreningsverk ska uppföras, drivas och underhållas så att de fungerar under ”alla normala, lokala klimatförhållanden”. Vad betyder det? Årsridsberoende belastningsvariationer och sårbarhet för klimatförändringar ska bedömas och beaktas. Metoder för övervakning och utvärdering beskrivs relativt

noggrant. Här får vi veta mer om torrvädersflöde. ”Extrema värden för vattenkvaliteten ska inte beaktas om värdena beror på särskilda förhållanden på grund av kraftig nederbörd.” Eftersom utvärdering av kvartär rening bygger på en procentuell reduktion är frågan viktig. Hur mycket torrväder behöver vi för att få torrvädersflöde? Det är inte säkert att lika många soltimmar på västkusten ger samma tidpunkt för torrvädersflöde på Ryaverket som på Sjölunda avloppsreningsverk. Kanske är det också så att ett sandfilter som fyller en funktion både för tertiär och kvartär rening ska dimensioneras utifrån olika (flödes)kriterier? Det kan göra det ännu svårare att dela upp notan för tredje och fjärde rundan.

Problem är till för att lösas. I dagarna kom Naturvårdsverkets minst sagt gedigna analys av direktivet där bland annat direktivets definitioner uppmärksammas. Det kan vara årets viktigaste läsning för branschen och något för ORDIVA att fundera över.

Michael Cimbritz

*\*Krångligt med definitionerna? – läs mer i Det kvartära miraklet i VATTEN 1, 2025.*



## Länge leve vatten och klimatanpassning

På Tyréns arbetar vi med att skapa klimatreiliens. Vi hjälper dig att förstå hela sammanhanget, så att ekonomi, risker och hållbarhet bildar en gemensam grund för bättre beslut.

# Litteratur

## RAPPORTER

### SNV

#### Naturvårdsverket har publicerat:

Långsiktig uppföljning av återvätning av dränerade våtmarker – effekter på hydrologi, vattenkvalitet, biodiversitet och växthusgasbalans (2025). ISBN 978-91-620-7206-3

### HAV

#### Havs- och vattenmyndigheten har publicerat:

Vägledning vid pålning till havs - bedömning och begränsning av akustisk påverkan på fisk och marina däggdjur. Rapport: 2025:18

Havs- och vattenmyndighetens plan för tillsynsvägledning för 2026–2027. Rapport 2025:9

Handlingsplan för marint områdesskydd. Rapport: 2026:3

### MCF

#### Myndigheten för civilt försvar har publicerat:

Beredskap för företag : Om krisen eller kriget kommer MCF0001, 2026

Riskhanteringsplaner : framtagande av riskhanteringsplaner inom översvämningsdirektivet cykel 3 Vägledning . MCF0026, 2026

Statsbidrag till förebyggande åtgärder mot naturolyckor MCF0025, 2026

Facts: HydroHazards . MSB2553, 2025

HydroHazards - Popular Science Report . MSB2552, 2025

### SVU

#### Svenskt Vatten Utveckling har publicerat:

Vägledning för hållbara VA-upphandlingar. 2025-13

Från teori till praktik på vägen mot klimatneutral VA. 2025-14

Ultraljudsprovning och förstörande provning av svetskarvar hos polyetenrör. 2025-15

Virus i dricksvatten – förmåga att infektera och reduktion efter rening. 2025-16

Prognoser för framtidens vattenanvändning. 2025-17

Handbok för egenkontroll och färoanalys vid produktion och distribution av dricksvatten, P111 (digital). 2026

## BÖCKER

Anshul Yadav, Pawan Labhasetwar. Computational Techniques for Modelling and Simulating Adsorption Processes for (Waste)Water Treatment, EISBN: 9781789063943, IWA Publishing, February 2026

Magdalena Zabochnicka (Ed.), Reducing Water Use and Carbon Footprint: working toward a circular economy, EISBN: 9781789065138, IWA Publishing, January 2026

Ioannis K. Kalavrouziotis (Ed.), Wastewater and Biosolids Management Available, EISBN: 9781789065169, IWA Publishing, January 2026

Sai Kit Chee, Design and Construction of Wastewater and Foul Air Treatment Plants: Calculations, Control Narratives and Lessons Learned, EISBN: 9781789065244, IWA Publishing, January 2026

Umair Riaz, Laila Shahzad, Fernanda Maria Policarpo Tonelli (Eds.), Water Governance Nurturing Resilience for Sustainable Development, ISBN 9781998511631, Apple Academic Press, February, 2026 . eBook €184.50

Chi M. Phan, Where Water Meets Air - The Science of Surface Phenomena, ISBN 9781003656173, CRC Press, February, 2026 eBook €189.00

Zhiguang Guo, Weimin Liu, Bioinspired Materials for Fog Harvesting: Principles, Design, Preparation, and Applications, ISBN: 978-3-527-84744-0, Wiley, October 2025, E-Book €133.99

Rachid Bouhfid, Nadia Zari, Abou el kacem Qaiss (Eds.), Biocomposite Materials for Wastewater Remediation: Preparation, Properties, and Applications, ISBN: 978-1-394-24645-8, Wiley, August 2026, €225.60



# Vertikalflödesbiofilter för rening av bräddavloppsvatten

## Vertical flow constructed wetlands for combined sewer overflow treatment



Anette Åkerström<sup>1</sup>, Bent C. Braskerud<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten, anette.akerstrom@vav.oslo.kommune.no

<sup>2</sup> Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten, bent.braskerud@vav.oslo.kommune.no

### Sammanfattning

När spillvatten leds i samma rör som dagvatten från gator (kombinerade avloppsledningar), uppstår en överbelastning i systemet vid kraftiga regn. Överskottsvattnet måste då avledas genom bräddavlopp. Bräddning leder till att orenat avloppsvatten släpps ut i vattendrag och hav, vilket påverkar det akvatiska livet negativt och försämrar badmöjligheterna. Att separera de kombinerade ledningarna med nya dagvattenledningar är kostsamt. Ett alternativ är därför att minska konsekvenserna av bräddning genom att anlägga vertikalflödesbiofilter vid vissa kritiska bräddpunkter. Detta har gjorts i stor omfattning i Tyskland, Frankrike och Italien med goda resultat. Artikeln går igenom litteratur från dessa länder och diskuterar hur sådana anläggningar kan användas i Norden.

### Abstract

During periods of heavy rainfall, combined sewer systems can become overloaded, resulting in overflows to nearby water bodies. These combined sewer overflows (CSOs) release untreated wastewater into rivers, lakes, and seas, posing risks to aquatic ecosystems and recreational water use. While separating combined sewers by constructing new stormwater pipelines is effective, it is also highly expensive. An alternative approach is the establishment of vertical flow constructed wetlands at critical CSO locations to reduce pollutant loads and protect receiving waters. This technique has been widely implemented for several decades in countries such as Germany, France, and Italy, yielding positive outcomes. The present article reviews literature from these regions and discusses how similar systems could be adapted and applied in northern countries.

**Key words:** CSO treatment, vertical flow constructed wetland, water quality, biofilter

## Inledning

### Varför bräddning måste minskas

Oslo har cirka 820 kilometer kombinerade avloppsledningar, där dagvatten och spillvatten leds i samma system. Staden har omkring 200 installerade bräddpunkter som är konstruerade för att förhindra att avloppsvatten trycks upp i ledningarna, vilket annars kan orsaka källaröversvämningar. Vid bräddning leds överskottsvatten ut till närmaste vattendrag.

Stora och/eller frekventa bräddningar har en betydande negativ påverkan på de mottagande vattendragen. På kort sikt kan dessa händelser orsaka akuta toxiska effekter, exempelvis på grund av höga ammoniumhalter och igenslamning från organiskt material. Den ökade vattenföringen under bräddning leder dessutom till erosion och mekanisk stress i vattendraget. Bräddvatten innehåller ofta bakterier, virus och avloppsskräp, samt kan ge upphov till luktproblem. På längre sikt kan återkommande bräddningar förändra vattendragens morfologi och försämra den ekologiska statusen genom eutrofiering (Uhl & Dittmer, 2005).

### Vad bräddvatten innehåller

Bräddvatten består av en blandning av dagvatten från hårdgjorda ytor och spillvatten från hushåll och verksamheter. Spillvattnet innehåller främst organiskt material samt näringsämnen som kväve och fosfor, men även rester av hushållskemikalier och mikroföroreningar såsom läkemedelsrester. Dagvatten bidrar i sin tur ofta med stora mängder partiklar, sand och grus, och kan innehålla höga halter av metaller, oljeföreningar, polyaromatiska kolväten (PAH), salt, näringsämnen, organiska miljögifter och mikroplast (Norsk Vann-rapport, 2001).

Beräkningar av föroreningsbelastningen från bräddutsläpp baseras vanligtvis på antagandet att spillvattnet späds ut av dagvatten. Den faktiska föroreningsmängden kan dock vara betydligt högre. Detta beror på att partiklar och slam ofta sedimenterar i ledningsnät med låg självrensande förmåga och sedan spolats ut som så kallade chockutsläpp vid regnperioder (Lindholm, 2011).

En tidigare studie i Malmö visade att 80–90 % av det organiska materialet och fosfor i bräddvatten härrörde från resuspenderade avlagringar i rören (Hogland m.fl., 1986). Denna så kallade first flush-

effekt kan därför vara betydligt mer uttalad vid bräddningar i kombinerade avloppssystem än vid enbart dagvattenutsläpp.

### Artikels syfte och mål

Oslo kommun har som mål att staden ska vara grön och levande. Dagvattenhanteringen ska ske med hänsyn till miljön och bidra till att god ekologisk och kemisk status kan uppnås i stadens vattenförekomster. I Oslo är sex älvar klassificerade som att de har dålig eller mycket dålig ekologisk status. Därför arbetar Vann- og Avløpsetaten i Oslo systematiskt med att minska både bräddningar och läckage, samtidigt som man söker nya lösningar för att rena bräddvatten innan det släpps ut i naturen.

Syftet med denna artikel är att undersöka vilka möjligheter vertikalfödeshiofilter erbjuder för rening av bräddvatten. Artikeln avser att belysa om denna teknik kan vara ett relevant och effektivt alternativ för Oslo och andra nordiska städer, samt hur metoden kan vidareutvecklas och anpassas till lokala klimat- och driftsförhållanden.

### Metod

Undersökningen baseras på en litteraturgenomgång. Utöver detta har vissa av författarna till den granskade litteraturen, samt andra experter inom området, kontaktats. Dessa har bidragit med kompletterande information i form av, bilder och direkt kommunikation.

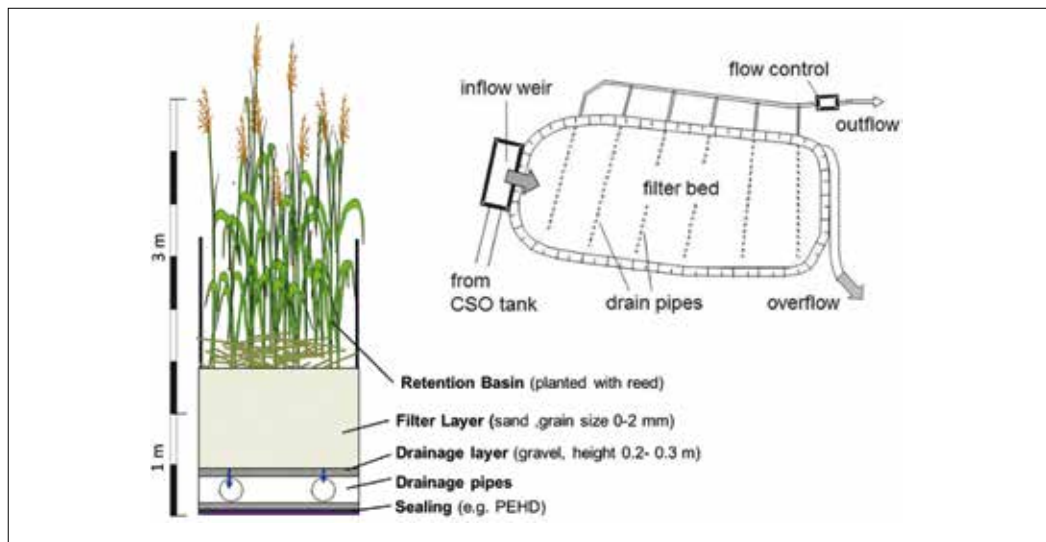
### Resultat och diskussion

Enligt Dittmer m.fl. (2016) har vertikalfödeshiofilter använts i Tyskland sedan 1988. Idag finns flera hundra anläggningar i drift i Tyskland, Frankrike och Italien (Meyer m.fl., 2013), och värdefulla erfarenheter finns tillgängliga. Nedan presenteras några centrala resultat och observationer från olika anläggningar.

Vi väljer att använda förkortningen VBO, vilket motsvarar den norska benämningen ”vertikalströms biofilter for overløp”.

### Allmän uppbyggnad av ett VBO

Ett VBO är vanligtvis uppbyggt enligt principen som illustreras i figur 1. Bräddvattnet sprids jämnt över anläggningens yta och infiltrerar därefter genom ett särskilt utformat filtermedium med biologiska och



Figur 1. Principskiss av ett VBO som tar emot bräddvatten från ett kombinerat avloppssystem. En utloppsanordning med flödesreglering styr avrinningshastigheten från anläggningen. Efter Dittmer m.fl., 2016, med tillstånd.

fysikaliska reningsfunktioner. Det renade vattnet samlas upp via ett dräneringssystem i botten av anläggningen och leds vidare till recipienten.

För att säkerställa att anläggningen fungerar även vid extrema regnhändelser måste ett bräddavlopp finnas från ytbassängen (retentionsbassängen). Detta fungerar som en säkerhetsfunktion när tillflödet tillfälligt överstiger anläggningens hydrauliska kapacitet.

### Inloppsanordning

I kombinerade ledningssystem transporteras ofta stora mängder partiklar, vilket kan minska infiltrationen i filtermediet. Med tiden leder detta till att filtermaterialet gradvis förlorar sin reningskapacitet. Anläggningens livslängd kan dock förlängas genom installation av en förbehandling, exempelvis ett sedimentationssteg eller ett förfilter (Vohla m.fl., 2011; Rizzo m.fl., 2020). Detta framgår av figur 1.

Bräddvatten förekommer ofta som kortvariga, intensiva pulser. För att undvika erosion i filtermaterialet och minska risken för kortslutningsströmmar på ytan bör inflödet utformas så att vattnet fördelas jämnt över hela filterytan. Denna princip motsvarar den som används i fångdammar (konstruerade våtmarker) i jordbruksbäckar, där en jämn spridning av inflödet är avgörande för att uppnå effektiv sedimen-

tation och rening (Braskerud, 2002).

### Ytbassängens storlek

Det är ofta en utmaning att beräkna den nödvändiga storleken på ett vertikalflydesbiofilter (VBO), eftersom tillgänglig kunskap om faktiska bräddvolymerna ofta är begränsad och osäker. Som en följd av detta har anläggningar i Tyskland i flera fall blivit överdimensionerade, vilket bland annat har lett till torkstress för vegetationen (Meyer m.fl., 2013).

Dittmer m.fl. (2016) anger en tumregel för dimensionering där filterarean motsvarar 1 % av avrinningsområdets hårdgjorda yta. Ett så högt arealkrav kan dock göra det svårt att hitta lämpliga platser i tät stadsmiljö. I praktiken ligger anläggningarnas storlek ofta närmare 0,4 % av den hårdgjorda ytan (Åkerström och Braskerud, 2025). Därför är tekniska lösningar som kan minska arealbehovet utan att försämra reningseffekten mycket eftertraktade. I Oslo har flera potentiella platser för VBO-anläggningar redan identifierats.

I Frankrike rekommenderas att den årliga hydrauliska belastningen inte överstiger 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (Rizzo m.fl., 2020). I andra länder anges riktvärden under 40 m/år, med möjlighet till tillfälligt högre belastning under extremt våta år. Föroreningsbelastningen kan

också användas som en designparameter, och i kombination med hydraulisk belastning, men det finns vanligtvis en osäkerhet i båda dessa faktorer (Meyer m.fl., 2013). Meyer och Dittmer (2014) har utvecklat en designmodell specifikt anpassad för tyska VBO-anläggningar, medan flera alternativa modeller presenteras och jämförs i Rizzo m.fl. (2020).

## Filtermedium

Som filtermaterial används vanligtvis väl sorterad grov sand med en kornstorlek på 0,63–2 mm, ofta blandad med mer än 20 % kalksten för att reglera pH (Rizzo m.fl., 2020). Efter några bräddningstillfällen bildas en biofilm i filtermaterialet, som är viktig för anläggningens reningseffekt genom biologisk nedbrytning och adsorption av föroreningar.

Den typiska infiltrationshastigheten ligger mellan 36 – 110 mm/h, och tyska riktlinjer anger ett riktvärde på cirka 72 mm/h som normal infiltrationskapacitet (Bachmann-Machnik m.fl., 2018). För att säkerställa god funktion bör allt tillfört vatten ha infiltrerat genom filtermaterialet inom 48 timmar (Beral m.fl., 2023).

## Vegetation

Vegetation utgör en central komponent i alla typer av konstruerade våtmarker och biofilter. Enligt Beral m.fl. (2023) har växterna flera viktiga funktioner i bioretentionssystem:

- Avlägsning av olja, fett, partiklar och spårämnen.
- Nedbrytning av organiska ämnen, såsom pol aromatiska kolväten (PAH), i rhizosfären (rotningssonen).
- Biologisk retention och upptag av näringsämnen.
- Minskning av vattenvolym genom avdunstning.
- Upprätthållande av infiltration i filtermediet genom rotväxtens mekaniska effekt.

Eftersom klimat, avrinningsområdets egenskaper, bräddtid och bräddvolym varierar kraftigt mellan olika platser, behövs mer platsanpassad kunskap för att optimera växtvalet.

I ett storskaligt växthusförsök i Kanada jämfördes fyra morfologiskt olika växtarter med ett filter utan vegetation (Beral m.fl., 2023). Under växtsäsongen varierade avdunstningen mellan 19–46 % av den tillförda vattenmängden. Resultaten visade att växternas

näringsupptag var nära kopplat till avdunstningen, vilket innebär att växtsammansättningen har betydelse för filtrets funktion. Arter med störst blad- och rotmassa uppvisade den högsta avdunstningen, i ordningen buske > kaveldun > iris > gräs > utan växter. Denna rangordning överensstämde i stor utsträckning även med växternas effektivitet i näringsupptag.

I Tyskland är vass (*Phragmites australis*) den mest använda arten i VBO-anläggningar (Dittmer m.fl., 2016). Arten kan bli över tre meter hög, tål både torra och chockbelastning av föroreningar, samt skyddar filterytan mot erosion (Kearney, 2019). I vår litteraturgenomgång är vass den enda växtart som nämns i samband med VBO-anläggningar (Rizzo m.fl., 2020). Vi menar dock att en större artrikedom sannolikt skulle bidra till mer robusta anläggningar, ökad resiliens och högre biologisk mångfald.

## Dränering

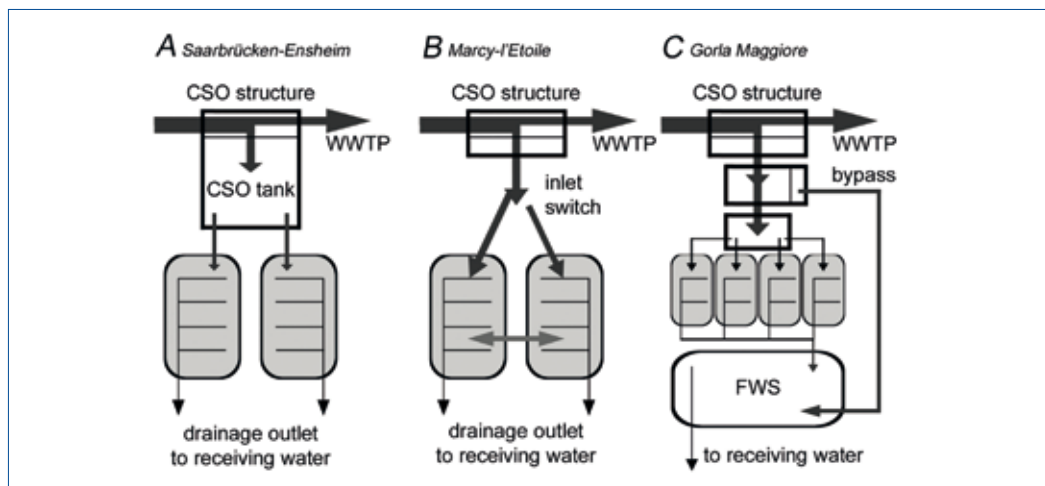
God syretillgång i filtermediet är avgörande för att uppnå hög reningseffekt. Därför är samtliga VBO-anläggningar utrustade med ett dräneringssystem (figur 1 och 2).

I tyska anläggningar placeras dräneringsrören liggande längst ned i botten av filtret. I franska och italienska anläggningar monteras rören däremot cirka 0,3 meter ovanför botten, vilket skapar en vattenreservoar som kan försörja växterna under torra perioder (Rizzo m.fl., 2020).

För att bibehålla god syresättning ovanför dräneringsnivån rekommenderas luftning av dräneringsrören (figur 3). Även infiltrationshastigheten har stor betydelse för reningseffekten. Enligt tyska riktlinjer (Grotehusmann m.fl., 2016) gäller följande rekommenderade infiltrationshastigheter:

- 0,01 L/(m<sup>2</sup>·s) för reduktion av patogener
- 0,02 L/(m<sup>2</sup>·s) för reduktion av ammonium
- 0,03 L/(m<sup>2</sup>·s) för reduktion av partiklar, COD, BOD, tungmetaller och fosfor

I Frankrike tilläts upp till 0,05 L/(m<sup>2</sup>·s), men anläggningarna konstrueras så att flödet kan regleras efter behov (Rizzo m.fl., 2020). I praktiken passerar bräddvattnet vanligtvis genom anläggningen inom 5–8 timmar, vilket ger tillräcklig uppehållstid för effektiv biologisk och fysikalisk rening.



Figur 2. Tre VBO-system från Tyskland (A), Frankrike (B) och Italien (C), enligt Meyer m.fl. (2013, med tillstånd). Bräddvatten kommer från bräddavloppet (CSO). En del leds vidare till avloppsreningsverket (WWTP), men resten behandlas i VBO. I anläggning C efterpoleras vattnet i en ytvätmark (FWS). Se detaljer i tabell 1.

### Design i Tyskland, Frankrike och Italien

Tyskland har mer än 25 års erfarenhet av att hantera bräddvatten med vertikala våtmarkssystem (Rizzo m.fl. 2020). Frankrike och Italien har kortare erfarenhet, och utformningen varierar mellan länderna på grund av skillnader i lagstiftning och mål.

- **I Tyskland (Figur 2A):**  
Förbehandling av de första 1,5–3,5 mm nederbörd (“first flush”) gör att mindre vatten når vegetationen. Detta minskar risken för igensättning. Filtermaterialet är kvartssand blandad med kalksten, vilket motverkar försurning vid nitrifikation (Meyer m.fl., 2013).
- **I Frankrike (Figur 2B):**  
Bräddvattnet leds ofta direkt till biofilteret. Grovkornigt filtermaterial gör att detta fungerar väl. Belastningen fördelas till ett filter i taget, medan det andra får vila för att stimulera aerob nedbrytning och minska igensättning. Vid höga flöden kan båda användas samtidigt (Meyer m.fl., 2013; Rizzo m.fl., 2020).
- **I Italien (Figur 2C, Lombardiet):**  
Här krävs att de första 5 mm regn alltid tas om hand. Volym reserveras därför före våtmarksfiltern. En mekanisk förbehandling (galler) används. Vid höga flöden leds vattnet vidare till ett separat ytvätmarkssystem (FWS) för efterpolering. Målet

Tabell 1. Några karakteristiska egenskaper och typiska värden hos VBO-systemen i figur 2 (Meyer m.fl., 2013; Rizzo m.fl., 2020).

ELEMENT	TYSKLAND	FRANKRIKE	ITALIEN
Inloppsvatten	Förbehandlat	Direkt från bräddavlopp	Delvis förbehandlat
Antal VBO	1 eller flera	2 parallella	4
Vattendjup över markyta	Ofta 1 m	0,1–0,8 m	Minst 0,2 m
Filteryta (översta lager)	5 cm grus (2–8 mm)	10 cm kompost	20 cm grus (10 mm)
Filtermaterial	75 cm sand (≤ 2 mm) blandat med 20 % kalksten	60 cm sand ev. med zeolit, ovanpå 10 cm sand/grus (2–6 mm)	40 cm grus (2–6 mm)
Dränerings-skikt	25 cm grus (2–8 mm)	20 cm grus (10–20 mm)	20 cm makadam (40–80 mm)
Infiltrations hastighet	0,01–0,03 L/(m <sup>2</sup> ·s)	0,01–0,05 L/(m <sup>2</sup> ·s)	0,004–0,02 L/(m <sup>2</sup> ·s)
Hydraulisk belastning	40 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·år)	40–80 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·år)	35–40 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·år)

är ofta multifunktion – biologisk mångfald, rekreation och rening kombineras (Meyer m.fl., 2013; Rizzo m.fl., 2020).

Hösten 2024 besökte vi tre tyska VBO-anläggningar som tar emot mellan 5 000 och 200 000 p.e. Dessa anläggningar bygger på principen som visas i figur 2A. Erfarenheterna är sammanställda som en fotokavalkad och kan läsas i Åkerström och Braskerud (2025).

## Reningsseffekt

### Sediment och partiklar

Tillförsel av sediment är vanligt, men dessa hålls i stor utsträckning kvar på ytan. Dittmer m.fl. (2016) rapporterar att årliga sedimentmängder varierade mellan 0,1 och 11,4 kg/m<sup>2</sup> vid 25 anläggningar. Trots att sedimentlagret ibland blev upp till 40 cm förblev infiltrationen god, något som tillskrevs vegetationen som inte avlägsnades. Blandningen av växtrester och sediment skapade ett extra filterlager som ofta förbättrade reningseffekten. Reningsgraden för partiklar är generellt mycket hög, ofta över 90 % (Rizzo m.fl., 2020).

### Organiskt material

VBO reducerar kemiskt syreförbrukande ämnen (COD) avsevärt. En genomgång av den uppnådda reningseffekten i Tyskland visade en genomsnittlig reduktion på 84 % (Uhl & Dittmer, 2005). Större partiklar filtreras mekaniskt, medan löst COD bryts ned i det aeroba filtret eller binds till materialet (Meyer m.fl., 2013). Bräddvatten med högt COD-innehåll ger ofta hög relativ avskiljning, eftersom mycket organiskt material förekommer som partiklar. För löst COD är avskiljningen något lägre, omkring 42–47 % (Rizzo m.fl., 2020). Om filtren tillåts torka ut mellan bräddtillfällena sker mineralisering av organiskt material under dessa perioder, vilket bidrar till höga reningsgrader (>85 %) (Dittmer m.fl., 2016).

### Kväve

Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) hanteras på två sätt:

1. Genom adsorption till filtermediets ytor.
2. Genom nitrifikation till nitrat i aeroba zoner.

Efter rening innehåller utloppsvattnet ofta mindre än 0,2 mg/L ammonium (Dittmer m.fl., 2016; Meyer m.fl., 2013; Rizzo m.fl., 2020). Vid efterföljande regn kan dock nitrat lakas ur eftersom anläggning-

arna endast i liten grad gynnar denitrifikation (som omvandlar nitrat till kvävgas).

### Fosfor

Fosforavskiljningen varierar beroende på filtermaterialets sammansättning. Rizzo m.fl. (2020) anger cirka 45 % avskiljning för totalfosfor, men ofta betydligt lägre och avtagande över tid för löst fosfor. Detta beror på att många filter i Europa är baserade på sand som har låg fosforbindningsförmåga. Fosfor binds främst genom kemiska processer där Ca, Fe och Al är involverade (Vohla m.fl., 2011). För att öka reningen av fosfor har flera naturliga och industriella material testats:

- Dolomit: avskiljde 44 % P (7–52 g P/kg). Bäst vid pH 11.
- Kalksten: 20–44 % (0,3–20 g P/kg). pH 7–8.
- Skalsand: 28–32 % (3–17 g P/kg). pH 8–9.
- Sand: binder Ca, Al, Fe beroende på pH. Ofta bra initialt, men kapaciteten avtar snabbt (0,1 g P/kg).
- Järnmalm: avskiljde 67 % under aeroba förhållanden, 53 % anaerobt.
- Filtralite PTM (Leca®-produkt): ofta 50–90 % avskiljning i försök. Kapaciteten varierar med fosforkoncentration. pH >10.

Nackdelar kan vara högt pH som hämmar växttillväxt och ger oönskat högt pH i det renade vattnet. Många filtermaterial tappas dessutom kapacitet efter ca 5 år, men inaktiva perioder kan ibland regenerera bindningen. När filtermaterialet är mättat med fosfor kan det kanske återanvändas som gödningsmedel.

### Mikroföroreningar, metaller och mikrobiologiska indikatorer

Bräddvatten innehåller också mikroföroreningar, tungmetaller och mikroorganismer.

Studier visar att rening av mikroföroreningar i VBO beror på både ämnens kemiska egenskaper och driftförhållanden, medan de varierande halterna i bräddvatten försävar utvärderingen. Aerob nedbrytning är den viktigaste processen och kräver god syretillgång mellan bräddtillfällena (Rizzo m.fl., 2020). Reningsseffekten sammanfattas av Rizzo m.fl. (2020) i en litteraturoversikt. Som exempel visar ett tyskt VBO en genomsnittlig reduktion av diklofenak på 81 %.

Metaller binds ofta till filtermediet, med renings-

grader på 36–99 % beroende på metall. Redoxförändringar kan dock frigöra vissa bundna metaller. Väg-salt på vintern har visat sig frigöra små mängder Cd, Zn och Cu (Paus m.fl., 2014).

*E. coli* reduceras med 1–3 log<sub>10</sub>-enheter, beroende på anläggningens utformning och belastning (Rizzo m.fl., 2020). Störst bakteriereduktion rapporteras vid låga avrinningar (<0,015 L/(m<sup>2</sup>·s)), vilket överensstämmer med de vanligaste dimensioneringsriktvärdena.

Förbättrad rening av mikroförroreningar kan uppnås genom att blanda in aktivt kol eller biokol i filtermediet. Blandningar där biokol utgör 20–30 % kan förbättra retentionen av metaller, öka vattenhållningsförmågan och gynna växttillväxt, samtidigt som kostnaderna hålls nere (Piscitelli m.fl., 2018; Joner, pers. medd.). Ett exempel är en tysk anläggning (Reinbach RSFplus) där 30 % granulärt aktivt biokol blandades in i filtermediet. Under en 20-månadersperiod analyserades mer än 150 mikroförroreningar i anläggningen, och för de flesta ämnen uppnåddes en reningsgrad på över 90 % (Åkerström och Braskerud, 2025). Tillsats av aktivt kol verkar dessutom öka den mikrobiologiska aktiviteten i filtret. Användning av biokol är ännu inte standard i tyska VBO, men resultaten framstår som lovande.

## Drift och underhåll

Att anlägga ett VBO är ofta populärt bland invånarna – men helst inte i den egna “bakgården” (Meyer m.fl., 2013). Erfarenheter visar dock att välskötta anläggningar accepteras väl. Den största risken för klagomål är dålig lukt, vilket uppstår om nedbrytningen av organiskt material är otillräcklig.

Tondera m.fl. (2021) sammanfattar några fördelar med välskötta VBO-anläggningar:

- De är hittills det bästa alternativet för rening av bräddvatten.
- Eftersom vattnet infiltrerar kontinuerligt, uppstår ingen risk för myggspridning.
- Energiförbrukningen är låg eftersom systemen drivs med gravitation.

I Tyskland är det vanligt att vegetationen får stå kvar och blandas med tillfört sediment, snarare än att skördas. Detta skapar nya bindningsytor och kan förbättra reningskapaciteten. En förutsättning för att

detta ska fungera är dock att filtret får syretillgång mellan belastningarna (Rizzo m.fl., 2020). Finpartiklar i inloppsvattnet kan minska infiltrationen och försämra luftningen, därför bör en förbehandling övervägas i varje projekt.

Ett VBO kräver regelbunden tillsyn. När anläggningen är i drift och avrinningen har justerats till önskad nivå, blir det viktigaste underhållet att tömma och rensa inloppsarrangemangen (Tondera m.fl., 2021). Varje avrinningsområde och anläggning är unikt, men i litteraturen anges inspektionsfrekvens på ungefär en gång per månad.

En fördel med att bygga två parallella våtmarksfilter är att de kan belastas växelvis (jfr. Figur 2B). På så vis får det ena filtret tid att återhämta sin kapacitet medan det andra är i drift. En operatör behöver då regelbundet växla tillförseln, exempelvis en gång i månaden. Provtagning av utloppsvattnet är en viktig del av uppföljningen, för att säkerställa att anläggningen levererar tillräcklig vattenkvalitet.

## Multifunktion och kostnads–nyttoanalys

Rizzo m.fl. (2020) har analyserat flera exempel på kostnads–nyttoförhållanden, där VBO-anläggningar genomgående framstår som billigare än traditionell separering av kombinerade avloppssystem. Hur stor vinsten blir beror dock på lokala förutsättningar och vilka alternativ som jämförs, vilket gör det svårt att ge en generell tumregel.

Om anläggningarna dessutom kan bidra med multifunktion – till exempel biologisk mångfald och rekreativvärden – ökar nyttan betydligt (Quaranta m.fl., 2022). Den italienska lösningen (figur 2C), med ett öppet våtmarkssystem för efterpolering, är särskilt väl lämpad för detta. Ett exempel är Water Park of Gorla Maggiore, där rening kombineras med ekosystemtjänster och rekreativa värden (Rizzo m.fl., 2020).

Rizzo m.fl. (2020) föreslår också att VBO-tekniken i högre grad bör integreras i dagvattenhanteringen. Än så länge finns dock få praktiska exempel på detta, men potentialen bedöms som stor.

Reinbach RSFplus-anläggningen fungerade både som ett traditionellt VBO vid nederbörd och som efterpolering av utloppsvattnet från det anslutna reningsverket vid normal drift. För mindre reningsverk kan ett VBO med anpassat filtermaterial (till exempel

aktivt kol) ha potential att fungera som efterpolering för att avskilja mikroföroreningar som läkemedelsrester, och det kan därmed i vissa fall ersätta andra kostsamma och energikrävande lösningar (Åkerström och Braskerud, 2025).

### Uppsummering och slutsats

Baserat på litteraturgenomgången föreslår vi en skiss till VBO-anläggning (vertikalströms-biofilter) anpassad för Oslo förhållanden, med kuperad terräng och tät bebyggelse. Vi tror att detta kan fungera väl på många platser i Norden.

En förutsättning är att det finns tillräckligt med utrymme i närheten av bräddpunkterna.

För aktuella bräddavlopp bör mätningar göras så tidigt som möjligt inför projektering. Dessa data kan användas i avloppsmodeller för att uppskatta vattenmängderna som tillförs bräddpunkten. Detta har betydelse både för filterytans storlek och för höjden på sidokanterna (jfr. figur 1).

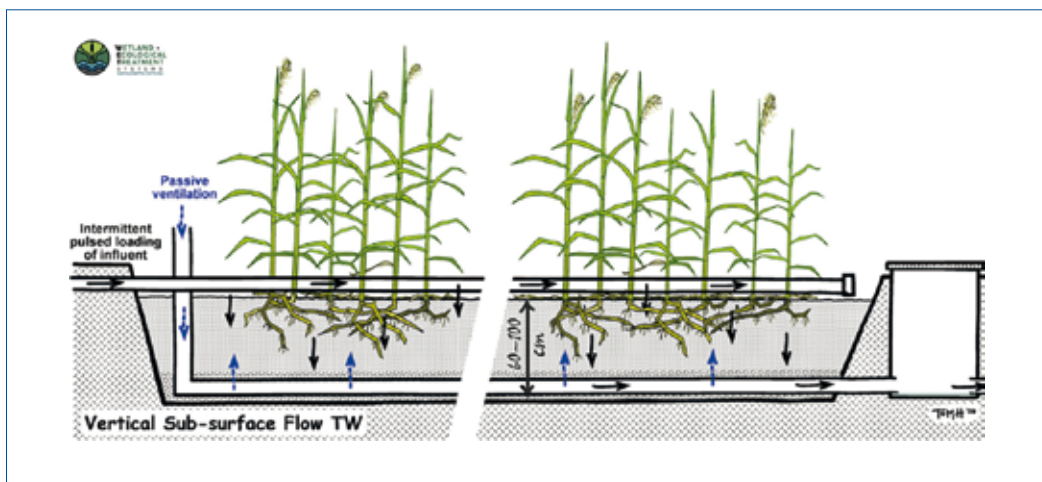
Varje avrinningsområde är unikt. Vi föreslår därför en kombination av lösningar från figur 2:

- Inlopp: En slamficka som samlar upp grovt material före våtmarksfiltret bör övervägas.
- Filter: Två parallella biofilter, där ett används åt gången men båda kan ta emot vatten vid större händelser, är sannolikt en bra lösning för att förbättra nedbrytningen av organiskt material. I kuperad terräng kan filtren behöva byggas i flera

horisontella nivåer för att utnyttja ytan effektivt.

- Filtermaterial: Grov sand ger god infiltration men låg fosforbindningsförmåga. Blandning med kalkhaltigt material eller användning av Filtralite P® kan vara lämpliga alternativ. Ett grovt topplager kan skydda mot erosion. Alternativt kan energin i inloppsvattnet dämpas i en slamficka eller genom strukturer som sprider vattnet. Inblandning av biokol bör också övervägas, eftersom det kan förbättra adsorption av metaller och mikroföroreningar.
- Vegetation: Vass är en vanlig art i VBO-anläggningar, men vi rekommenderar att växtpaletten breddas för att skapa robustare system. Man kan exempelvis plantera flera arter tvärs vattenflödet och observera vilka som fungerar bäst under lokala förhållanden.

Oregelbunden belastning: Eftersom VBO-system utsätts för bräddning med ojämna mellanrum, får de tid för nedbrytning mellan händelserna. Detta kan dock vara en utmaning för växtligheten. Där det är möjligt kan en delström från en bekkelukning (kulverterad bäck) bidra med basflöde som håller vegetationen vid liv. Dräneringsrör som placeras något ovanför botten kan skapa ett litet vattenmagasin, vilket ökar överlevnaden under torka. För att ändå bibehålla syretillgången kan perforerade luftningsrör installeras. Som en reservlösning kan dräneringsrör i botten monteras men blockeras, så att de vid behov



Figur 3. Fördelning av bräddvatten i rör på ytan säkerställer spridning, men kan täppas igen av partiklar. Luftning av dräneringsröret ökar syretillgången i filtret. Avrinnningen kan regleras i utloppets brunn (ill.: Tom Headley, www.wetsystem.com.au, med tillstånd).

kan öppnas om luktproblem uppstår.

Styrning av utflödet: Dräneringsrören kan ledas till en styrningsenhet som gör det möjligt att justera avrinningen. En riktlinje är 0,02 L/(m<sup>2</sup> filteryta-s), men justerbarhet gör det möjligt att optimera rening-  
en för särskilt viktiga parametrar.

Efterpolering: Där utrymme finns, och där extra god rening är önskvärd, kan ett öppet våtmarkssystem anläggas nedströms VBO-anläggningen. Detta kan även ta emot vatten vid extrema händelser då VBO överskrids (jfr. figur 2C och Braskerud, 2002).

Sammanfattningsvis visar litteraturen att vertikalflödes-biofilter har stor potential för effektiv

rening av bräddvatten under nordiska förhållanden, förutsatt att systemen dimensioneras och anpassas lokalt. På detta sätt kan VBO bidra till kostnads-  
effektiv hantering av kombinerade avloppssystem och vara ett alternativ till att separera rörsystemet.

Det reviderade avloppsdirektivet från EU ställer skärpta krav på avloppsplaner och bräddningar. Direktivet förväntas innebära införande av lokala lösningar för att minska och kanske rena brädd-  
utsläpp. VBO-anläggningar kan därmed bli en viktig kompletterande teknik för att uppfylla miljökrav på vattenkvalitet i urbana områden.

## Referenser

- Bachmann-Machnik, A., D. Mayer, A. Waldhoff, S. Fuchs and U. Dittmer (2018). Integrating retention soil filters into urban hydrologic models – Relevant processes and important parameters. *J. of Hydrology*; 442-453.
- Beral, H., D. Dagenais, J. Brisson, and M. Kõiv-Vainik (2023). Plant species contribution to bioretention performance under a temperate climate. *Sci. of Tot.*  
Env. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160122>
- Braskerud, B.C. (2002). Design considerations for increased sedimentation in small wetlands treating agricultural runoff. *Wat. Sci. and Tech.* (45) 9; 77-85.
- Dittmer, U., D. Meyer, K. Tondera, B. Lambert and S. Fuchs (2016). Treatment of CSO in retention soil filters – Lessons learned from 25 years of research and practice. NOVATECH.
- Dittmer, Ulrich (pers. medd. 2022). Technical University of Kaiserslautern.
- Grothmann, D. Uhl, M. Lambert, B., und Fuchs, S. 2016. - Retentionsbodenfilter - Handbuch für Planung, Bau und Betrieb // Reed Bed Filters (retention soil filters) - Handbook für design, construction and operation. Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (MKULNV), Düsseldorf (Hrsg.)
- Hogland, W.R Berntsson, R., och Larsson, M (1985). Breddavlopp. Byggforskningsrådet ISBN 91-540-4580-0. Stockholm
- Joner J. Erik (pers. medd. 2022). Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), Ås, Norge
- Kearney, K. (2019). Combined sewer overflow constructed wetlands: A review of current practices and comparison of Design and operation in Europe. Master thesis, Univ. of Cph.
- Leikanger och Roseth (2016). Veivænning og driftstiltak. Overvåking av avrenning samt oppfølging av feie- og sandfangmasser ved ulik vedrift. NIBIO-rapport nr. 2/2016. ISBN nr: 978-82-17-01748-6.
- Lindholm, O. (2011). Regnvannsoverløp. Status, krav og dokumentasjon av utslipp. *Vann nr. 1*; 83-90
- Mæhlum, Trond (pers. medd. 2023). Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), Ås, Norge
- Meyer, D., P. Molle, D. Esser, S. Troesch, F. Masi and U. Dittmer (2013). Constructed Wetlands for Combined Sewer Overflow Treatment—Comparison of German, French and Italian Approaches. *Water*. 5; 1-12.  
doi: <https://doi.org/10.3390/w5010001>
- Meyer, D. and U. Dittmer (2014). RSF\_Sim – A simulation tool to support the design of constructed wetlands for combined sewer overflow treatment. *Ecol. Eng.*, vol. 80; 198-204.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.10.032>
- Norsk Vann, 2001. Forurensninger i overvann fra urbane flater —vannmiljømål og rensetiltak. Rapport B 27
- Paus, K.H., J. Morgan, J.S. Gulliver, T.O. Leiknes and R.M. Hozalski (2014). Effects of Temperature and NaCl on Toxic Metal Retention in Bioretention Media. *Journal of Environmental Engineering*, 140 (10)
- Piscitelli, L., Rivier, PA., and Mondelli, D. (2018). Assessment of addition of biochar to filtering mixtures for potential water pollutant removal. *Environ Sci Pollut Res* 25, 2167–2174.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-017-0650-6>
- Rizzo, A., K. Tondera, T.G. Pálffy, U. Dittmer, D. Meyer, C. Schreiber, N. Zacharias, J.P. Ruppelt, D. Esser, P. Molle, S. Troesch and F. Masi (2020). Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment: A state-of-the-art review. *Sci. of the tot. Env.* 727, 138618. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138618>
- Tondera, K., A. Rizzo, and P. Molle (2021). Treatment wetlands for combined sewer overflow. I Cross m.fl. (red.) *Nature-Based Solutions for Wastewater Treatment. A series of fact-sheets and case studies*, IWA Publishing; 144-145. *Nature-Based Solutions for Wastewater Treatment (silverchair.com)*
- Uhl, M. and U. Dittmer (2005). Constructed wetlands for CSO treatment: an overview of practice and research in Germany. *Wat. Sci. Tech.*, 51 (9); 23–30.  
doi: <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0280>
- Vohla, C., M. Kõiv, H. John Bavor, F. Chazarenc and Ü. Mander (2011). Filter materials for phosphorus removal from wastewater in treatment wetlands—A review. *Ecol. Eng.* 37; 70-89.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.08.003>
- Quaranta, E., S. Fuchs, H.J. Liefing, A. Schellart and A. Pistocchi (2022). Costs and benefits of combined sewer overflow management strategies at the European scale. *J. of Envir. Manag.* 318, 115629.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115629>
- Åkerström, A. och B.C. Braskerud (2025). Biofilter for rensing av avløpsvann fra overløp. Erfaringer ved bruk av jord og vegetasjon i tre anlegg i Tyskland for mulig bruk i Norge. *Vann nr. 2/2025*; 196-211. <https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2025/06/Akerstrom.pdf>

# Optimerat system för filterspolning vid ett vattenverk

## Optimized system for Backwashing at a Water Treatment Plant



Hans Carlsson, AVVATech AB, hans.carlsson@avvatech.se

### Sammanfattning

Denna artikel redogör för en metod att skapa ett system för filterspolning i ett vattenverk med ett stort antal filter, med gemensamma spolvatten- och spolavloppsvattenvolymer. Metoden kombinerar ett förändringsbart tidschema för filterspolning med behovsstyrd filterspolning för att både kunna minska risken för spolköer, som leder till produktionsminskning, och minimera vatten- och energiförbrukningen för filterspolning.

### Abstract

This article describes a method for creating a filter backwashing system in a water treatment plant with a large number of filters. The method combines a variable filter backwashing schedule with demand-controlled filter backwashing to both be able to reduce the risk of backwashing queues, which lead to a decrease in production, and minimize water and energy consumption for filter backwashing.

**Key words:** filter backwashing, water treatment, schedule

### Inledning och problembeskrivning

Reningsprocessen i ett vattenverk innehåller nästan alltid ett eller flera filter som avskiljer partiklar som finns i råvattnet eller skapas i reningsprocessen. Dessa filter kan ha olika funktion och vara uppdelade i flera produktionslinjer. Efterhand som filtreringen fortgår ökar tryckfallet över filtren, och till slut behöver de rengöras. För den vanligaste filtertypen, nedströms filtrering genom filterbädd av millimeterstora korn, sker rengöringen genom backspolning med både vatten och luft. En utförlig beskrivning av denna filtertyp

och filtrering finns i exempelvis “Water and Wastewater Engineering, Design principles and practice” (Davis, 2010). För en spolning av en viss filtertyp går det åt en bestämd volym spolvatten. Det smutsiga spolavloppsvattnet kan sedan samlas upp och renas för att pumpas in i beredningsprocessen igen, eller ledas till avlopp.

I ett vattenverk med filter som kräver spolning måste rent spolvatten i erforderlig mängd finnas tillgängligt när spolning behöver ske. Dessutom måste ledig kapacitet att ta emot det smutsiga spolvattnet finnas samtidigt. Ju fler filter som behöver spolas

samtidigt eller direkt efter varandra, desto större spolvattenbassäng och spolavlopps-bassäng erfordras. Alternativt, om volymerna redan är bestämda, sätter spolvattenbassängen och spolavlopps-bassängen gränser för hur ofta filter kan spolas.

Vanligen initieras en filterspolning av en förinställd tid mellan spolningar, ett förinställt kritiskt filtreringsmotstånd eller ett förinställt kritiskt värde på turbiditeten i filtratet. Kriterierna kan också tillämpas i kombination, t ex så att spolning sker efter en viss tid om inte något av de andra kriterierna aktiverat spolning tidigare.

Om flera filter, som försörjs med spolvatten av samma utrustning, kallar på spolning ungefär samtidigt till följd av att något av kriterierna är uppfyllt kommer de att placeras i kö.

När ett filter backspolas minskas kapaciteten tillfälligt vid vattenverket, och om köbildning till spolning uppstår kommer produktionen att minska. En återkommande situation som ökar risken för spolkö är distinkt ökning av vattenproduktionen, som för de flesta vattenverk inträffar några gånger per år till följd av förbrukningsvariationer i samhället som försörjs.

Om filterspolning istället skulle ske enligt ett tidschema med spolintervall satta så korta att kritiska tryckfall eller turbiditeter med säkerhet undviks blir spolvattenförbrukningen onödigt hög, samtidigt som produktionskapaciteten minskar tillfälligt onödigt ofta.

Syftet med denna artikel är att redogöra för en metod där tidsstyrd och behovsstyrd filterspolning kan kombineras.

## Principiell lösning

Den i föregående avsnitt beskrivna situationen med behovsstyrd filterspolning (tryckfall, turbiditet) innebär att det är först när ett filter kallar på spolning som det sker en kontroll av om spolning är möjlig med hänsyn till tillgängliga backspolningspumpar, tillgänglig volym spolvatten och tillgänglig volym i spolavlopps-bassäng.

Genom att skapa ett tidbaserat spolschema utan krockar för alla filter som backspolas, med ett ordinarie, designmässigt, spolintervall för varje filter och därutöver två möjliga spoltillfällen mellan de ordinarie, kan spolköer i möjligaste mån undvikas.

Huruvida ett icke-ordinarie spoltillfälle ska nyttjas

avgörs av om ett inställbart filtreringsmotstånd, ett s k ”halvkritiskt tryckfall” uppnåtts eller ej.

Tryckfall kan detekteras på olika sätt. För nedströmsfilter kan det ske genom att detektera viss höjning av vattennivån ovan filterbädden, att detektera viss flödesminskning nedströms filtret vid fast vätskenivå ovan filtret, eller att detektera viss öppningsgrad hos en reglerventil nedströms filtret, som har till uppgift att hålla flödet konstant vid fast vätskenivå ovan filtret. För uppströmsfilter kan tryckfall t ex detekteras genom viss vätskenivå/tryckhöjd uppnås uppströms filtret.

Genom att också göra spolintervallen automatiskt inställbara, dock fortfarande utan att krockar uppstår, blir resultatet att det totala antalet spolningar kan minimeras, och därmed vattenförbrukningen. En vanlig situation är exempelvis att vattenverket inte producerar lika mycket vatten som det designats för, varvid det kan vara idé att förlänga samtliga spolintervall.

## Demonstrationsexempel

### Vattenverk

En schematisk beskrivning av ett existerande vattenverk med fyra olika filtertyper i mer än en linje visas i figur 1.

De för filterspolning funktionella komponenterna är:

- Filtertyp A – uppströmsfilter med decimeterstora fyllkroppar. Denna filtertyp störttappas, istället för att backspolas, med jämna mellanrum för att avlägsna partiklar som fastnat på fyllkropparna. En störttappning innebär att en bottenventil öppnas och hela vätskeinhålllet töms ut under en kort tid, typiskt 10-20 sekunder.
- Filtertyp B – nedströms tvåmediafilter med två olika millimeterstora material i filterbädden.
- Filtertyp C – nedströms enmediafilter med millimeterstort sandmaterial i filterbädden.
- Filtertyp D – nedströms enmediafilter med millimeterstort kolmaterial i filterbädden.

Både luft och vatten används i backspolningsproceduren för att expandera och rena filterbäddarna.

Filtren A1, A2, B1, B2, B3, C1 och C2 förses med spolvatten av spolvattenbassäng 1 (SV1), som i sin tur fylls på av ett delflöde av utgående vatten från nämnda filter.

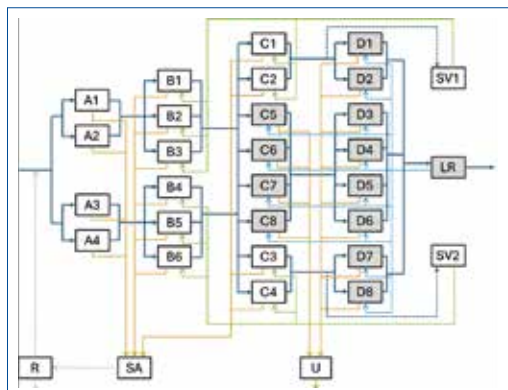
Filtren A3, A4, B4, B5, B6, C3 och C4 förses med spolvatten av spolvattenbassäng 2 (SV2), som i sin tur fylls på av ett delflöde av utgående vatten från nämnda filter.

Övriga filter förses med spolvatten av lågreservoaren (LR), som i sin tur fylls på med utgående vatten från samtliga filter.

Spolvattnet från A- och B- filtren, samt från C1, C2, C3 och C4 tillförs spolavlopps-bassängen (SA) varifrån det pumpas vidare till spolavloppsrening (R) innan det renade spolvattnet pumpas tillbaka in i beredningsprocessen, medan det som avskiljts i R leds till avlopp.

Spolvattnet från övriga filter tillförs utjämningsbassängen (U), varifrån det leds till dagvatten.

Den i viss mån kryptiska beskrivningen av vattenverket, som dessutom utelämnar flera behandlingssteg och nödvändiga insatsprodukter, är en anpassning till rådande säkerhetsläge och sekretessregler kring dricksvattenförsörjning. Därmed är denna artikel också ett försök att få fram trovärdiga slutsatser trots minimalt med beskrivningar. En risk med sekretessen som kan vara värd att föra fram är att nyheter kanske inte förmedlas, och förstås ibland det omvända.



Figur 1. Schematisk skiss över ett vattenverk, där A-D är olika filtertyper, SV är spolvattenbassäng, LR är lågreservoar, U är utjämningsbassäng, SA är spolavlopps-bassäng och R är spolavloppsrening.

### Upprättande av spolschema

Ett tidschema för filterspolning för vattenverket i föregående avsnitt måste uppfylla ett antal anläggnings-specifika villkor:

- Backspolning av ett filter som betjänas av spolvattenbassäng 1 kan inte backspolas samtidigt

med ett annat filter som betjänas av spolvattenbassäng 1 eller 2.

- Backspolning av ett filter som betjänas av spolvattenbassäng 2 kan inte backspolas samtidigt med ett annat filter som betjänas av spolvattenbassäng 1 eller 2.
- Backspolning av två filter som båda betjänas av lågreservoaren kan inte backspolas samtidigt.
- Backspolning av ett filter som betjänas av lågreservoaren kan backspolas samtidigt med ett annat filter som betjänas av spolvattenbassäng 1 eller 2.

I tabellerna 1 och 2 visas ett antal viktiga siffror som ligger till grund för den i föregående avsnitt skisserade lösningen. Uppställningen innehåller designvärden för de olika filtren. Förkortningen UFRV – unit filter run volume, är antalet meter vätskepelare som passerar ett visst filter innan spolning, eller störttappning, designmässigt inträffar.

Tabell 1. Filtertyper och spolvattenvolym per filterspolning.

Filter-typ	Antal filter	Backspolning m <sup>3</sup> /filter	Störttappning m <sup>3</sup> /filter
A	4		77
B	6	115	
C1, C2, C3 och C8	4	135	
C5, C6, C7 och C8	4	96,8	
D1, D2, D7 och D8	4	50	
D3, D4, D5 och D6	4	35,8	

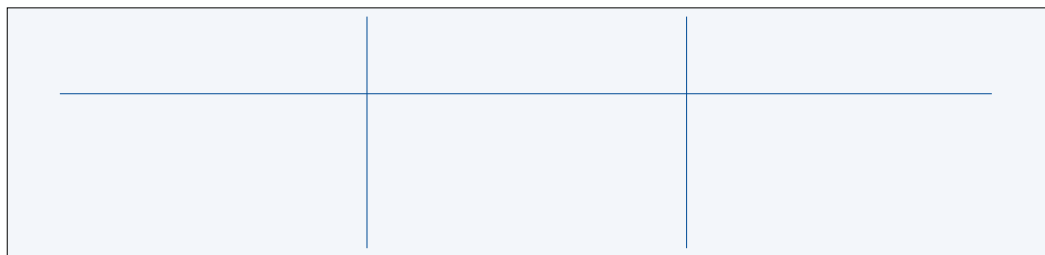
Tabell 2. Filtertyper och designvärden. UFRV är antalet meter vätskepelare som passerar ett visst filter innan spolning, eller störttappning, designmässigt inträffar. Runtime är motsvarande tid.

Filter-typ	Total yta m <sup>2</sup>	Bäddhöjd m	Run-time h	URFV design m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
A	71,2	4,3	336	1963
B	72	2	72	430
C1, C2, C3 och C8	48	1,4	72	365
C5, C6, C7 och C8	34,4	1	72	271
D1, D2, D7 och D8	48	2	168	815
D3, D4, D5 och D6	34,4	1	168	632

För att skapa ett schema görs den första uppdelningen mellan de filter (10 st) som försörjs med spolvatten av spolvattenbassäng 1 eller 2, och de filter (12 st) som försörjs med spolvatten av lågreservoaren.

För de 10 filter som spolas av spolvattenbassäng 1 eller 2 som alla har ett designmässigt spolintervall av 72 timmar krävs i grunden ett möjligt spoltillfälle

Tabell 3. Automatiskt förändringsbart tidschema för spoltillfällena för de olika filtren under de första två cyklerna.



	Tidbas 60 tim				Tidbas 180 tim							
	Spolas av lågreservoar				Spolas av lågreservoar							
	C5	C6	C7	C8	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
<b>Ord 1</b>	0,0	1,7	3,3	5,0	6,7	8,3	10,0	11,7	13,3	15,0	16,7	18,3
<b>Alt 1:1</b>	20,0	21,7	23,3	25,0	66,7	68,3	70,0	71,7	73,3	75,0	76,7	78,3
<b>Alt 1:2</b>	40,0	41,7	43,3	45,0	126,7	128,3	130,0	131,7	133,3	135,0	136,7	138,3
<b>Ord 2</b>	60,0	61,7	63,3	65,0	186,7	188,3	190,0	191,7	193,3	195,0	196,7	198,3
<b>Alt 2:1</b>	80,0	81,7	83,3	85,0	246,7	248,3	250,0	251,7	253,3	255,0	256,7	258,3
<b>Alt 2:2</b>	100,0	101,7	103,3	105,0	306,7	308,3	310,0	311,7	313,3	315,0	316,7	318,3

var 72/10 timme. Önskas två alternativa spoltillfällen utöver det ordinarie tillfället krävs istället ett möjligt spoltillfälle var 72/(10x3) timme.

Dessa 10 filter släpper spolvatten till spolavlopps-bassängen, precis som de 4 filtren som störttappas, men som inte kräver spolvatten.

Från spolavlopps-bassängen pumpas kontinuerligt ett flöde till spolavloppsrening. Detta flöde begränsas av reningsutrustningens kapacitet.

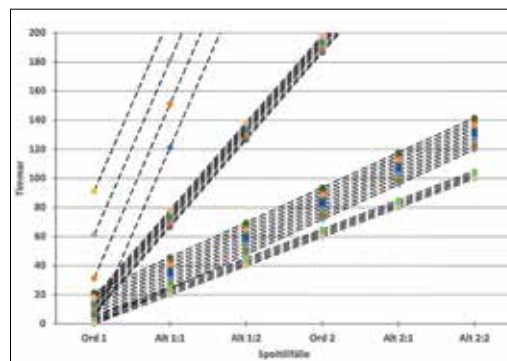
För att minimera spolavlopps-bassängens erforderliga volym behöver störttappningarna av de 4 filtren som störttappas passas in mellan spolningarna av de 10 filtren vars spolvatten också hamnar där.

Genom att göra det ordinarie intervallet för störttappningar till en multipel av det ordinarie intervallet för filterspolningarna och passa in störttappningarna på tidspositioner mitt emellan dessa filterspolningar hamnar störttappningarna alltid mitt emellan filter-spolningarna. Om det ordinarie intervallet för filter-spolningarna ändras, så ändras samtidigt intervallet för störttappningar på ett sätt som fortfarande placerar dem mitt emellan filterspolningarna. För detta fall passar det att ändra det ordinarie intervallet för störttappning från 336 till 360 h, vilket är 5:e multipeln av 72. Grundintervallet 360 timmar är visserligen 24 timmar längre än 336 timmar, men å andra sidan skapas ett möjligt tillfälle var 120:e timme.

Med ett motsvarande resonemang och jämkning

för de filter som spolas av lågreservoar ändras lämpligen ordinarie spolintervall för C5, C6, C7 och C8 och alla D från 72 till 60 respektive från 168 till 180 timmar, jfr tabell 2, så att det längre intervallet blir 3:e multipeln av det kortare, för att krockfritt kunna få in dem i samma schema. Det bör här påpekas att ändringen från 72 till 60 timmar inte medför onödiga filterspolningar eftersom avsikten är att möjliga spoltillfällen som inte behövs inte heller nyttjas.

I tabell 3 och fig 2 visas resultatet av resonemang. Den kortare "Tidbas", 72 tim respektive 60 tim, är den som avses ändras, varpå den längre Tidbas och alla andra siffror ändras automatiskt.



Figur 2. Grafisk presentation av möjliga tillfällen för spolningar och störttappningar under de två första cyklerna, där de färgade punkterna representerar de olika filtertyperna. "Ord" står för ordinarie tillfälle och "Alt" står för alternativ tillfälle.

### Kontrollberäkningar

Vid upprättandet av schemat måste beräkningar över tillgänglig spolvattenvolym, som i sin tur bl a beror på påfyllnadstid, för spolvattenbassäng och tillgänglig volym för spolavloppsvatten för olika scenarier ske parallellt för att säkerställa att tillräckliga volymer finns för det tidschema som undersöks.

Spolvattenbassängerna har en maximal vätskevolym om 250 m<sup>3</sup> vardera, medan spolavloppsbassängen har en maximal vätskevolym om 400 m<sup>3</sup>.

En filterspolning tar ungefär 15 min och påfyllningstakten är 26 m<sup>3</sup>/h. Figur 3 visar resultatet av situationen att samtliga spoltillfällen, ordinarie och alternativa, nyttjas under en veckas drift. Det framgår att tillgänglig spolvolym i spolvattenbassängen (1 eller 2, de betar sig lika) räcker till för detta scenario. Därmed kan det upprättade tidschemat accepteras utifrån kriteriet att tillgång till spolvatten måste finnas.

Bortpumpningen från spolavloppsbassängen är maximalt 55 m<sup>3</sup>/h med hänsyn till den mottagande reningsutrustningens kapacitet. Figur 4 visar hur tillförseln av spolavloppsvatten, bortpumpningen av detsamma och den resulterande vätskevolymen i spolavloppsbassängen varierar under en dryg veckas drift under förutsättning att alla spoltillfällen och störttappningstillfällen nyttjas. Av figuren framgår att spolavloppsbassängens volym räcker till, med viss marginal till och med, för detta scenario. Därmed kan det upprättade tidschemat även accepteras utifrån kriteriet att tillgång till bassängvolym för spolavlopp måste finnas. Marginalen om ca 150 m<sup>3</sup> är nyttig i situationer om flödet till spolavloppsreningen behöver minskas eller tillfälligt stoppas för någon åtgärd

på reningsutrustningen.

Likadana beräkningar över tillgång till spolvatten för de filter som försörjs med spolvatten från lågreservoaren visade att tidschemat med stor marginal kunde accepteras.

Det förtjänar att påpekas att situationen att samtliga möjliga, ordinarie såväl som alternativa, spol- och störttappningstillfällen nyttjas är mycket osannolik, vilket ytterligare styrker att tillgängliga volymer i det här beskrivna systemet är tillräckliga.

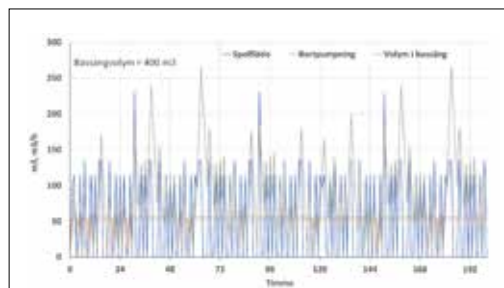
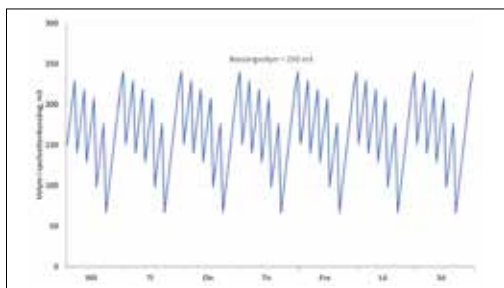
### Avslutande kommentarer

Strategier som går ut på att spola filtren vid visst tryckfall eller vid viss turbiditet kommer att minimera spolvattenförbrukningen, men med risken att flera filter kallar på spolning ungefär samtidigt, med spolkö och produktionsbortfall som konsekvens.

Att basera filterspolningar på ett krockfritt tidschema med spolintervall satta så korta att kritiska tryckfall eller turbiditeter aldrig uppstår kommer att förbruka onödigt mycket spolvatten, och energi.

Vid vattenverk med många filter i olika funktioner i flera linjer är situationen svår att överblicka, varför någon form av tidschema nog oftast är att föredra.

Den här beskrivna metoden kombinerar ett förändringsbart tidschema försett med alternativa spoltillfällen, mellan de ordinarie, avsedda att nyttjas när kontinuerliga mätningar av tryckfall signalerar spolbehov. Därmed säkerställs att erforderliga resurser för spolning alltid finns, samtidigt som det blir möjligt att minska antalet spolningar jämfört med om endast ett tidschema styr filterspolningarna.



Figur 4. Tillförseln av spolavloppsvatten, bortpumpning och resulterande vätskevolym i spolavloppsbassängen.

### Referenser

Davis, M.L. (2010). Water and Wastewater Engineering, Design principles and practice. McGraw-Hill.

# Hållbar utveckling, plastföroreningar och akvatiska ekosystem

## Sustainable development, plastic pollution and aquatic ecosystems



Ekelund Nils, Galindo Ana Maria, Rönn Larsson Jessica.

Nils.ekelund@mau.se, Professor emeritus. Institutionen för Naturvetenskap, Matematik och Samhälle, Malmö Universitet.

### Sammanfattning

Målet med denna studie var att studera avfallshantering och plastföroreningar i Sydafrika, Senegal och El Salvador. I Senegal och El Salvador undersökte två studenter lärares tankar, erfarenheter och kunskaper kring hållbar utveckling och hur dessa är implementerade i skolor. I dessa länder är källsortering och återvinning mycket begränsade, vilket innebär att de står inför stora utmaningar för att uppfylla de globala målen i Agenda 2030. Miljömedvetenheten och förståelsen kring vilka negativa effekter plastavfall har för hälsan och miljön är i större delen av befolkningen låg. Målet att öka miljömedvetenheten hos befolkningen i länderna gynnar därför arbetet mot en hållbar utveckling. FN:s utvecklingsagenda och de globala målen för hållbar utveckling (SDG) som antogs 2015 förkroppsligar universella ambitioner om att uppnå en bättre, mer rättvis, jämlik, fredlig och hållbar framtid (UN, 2015). Agendan erkänner fullt ut att vatten är en integrerad del av alla aspekter av utveckling såsom livsmedelssäkerhet, hälsa och fattigdomsminskning. Friskt och rent vatten är avgörande för ekonomisk tillväxt och det upprätthåller de naturliga ekosystem som allt annat är beroende av. För närvarande finns det behov av brådskande åtgärder för att ta itu med de stora miljö- och hälsokonsekvenserna av bland annat den höga ansamlingen av mikro- och nanoplast till världens hav. Därför måste en rad ansvariga aktörer på lokal, regional, nationell och internationell nivå skapa och initiera hållbara lösningar för att minska mängden plast i våra hav.

**Nyckelord:** Agenda2030, ekosystemtjänster, hållbar utveckling, nanoplast, plastavfall

### Abstract

The aim of this investigation was to study waste management and plastic pollution in South Africa, Senegal and El Salvador. In Senegal and El Salvador, two students investigated teachers' thoughts, experiences and knowledge about sustainable development and how these are implemented in schools. In these countries, waste separation and recycling are very limited, which means that they face major challenges in meeting the global goals of Agenda 2030. Environmental awareness and understanding of the negative effects plastic waste on health and the environment are low in most of the population. The goal of increasing environmental awareness among the population in the countries therefore benefits the work towards sustainable development. The United Nations Development Agenda and the global Sustainable Development Goals (SDGs) adopted in 2015 embody

universal aspirations to achieve a better, more just, equitable, peaceful and sustainable future (UN, 2015). The Agenda 2030 fully recognizes that water is an integral part of all aspects of development such as food security, health and poverty reduction. Fresh and clean water is essential for economic growth and sustains the natural ecosystems on which everything else depends. Urgent action is currently needed to address the major environmental and health impacts of, among other things, the high accumulation of micro- and nanoplastics in the world's oceans. Therefore, a range of responsible actors at local, regional, national and international levels must create and initiate sustainable solutions to reduce the amount of plastic in our oceans.

**Keywords:** Agenda2030, ecosystem services, sustainable development, nanoplastics, plastic waste

## Inledning

Syftet med denna studie har varit att studera hur hantering av avfall och plastföroreningar regleras i Sydafrika, Senegal och El Salvador. Studien avser att försöka förstå hur länderna arbetar med dessa miljöproblem och framför allt hur skolor i Senegal och El Salvador arbetar med att öka miljömedvetenheten hos befolkningen. Inspirationen för denna studie har varit författarnas intresse för miljö- och hållbar utveckling med Agenda 2030 som grund, med fokus på de globala målen 6 och 14 som är relaterade till vatten och mål 4 som rör god utbildning för alla. Dessa delmål har varit ledande för denna studie. Kopplingen mellan de globala målen och en god utbildning för alla anser vi vara en förutsättning för ett framgångsrikt arbete mot en hållbar utveckling. Att öka miljömedvetenheten hos befolkningen och kanske främst hos yngre barn gynnar arbetet mot en hållbar utveckling. En del av studien har därför haft fokus på hur skolor i Senegal och El Salvador arbetar med att öka denna medvetenhet där stora problem med plastföroreningar förekommer både på land och i vatten.

Världens akvatiska ekosystem är idag i hög grad utsatta för stora antropogena och klimatiska stressfaktorer, vilket får negativa effekter på dessa livsmiljöer (Henson et al., 2021, IPCC, 2022, PBSscience, 2025). Den globala uppvärmningen förväntas överstiga 1,5 °C inom några år, vilket utsätter jordens befolkning för ännu större risker (Lenton et al., 2025). Det finns flera olika typer av akvatiska ekosystem, såsom stillastående vatten som sjöar och dammar, strömmande vatten som floder och vattendrag, flodmynningar, våtmarker som myrar/kärr, strandlinjer, korallrev och öppet hav. Dessa olika ekosystem fungerar i många fall som bra indikatorer på globala och lokala för-

ändringar och många studier inom akvatisk vetenskap visar tyvärr på en försämring av dessa miljöer i form av bland annat utarmning av resurser, snabb uppvärmning, förlust av arter och ökande mängd av föroreningar. I många länder har årtionden av försämring av akvatiska ekosystem lett till stora utmaningar för restaurering och förvaltning och ett arv av ekologiska och ekonomiska kostnader för kommande generationer. En av de senaste antropogena stressfaktorerna som har starka negativa effekter på akvatiska ekosystem är införandet av plastprodukter (Pereao et al., 2020).

## Ekosystemtjänster

Det största problemet med denna plast är att de innehåller organiska föroreningar, som har möjlighet att komma in i den ekologiska näringskedjan i den marina miljön där de kvarstår och ackumuleras. Eftersom större delen av jordens befolkning lever på marina ekosystemtjänster som inkluderar de fyra huvudtyperna av ekosystemtjänster som är försörjande tjänster (t.ex. livsmedelsresurser, dricksvatten,



Figur 1. Plast på stranden i Umhlanga, Sydafrika, våren 2025. (Bild Nils Ekelund)

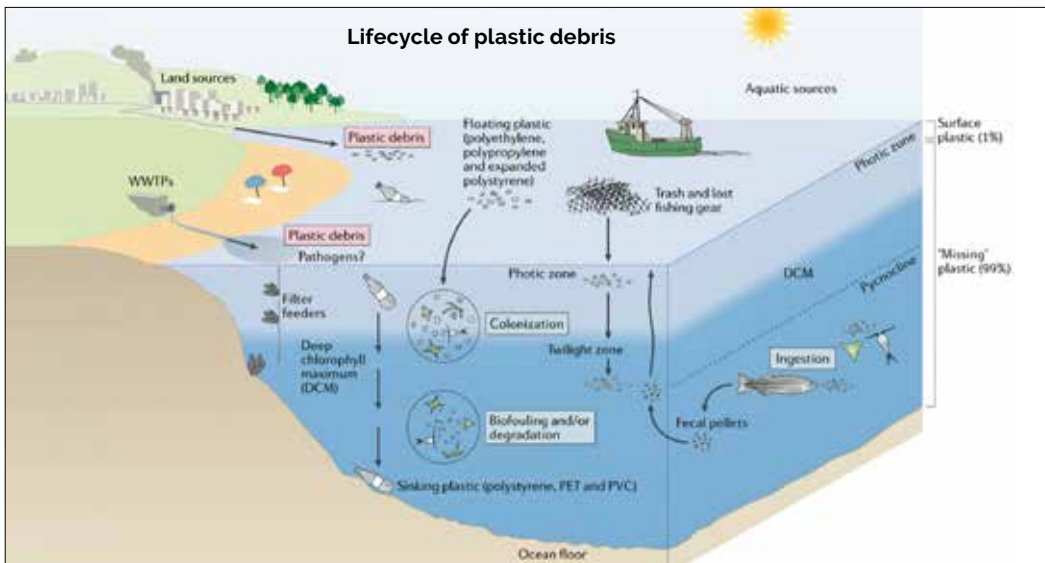
bevattningsvatten); kulturella tjänster (t.ex. ekoturism och rekreationsfördelar); reglerande tjänster (t.ex. sänka för kol genom algers fotosyntetiska aktivitet, sänka för inlandsavrinning); och stödtjänster (t.ex. bevarande av biologisk mångfald) så kan en påverkan av plastföroreningar ha stor betydelse (Akindele & Alimba, 2021). Under de försörjande marina ekosystemtjänsterna ingår bland annat växtplankton, alger, fiskar, musslor, räkor och stora marina djur som är avgörande för människors välbefinnande (Henson et al., 2021, Wanek et al., 2025). På så sätt påverkar det marina plastskräpet också människors ekonomi. En näring som påverkas starkt är turistnäringen där en estetisk försämring av kustlinjerna som beror på att stora mängder plast flyter upp på stränderna avskräcker människor från att besöka stränderna. På stränderna i Umhlanga (Sydafrika) spolas det varje dag upp plastavfall som till stora delar härrör från lastfartyg som är på väg till hamnen i Durban (Figur 1).

Marint skräp påverkar också fiske och vattenbruk, vilket skadar fiskeredskap och båtar men framför allt påverkar det fiskbestånden. Dessutom bidrar plastskräp till utsläpp av växthusgaser som sker från misskötta eller olagliga soptippar eftersom plast frigör metan och eten när den utsätts för solljus, samtidigt ger detta också en livsmiljö för spridning av sjukdomsbärande organismer.

## Plast

Plast är nu det vanligaste avfallet som förekommer i våra hav, vilket i förlängningen skapar negativa effekter på marina ekosystem (Figur 2). Figur 2 illustrerar hur plastavfall hamnar i havet både via vattenkällor som floder och åar men också från landbaserade källor till exempel avloppsreningsverk. Beroende på plastmaterialets densitet kommer plastföremål att förbli flytande under en viss del av sin livscykel eller, när de tyngs ner av biologisk nedsmutsning, börja sjunka ner i vattenpelaren och slutligen ner till havsbotten. Mekaniska, fotokemiska och biologiska reaktioner bryter sedan ner plastavfallet till mikroplaster och nanoplaster som kan införlivas i den marina näringsväven. Marina organismer som har förmågan att filtrera stora volymer vatten kan ytterligare koncentrera dessa mindre partiklar. Mikroorganismer som t ex växtplankton har dessutom förmågan att börja fästa sig och kolonisera på plastpartiklar i vattnet.

Haven är en viktig del i klimatsystemet eftersom de lagrar 93 % av jordens totala kolinnehåll. Dessutom spelar de växtplankton som lever i haven en stor roll eftersom de genom sin fotosyntetiska aktivitet reglerar upptaget av koldioxid som är så viktigt för koldioxidhalten i atmosfären. Förutom att havet stabiliserar jordens klimat så tillhandahåller haven viktiga ekosystemtjänster där syre till atmosfären är en viktig



Figur 2. Figuren illustrerar plastens livscykel när det transporteras från land till hav (Från Amaral-Zettler et al., 2020, med tillstånd från Springer Nature).

komponent men även att haven också producerar stora mängder protein för att föda miljarder människor (Landrigan et al., 2023, Wanek et al., 2025).

### Plastmaterial och dess historia

Det var i början på 1960-talet som oron över de negativa effekterna av plast i havet uppstod. Då upptäcktes att sjöfåglar fick i sig betydande mängder och sedan på 1970-talet började rapporter om plastmuggar i havet och flodmyningarna dyka upp (Amaral-Zettler et al., 2020). I samband med de ökande plasthalterna så var oron även stor över de kemikalier som tillsattes i plast under tillverkningen. Många av dessa tillsatta kemikalier är mycket giftiga. Speciellt ftalater som fungerar som mjukgörare, särskilt i plast av typen polyvinylklorid (PVC). Plaster är mycket heterogena syntetiska kemiska material och den största delen av plaster produceras från fossilt kol, olja och gas. Plaster består av en kolbaserad polymerstomme och tusentals ytterligare kemikalier som ingår i polymerer för att ge specifika egenskaper som färg, flexibilitet, stabilitet, vattenavvisande egenskaper, flamskydd och ultravioletts resistens. Dessa speciella egenskaper har gjort att plastmaterial delvis har förlängt våra liv genom många livräddande teknologier och gett många fördelar för samhället som förenklat våra liv. Men nu ser vi att de positiva effekterna av plast resulterat i ett problem där mänskligheten måste hitta hållbara lösningar för att kunna bryta ner eller transformera plastmaterial till mindre skadliga former (Landrigan et al., 2025).

Redan på 1850-talet skapades ett semisyntetiskt

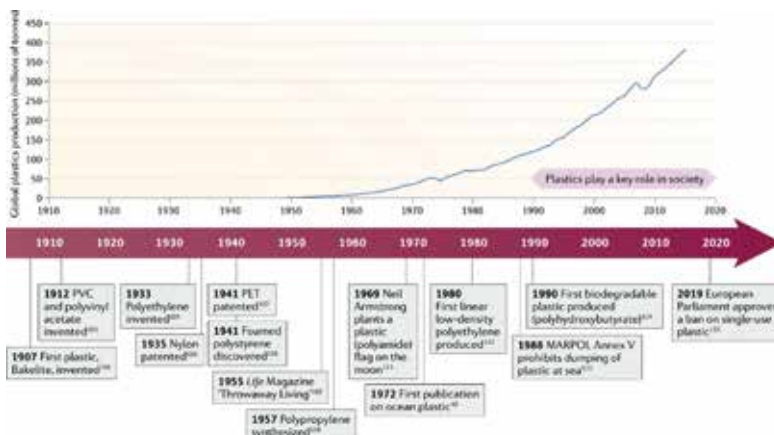
material då cellulosanitrat uppfanns för att ersätta begränsade naturmaterial, såsom sköldpaddsskal, horn, barder och elfenben (Figur 3).

År 1907 upptäcktes sedan det första plastmaterialet, bakelit, och 5 år senare polyvinylklorid (PVC) och polyvinylacetat. På 1930-talet gjordes den första syntetiska fibern (nylon) som är en polyamidpolymer och som blev oerhört populär och bland annat till stor nytta under andra världskriget. Sedan skedde en enorm innovation och utveckling under 1930- och 1940-talen, under vilken tid de flesta vanliga polymererna upptäcktes. Efter andra världskriget hittade många av dessa polymerer vägen till allmänheten i form av billiga engångsartiklar, vilket inspirerade termen "släng-och-släng-livsstil" som fortfarande är en del av dagens livsstil.

Till och med på månen finns plast genom att en plastflagga placerades där 1969. Under 1970-talet blev plast de mest använda materialen i världen och polymermaterial har sedan dess spelat nyckelroller i ekonomisk expansion, innovation och produktion av lågprisvaror på den framväxande världsmarknaden, särskilt på 1990-talet, och fortsätter att vara ett oerhört viktigt material inom tillväxtindustrin (Amaral-Zettler et al., 2020).

### Förekomst av plast och spridningsmekanismer

All den plast som spridits i havet under de senaste decennierna påverkar marina ekosystem negativt eftersom de har ansamlats längs vattenpelaren och på havens botten men mycket av plastavfallet finns även



Figur 3. En tidslinje för plastens innovation, upptäckt och till föreningar (Från Amaral-Zettler et al., 2020, med tillstånd från Springer Nature).

kvar på havsytan i årtal eller till och med årtionden. En stor del av den plast som förekommer i hav och på andra ställen i våra ekosystem är väldigt små plastpartiklar och definieras som mikroplaster när storleken är mellan 1µm och 5 mm (Abinandan et al., 2023, Mokgalaka Fleischmann et al., 2024). Plastpartiklar mindre än 1µm kallas nanoplaster. Förutom att forskare hittat plastpartiklar i djuphavet så finns det studier som hittat plastpartiklar även i regnvatten, i vattnet vi dricker, på toppen av Mount Everest men att det också tas upp av växt- och djurplankton och att det skadar otaliga däggdjur som lever i haven (Stoett et al., 2024). Stora bitar (makroplaster) som fisknät och matkassar leder till att vilda djur trasslar in sig, kvävs eller får fysiska skador. Följderna av detta leder bland annat till att miljontals fåglar skadas varje år genom att de kvävs eller svälter ihjäl. Emellertid är de kemisk-fysikaliska och biologiska interaktionerna som sker mellan plast och olika typer av mikroorganismer dåligt förstådda. Därför är det av yttersta vikt att vidare studera på molekylär nivå, vad som händer med plastfragment när de sprids i havet och direkt interagerar med djur- och växtplanktongrupper (Abinandan et al., 2023).

### Miljöeffekter av plast på organismer

Förutom att plast direkt påverkar marina organismer så kan flytande plast transportera sjukdomsbärande genom havet eller absorbera biotoxiner, kemiska och organiska föroreningar som kan påverka marina organismer. In vitro-experiment har också visat att mikro- och nanoplaster kan ha negativa effekter på marina växtplanktongrupper genom att negativt påverka celltillväxt, klorofyll a - innehåll och fotosyntetisk effektivitet (Casabianca et al., 2021). Effekterna av att mikro- och nanoplaster introduceras i den marina miljön gör att de oundvikligen kommer in i näringsväven genom intag av organismer på den högsta trofiska nivån, och kan följaktligen hittas i skaldjur för mänsklig konsumtion med okända hälsokonsekvenser. Förutom direkt upptag av mikroplast i organismer så sker även en bildning av biofilm på plastytor genom kolonisering av mikroorganismer (Landrigan et al., 2025). Plast är därför inget undantag utan kolonieras lätt av mikro- och makrobiota. Mikrobiella samhällen på plastpartiklar i havet har kallats plastis-

fären (Amaral-Zettler et al., 2020). En mängd olika mikrobiella taxa har hittats associerade med plast, inklusive bakterier, arkéer, kiselalger, dinoflagellater och svampar. De koloniserade mikroorganismerna kan således fungera som vektorer för att transportera dessa organismer, såväl som de gener de bär med potentiell påverkan på människor och vattenbruk (Landrigan et al., 2023). Dessutom har studier gjorts för att öka förståelsen gällande de interaktioner som sker mellan marina växtplanktonceller och plastytor (Casabianca et al., 2020).

### Plast och Agenda2030

Större akvatiska ekosystem kommer att kräva mer intensiva bevarandeinsatser i en varmare och alltmer befolkad värld för att uppnå hållbara vatten av hög kvalitet. FN:s utvecklingsagenda Agenda 2030 och de globala målen för hållbar utveckling (SDG) som antogs 2015 förkroppsligar universella ambitioner om att uppnå en bättre, mer rättvis, jämlik, fredlig och hållbar framtid (UN, 2015). Agendan erkänner fullt ut att vatten är en integrerad del av alla aspekter av utveckling som livsmedels säkerhet, hälsa och fattigdomsminskning, vilket är avgörande för ekonomisk tillväxt och det upprätthåller de naturliga ekosystem som allt annat är beroende av. Införandet av "vattenmålet" (SDG6) lägger ansvaret för vattenförvaltning och ökad vattensäkerhet i händerna på vatten- och vattenanvändande sektorer. Men det är endast under ett mål som plastföroreningar nämns och det är under hållbarhetsmål 14 (liv under vattnet). Det är indikator 14.1.1.b som hänvisar till plastföroreningar under begreppet densitet av flytande plastskräp som är större än 2,5 cm (Walker, 2021). Målet med denna indikator syftar till att förebygga och avsevärt minska marina föroreningar av alla slag, särskilt från landbaserade aktiviteter. Men eftersom målet endast innefattar plast större än 2,5 cm kan denna indikator dock inte omfatta mikro- och nanoplaster och material som inte är flytande t.ex. nedtyngda fisknät och metaller. Även om plast endast tydliggörs under mål 14 så visar en studie från det Internationella Vetenskapsrådet att det föreligger kopplingar mellan mål 14 och flera andra mål som t.ex. mål 1 (ingen fattigdom), mål 2 (noll hunger), mål 8 (anständigt arbete och ekonomisk tillväxt), mål 11 (hållbara städer och

sambällen), mål 12 (ansvarsfull konsumtion och produktion) och mål 13 (klimatåtgärder) (ICSU, 2017). Att återställa och upprätthålla en god havsmiljö främjar också uppnåendet av andra hållbarhetsmål som syftar till att förbättra levnadsförhållanden för många människor och att eliminera extrem fattigdom, vilket även bidrar till att minska ojämlikheter.

### Global handel med plast

Handel av plast sker till stor del globalt vilket ofta innebär att stora mängder plastavfall flyttas bort från välbärgade konsumenter och mot låginkomstländer med resultatet av sociala och miljömässiga skador. Fattiga mottagarländer har oftast otillräcklig infrastruktur för avfallshandling och kan inte hantera den alltför stora avfallsmängden, vilket leder till att det krävs regler och strategier för att utveckla avfallshandling av plast (Hira et al., 2022, Barnes, 2019). Idag fungerar många afrikanska länder som destination för de flesta tillverkade plastprodukter från utvecklade länder (Akindele & Alimba, 2021). På grund av dålig infrastruktur för plasthantering så blir följderna av att bränna plastavfall dessutom stora mängder luftföroreningar i många områden, vilket orsakar skadliga hälsoeffekter (Landrigan et al., 2025). I ett flertal afrikanska städer finns det till exempel ingen tillräcklig infrastruktur för hantering av plastavfall utan i många fall sker en oreglerad dumpning av plast på öppna ytor, längs större vägar och flodstränder (Akindele & Alimba, 2021). I Dakar i Senegal finns en av Västafrikas största soptippar, Mbeubeuss, och här tas dagligen emot ca 3000 ton avfall. Vid denna soptipp arbetar cirka 2000 avfallssamlare för att sortera material som plast och glas (Figur 4).



Figur 4. Öppen deponi för avfall. Mbeubeuss, Senegal, februari 2025. (Bild Jessica Rönn Larsson)

### Utbildning och hållbar utveckling

Förutom dålig avfallshandling av plast kännetecknas många länder av okunskap om dess konsekvenser för människors och miljöns hälsa. Okunskapen beror till stora delar på bristen av utbildning inom hållbar utveckling. Struktur och implementering av lagar, förordningar och lärandemål i skolorna har ännu inte hunnit etableras. I Sverige är hållbar utveckling väletablerad i den svenska läroplanen (Skolverket, 2022). I jämförelse med Senegal och El Salvador så innebär detta att lärarna i Sverige har bättre förutsättningar att undervisa systematiskt och regelbundet. När lärarna i Senegal och El Salvador arbetar med hållbar utveckling och avfallshandling sker detta framför allt ur ett perspektiv som relateras till elevernas hälsa och närmiljö. Det globala perspektivet är inte lika framträdande i undervisningen. I dessa länder är det stora skillnader på olika skolors standard och resurser i relation till socioekonomiska förutsättningar och skolornas geografiska plats, vilket påverkar förmågan att implementera undervisningen i hållbar utveckling (Galindo & Rönn Larsson, 2025). Trots att det saknas en tydlig struktur om utbildning gällande hållbar utveckling, så har lärarna ändå kunnat ges friheten att själva bestämma i vilken utsträckning hållbar utveckling ska ingå i undervisningen. Med tanke på att det nu i El Salvador finns implementerat i läroplanen, och att det i Senegal är på god väg att implementeras, lutar det åt att en förändring är på väg.

### Plastavfall och ekonomi

En dålig och bristande hantering av plastavfall visar på en omvänd korrelation med BNP per capita och att utvecklade länder måste reducera mängden plast som dessa länder exporterar (Lebreton & Andrady, 2019; Bishop et al., 2020). På liknande sätt korrelerar högre inkomst per capita med lägre import av farligt avfall i ett land, vilket kännetecknar en positiv effekt för landet. Med den ständigt växande produktionen av plastartiklar har misslyckanden inom återvinningsindustrin blivit mer uppenbara och oroande, vilket resulterar i markanta obalanser mellan länder på norra halvklotet (globala Nord) och länder på södra halvklotet (globala Syd). Den oproportionerliga inverkan på de södra länderna som orsakas av plastavfallshandeln från framför allt norr har utlöst olika kampanjer

som kräver striktare globala och regionala regler för att kunna åstadkomma en hållbar hantering av plastavfall. World Wide Foundation (2023) hävdar att de länder som har minst resurser för att kunna omhänderta plastavfall är de länder som blir mest drabbade av dess konsekvenser. Återvinningssystem saknas till hög grad i låginkomstländer, och ändå är det mycket av plastavfallet exporterar från många rika länder. Till följd av att återvinningssystemen oftast är bristfälliga så skapar det arbetstillfällen i form av att arbetare samlar in plast på stränder i Sydafrika (Figur 5).

### Diskussion och slutsatser

Sammanfattningsvis visar denna studie att de krävs stora åtgärder för att minska och begränsa mängden plast i världen. I länderna som studerats saknas till stor del fortfarande ett fungerande regelverk för att bättre kunna hantera avfall- och plast. Att öka miljömedvetenheten kring de problem som plast orsakar för människor, djur och växter är en stor utmaning. I Sverige har myndigheter och skolor arbetat med hållbar utveckling under många år och införde 2021 EU:s förordning (2021:996) som förbjuder vissa plastprodukter som bidrar mycket till nedskräpning och miljöproblem. Dessutom så blev engångsmuggar med mer än 15 % plast förbjudna i Sverige från och med den 1 januari 2024. Under 2026 börjar en ny EU-förordning om plastförpackningar som bland annat innebär förbud av vissa ej återvinningsbara förpackningar och det ställs större krav på minskad förpackningsmängd och andel återvunnet material.

I jämförelse med Sverige så är möjligheterna i Sydafrika, Senegal och El Salvador för källsortering och återvinning mycket begränsade, vilket hänger ihop med färre lagar gällande avfallshantering. Till följd av detta så minskar det lärarnas förmåga i Senegal och El Salvador att utveckla undervisningen rörande avfallshantering och hållbar utveckling. Samtidigt visar det sig att det inte förekommer någon större debatt angående konsumtionen av plast och dess negativa konsekvenser. I kontrast till detta besitter majoriteten av de intervjuade lärarna ett stort intresse för hållbar utveckling och att djupare kunna utveckla elevers kunskaper inom detta område. Viljan att skapa en förändring är stor men stora ojämlikheter i länderna hämmar lärarna för att kunna utveckla under-



Figur 5. Arbetare som samlar plast på stranden i Umhlanga, Sydafrika, våren 2025. (Bild Nils Ekelund)

visningen inom hållbar utveckling. Alla länderna står därför inför stora utmaningar för att uppfylla de globala målen i Agenda 2030 och är i stor utsträckning beroende av att staterna förbättrar och skapar nya lagar och styrdokument för att kunna nå de globala målen. Som exempel uppvisar länderna en bristande infrastruktur, vilket påverkar elevernas deltagande i undervisning negativt samtidigt som många skolor är i avsaknad av internet och teknisk utrustning. Samtidigt finns det en låg medvetenhet och förståelse kring vilka negativa effekter plastavfall har för hälsan och miljön. Därför är det av stor vikt att öka miljömedvetenheten hos befolkningen och barn redan i skolåldern.

Ett första steg som svar på plastens alltmer synliga skador har gjort att regeringar börjat agera på subnationell, nationell och, i EU:s fall, övernationell nivå. Dessa insatser är varierande och riktar sig i allmänhet mot specifika skador, produkter eller olika former av plastanvändningar. Exempel på dessa insatser inkluderar att förbjuda specifika engångsplaster, att ta bort eller begränsa skadliga kemikalier i plast, att sätta upp delstatsomfattande minskningsmål för plastförpackningar, att stimulera återanvändning av plast och att övervaka mikroplaster i dricksvatten (Landrigan et al., 2025).

För att begränsa plastens skador globalt beslutade FN:s miljöförsamling (UNEA) enhälligt i mars 2022 att utveckla ett internationellt rättsligt bindande instrument om plastföreningar – det Globala plastfördraget (the Global Plastics Treaty). Utvecklingen och implementeringen av detta fördrag skapar en unik möjlighet att minska plastens skador under hela plastens livscykel och att skydda människors och planetens hälsa.

## Referenser

- Abinandan, S., Praveen, K., Venkateswarlu, K., & M. Megharaj. (2023). Microalgae–microplastics interactions at environmentally relevant concentrations: Implications toward ecology, bioeconomy, and UN SDGs. *Water Research*, 247. 120778. doi.org/10.1016/j.watres.2023.120778.
- Akindele, E.O., & C. G. Alimba. (2021). Plastic pollution threat in Africa: current status and implications for aquatic ecosystem health. *Environmental Science and Pollution Research*, 28:7636–7651. doi.org/10.1007/s11356-020-11736-6.
- Amaral-Zettler, L.A., Erik R. Zettler, E.R., & T. J. Mincer. (2020). Ecology of the plastisphere. *Nature Reviews, Microbiology Reviews*, 18:139–151. doi.org/10.1038/s41579-019-0308-0.
- Barnes, S. J. (2019). Out of sight, out of mind: Plastic waste exports, psychological distance and consumer plastic purchasing. *Global Environmental Change*, 58, Article 101943. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101943
- Casabianca, S., Capellacci, S., Penna, A., Cangiotti, M., Fattori, A., Corsi, I., Ottaviani, M. F., & R. Carloni. (2020). Physical interactions between marine phytoplankton and PET plastics in seawater. *Chemosphere* 238, 124560. doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124560
- Casabianca, S., Bellingeri, A., Capellacci, S., Sbrana, A., Russo, T., Corsi, I., & A. Penna. (2021). Ecological implications beyond the ecotoxicity of plastic debris on marine phytoplankton assemblage structure and functioning. *Environmental Pollution* 290,118101. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118101
- Galindo, A. M., & J. Rönn Larsson. (2025). Lärares perspektiv på implementering och undervisning om hållbar utveckling med fokus på avfallshantering i skolorna: Komparativ studie mellan El Salvador, Senegal och Sverige. Student thesis, Malmö University, Faculty of Education and Society (LS).
- Henson, S. A., Cael, B.B., Stephanie R. Allen, S. R., & S. Dutkiewicz. (2021). Future phytoplankton diversity in a changing climate. *Nature communication*, 12:5372. doi.org/10.1038/s41467-021-25699-w.
- Hira, A., Fraser, S., Pacini, H., Attafuah-Wadee, K., Vivas-Eugui, D., Saltzberg, M., & T. N. Yeoh (2022). Plastic Waste Mitigation Strategies: A Review of Lessons from Developing Countries. *Journal of Developing Societies* 38, 3 : 336–359. Copyright © 2022 SAGE Publications www.sagepublications.com (Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC and Melbourne). doi: 10.1177/0169796X221104855.
- International Council for Science (ICSU). (2017). A Guide to SDG Interactions: from Science to Implementation [D.J. Griggs, M. Nilsson, A. Stevance, D. McCollum (eds)]. International Council for Science, Paris. doi: 10.24948/2017.01.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.). Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. https://doi.org/10.1017/9781009325844
- Landrigan, P.J., Raps, H., Cropper, M., Bald, C., Brunner, M., Canonizado, E.M., Charles, D., Chiles, T.C., Donohue, M.J., Enck, J., Fenichel, P., Fleming, L.E., Ferrier-Pages, C., Fordham, R., Gozt, A., Griffin, C., Hahn, M.E., Haryanto, B., Hixson, R., Ianelli, H., Kumar, B.D., Kumar, P., Laborde, A., Law, K.L., Martin, K., Mu, J., Mulders, Y., Mustapha, A., Niu, J., Pahl, S., Park, Y., Pedrotti, M.-L., Pitt, J.A., Ruchirawat, M., Seewoo, B.J., Spring, M., Stegeman, J.-J., Suk, W., Symeonides, C., Takada, H., Thompson, R.C., Vicini, A., Wang, Z., Whitman, E., Wirth, D., Wolff, M., Yousuf, A.K., & S. Dunlop. (2023). The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *Annals of Global Health*, 89(1): 23, 1–215. doi.org/10.5334/aogh.405.
- Landrigan, P. J., Dunlop, S., Treskova, M., Raps, H., Symeonides, C., Muncke, J., Spring, M., Stegeman, J., Almröth, B.C., Chiles, T.C., Cropper, M., Deeney, M., Fuller, L., Geyer, R., Karasik, R., Mafira, T., Mangwiro, A., Matias, D.M., Mulders, Y., Park, Y., Velis, C.A., Vermeulen, R., Wagner, M., Wang, Z., Whitman, E.M., Woodruff, T.J., & J. Rocklöv. (2025). Count down on health and plastics. *The Lancet*, 406,10507:1044–1062. doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01447-3.
- Lebreton, L., & A. Andrady. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, 5:6. doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7.
- Lenton, T. M., Milkoreit, M., Willcock, S., Abrams, J.F., Armstrong McKay, D.I., Buxton, J.E., Donges, J.F., Loriani, S., Wunderling, N., Alkemade, F., Barrett, M., Constantino, S., Powell, T., Smith, S.R., Boulton, C. A., Pinho, P., Dijkstra, H., Pearce-Kelly, P., Roman-Cuesta, R.M., Dennis, D. (eds), (2025). *The Global Tipping Points Report 2025*. University of Exeter, Exeter, UK.
- Mokgalaka Fleischmann, N.S., Melato, F.A., Netshiongolwe, K., Izevbekhai, O.U., Lepule, S.P., Motsepe, K., & J. N. Edokpayi. (2024). Microplastic occurrence and fate in the South African environment: a review. *Environmental Systems Research*,13:59. https://doi.org/10.1186/s40068-024-00389-w
- Pereao, O., Opeolu, B., & O. Fatoki. (2020): Microplastics in aquatic environment: characterization, ecotoxicological effect, implications for ecosystems and developments in South Africa. *Environ Sci Pollut Res* 27(18):22271–22291. doi.org/10.1007/s11356-020-08688-2.
- Planetary Boundaries Science (PBSscience). 2025. *Planetary Health Check 2025*. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Potsdam, Germany. doi: 10.48485/pik.2025.017
- Skolverket (2022). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet*. https://www.skolverket.se/undervisning/grundskolan/laroplan-och-kursplaner-for-grundskolan/laroplan-lgr22-for-grundskolan-samt-for-forskoleklassen-och-fritidshemmet
- Stoett, P., Scrich, V.M., Elliff, C.I., Andrade, M.M., Grilli, N.M., & A. Turra. (2024). Global plastic pollution, sustainable development, and plastic justice. *World Development* 184, 106756. doi.org/10.1016/j.worlddev.2024.106756
- United Nations (UN) (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*; United Nations: New York, NY, USA. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/general-assembly/docs/globalcompact/A\_RES\_70\_1\_E.pdf
- Wanek, E., Esteban-Cantillo, O.J., & S., Bourgeois-Gironde. (2025). Valuing marine plankton: protection a review of ecosystem services and disservices and an expert assessment of the potential of area-based. *Front. Mar. Sci.* 12:1607996. doi: 10.3389/fmars.2025.1607996.
- WWF (2023). *Transparent 2023. Annual ReSource: Plastic Progress Report*.

# A tool for screening groundwater ecosystem services at Swedish drinking-water sources

## Ett verktyg för screening av grundvattnets ekosystemtjänster vid svenska dricksvattentäkter



Nadine Gärtner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering, 41296 Göteborg, nadine.gartner@chalmers.se

### Abstract

Groundwater protection enjoys broad public support, yet implementation is often constrained by competing land uses and the need to justify trade-offs transparently. Ecosystem services offer a useful framework for structuring these discussions, but systematic screening is still uncommon because relevant information is dispersed across sources and time-consuming to compile. This paper presents a practitioner-oriented screening tool that automates the retrieval and processing of open national geodata for any user-defined area in Sweden and uses the results to pre-populate a groundwater ecosystem services assessment. Users define an area of interest by drawing on an interactive map or by uploading a boundary file. The tool produces an Excel output that summarises provisioning, regulating, and cultural services associated with the selected area, and exports GeoPackage layers for follow-up analysis and communication. Services that cannot be inferred from open data are completed through a brief guided questionnaire. The result is a repeatable screening workflow that can be completed in about 15 minutes.

**Keywords:** drinking water, ecosystem services, groundwater, GIS

### Sammanfattning

Grundvattenskydd har ett brett stöd i samhället, men genomförandet av åtgärder begränsas ofta av konkurrerande markanvändning och behovet av att motivera avvägningar på ett transparent sätt. Ekosystemtjänster erbjuder ett användbart ramverk för att strukturera sådana diskussioner, men systematisk screening är fortfarande ovanlig eftersom relevant information är spridd över flera källor och tar lång tid att sammanställa. Denna artikel presenterar ett praktikernära screeningverktyg som automatiserar hämtning och bearbetning av öppna nationella geodata för valfritt användardefinierat område i Sverige och använder resultaten för att förfylla en bedömning av grundvattenrelaterade ekosystemtjänster. Användaren definierar ett intresseområde genom att rita i en interaktiv karta eller genom att ladda upp en grännsfil. Verktyget genererar ett Excel-underlag

som sammanfattar försörjande, reglerande och kulturella tjänster kopplade till det valda området och exporterar GeoPackage-layer för vidare analys och kommunikation. Tjänster som inte kan härledas från öppna data kompletteras genom en kort, vägledad enkät. Resultatet är ett repeterbart screeningflöde som kan genomföras på cirka 15 minuter.

**Nyckelord:** dricksvatten, ekosystemtjänster, grundvatten, GIS

## Introduction

Establishing and updating drinking-water protection areas is a recurring task for local authorities and water suppliers. The aim is to safeguard groundwater quality and quantity while enabling ongoing land use, development, and economic activity. This requires clear decisions on where restrictions are necessary, which activities can continue, and what trade-offs different protection levels entail.

One way to support these decisions is to describe, in a structured way, what the groundwater system provides to people and the environment, and how these benefits change under alternative management options. Ecosystem services (ES) frameworks offer a common terminology for doing so and for making trade-offs comparable across sectors (Daily et al., 2009; Honey-Rosés & Pendleton, 2013). However, routine use in planning remains limited. Comprehensive ES assessments are often too time- and data-intensive, and many practitioner organisations lack the capacity to carry them out consistently (Olander et al., 2017). As a result, ES considerations are frequently treated as supplementary rather than embedded in protection planning.

To reduce this barrier, we developed Water System Services (WSS), a practitioner-oriented subset of ecosystem services tailored to Swedish drinking-water sources (Gärtner et al., 2022), and later refined it to a groundwater-specific WSS sublist. Still, even a streamlined list does not solve the main bottleneck: compiling and processing supporting evidence. Many indicators require practitioners to locate suitable datasets, curate them, and perform site-specific spatial analyses. Practitioners end up repeating the same steps for each site, often with different data availability, which makes the process hard to apply consistently. These constraints are particularly relevant for

small and medium-sized supplies, where protection planning rarely includes systematic ES screening and where groundwater-related services may remain less visible than surface-water services.

This article presents a lightweight application that reduces the workload of groundwater ES screening by automating the extraction of selected indicators from openly available Swedish geodata. Users delineate an assessment area in an interactive map or upload an existing boundary. The tool then queries and processes relevant datasets, summarises results, and pre-populates a structured reporting template. Services that cannot be supported by available datasets are flagged for user input, so that local knowledge can be documented in a consistent format. By reducing the workload of compiling indicators, the tool makes it easier to include groundwater ES in day-to-day drinking-water protection work.

## Ecosystem services relevant to groundwater sources in Sweden

Ecosystem services (ES) describe the benefits that ecosystems provide to people (Haines-Young & Potschin-Young, 2018). To support practical use in Swedish drinking-water protection planning, we previously operationalised the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) version 5.1 into a simplified, practitioner-oriented set of Water System Services (WSS) (Gärtner et al., 2022). The aim was not to replace ES concepts, but to translate them into a short list of service classes that are plausible at drinking-water sources and can be described with concrete indicators. In this article, we use the groundwater-specific WSS refinement, which reflects typical groundwater uses, regulating functions, and cultural values linked to aquifers and groundwater-dependent environments. For clarity,

Table 1. Sweden-specific list of groundwater water system services (WSS), structured according to the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) hierarchy (Division, Group, and Class), with an indication of how each class is assessed in the screening tool. Codes: D = pre-filled automatically from open datasets using direct indicators; P = pre-filled automatically using a proxy indicator; Q = completed via the guided questionnaire (present / not present / unknown) and optional notes.

	Division	Group	Class	Code	
Provisioning Services	Biomass (aquatic)	Generic Material	Generic material from all organisms	Q	
			Municipal and private water supply, for humans	D	
	Water	Water for drinking	Drinking water for animals	P	
			Reserve water source	Q	
			Water for non-drinking purpose	Irrigation	D
			Cooling	Q	
		Energy	Water used as a material, e.g. process water	D	
			Geothermal energy	D	
			Groundwater and surface water as an energy source	D	
			Storage of heat and coolness	Q	
Regulating Services	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of waste, toxic substances and nuisances	Through living processes	Q	
			Through dilution	Q	
			Through filtration	Q	
			Through sequestration	Q	
	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events	Through storage or accumulation	Q	
			Erosion control	Q	
			Flood protection	Q	
			Prevention of subsidence	D	
			Drought attenuation	P	
			Fire protection	P	
			Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection	Maintaining populations and habitats	Q
			Pest and disease control	Pest and disease control	Q
	Atmospheric composition and conditions	Maintaining water conditions	Controlling the chemical quality of freshwater	Q	
Regulation of global climate		Q			
Regulation of local temperature and humidity		P			
Cultural Services	Direct, in-situ and outdoor interactions that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural environment	Activities promoting health, recuperation or enjoyment through active, immersive, passive or observational interactions	P	
			Intellectual and representative interactions with natural environment	Scientific investigation, creation of traditional ecological knowledge, education, training	D
	Indirect, remote, often indoor interactions that do not require presence in the environmental setting	Spiritual, symbolic and other interactions with natural environment	Culture or heritage	Q	
			Aesthetic experiences	Q	
			Religious, sacred or symbolic meaning	P	
Entertainment or representation	Q				
Other historic or abiotic characteristics that have a non-use value	Existence, bequest or option value	Q			

the WSS class is treated as the unit of assessment and reporting: each class corresponds to one service, and the terms are used interchangeably.

The groundwater WSS list is organised into provisioning, regulating, and cultural services following the CICES hierarchy (Table 1). The structure distinguishes between benefits that are directly extracted and used, benefits that arise from physical and biogeochemical functions, and benefits that are valued through experience or non-use. Across the three divisions, 32 groundwater WSS classes may be relevant

at a given source, but their importance varies by hydrogeological setting, land use, and societal context.

## Method

### Tool structure

The groundwater WSS tool is a local Streamlit app distributed via a GitHub repository. Streamlit is a Python framework for building lightweight interactive web apps that run locally and open in a standard web browser. The repository includes a README with step-by-step instructions for in-

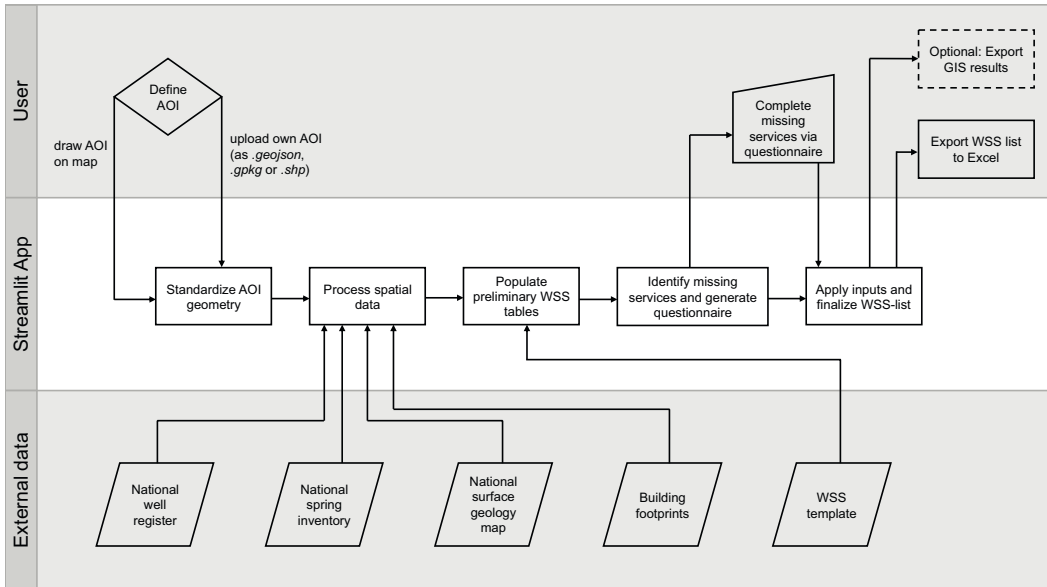


Figure 1. Swimlane flowchart summarising the workflow of the groundwater WSS assessment tool, from AOI definition to generation of the finalised WSS list and exported results.

stalling Python, setting up the required libraries, and running the app. The overall workflow is summarised in the swimlane flowchart (Figure 1). After launch, the user defines an assessment area or Area Of Interest (AOI) either by drawing it directly on the map or by uploading an existing boundary (GeoPackage, GeoJSON, or a zipped Shapefile). The tool then retrieves the most recent available geodata from national agency sources and uses these data to populate the Sweden-adapted WSS list where feasible. Services with clear, dataset-based indicators are filled in automatically, together with brief text describing the underlying evidence (for example counts of household wells, heat pumps, or type of springs within the AOI).

However, not all services can be inferred from national datasets. Some depend on site-specific conditions or non-material values that require local knowledge and, in some cases, a field visit. For these services, the tool guides the user through a short questionnaire and also allows direct edits in the WSS tables. The user can indicate whether a service is present, not present, or unknown, and add a brief supporting note. The final column in Table 1 (D/P/Q) indicates whether each WSS class is pre-filled from datasets (D, P) or completed via the questionnaire

(Q). The final output is a single Excel file that combines the automatically derived information with user input in a transparent and consistent assessment record. In addition, all assessed WSS that are present can be exported as GeoPackage layers for further visualisation and analysis in standard GIS software.

### Data

The tool combines national open geodata with user-provided inputs for a defined area in Sweden (Table 2). The analysis boundary is defined by an area of interest (AOI) drawn in the app or uploaded by the user (GeoJSON, GeoPackage, or zipped Shapefile) and is used for all spatial queries and clipping.

Spatial datasets are sourced from the Geological Survey of Sweden (SGU) and OpenStreetMap. SGU well data (Brunnar; GeoPackage) provide well locations and purpose codes and are used to characterise groundwater uses within the AOI, reported as counts by use category (for example drinking-water supply, private household wells, irrigation, process water or observation wells) and as a basic classification of geothermal installations and ground source heat pumps. SGU spring data (Källor; GeoPackage) provide spring locations and attributes (for example aquifer type,

Table 2. Overview of datasets and inputs used by the groundwater WSS tool (Sweden)

Data type	Dataset (provider)	Format	Role in the tool	Output / indicator produced
Area of interest (AOI)	User-drawn polygon or uploaded AOI	GeoJSON / GPKG / Shapefile	Defines analysis boundary and clipping extent	AOI geometry (used for all clipping and queries)
Wells	SGU open data: Brunnar	GeoPackage	Identifies groundwater uses based on well purpose codes and attributes	Counts by use category (e.g., drinking water supply, private household wells, irrigation, process water, observation wells); GSHP vs bedrock geothermal classification
Springs	SGU open data: Källor (springs)	GeoPackage	Identifies presence and characteristics of springs within AOI	Spring count and spring attribute summary (id, aquifer type, spring type, flow class, discharge setting) and optional link to WSS classes
Soils	SGU open data: Jordarter 25k–100k	GeoPackage	Screens for clay occurrence relevant to subsidence susceptibility	Clay polygons clipped to AOI; buildings-on-clay count
Buildings	OpenStreetMap via OSMnx	Vector footprints	Estimates exposure to subsidence-relevant conditions (buildings intersecting clay)	Number of buildings and number intersecting clay polygons
Water system services (WSS) list	WSS Excel template (based on CICES, Sweden-adapted list)	Excel	Defines the service classes and assessment fields	Service table with "Present?" and "Services in the case study" fields
Expert judgement / local knowledge	User input (questionnaire and edits)	Manual entry in app	Completes services that cannot be inferred from national open datasets	"Present?" and short description for unassessed services; contextual notes

spring type, flow class, and discharge setting) and are summarised as spring counts and attribute distributions within the AOI.

Subsurface conditions are screened using SGU Quaternary deposits mapping (Jordarter 25k–100k; GeoPackage), which is used to identify clay occurrence relevant to subsidence susceptibility. Building footprints are retrieved from OpenStreetMap via OSMnx. The assessment structure is provided by a Sweden-adapted WSS Excel template mapped to CICES classes, the Common International Classification of Ecosystem Services. Site-specific information can be added through a short in-app questionnaire

and direct table edits, recorded as present, not present, or unknown together with brief contextual notes.

### Application interface

The application is organised as a guided, map-based workflow that takes the user from AOI definition to an exportable WSS assessment. After launch, the app runs locally and opens in a standard web browser. The interface has two main parts: an interactive map for defining the assessment area and a set of tables and forms for completing the WSS list. The AOI is defined either by drawing a polygon directly on the map or by uploading an existing boundary file, and

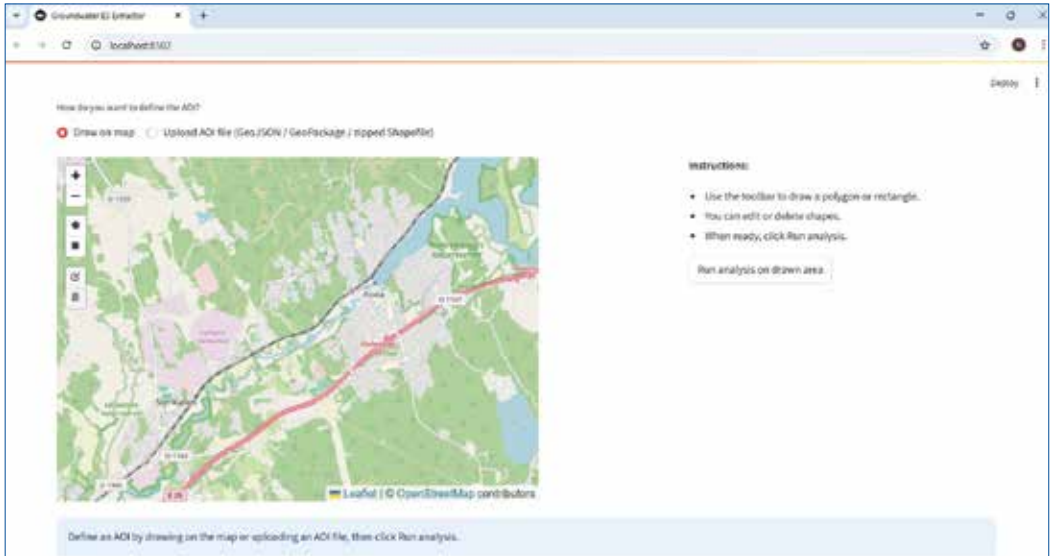


Figure 2. Area-of-interest (AOI) selection view of the groundwater WSS tool, where users define the assessment boundary by drawing directly on the interactive map or by uploading an AOI file before running the analysis.

the selected AOI is used for all subsequent processing steps (Figure 2).

After the automated extraction and pre-filling, the WSS tables are shown in the interface in spreadsheet format. Services that cannot be populated automatically are handled through a short questionnaire. For each service, the user records whether it is present, not present, or unknown and can add a brief supporting note (Figure 3). This separates services that are absent from services that are simply not supported by the available datasets. Completing the screening record in the tool typically takes around 15 minutes (automated pre-filling plus the short questionnaire), depending on AOI size and the user's familiarity with

local conditions. Services can be marked as unknown, which flags them for follow-up rather than being resolved during screening.

### Tool validation

As an initial validation, the workflow was applied to two drinking-water source areas that had already been assessed. For Skallsjö (Västra Götaland), the same AOI boundary as in the groundwater ecosystem services screening reported in Gärtner et al. (2022) was used, and the same set of groundwater WSS classes was obtained. The same consistency check was then carried out for a second case in Skåne (Nedrabý), with the same outcome. Overall, these checks provide

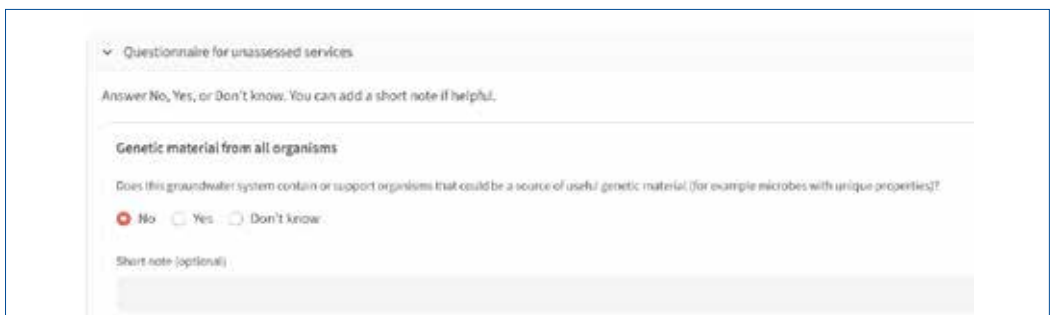


Figure 3. Excerpt of the questionnaire for unassessed services, where users record whether a WSS is present, not present, or unknown and optionally add a brief supporting note.

an initial confirmation that the automated screening aligns with expected outputs for known cases. Broader evaluation across additional sites and users is a logical next step.

### Tool Output

The tool produces an Excel workbook that serves as the main assessment record for the selected AOI. The workbook contains three worksheets corresponding to provisioning, regulating, and cultural services. Each row represents one WSS class and follows the same structure: classification fields (division, group, and CICES reference) and two assessment fields indicating whether the service is present in the AOI and a short description of the supporting evidence. Depending on the service, the description is either an automatically generated summary based on the input datasets or a brief user-provided note. The result is a compact, checklist-style overview of groundwater-related services within the AOI.

In addition to the Excel workbook, the tool exports GeoPackage files for services with a spatial representation in the AOI. These files contain the clipped features used to support the assessment and are stored as separate layers for direct use in standard GIS software (for example QGIS or ArcGIS) for mapping and follow-up analyses. The two outputs are complementary: the Excel workbook documents the assessment in a structured table, while the GeoPackages provide the underlying geospatial features.

### Results and Discussion

The tool reduces the transaction costs of groundwater WSS screening by bringing the required datasets and the reporting structure into a single workflow. Instead of repeatedly searching for datasets, downloading files, clipping layers, and compiling indicators for each new site, it produces a ready-to-use assessment record from a user-defined AOI. This shifts effort away from repeated data handling and towards documenting the case-specific interpretation of results.

An additional advantage is data currency. Because the tool retrieves data directly from the original providers at runtime, the assessment is based on the most recent available versions rather than on locally stored copies. This reduces the risk of working with outda-

ted inputs and supports more comparable screening across sites, provided that data sources and retrieval dates are recorded in the output.

Two limitations are important to keep in mind. First, ecosystems and water sources are dynamic and vary over space and time (Snäll et al., 2021). The current screening is static and local, and it does not capture regional or global services such as carbon sequestration or global climate regulation. Spill-over effects across scales are often poorly represented (Vári et al., 2021), which can lead to underestimation of the full set of services linked to a drinking-water source. Second, the output is intended as a biophysical screening and documentation step, not as an endpoint for decision-making. Economic valuation is typically recommended after the biophysical assessment (Grizzetti et al., 2016), and the WSS screening can provide structured input to cost–benefit analysis when comparing protection measures and their social profitability (Sjöstrand et al., 2018).

A logical next step is a browser-based deployment so that practitioners can run the workflow without local installation. This would lower a practical barrier in organisations where installing software is restricted, where downloaded code is treated with caution, or where users are not comfortable running command-line tools. The trade-off is reduced transparency and flexibility: a hosted tool is harder to inspect and customise and may be perceived as a black box. Maintaining trust would therefore require clear documentation, versioning, and continued access to the underlying code, even if the interface is delivered through a web browser.

Incorporating ecosystem services into water management has been described as a recent step in the evolution of the field (Grizzetti et al., 2016), yet ES approaches have also been criticised as difficult to translate into governance and management practice (Cook & Spray, 2012). A lightweight screening workflow helps close this implementation gap by translating ES concepts into a routine protection-planning task with a consistent output record.

Data availability: The tool is available via GitHub: [github.com/WellWellWhatNow/-/WSS](https://github.com/WellWellWhatNow/-/WSS)

## References

- Cook, B.R. & Spray, C.J. (2012) Ecosystem services and integrated water resource management: Different paths to the same end? *Journal of Environmental Management*. 109, 93–100. doi:10.1016/j.jenvman.2012.05.016.
- Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J. & Shallenberger, R. (2009) Ecosystem services in decision making: Time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 7 (1), 21–28. doi:10.1890/080025.
- Gärtner, N., Lindhe, A., Wahra, J., Söderqvist, T., Lång, L.O., Nordzell, H., Norrman, J. & Rosén, L. (2022) Integrating Ecosystem Services into Risk Assessments for Drinking Water Protection. *Water (Switzerland)*. 14 (1180). <https://doi.org/10.3390/w14081180>
- Grizzetti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C., Reynaud, A. & Cardoso, A.C. (2016) Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science and Policy*. 61, 194–203. doi:10.1016/j.envsci.2016.04.008.
- Haines-Young, R. & Potschin-Young, M.B. (2018) Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5.1): A policy brief. *One Ecosystem*. 3, 1–6. doi:10.3897/oneeco.3.e27108.
- Honey-Rosés, J. & Pendleton, L.H. (2013) A demand driven research agenda for ecosystem services. *Ecosystem Services*. 5, 160–162. doi:10.1016/j.ecoser.2013.04.007
- Olander, L., Polasky, S., Kagan, J.S., Johnston, R.J., Wainger, L., Saah, D., Maguire, L., Boyd, J. & Yoskowitz, D. (2017) So you want your research to be relevant? Building the bridge between ecosystem services research and practice. *Ecosystem Services*. 26, 170–182. doi:10.1016/j.ecoser.2017.06.003.
- Sjöstrand, K., Lindhe, A., Söderqvist, T. & Rosén, L. (2018) Sustainability assessments of regional water supply interventions – Combining cost-benefit and multi-criteria decision analyses. *Journal of Environmental Management*. 225 (August), 313–324. doi:10.1016/j.jenvman.2018.07.077.
- Snäll, T., Triviño, M., Mair, L., Bengtsson, J. & Moen, J. (2021) High rates of short-term dynamics of forest ecosystem services. *Nature Sustainability*. 4 (November). doi:10.1038/s41893-021-00764-w.
- Vári, Á., Podschun, S.A., Erős, T., Hein, T., Pataki, B., Iojă, I.C., Adamescu, C.M., Gerhardt, A., Gruber, T., Dedić, A., Ćirić, M., Gavrilović, B. & Báldi, A. (2021) Freshwater systems and ecosystem services: Challenges and chances for cross-fertilization of disciplines. *Ambio*. doi:10.1007/s13280-021-01556-4.

# kemira

## Kemi som gör skillnad

På Kemira arbetar vi för renare vatten och en bättre miljö.

Vi utvecklar, producerar och säljer kemikalier som renar dricks-, avlopps- och processvatten. Med lokal närvaro i hela Sverige samarbetar vi både med offentlig sektor och industrin – från kommunala dricksvatten- och reningsverk till fabriker och industrianläggningar – för att säkra hållbara vattenlösningar.

Tillsammans skapar vi ett mer hållbart samhälle.



Vi finns nära dig – med engagerade och kunniga säljrepresentanter över hela landet



Tillsammans med våra kunder hittar vi rätt kemiska lösningar för era behov



Vår kemi bidrar till renare vatten och en mer hållbar framtid.

Vill du veta mer om våra produkter?  
Kontakta oss:

[kemira.sverige@kemira.com](mailto:kemira.sverige@kemira.com)

Hitta din lokala säljare:



# Vill ditt företag bli medlem och synas här?

Kontakta oss på [kansliet@foreningenvatten.se](mailto:kansliet@foreningenvatten.se)

## Välkommen till ett webinarium med VATTEN 360°



### När varje droppe räknas – vattenbalans och vattenbudget för framtiden

Hur mycket vatten finns egentligen i landskapet, och hur ska vattenresursen fördelas på ett hållbart och rättvist sätt?

**Datum:** 17 april 2026

**Tid:** 10:00–12:00

**Plats:** Digitalt via Teams

Anmäl dig på [forskningsstationbolmen.se](https://forskningsstationbolmen.se)



## EXPERTER PÅ BIOLOGISK AVLOPPSVATTENRENING

Oavsett om det gäller Veolias AnoxKaldnes biologiska processer eller andra processer erbjuder Veolia omfattande laboratorietjänster för att optimera och felsöka biologiska processer:

- Ackrediterade tester för nedbrytbarhet och toxicitet av vatten och kemikalier, t.ex. nitrifikationshämningstester
- Metanpotential-test (BMP)
- Simulering av biofilmsprocesser i labbskala
- Diagnostisk mikroskopering av aktivslam- och biofilmsprocesser

Vi kan även stödja vid felsökning, optimering och byggnation av biofilmsbaserade teknologier samt erbjuder kurser inom biologisk avloppsvattenrening.

**Kontakta oss!**

[eva.tykesson@veolia.com](mailto:eva.tykesson@veolia.com)



Läs mer här!





# Stort tack till våra stödjande medlemmar!

Agnes advokater

Akvaprojekt Sverige

Amphi-tech

Arboga Vatten och Avlopp

Brenntag Nordic

EnviDan

Falköpings Kommun

Gryaab

Göteborgs Stad Kretslopp  
och vatten

Haninge kommun

Hudiksvalls Kommun

Hässleholms Vatten

Jacobi Carbons

Kalmar Vatten

Kemira Kemi

Malmberg Water

Mälarenergi Vatten

Nacka Vatten och Avfall

Norconsult

Norrtälje Vatten och avfall

Norrvatten

NSVA

Ragn-Sells Treatment & Detox

RISE Research Institutes of Sweden

SGS

Sweco Sverige

Sweden Water Research

Sydvatten

Teknik- och fastighetsförvaltningen

Höganäs

Tekniska verken i Linköping

Trelleborgs Kommun

Trollhättan Energi

Tyréns

Uppsala Vatten och Avfall

VA-guiden

VA SYD

VA-avdelningen NVK

Vakin

Vattenfall

Vatten & Miljökonserterna

Veolia Water Technologies

Vänersborgs Kommun

Västra Mälardalens Energi  
och Miljö

Växjö Kommun

Water Processing Sweden

WRS

Östersunds Kommun

B

PP

Sverige, Port Payé

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)