

Välkommen till Syvab och Himmerfjärdsverket



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Himmerfjärdsverket är en säker arbetsplats

- Rökförbud på hela området
- Verket har flera högriskområden och omfattas bl.a. av Seveso-lagen
- Gå inte ifrån gruppen och besöksmottagaren
- Rör ej maskiner och rörande delar
- Varselväst måste bäras av besöksmottagaren
- Fotografering förbjuden (fråga om tillstånd)
- Om larmsirener hörs på området gå till **"Återsamlingsplatsen"**



Det här är Syvab



- Syvab är ett kommunalt aktiebolag
- Ägare: Botkyrka, Nykvarn, Salem, Stockholm Vatten AB och Telge i Södertälje AB
- Sveriges femte största reningsverk
- Grundades 1964 och i drift sedan 1974
- Beläget ca 4 mil sydväst om Stockholm
- Syvab äger och driver Himmerfjärdsverket, två pumpstationer och 5,5 mil tunnelsystem

syvab 

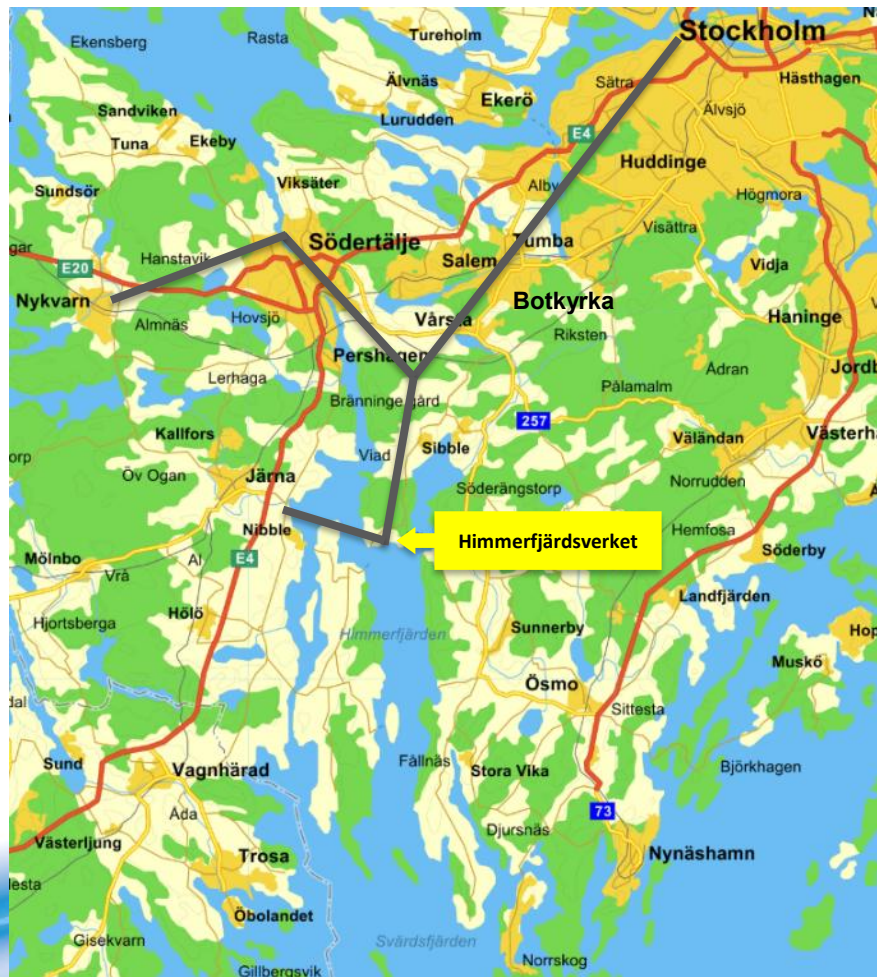
Vi värnar vårt vatten!

Vattnets väg till verket

- Vattnet leds via tunnlar och sjöledningar
- Tunnelnätet går från Essingeöarna i Stockholm till Nykvarn
- Vattnet kommer från 6 kommuner: Botkyrka, Nykvarn, Salem, Södertälje, sydvästra Stockholm och delar av Huddinge



Vi värnar vårt vatten!



Tunnelsystemet

- Tunnlarna varierar i storlek
- Cirka 5,5 mil långt
- Vattnet rinner långsamt med självfall
- Tunneln lutar 1 meter/km (1 ‰)
- Det tar ca 8 timmar innan vattnet når verket
- När vattnet når verket är det 54 m under mark



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Vårt uppdrag



- Tar emot avloppsvatten från ca 350 000 personer
- Rena bort kväve, fosfor och organiskt material (ex toabesök)
- Renar ca 110 000 m³ per dag ($\approx$ 6,5 badkar/sekund)
- Reningsprocessen tar ca 20 timmar
- Reningsverket är igång dygnet runt
- Renat vatten släpps ut i Östersjön
- Restprodukterna biogas och biomull blir resurser



Vi värnar vårt vatten!

An aerial photograph of a large body of water, Östersjön, surrounded by green, forested islands. In the foreground, several yellow construction cranes are visible on a grassy area, suggesting a construction project. The sky is clear and blue.

Östersjön mår dåligt

Nya krav ställs på Himmerfjärdsverket



Vi värnar vårt vatten!

Internationella mål ställer krav på oss

Östersjön är i dåligt skick, krav ställs från flera håll:

- EU ställer krav på länderna runt Östersjön genom "Vattendirektivet o marina direktivet"
- Östersjöländernas och EU-kommissionens gemensamma åtgärdsplan "Baltic sea action plan"

Syvas roll och ansvar:

- 2027 kommer Syvab minska utsläpp av näringsämnen med 50 %. Vilket bidrar till att skydda och bevara Östersjöns känsliga ekosystem.
- 2027 kommer Syvab kunna ansluta flera personer - från 350 000 till 430 000. Viktigt för både miljöskyddet och samhällsutveckling.
- Minska på kemikalie- och elförbrukningen med ny teknik



Vi värnar vårt vatten!



Bakgrund, beslut och effekt

- 2010 påbörjades planeringen för ombyggnaden
- 2016 får Syvab ett nytt och tuffare miljötillstånd
 - Vilket inkluderar uppdaterade utsläppsgränser i linje med det reviderade direktivet om rening av avloppsvatten från kommuner
- December 2018 beslutade Syvabs ägare att påbörja investeringen
- Januari 2020 påbörjades ombyggnaden - beräknas stå klar 2027
- Ombyggnaden sker under full drift och med bibehållna krav på rena avloppsvatten
- 2027 kommer utsläppet av näringsämnen minska med 50 %
- 2027 kommer kapaciteten att öka med ca 20 %



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Ombyggnaden är både unik och klimatsmart

- Största ombyggnadsprojektet i Syvabs historia
- Anläggningen är i full drift under byggtiden
 - både gamla och nya anläggningsdelar
- Klimatsmart projekt – återanvänder bassängerna i betong istället för att bygga nya
- Stänger fem anläggningsdelar och bygger tre nya
- Minskar behovet av el och kemikalier
- Investering 2 miljarder kronor
- Projektet har vunnit fina priser:
 - Första plats – Årets bygge 2025
 - Andra plats – Håll Nollans arbetsmiljöpris 2024
- Projektet har Certifierat enligt BREEAM, på nivå Excellent – för ett hållbart infrastrukturprojekt.



syvab 

Vi värnar vårt vatten!



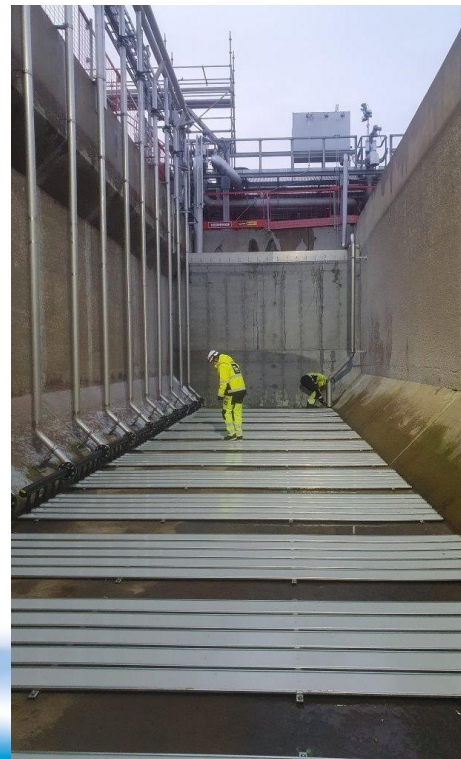
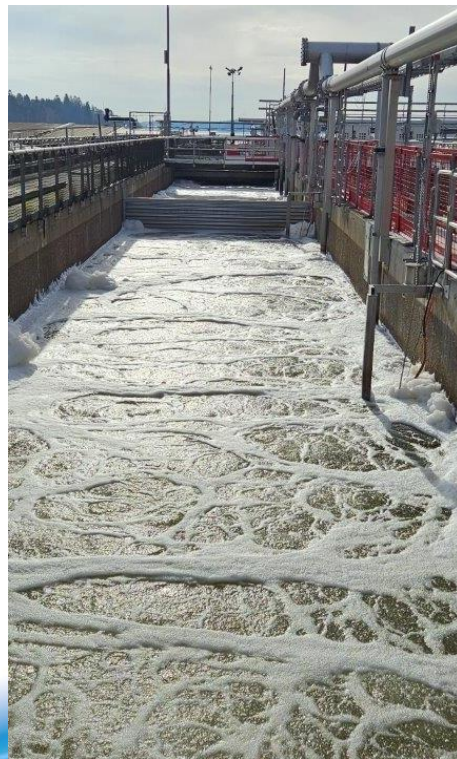
**SWEDEN GREEN
BUILDING COUNCIL**

Bassängerna för biologisk rening byggs om och blir kaskadskväverening

- Den biologiska reningen kommer att gå från 8 till 24 bassänger
- Vi valda att bygga om befintliga bassänger istället för bygga nytt - ett klimatsmart val.
- Bassängvolymen går från 22 000 till 67 000 m³
- Här kommer det vara aktivt slam som renar bort kväve och organiskt material. Järnsulfat doseras för rening av fosfor.
- Kaskadskväverening betyder att inkommande avloppsvattnet fördelas i tre inloppspunkter
- Varje kaskad innehåller processerna för kväverening, nitrifikation och denitrifikation
- Kaskadskvävereningen gör att energiförbrukningen och behovet av tillsats av kolkälla minskar



Vi värnar vårt vatten!



Ny hall – med unik membranfilterteknik

Tillsammans med finsilar



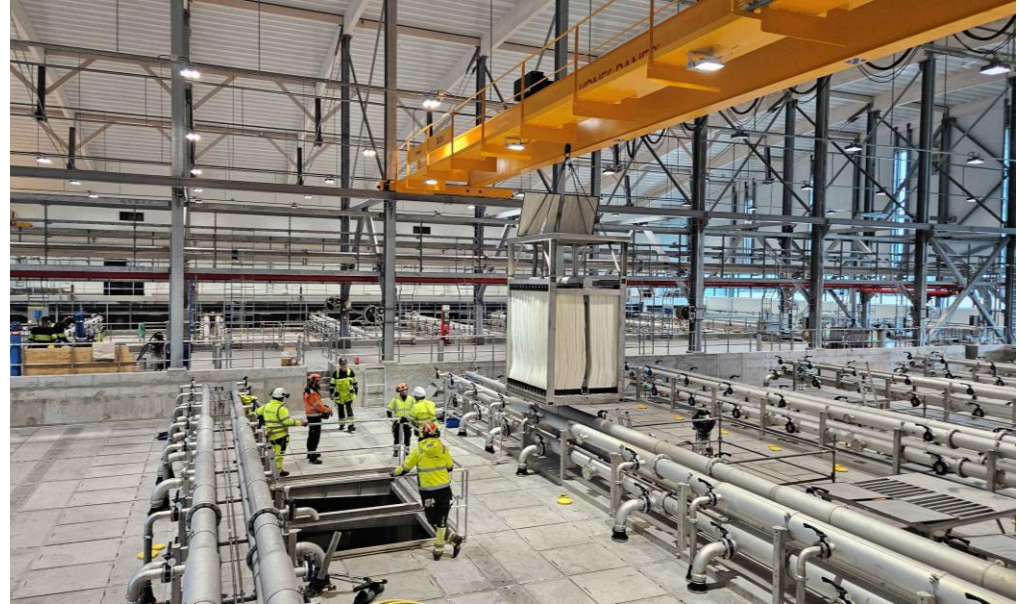
syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Membranfilter

Vattenrening för framtiden

- 240 membranfilterkassetter, uppdelat på två block
- Höjden på en kassett är ca 2 meter
- Total filteryta 500 000 m²
- Membranens porstorlek 0,04 mikrometer
- Utgående vatten är partikelfritt – till och med bakterier avskiljs
- Membranen rengörs med hjälp av luft, oxalsyra och natriumhypoklorit
- Membranen ger förbättrade förutsättningar för att i framtiden även kunna rena bort svårnedbrytbara organiska ämnen, som bl. a läkemedelsrester



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Fördelar med MBR-processen

- **Hög driftstabilitet**
 - Membranen är en fysisk barriär
 - Strikta reningskrav kräver robust teknik
- **Hög flexibilitet**
 - Belastningen kan regleras i biologin
- **Stabil vid höga flöden**
 - Biologiska slammet förloras ej
- **Befintliga bassänger kan utnyttjas**
 - Minskad ombyggnad
 - Minskad användning av betong
 - 3 ggr ökad biologisk kapacitet i befintliga volymer
 - Mark kvar för framtida expansion

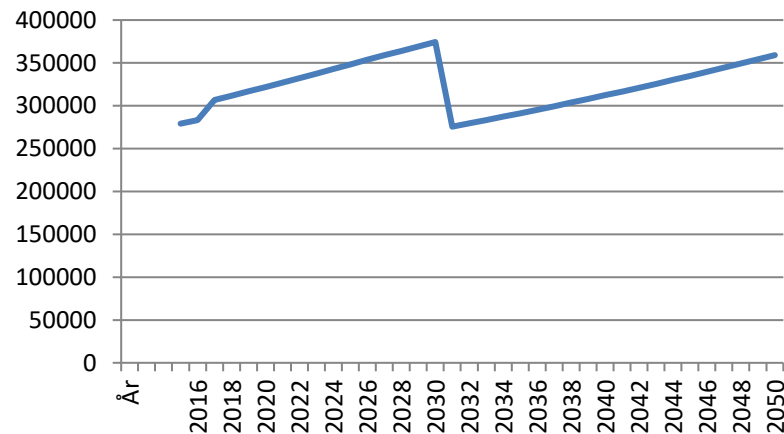


Ökad rening och kapacitet

Vattenrening för framtiden

- När ombyggnaden är klar kommer vi kunna ta emot 66 % mer avloppsvatten, Q_{max} (maximalt flöde) ökar från 6 000 till 10 000 m³/timme
- Dimensionerande flöde ökar från 4 500 till 6 600 m³/timme
- Utgående reningskrav har skärpts:
 - Kväve: 8 → 6 mg/l
 - Fosfor: 0,4 → 0,2 mg/l
 - BOD: 8 → 5 mg/l
- Tillåten anslutning 350 000 personekvivalenter
- 350 000 personekvivalenter bedöms motsvara 435 000 påkopplade fysiska personer
- Stockholm Vatten minskar sitt nyttjande 2027. Samtidigt ansluts Trosa och Ekerö

Anslutna pe



Anläggningens nya utformning



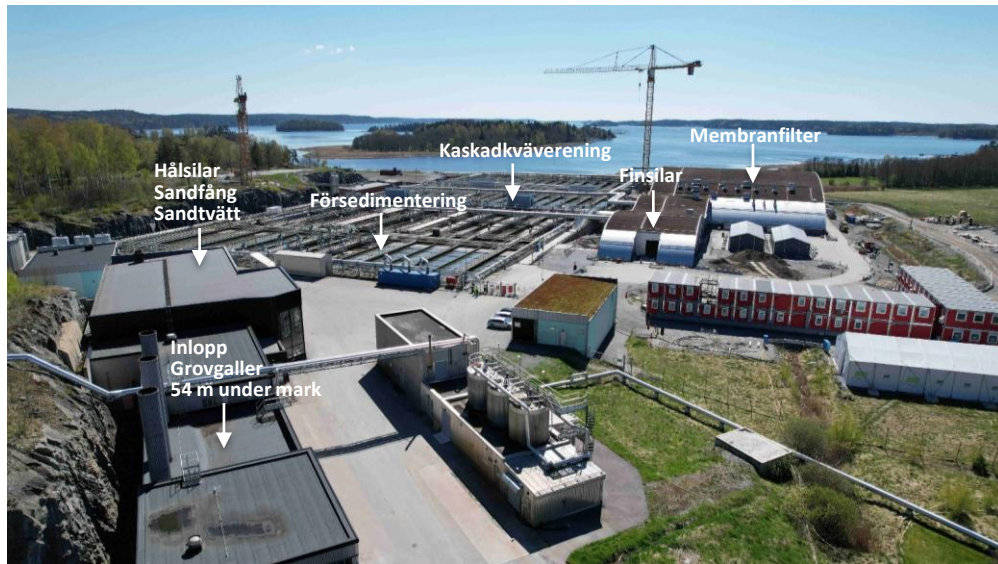
syvab 

Vi värnar vårt vatten!

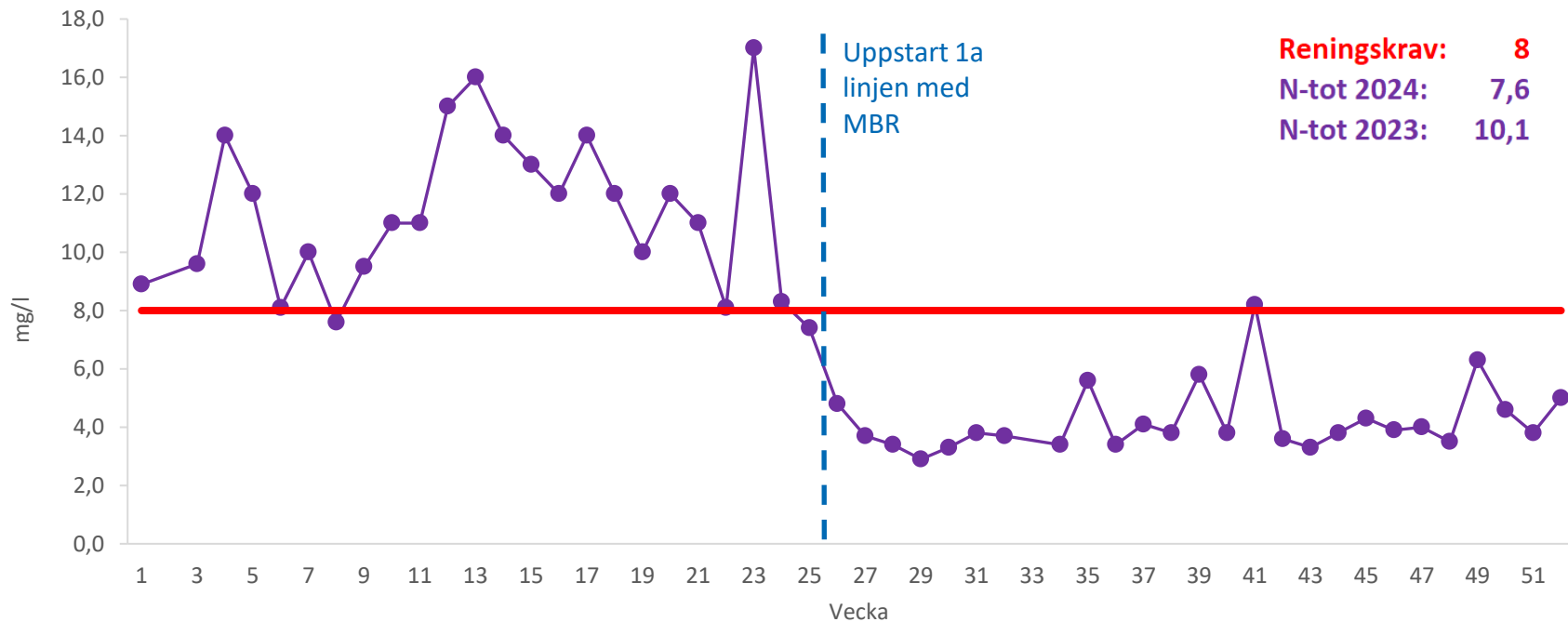
Östersjön

Vattnets väg genom verket

- Verket är en processindustri med ca 30 anläggningsdelar - som alla ska fungera ihop
- Anläggningsdelarna är uppdelade för:
 - Vattenrening
 - Gashantering
 - Slamhantering
- Vattenreningen passerar tio av dem och delas upp i fyra huvuddelar:
 - Förbehandling: inlopp, grovgaller (20 mm), hålsilar (6mm), sandfång, sandtvätt, försedimentering och finsilar (2mm)
 - Biologisk rening: Kaskadkvävering
 - Kemisk rening: järnsulfatdosering
 - Filtrering: Membranfilter

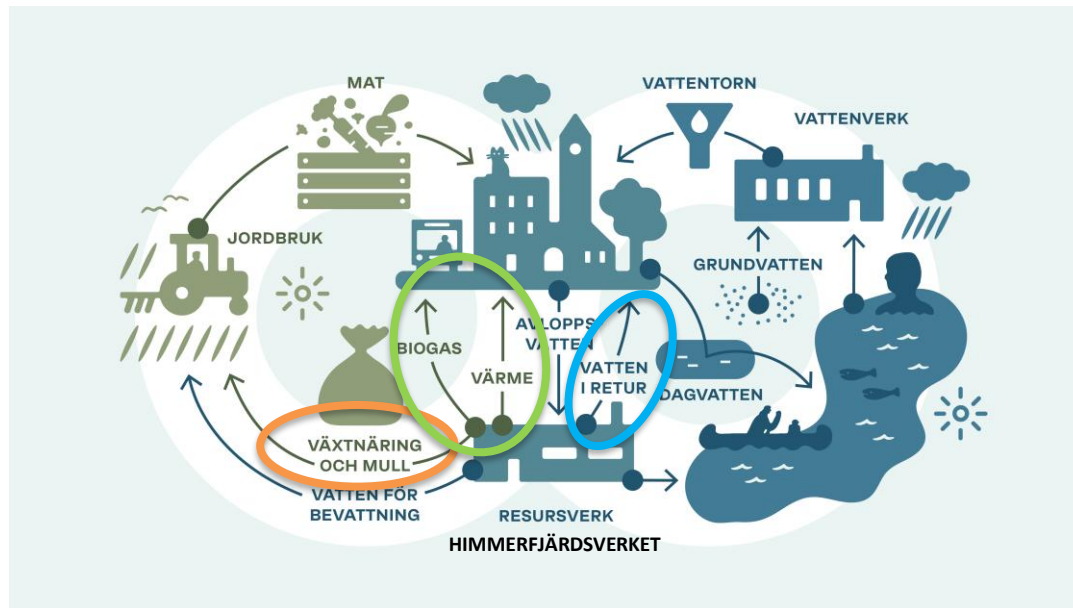


Reningsprestanda för kväve vid uppstart



Vi värnar vårt vatten!

Vi är en del av ett hållbart och cirkulärt samhälle



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Resurs: Biogas konverteras till el

- Vid reningsprocessen bildas slam
- Vid efterbehandling av slam bildas biogas
- All biogas konverteras till elproduktion
- 2026 Ställer vi om produktion från fordonsgas till egenproducerad el
- Installerat 2 st gasmotor på 1,5 MW/st, beräknad årlig produktion på 11 GWh
- Installerat 736 st solceller, på 550 W, beräknad årlig produktion 470 000 kWh
- Täcker 60-70 % av vårt behov av el



Resurs: Näringsrikt slam till åkermark

- Slam är en biprodukt som uppstår vid reningsprocessen av avloppsvatten
- Slammet är rikt på kväve, fosfor och mullbildande ämnen som blir ett bra gödningsmedel
- Slam kan ersätta mineralgödsel
- Himmerfjärdsverket är REVAQ-certifierat, vilket är en förutsättning för att få sprida slammet
- Allt slam är kontrollerat innan det sprids
- Nästan 100 % av vårt producerade näringsrika slam går till återbruk



Resurs: Vatten

- Ett renare avloppsvatten öppnar upp för möjlighet till återanvändning inom:
 - Intern användning
 - Som processvatten inom industrier
 - Till bevattning av:
 - Åkermark
 - Parker och grönområden
 - Golfbanor



Våra utmaningar och vem bär ansvaret



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Ansvarsfördelning – från kommun till verket

Kommunernas ansvar

- Äger och ansvarar för det kommunala ledningsnätet
- Ger tillstånd för anslutningar inom kommun
- Sköter uppsökande- och kontrollverksamhet inom kommun
- Ansvarar för drift och underhåll av kommunens ledningsnät



Syvabs ansvar

- Äger och ansvarar för tunnlarna
- Äger och ansvarar för reningsverket
- Drift och underhåll av reningsverket och tunnlarna



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

Få stopp på allt som kommer in från anslutna hushåll, företag och industrier



Mycket skräp fastnar i tunnlarna på väg till verket

- I Tunneln januari 2025
- Mellan Hågelby och Alby
- Hittade en "fläta" av våtservetter, trasor mm. Ca 250 m lång



Skräpet i tunnlar



syvab 

Vi värnar vårt vatten!

- Besiktning och service av tunnlar – här vid Masmo och mot Albysjön
- Påstick för att tömma lastbilar
- Tappad kabel - orsakade en 30 m lång "korv" av våtservetter

Här fastnar skräpet i vår anläggning

Grovgaller
Större än 22 mm



Hålsilar
Större än 6 mm



Finsilar
Större än 2 mm



Vi värnar vårt vatten!

Miljöprojekt för framtida utmaningar

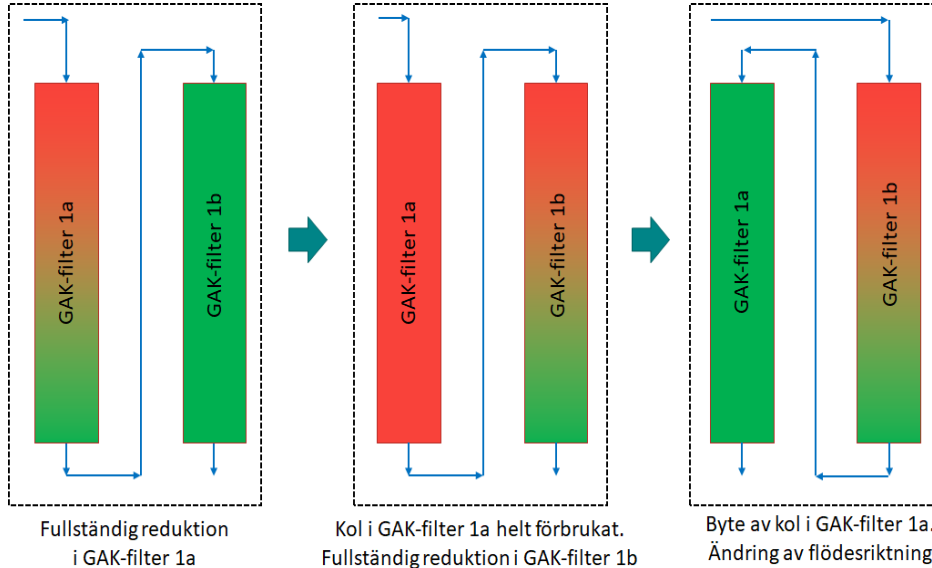
- Få bort läkemedel, PFAS och PFOS ur vattnet
 - I en pilot på Himmerfjärdsverket - kopia av nya anläggningen, motsvarar 0,18 % av fullskalan
 - Använder GAK-filter (aktivt kol)
 - I en pilot- på SWIC med PAK-MBR process (pulveriserat aktivt kol)
- Testkör nya anläggningsdelarna kaskadkväverening och membranfilter tillsammans med GAK – för att effektivisera processlösningen
- Försök för att minska klimatpåverkan
 - Producera egen kolkälla
 - Minska användning av kemikalier och energi
 - Minska utsläpp av växthusgaser
- Cirkulärt projekt - att kunna ersätta dricksvatten med renat avloppsvatten, s.k. tekniskt vatten vid ex bevattning av parker och grönområden



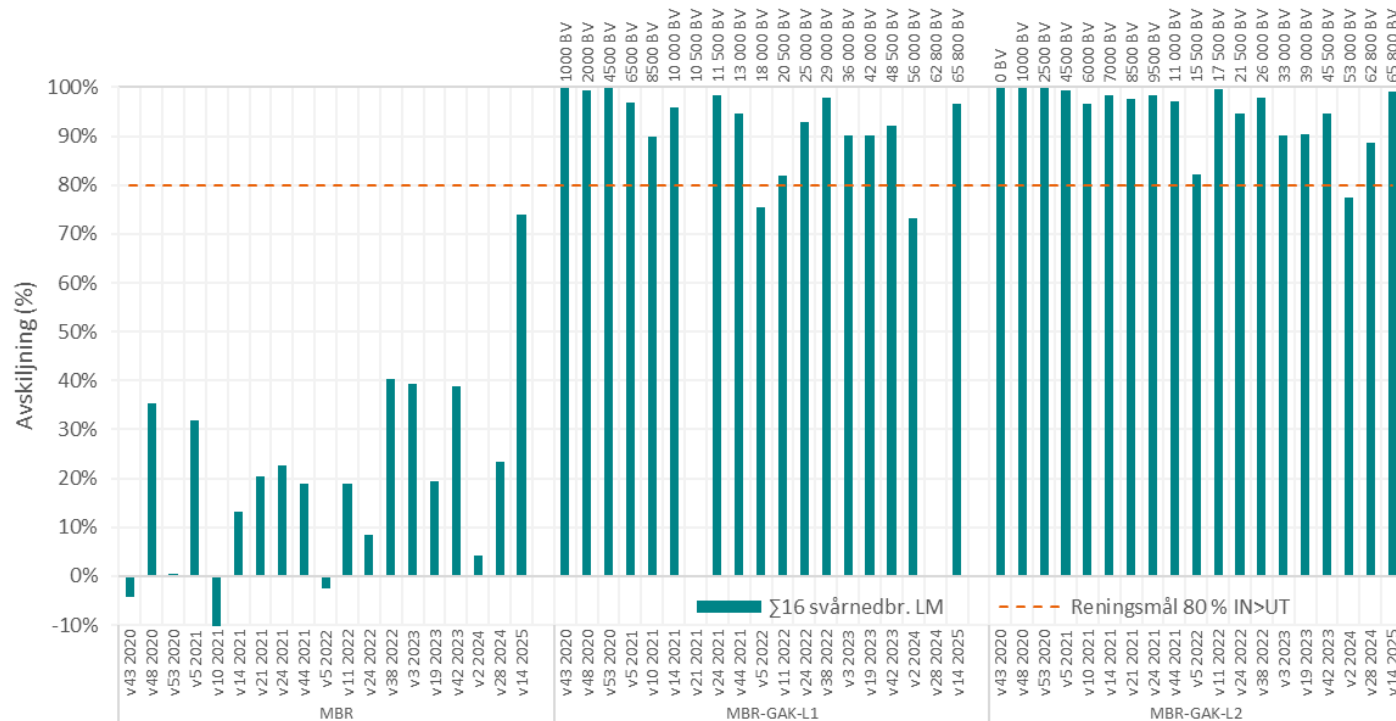
syvab 

Vi värnar vårt vatten!

MBR-GAK piloten



Resultat läkemedelsrening i MBR-GAK piloten



Article

Approaching Breakthrough: Resource-Efficient Micropollutant Removal with MBR-GAC Configuration

Christian Rammel ^{1,*}, Marion Salem ², Ross Roberts ², Andriy Malovanyy ¹, Heidi Lemström ² and Rahane Estahani ¹

¹ IRI, Swedish Environmental Research Institute, Box 21040, 100 31 Stockholm, Sweden; andriy.malovanyy@iri.se (A.M.); christian.rammel@iri.se (C.R.); ross.roberts@iri.se (R.R.); Heidi.Lemstrom@iri.se (H.L.); rahane.estahani@iri.se (R.E.)

Featured Application: The presented results are relevant for any existing or planned MBR installations facing the challenge of removing micropollutants. These findings offer significant opportunities for lowering operational costs and reducing the environmental footprint of tertiary treatment at wastewater treatment plants (WWTPs).

Abstract: The removal of micropollutants from municipal wastewater is crucial to mitigate negative environmental impacts on aquatic ecosystems. However, existing advanced treatment techniques often require extensive fossil resources to achieve the targeted removal of a broad range of micropollutants. This study presents the combination of Membrane Bioreactors (MBRs) and subsequent Granular Activated Carbon (GAC) filters as a resource-efficient solution. Based on long-term pilot studies at a municipal WWTP in Stockholm, Sweden, this investigation explores the MBR-GAC configuration as a sustainable alternative for quaternary treatment at WWTPs. Results from over three years demonstrate a high removal efficiency of over 80% for targeted pharmaceuticals and other organic micropollutants, such as per- and polyfluoralkyl substances (PFAS), from the WWTP inlet to the outlet. The synergy between MBR and GAC technologies provides this high removal efficiency with considerably lower resource consumption and cost compared to traditional GAC installations. No breakthrough of micropollutants has been observed to date indicating even better resource efficiency than presented in this paper.

Keywords: micropollutants; membrane bioreactor; activated carbon



Christian Rammel, C. Rammel, M. Salem, R. Roberts, A. Malovanyy, H. Lemström, H. Estahani, R. Estahani
Approaching Breakthrough: Resource-Efficient Micropollutant Removal with MBR-GAC Configuration. Appl. Sci. 2024, 14, 7790. <https://doi.org/10.3390/app1477790>

Academic Editor: Ding Sheng Lee

Received: 3 July 2024
Revised: 10 August 2024
Accepted: 10 August 2024
Published: 12 August 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Organic micropollutants (OMPs), such as pharmaceutical residues and per- and polyfluoralkyl substances (PFAS), frequently pass through modern wastewater treatment plants (WWTPs) and end up in aquatic environments [1–3]. Previous studies have shown that these substances can reach concentrations in water bodies that affect aquatic organisms [4–11] and OMPs discharged from WWTPs may enter the aquatic food web, impacting higher organisms such as fish-eating birds, mammals, and humans [1]. Environmental attributes are also linked to increased antibiotic resistance in bacteria, posing a global health threat [10,11].

The negative impact of OMPs and the need for their mitigation has been recognized by various authorities such as the Swedish EPA [12] and the Swedish Research Council for Environment [13]. At the European level, the newly presented Urban Wastewater Treatment Directive (EU 271/EEC) [14] will require quaternary treatment for certain OMPs at many WWTPs in member states, potentially extending further based on needs identified by the proposed amendment of the Environmental Quality Standards Directive (2000/60/EC) [15]. As current WWTPs usually cannot remove OMPs, various treatment technologies have

Appl. Sci. 2024, 14, 7790. <https://doi.org/10.3390/app1477790>

<https://www.mdpi.com/journal/applsci>

syvab

Vi värnar vårt vatten!

Rent vatten ÄR billigt!

- Priset för att rena avloppsvatten
 - 2028: 10 kr per kubik
 - 2024: 6,77 kr per kubik
- En person använder ca 140 liter per dag - kostnad
 - 2028: 1,26 kr per dag
 - 2024: 0,95 kr per dag
- Att fylla en 50 cl flaska med kranvatten kostar ca 1 öre
- Att köpa 50 cl vatten i butik kostar ca 25 kr

syvab 

Vi värnar vårt vatten!





I 50 år har vi stolt
värnat våra vatten

Det tänker vi
fortsätta med.

syvab 

Vi värnar vårt vatten!