



Foton: Oscar Samuelsson

## Projektet Rent blås har undersökt hur luftningssystem kan bli mer effektiva

Hur mår egentligen luftare på svenska avloppsreningsverk? Och finns det någon poäng med att underhålla dem på något annat sätt än att byta ut luftarmembranen vart åttonde år? Dessa obesvarade frågor var drivkraften till projektet Rent blås som har studerat luftare från sex svenska reningsverk och metoder för tillståndsbaserat underhåll.

Det är välkänt att luftning av de biologiska processerna är energikrävande. Men trots att luftarsystemet spelar en avgörande roll i reningsprocessen, är dess underhåll och övervakning ofta eftersatt. Internationella studier indikerar att upp till 40 procent av elförbrukningen är onödig och beror på igensättning och åldrande membran.

### Fakta: Tillståndsbaserat underhåll

Tillståndsbaserat underhåll innebär att man väljer underhållsåtgärder utifrån luftarens tillstånd i stället för att genomföra underhåll med fasta tidsintervall. Uttrycket är hämtat från det engelska begreppet condition-based maintenance.

En anledning till detta är att luftningssystemens underhåll traditionellt sett baseras på fasta underhållsintervall snarare än faktiska behov. Men de svenska erfarenheterna är begränsade, både vad gäller de verkliga underhållsbehoven och vilka underhållsmetoder som faktiskt fungerar.

Därför initierades projektet Rent blås för att studera:

- Omfattningen av åldrande och igensättning på luftare från svenska reningsverk, samt hur detta påverkar syreöverförings- och energieffektiviteten.
- Hur luftarnas prestanda kan övervakas för ett tillståndsbaserat underhåll.
- Nyttan med ett tillståndsbaserat underhåll.



# En avgörande del i projektet var att jämföra igensatta, rengjorda och oanvända luftare

Projektet är ett typexempel på hur tillämpad forskning bedrivs inom VA-kluster Mälardalen.

Den sju VA-organisationer stora projektgruppen identifierade och rangordnade först de högst prioriterade frågeställningarna som sedan utforskades i fem arbetspaket.

Initialt genomfördes en omvärldsanalys och litteraturstudie för att kartlägga vilka rengöringsmetoder som används runt om i världen.

En internationell referensgrupp knöts till projektet och delade med sig av värdefulla insikter. Genomgången av den vetenskapliga litteraturen användes även för att välja ut de mest praktiskt relevanta metoderna för att övervaka luftarnas tillstånd under drift. Metoder som projektdeltagarna senare implementerade på respektive verk, i olika omfattning.

## Hur mäter man luftarnas tillstånd?

Projektdeltagarna bidrog med egna använda luftare, vilket på vissa reningsverk krävde omfattande insatser med tömning av luftningsbassänger. Luftarna var av olika fabrikat med varierande ålder, vilket gav bra förutsättningar för att ge en bred bild av luftarnas tillstånd på svenska reningsverk.

De olika luftarna analyserades i en specialbyggd testanläggning med rent vatten för att undvika påverkan av störande ämnen och faktorer.



Syreöverföringseffektivitet och mottryck uppmättes för luftarna i både befintligt tillstånd och rengjort skick samt för oanvända luftare av samma modell och fabrikat.

Detta gjorde det möjligt att jämföra funktionen utifrån tillstånd, och därigenom separera effekterna av åldrande från effekterna av igensättning, vilket tidigare aldrig gjorts. En sådan uppdelning är avgörande för att kunna skilja på rotorsakerna och välja rätt motåtgärd vid tillståndsbaserat underhåll.

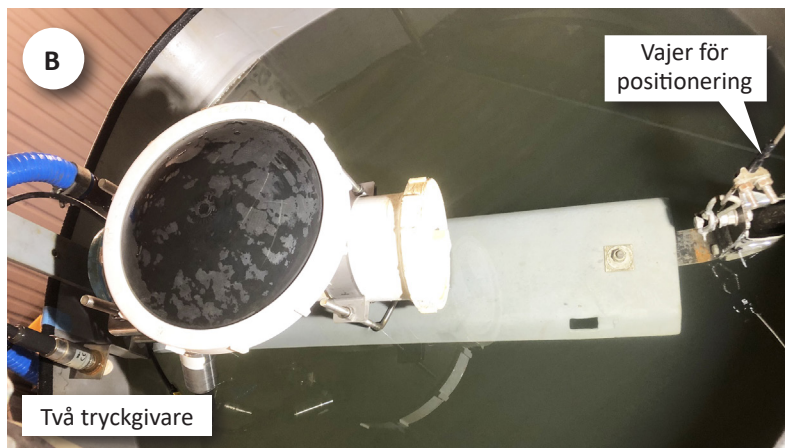
## Simulering för att kvantifiera nyttan

För att förstå nyttan med ett tillståndsbaserat underhåll behöver energieffektiviteten studeras utifrån olika rengörings- och utbytesintervall. Ett sådant försök är tidsödande och det skulle ta flera år att samla in data på hur snabbt olika membran sätter igen och åldras.

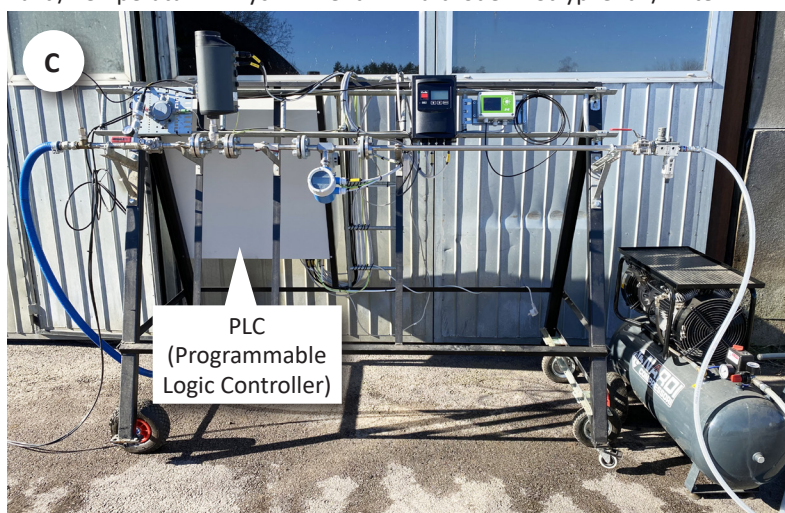
För att komma runt detta problem utvecklades i stället en modell som beskrev en fiktiv igensättnings- och åldringshastighet utifrån de genomsnittliga värdena och resultaten av renvattenförsöken. Luftarmodellen kunde sedan simuleras med olika underhållsintervall där effekterna på elanvändningen kunde kvantifieras med en traditionell processmodell.



*Till skillnad från tidigare studier skilde det här projektet på effekter av åldrande av membranmaterialet och igensättning av membranen, vilket är avgörande för att kunna välja rätt underhållsåtgärd.*



**Instrument:**  
Fukt / Temperatur – Tryck – Ventil – Luftflöde – Strypventil / Filter



Projektet har undersökt olika luftare från sex svenska reningsverk i en specialbyggd försöksanläggning och analyserat syreöverföringseffektivitet och tryckfallet över luftarna.

## Regelbunden övervakning visar underhållsbehov

Projektet har stärkt insikten om att luftare åldras och sätter igen vilket leder till ökad energiåtgång och försämrad funktion om inte motåtgärder sätts in i rätt tid. Omfattningen av igensättning och åldrande varierade stort, vilket tyder på att material hos luftare och de lokala förutsättningar påverkar underhållsbehoven.

Åldrande visade en större påverkan på syreöverföringseffektiviteten än igensättning (upp till 25 procents försämring jämfört med 10 procents försämring). Igensättning från bland annat biofilmspåväxt gav däremot den största mottrycksökningen (upp till 40 mbar och cirka dubbelt så högt som en ny luftare).

Men det finns verktyg för att upptäcka dessa prestandaförändringar i tid genom att tillämpa olika övervakningsmetoder. Övervakning av mottryck och syreöverföringseffektivitet via nyckeltalsberäkningar är de enklaste sätten att få indikationer på

underhållsbehov även om det finns flera metoder för att upptäcka förändringar i luftarnas effektivitet.

Det krävs dock uthållighet för att slutföra implementering av övervakningsmetoderna. Framför allt för att anpassa beräkningarna till de lokala förutsättningarna, vilket kan kräva både kunskapsutbyte och fördjupning i metodiken.

Resultaten har tydligt visat att rengöringsintervall och membranbyten bör väljas utifrån verkliga driftsdata. En analys av driftsdata från de deltagande reningsverken visade att regelbunden övervakning av dynamiskt våttryck (DWP) och syreöverföringseffektivitet (SOTE) kan ge en god indikation på när underhållsåtgärder är nödvändiga.

De simuleringar som gjordes på en fiktiv anläggning indikerar att täta rengöringsintervall, ned till årsvisa rengöringar och membranbyte vart femte år, har potential att minska elförbrukningen med drygt tio procent.

# Några råd från projektdeltagarna

Projektet har visat att tillståndsbaserat underhåll kan bidra till en bättre drift av luftarsystem med minskad energiåtgång på svenska reningsverk.

För att nå dit ges några råd på vägen:

- 1. Implementera regelbunden motionering av luftarmembranen.**  
En enkel men effektiv metod för att minska igensättning och förlänga luftarnas livslängd.
- 2. Säkerställ förmågan att genomföra underhåll.**  
Se till att det rent praktiskt går att tappa ned bassänger, stänga luckor och genomföra membranbyte vid ett underhållsfönster.
- 3. Tillämpa dynamisk övervakning.**  
Implementera mätning av tryck- och syreöverföringseffektivitet för att identifiera prestandaförsämring i ett tidigt skede.
- 4. Optimerade rengöringsintervall.**  
Baserat på övervakningsdata kan rengöringen planeras mer strategiskt, vilket minskar energiåtgången och förbättrar luftningseffektiviteten och säkerställer därmed luftningssystemet funktion.
- 5. Val av rengöringsmetod.**  
Kemisk rengöring genom tillsats av myrsyra, saltsyra eller ättiksyra i luftningssystemet under drift kan vara en effektiv lösning för luftningssystem som ofta sätter igen. Vilken typ av syra, koncentration och frekvens som krävs för att lösa igensättningar kräver ytterligare studier.
- 6. Flexibel underhållsstrategi.**  
I stället för fasta utbytesintervall bör membranbyte ske när prestandan minskar avsevärt och inte kan återställas genom rengöring.
- 7. Utbildning och kompetensutveckling.**  
Utbilda driftpersonalen i underhållsstrategier och tillståndsbaserat underhåll av luftare för att säkerställa optimal drift av luftarsystemet.

Genom dessa åtgärder kan svenska reningsverk sänka sin elanvändning och driva sina anläggningar mer resurseffektivt och klimatsmart.

VA-kuster Mälardalen är ett samarbete för forskning och utbildning inom vatten- och avloppsområdet. Medlemmar är universitet och högskolor, VA-organisationer och forskningsinstitut. Klustret är en del av Svenskt Vattens satsning på projektprogram för högskolor och universitet och får finansiellt stöd från Svenskt Vatten Utveckling och från VA-organisationer i Mälardalsregionen.

## Projektet Rent blås

Projektnamn: Rent Blås – övervakning och underhåll av luftarsystem

Period: 2022-2024

Samarbetspartner: IVL Svenska Miljöinstitutet, VA SYD, Gryaab, Motala kommun, Nodra, Stockholm Vatten och Avfall, Tekniska Verken i Linköping, Uppsala Vatten och Avfall, University of California, Xylem och Uppsala universitet.

## Finansiering

Budget: 3 350 000 SEK

Finansiärer: SIVL (Stiftelsen Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning), Svenskt Vatten Utveckling, VA SYD, Gryaab, Motala kommun, Nodra, Stockholm Vatten och Avfall, Tekniska Verken i Linköping och Uppsala Vatten och Avfall.

## Läs mer om projektet

- ▶ [Bättre luftning ger mer energieffektiv avloppsrening](#)
- ▶ [Övervakning och underhåll av luftarsystem: Tillståndsbaserat underhåll för ökad energieffektivitet på avloppsreningsverk](#)
- ▶ [Differentiating fouling from ageing for a condition-based diffuser maintenance](#)

## Kontakt



**Oscar Samuelsson**  
Projektledare  
[oscar.samuelsson@ivl.se](mailto:oscar.samuelsson@ivl.se)



**Simon Bengtsson**  
Forskningsledare  
[simon.bengtsson@vasyd.se](mailto:simon.bengtsson@vasyd.se)



VA-kuster Mälardalen