

# Pilotförsök Linje 1

# MembranBioReaktor

## Hammarby Sjöstadsverk

*Stockholms framtida avloppsrening*

*Projektrapport*



## *Bakgrund*

### **Stockholms framtida avloppsrening**

Stockholm växer med cirka 1,5 procent per år, motsvarande 15 000-20 000 personer, och är därmed en av Europas snabbast växande städer. Sveriges åtagande enligt Baltic Sea Action Plan, BSAP, och EU:s vattendirektiv kommer att resultera i skärpta reningskrav med avseende på kväve och fosfor för reningsverken. De nya kraven i kombination med en ökad anslutning gör att reningen av avloppsvatten måste byggas ut. Utbyggnad av rening i den växande staden ställer stora krav på Stockholm Vattens avloppsreningsverk. För att hantera dessa nya förutsättningar har Stockholm Vatten utrett fyra alternativ och kommit fram till en inriktning där Bromma reningsverk läggs ner och avloppsvatten som tidigare behandlats där överleds till Henriksdals reningsverk, som byggs ut för en ökad anslutning och skärpta reningskrav. Möjligheterna till att utveckla Henriksdals reningsverk är goda och med ny teknik kan befintliga volymer nyttjas optimalt. I utredningar kring Stockholms Framtida Avloppsrening konstateras att det biologiska reningssteget på Henriksdal kan möta de nya förutsättningarna genom att införa membranseparation. Membranseparation innebär att det aktiva slammet som används för biologisk kväve- och fosforreduktion separeras via en fysisk barriär snarare än via gravimetrisk sedimentation som i dagsläget. Tekniken med membranseparation för avloppsvattenrening har funnits länge men är ny och obeprövad för Stockholm Vatten.

För att bygga upp kunskapen om tekniken samt för att visa på möjligheterna och kapaciteten i en framtida anläggning utbyggd med membranteknik beslutades att pilotförsök ska genomföras. Pilotförsöken ger en möjlighet att optimera den biologiska reningen i mindre skala för att nå en effektiv reningsprocess i fullskala. Försöken genomförs gemensamt av Stockholm Vatten och IVL Svenska Miljöinstitutet på forskningsanläggningen Hammarby Sjöstadverk, som ägs gemensamt av IVL och KTH. IVL Svenska Miljöinstitutet ansvarar för att driva försöken och utvärderar tillsammans med Stockholm Vatten resultaten.

## Syfte

De huvudsakliga syftena med försöken är att:

- Ge information om vilka val och möjligheter som finns för att utforma processen i full skala på Henriksdal samt hur dessa val påverkar reningen.
- Få drifterfarenhet från en membranläggning; Hur mycket drift- och underhållsarbete som krävs, vilka problem som kan uppstå etcetera.
- Visa funktion och driftstabilitet, att processen och membransystemet klarar de krav som ställs på avloppsreningen i Stockholm.

## Mål

Inför försöket ställdes det upp målvärden avseende reningsresultatet som ska uppnås med processlösningen. Dessa målvärden baseras på förväntade framtida reningskrav och är betydligt hårdare än dagens krav:

**Tabell 1:** Målvärden för försöket baseras på förväntade framtida reningskrav.

Parameter	Enhet	Dagens krav	Målvärden för försöket
Biologiskt nedbrytbart material, BOD <sub>7</sub>	mg/l	8	6
Partiklar, SS	mg/l	-	<2
Kväve, Tot-N	mg/l	10	6
Fosfor, Tot-P	mg/l	0,3	0,2

## Membranteknik

I ett konventionellt avloppsreningsverk renas vattnet med hjälp av ett biologiskt slam bestående av bakterier och andra mikroorganismer. Slammet avskiljs sedan från det reade vattnet genom sedimentering, slammet sjunker till botten i en bassäng och förs tillbaka till processen, och det reade vattnet tas ut. Sedimenteringen bygger på att slamflocken kan avskiljas från det reade vattnet med hjälp av gravitationen. En membranbioreaktor, MBR, bygger på principen att avskilja slammet från det reade vattnet genom att filtrera vattnet genom ett membran, med en porstorlek mellan 0,02-0,4 µm. I pilotförsöken används membran med porstorlek 0,2 µm.

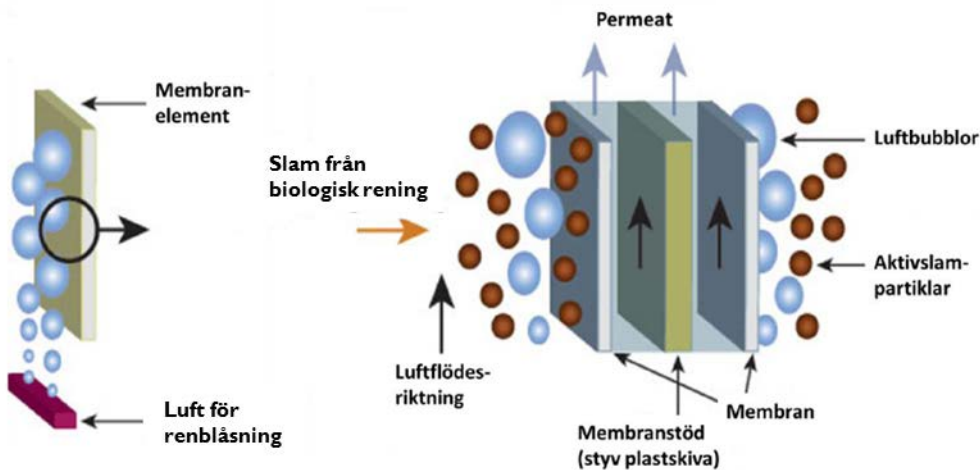
Fördelarna med en MBR istället för traditionell sedimentering är bland annat:

- Det reade vattnet är partikelfritt.

- Den effektiva separationen av slammet innebär att en större slammängd kan hållas inom befintliga processvolym, vilket ger en större kapacitet att behandla föroreningar i avloppsvattnet. Mer vatten kan alltså renas inom en mindre volym.
- Att införa rening av läkemedelsrester underlättas, då partiklar och annat organiskt material som kan störa den processen tas bort av membranen.

För att hålla membranerna rena så att vattnet kan filtreras blåses luft, som drar av slam och partiklar som fastnat, över membranytan. Membranerna behöver också regelbunden rengöring med kemikalier, vanligtvis natriumhypoklorit och citron- eller oxalsyra, för att bibehålla kapaciteten och kunna fortsätta filtreringen.

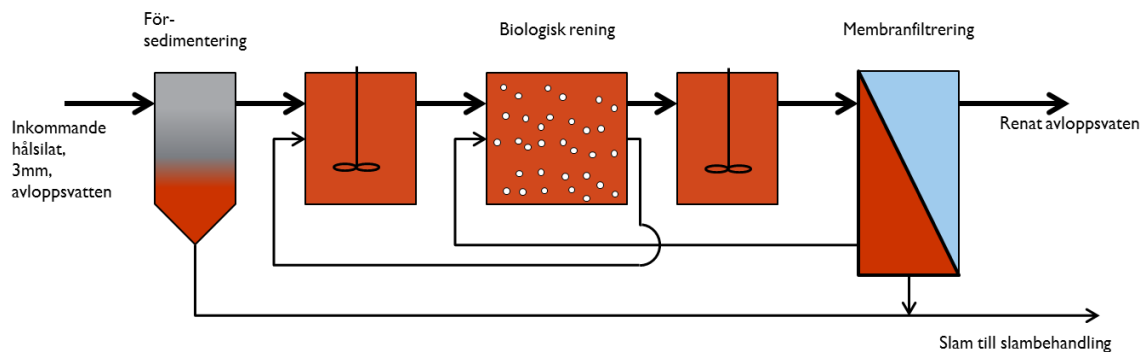
Det finns i huvudsak två sorters membran som används för avloppsrening; Hollow Fibre (HF, hålfiber), där membranet sitter på ytan av ihåliga trådar och permeatet passerar in i trådarna för att pumpas vidare ut ur verket, och Flat Sheet (FS, plattmembran), där membranet sitter på plattor och permeatet passerar in i hålrum i plattorna och vidare ut. Principen för de båda sorterna är densamma, en fysisk barriär för filtrering, men det finns skillnader i detaljer, se figur 1 för schematisk bild avseende Flat Sheet. I pilotanläggningen används membran av typen Flat Sheet.



**Figur 1:** Flat Sheet-membran, med schematisk beskrivning av luftrengöring och filtrering.

Överlag kan man säga att Hollow Fibre kräver mindre luftning för kontinuerlig rengöring men mer kemikalier jämfört med Flat Sheet. I pilotförsöken används membran av typen Flat Sheet, som generellt innebär en enklare drift.

Under sommaren 2013 byggdes försökslinje 1 på Hammarby Sjöstadverk om för att efterlikna den biologiska process som kommer införas vid Henriksdals reningsverk, se figur 2.



**Figur 2:** Principiell skiss över reningen i försökslinje 1, efter ombyggnation.

Processen innefattar grovrening och finsil i ett steg, där grövre material och partiklar större än 3 mm avskiljs. Därefter kommer ett försedimenteringssteg där sedimenterbart material kan avskiljas innan vattnet går in i den biologiska reningen, följt av membranseparation. Vid ombyggnaden anpassades den biologiska reningen med nya zonindelningar och membranseparation installerades istället för eftersedimentering och sandfilter som fanns tidigare.

Den totala volymen i det biologiska reningssteget är ungefär  $27 \text{ m}^3$ , vilket är cirka 0,013 procent av den totala volymen på Henriksdals reningsverk. Det innebär att linjen är dimensionerad för att behandla vatten motsvarande 200 personer, runt  $2,6 \text{ m}^3/\text{h}$  vid normala flöden, med ett maximalt flöde på cirka  $4,8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Anläggningen driftsattes under september 2013 genom att biologiskt slam från Henriksdals reningsverk ympades in. Då reningen är en biologisk process behöver den trimmas in under en längre tidsperiod innan mikroorganismerna anpassat sig till den nya miljö de befinner sig i.

Hittills har försöken fokuserat på att erhålla en stabil drift av den biologiska reningen och membranseparationen, med så likartade förhållanden som på Henriksdal som möjligt. Målet är att få kväve- och fosforrening att fungera på ett bra sätt så att man klarar de krav som är ställda för just de näringsämnena. Kvävereningen sker i huvudsak genom biologisk nitrifikation och denitrifikation, på samma sätt som konventionella reningsverk. Fosforreningen sker via kemisk fällning med järnsulfat.

## *Resultat*

Inför försöket ställdes det upp målvärden för reningen som ska uppnås med processlösningen. Den separation av slammet som görs över membranen gör att målen för organiskt material ( $BOD_7 < 6 \text{ mg/l}$ ) och partiklar ( $SS < 2 \text{ mg/l}$ ) har nåtts under hela försöksperioden, då båda dessa parametrar varit under detektionsgränsen för analyserna som gjorts.

Att få igång kvävereningen prioriterades först och detta gjordes under hösten 2013. I december uppnåddes önskad kväverening och den kemiska fällningen för att reducera fosfor inleddes. I dagsläget, maj 2014, fungerar båda processerna mycket bra och både kväve och fosfor når uppsatta målvärden ( $6 \text{ mg/l}$  för kväve och  $0,2 \text{ mg/l}$  för fosfor) med marginal. Vi kan alltså redan i det här skedet konstatera att både processen och membranen klarar de mål som ställts för den framtida avloppsreningen i Stockholm.

Andra viktiga resultat från försöken så här långt är erfarenheter från driften och underhåll av membranen, vilket hittills har varit mycket enkelt och problemfritt. Det är en viktig erfarenhet för framtiden.

## *Fortsatta försök*

Både kväve- och fosforreningen kommer att optimeras inom den närmaste tiden. Under pilotförsöket kommer gränserna för vad som går att uppnå med reningen under rimliga förhållanden att testas. Membranen i sig kommer också att testas, hur de beter sig vid olika flöden, hur igensättningen påverkas av driften av den biologiska reningen och vad som händer om rengöringen av membranen ändras. Olika processlösningar för hela försökslinjen kommer också att studeras och utvärderas, både under detta år och under nästa. Allt för att få en så optimal process som möjligt med låg resursförbrukning och minimal miljöpåverkan.

## *Mer information*

Mer information om pilotförsöken finns både på hemsidorna till Stockholm Vatten ([www.stockholmvatten.se](http://www.stockholmvatten.se)) och IVL Svenska Miljöinstitutet/Hammarby Sjöstadsverk ([www.ivl.se/www.hammarbysjostadsverk.se](http://www.ivl.se/www.hammarbysjostadsverk.se)). Kontaktpersonerna för försöken är

- Niklas Dahlén 08 5221 35 55 & Jonas Grundestam 08 5221 22 88 (SVAB)
- Oscar Samuelsson 08 5985 64 64 & Christian Baresel 08 5985 64 06 (IVL)