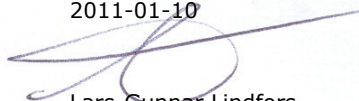


Hammarby Sjöstadsverk

Uppstart av Försöks- och Demonstrationsanläggningen för Framtidens Kommunala VA- teknik

Christian Baresel, Mats Ek, Östen Ekengren, Erik Levlin,
Lars Bengtsson, Jozef Trela, Elzbieta Plaza
B1954
Januari 2011

Rapporten godkänd
2011-01-10



Lars-Gunnar Lindfors
Senior Advisor

<p>Organisation</p> <p>IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.</p>	<p>Rapportsammanfattning</p>
<p>Adress</p> <p>Box 21060 100 31 Stockholm</p>	<p>Projekttitel</p> <p>Försöks- och Demonstrationsanläggning för Framtidens Kommunala VA-Teknik (Hammarby Sjöstadswerk)</p> <p>Anslagsgivare för projektet</p> <p>Stiftelsen Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning, SIVL Svenskt Vatten Utveckling, ITT Water and Wastewater,</p>
<p>Telefonnr</p> <p>08-598 563 00</p>	
<p>Rapportförfattare</p> <p>Christian Baresel, Mats Ek, Östen Ekengren, Erik Levlin, Lars Bengtsson, Jozef Trela, Elzbieta Plaza</p>	
<p>Rapporttitel och undertitel</p> <p>Hammarby Sjöstadswerk Uppstart av Försöks- och Demonstrationsanläggningen för Framtidens Kommunala VA-Teknik</p>	
<p>Sammanfattning</p> <p>Sjöstadswerket är en unik resurs för att utveckla VA-forskning i Sverige och internationellt. Stockholm Vatten överläter (1/1 2008) hela försöksanläggningen för fortsatt experimentell verksamhet inom VA-området till en FoU grupp ledd av IVL och KTH. Det primära målet är först att säkerställa kontinuiteten i driften och kostnader för detta ska täckas genom projektstöd från olika intressenter. Tanken är att all verksamhet skall finansieras genom olika projekt. Forskningsinriktningen kommer att beslutas av en FoU styrelse där finansörerna sitter med. Tre huvudmål för drift av anläggningen har definierats: A. Utveckling och optimering av befintliga metoder och processkonfigurationer för resurseffektiv avloppsvattenrening. B. Utveckling av nya innovativa metoder och processkonfigurationer för förbättrad behandling av vattenfas samt sidoströmmar. C. Testning samt utvärdering av utrustningar för vattenreningsteknik, specifika komponenter och system med fokus på världsmarknaden. Relevanta projektförslag för svensk VA-teknik kan delas upp i åtta huvudområden: 1. Krav på ingående vatten, 2. Optimering av befintliga aeroba och anaeroba processer, 3. Kompletterande rening, 4. Processtyrning samt mätteknik, 5. Behandling av sidoströmmar, 6. Klimateffektiv behandlingsteknik, 7. Biogasproduktion, 8. Nya innovativa tekniker och processer. Från dessa huvudområden prioriterar Svenskt Vatten i samråd med ITT Flygt, NV och övriga FoU-styrelseledamöter vilka konkreta projekt som ska startas upp.</p>	
<p>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</p> <p>Sjöstadswerket, VA-forskning, FoU, resurseffektiv avloppsvattenrening, processtyrning, Biogasproduktion, innovativ separationsteknik.</p>	
<p>Bibliografiska uppgifter</p> <p>IVL Rapport B1954</p>	
<p>Rapporten beställs via</p> <p>Hemsida: www.ivl.se, e-post: publicationservice@ivl.se, fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm</p>	

Innehållsförteckning

1	Bakgrund.....	2
1.1	Hammarby Sjöstadsverk	2
1.1.1	Tidigare och framtida mål	2
1.1.2	Vision för Sjöstadsverket.....	3
1.1.3	Tidigare verksamhet vid Sjöstadsverket.....	3
1.2	Forskning inom VA-teknik.....	4
1.2.1	Problembeskrivning	5
1.2.2	Motiv för teknisk utveckling av avloppsreningsprocesser	5
1.3	Projektmålsättning	7
2	Utvärdering av uppstartsfasen.....	8
2.1	Organisation.....	8
2.2	Verksamhetsområden.....	9
2.3	Pågående projekt	10
2.3.1	Borttagning av läkemedelsrester i avloppsvatten.....	10
2.3.2	Effektivisering av biogasproduktion	11
2.3.3	Teknik för styrning och optimering av deammonifikation.....	12
2.4	Samarbeten.....	14
2.4.1	Forskningskluster i Mälardalen.....	14
2.4.2	Miljöteknik för tillväxt	15
2.5	Dynamisk miljö för olika aktiviteter.....	16
3	Kvantitativa resultat	17
3.1	Hittills uppnådda resultat i de pågående FoU projekten	17
3.2	Samarbeten	17
3.3	Publikationer/seminarier/press	18
3.4	Ansökningar	18
3.5	Utbildning.....	19
3.6	Marknadsföring	19
4	Planerade aktiviteter/projekt.....	19
5	Framtidsutsikter.....	20
6	Slutsatser	21

1 Bakgrund

1.1 Hammarby Sjöstadswerk

Den 1 januari 2008 tog ett konsortium bestående av Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) och IVL Svenska Miljöinstitutet över driften av pilotreningsverket Sjöstadswerket. Anläggningen som är belägen i anslutning till Hammarby Sjöstad och Henriksdals reningsverk invigdes officiellt i oktober 2003. Med hjälp av pengar från LIP programmet samt Stockholm Vatten investerades runt 35 MSEK i anläggningen som var avskriven år 2007. I samband med övertagandet så fick KTH/IVL ett finansiellt stöd från bl.a. Svenskt Vatten Utveckling med syfte att starta upp aktiviteter på anläggningen.

1.1.1 Tidigare och framtida mål

Uppbyggnaden av Sjöstadswerket skedde under 2002/2003 med målsättning att halvera flera olika faktorer jämfört med Henriksdalsverket. Detta gällde specifikt avloppsvattenflöde in till anläggningen (minskad vattenförbrukning i Hammarby Sjöstad pga. effektivare vatteninstallationer i bostäder och ingen tillförsel av dagvatten/dräneringsvatten), och halvering av halter av olika ämnen som organiskt material, närsalter och olika miljöfarliga ämnen i utgående avloppsvatten. Därtill skulle man sträva att återföra så mycket som möjligt av fosfor, och eventuellt också kvävet, till jordbruket på ett uthålligt sätt.

Vid ett politiskt beslut som kom i samband med ändrad politiskt ledning i Stockholm 2006, bestämdes att Stockholm Vatten skulle prioritera s.k. kärnverksamhet. Detta innebar att verksamheten kring Sjöstadswerket inte längre betraktades som Stockholm Vattens ansvar och förfrågan kom till KTH och IVL att gemensamt ta över denna verksamhet. I huvudsak innebar förslaget att parterna kunde ta över anläggningen i befintligt skick och sedan svara för driftkostnaderna och utveckla FoU verksamheten via olika aktiviteter vid verket. Övertagandet skedde vid årsskiftet 2007/2008.

KTH/IVL hade som målsättning att med hjälp av Sjöstadswerket som unik forskningsanläggningen utveckla VA-forskningen både i Sverige och internationellt. Detta genom att Sjöstadswerket skulle möjliggöra ett långsiktigt samarbete mellan forskare, kommunala VA-verk och industri. Tanken var att anläggningen skulle erbjuda möjligheter till tester, analysverksamhet, demonstrationer etc. Den skulle även användas i utbildningssyfte och i samverkan med nationella och internationella gästforskare. Samarbetet mellan olika aktörer och med Sjöstadswerket som naturlig bas både för experiment och för utbildning skulle sedan vidareutvecklas mellan KTH/IVL, andra högskolor/universitet, samt kommunal och industriell verksamhet, och på sikt även internationellt med t.ex. EU-program. På lång sikt skulle samarbetet underlätta för svensk exportindustri att lösa angelägna avloppsreningsfrågor i t.ex. Östeuropa och tredje världen.

När Sjöstadswerket togs över av KTH/IVL var målet således att fortsätta forskning och utveckling av resurseffektiva metoder och utrustningar för renings- och separationsteknik av avloppsvatten. Förutom den FoU-grupp vid KTH som traditionellt jobbar med vattenreningsteknik har flera andra institutioner verksamhet eller kompetens kring avloppsvattenrening. Därför fanns förhoppningen

att Sjöstadsverket ska kunna utvecklas till att bli en nationell/internationell samlingsplats för forskning, utveckling och demonstration.

1.1.2 Vision för Sjöstadsverket

Inför övertagandet formulerades en vision för vad anläggningen skulle bli och hur den skulle användas i framtiden. Denna vision är i högsta grad aktuell och KTH/IVL jobbar aktivt för att visionen blir verklighet. Följande punkter ingick i visionen:

- Sjöstadsverket ska utgöra kärnan för Sveriges ledande FoU verksamhet inom avloppsvattenreningsteknik som kännetecknas av ett långsiktigt samarbete mellan forskare (KTH, IVL, andra universitet/högskolor, andra forskningsinstitut och företag samt övriga verksamheter med stark inriktning mot FoU och behov av att utvärdera forskningsresultat), kommunala VA-verk och industri.
- Anläggningen med möjligheter till försök, demonstration, analysverksamhet m.m. används för utbildning inklusive examensarbeten och samverkan med gästforskare nationellt och/eller internationellt.
- Verksamheten på Sjöstadsverket bidrar till effektivisering av befintlig teknik/metoder samt till implementeringen av nya hållbara tekniker/metoder som minskar klimatpåverkan och resursanvändning på reningsverk; KTH, IVL och andra intressenter/aktörer som äger anläggningen drivar verksamheten med ökade anslag från olika nationella och internationella (främst EU) FoU program.
- Sjöstadsverket etableras som referens/demonstrationsobjekt samt samlingspunkt för svensk vattenreningsteknik som bidrar till att både upprätthålla den befintliga kompetensen och till kompetensutveckling inom vattenreningsteknik; detta leder även till en avsevärd ökning av export av svensk miljöteknik.

1.1.3 Tidigare verksamhet vid Sjöstadsverket

Sjöstadsverket hade som målsättning att efter olika utvärderingar ge underlag för att bygga ett fullskaleverk för Hammarby Sjöstad med bästa tillgängliga teknik. Senare kom målsättningen att inriktas mot att ge underlag för förbättringar vid Stockholmsverken utifrån processtudierna och en speciell linje installerades som efterliknade processtekniken vid Henriksdal. Medel tillskötts bl.a. från den s.k. miljömiljarden med t.ex. ett större projekt om läkemedelsrester. En betydande del av verksamheten har redovisats genom ett 30-tal examensarbeten från olika högskolor och universitet.

En viktig del var att redovisa systemfunktion med kombination av olika processteg och olika behandlingslinjer installerades:

- Linje 1 liknande Henriksdalsverket (förfällning, biologisk kvävereduktion, sandfiltrering och därtill möjligheter till biologisk fosforreduktion).
- Linje 2 med trumfilter i stället för försedimentering följt av en aerob membranbioreaktor (MBR)
- Linje 3 med anaerob fluidiserad bädd, som dock inte kunde fås att fungera tillfredsställande
- Linje 4 med anaerob teknik med s.k. UASB-reaktor (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) och med möjligheter att förbehandla vattnet med fällning och separation med sedimentering eller flotation och som behandling efter UASB nitrifikation/denitrifikation med hjälp av bärrmaterial och trumfilter för avskiljning av suspenderat material
- Linje 5 med slamhantering med slamförtjockare, rötning, slamtankar och avvattning med centrifug
- Linje 6 med anaerob MBR kombinerad med omvänd osmos (RO) för närsaltavskiljning

Resultat från försök med de olika linjerna kan således ge både kunskaper om olika komponenter, processdelsteg och systemfunktion (se bilaga 1). Bland de positiva resultaten från tidigare försök är följande:

- Den linje som skulle simulera driften i Henriksdal visade sig ge representativa resultat. BioP fungerade, men krävde för det här vattnet en extra kolkälla förutom förhydrolys. Det gick att fälla ut fosfor från röt-kammarrejekt som en kristallin produkt.
- Trumfiltrering är ett klart alternativ till försedimentering. Aerob MBR fungerade tekniskt mycket stabilt med slamhalter mellan 12 och 20 g/L. Utgående vatten är partikelfritt och det är därmed lätt att separera närsalter med omvänd osmos, RO. Vattnet från MBR har stor potential för återanvändning då det inte innehåller parasiter eller patogena bakterier.
- Det har visat sig möjligt att producera biogas vid direkt anaerob behandling av kommunalt avloppsvatten utan uppvärmning även under vintern.
- Biologiskt behandlat vatten kunde separeras med RO till över 98 % mycket rent vatten och mindre än 2 % koncentrat med nästan alla närsalter.
- Separat hantering av toalettavlopp i en anaerob MBR och RO kan ge så mycket biogas och växtnäring att det ur energisynpunkt är minst likvärdigt med dagens system.

1.2 Forskning inom VA-teknik

Miljöteknik är en expanderande verksamhet där avloppsvattenrening har en betydande roll och kunskaperna om avloppsreningsprocesser förutses öka mycket snabbt i framtiden. Forskning och utveckling inom avloppsvattenrening innebär både en praktisk förståelse av att få fram kostnadseffektiva reningssystem och att samtidigt i ökande grad utnyttja specialistkompetens inom ett flertal discipliner:

1. grundläggande teori inom ämnen som bioteknologi, nanoteknik, kemiteknik, termodynamik, strömningsmekanik, matematik och statistik,
2. tillämpade kunskaper kring processteknik, vattenkemi, systemteknik, datormodeller etc.
3. utvärderingsmetoder med miljökonsekvensbedömning, riskanalys, resursförbrukning, kostnader, social acceptans etc.

Denna kunskapskedja är nödvändig för en kostnadseffektiv och socialt accepterad

avloppsvattenrening. Möjligheter finns att bygga upp en sådan kunskapskedja genom samarbete mellan olika aktörer och med Sjöstadsverket som naturlig bas både för experiment och för utbildning. Samarbetet kan sedan vidareutvecklas mellan KTH/IVL, andra högskolor/universitet, samt kommunal och industriell verksamhet, och på sikt även internationellt med t.ex. EU-program. Samarbetet ska underlätta för svensk exportindustri att lösa angelägna avloppsreningsfrågor i t.ex. Östeuropa och tredje världen.

KTH har under en lång tid haft en verksamhet inom avloppsvattenrening med speciell tyngdpunkt på processteknik vid Institutionen för mark och vattenteknik. Ett exempel på sådan lyckad satsning är utvecklingen av Anammox processen för kväverening. Hittills genomförda försök i en pilotanläggning vid Himmerfjärdsverket har lett till att man nu byggt en fullskalanläggning med Anammox vid Himmerfjärdsverket. IVL har sedan starten 1966 arbetat bland annat med avloppsfrågor och avloppsrening. En särskild styrka har varit kombinationen av biologisk behandling och olika typer av separationsteknik. Viktiga frågor har varit olika källor till störning av driften, biologisk fosforering och driftsuppföljning och styrstrategier för att samtidigt minimera utsläpp, miljöpåverkan, resursförbrukning och kostnad. Optimering av biogasdrift samt återföringen av slammet till jordbruket är andra viktiga områden. Vidare arbetar IVL med ett

övergripande synsätt och var tidigt ute med livscykelanalyser (LCA). I nuläget är vattendirektivet och den globala uppvärmningen viktiga forskningsområden.

1.2.1 Problembeskrivning

Krav på minskad miljöpåverkan har medfört allt strängare krav på utgående avloppsvattens kvalitet vilket lett till utbyggnad av mekanisk rening (främst från 1930-talet), biologisk rening (främst från 1950-talet), kemisk fällning (främst från 1970-talet) och kvävereduktion (främst från 1990-talet). Huruvida utbyggnader för avlägsnande av organiska miljögifter, läkemedelsrester och patogena mikroorganismer kommer att genomföras från 2010-talet bör ses som en öppen fråga (se tabell 1).

För närvarande ifrågasätts sällan åtgärder kring mekanisk rening, biologisk rening eller för fosforreduktion medan kostnadseffektiviteten och miljönyttan av kvävereduktion är under debatt.

Kostnadseffektiviteten och miljörelevansen med att avlägsna organiska miljögifter, läkemedelsrester och patogena mikroorganismer kommer med stor sannolikhet att debatteras under lång tid framåt.

Teknikutvecklingen har haft en stor betydelse för att minska föroreningshalten i utgående avloppsvatten. En kombination av ”försiktighetsprincipen” och ”rimlig” kostnad för teknik att avlägsna föroreningarna har drivit på utvecklingen med successivt bättre reningseffekter. Trots detta har möjligheten att exportera svenskt kunnande inom det vattentekniska området inte utnyttjats optimalt.

En faktor som tillkommit under senare år är olika direktiv från EU som bl.a. lett till åtal mot Sverige och Finland att inte uppfylla krav på kvävereduktion i områden som klassats som särskilt känsliga. En liknande situation kan uppstå om t.ex. höga halter av miljöfarliga ämnen uppmäts i vattendrag. Avloppsvattenrening drevs fram till 1970-talet med hänsyn till utgående avloppsvattens kvalitet. Därefter tilldrog sig slamfrågan ett alltmer ökande intresse bl.a. vad gäller jordbruksanvändning av slam. Senare har frågan om gasutsläpp fått ökad betydelse, dels som resurs (biogas) dels som miljöhot (koldioxid, lustgas m m). Ett avloppsverk måste därför undvika skadliga emissioner till vatten, slam och i gasform. Ett reningsverk bör klara av att avlägsna olika emissioner (myndighetskrav) och åstadkomma effektivt resursutnyttjande (för att minska kostnader och således resursutnyttjande).

Tabell 1. Utveckling inom avloppsvattenrening i Sverige

Tid	Huvudproblem	Åtgärder
Från 1930	Synliga föroreningar	Mekanisk rening
Från 1950	Låga syrehalter i recipienten	Sekundär/biologisk rening
Från 1970	Eutrofiering i sjöar	Tertiär/kemisk fällning
Från 1990	Eutrofiering i marinmiljö	Reduktion av kväve/fosfor
Framtiden Från 2010?	Utvinning av olika produkter (som fosfor och energi); Organiska miljögifter, läkemedelsrester och patogena mikroorganismer Nya hittills okända?	”Eco-cycling”, Implementering av Agenda 21, modifierad slambehandling, ökat deltagande/ansvar från samhället Ny teknik för avlägsnande av organiska miljögifter, läkemedelsrester etc.

1.2.2 Motiv för teknisk utveckling av avloppsreningsprocesser

Teknisk utveckling av avloppsvattenrening har fyra huvudmotiv:

- att uppfylla högt ställda krav på låga emissioner till vatten, slam och luft
- att driva avloppsverket på sådant sätt att inte sekundära negativa miljöeffekter erhålls (utsläpp vid transporter, vid kemikaliefremställning, för energikälla etc.)
- att genomföra reningen på ett kostnadseffektivt sätt så att VA-taxan gentemot konsumenten kan ha en ”rimlig” nivå
- att möta nuvarande och framtida vattenbehov i samhället och naturen från ett globalt perspektiv vilket bl.a. inkluderar export av svenskt kunnande och teknik inom vattenrening.

Dessa motiv ställer krav på en god kunskap om olika processteg och processsystem inklusive hur de kan övervakas och styras. Med bättre processkunskap kan t.ex. volymbehov minskas, resursbehov i form av kemikalier och energi minskas och bättre tillvaratagande ske av avloppsvattnets resurser (inkl biogas och värme). Risker för processtekniska störningar kan minskas liksom behovet av skiftarbete hos driftpersonal.

Betydligt större krav jämfört med nuvarande traditionell teknik måste ställas vid indirekt eller direkt återanvändning av avloppsvatten för olika ändamål inkl. för dricksvattenförsörjning – en problematik speciellt viktig i länder med vattenbrist. Problem med ”för mycket vatten” ställer krav på processer som kan klara stora flödesvariationer.

Ökade krav på rening behöver inte innebära ökade kostnader för konsumenten vid nybyggnation. De tekniska lösningar som idag används i traditionella avloppsverk har sin kunskapsbas sedan ett flertal år tillbaka där en av de senaste utvecklingarna med biologisk fosforreduktion fått stor tillämpning internationellt och även (fast i mindre grad) i Sverige. Nya processtekniska metoder (t.ex. membran och Anammox) i kombination med bättre utrustning och övervakningssystem innebär möjligheter till besparingar samtidigt med förbättrad rening. Avloppsvattnets innehåll – tidigare betraktat helt som kvittblivningsproblem – börjar alltmer ses som resurs med dess oorganiska material som närsalter, organiska ämnen (produktion av biogas), värmeinnehåll (distribution till fjärrvärme via värmepumpar) och själva vattnet (i regioner med vattenbrist för återanvändning, återställande av grundvattennivå, förhindrande av saltvatteninträngning, alstrande av konstgjorda dammar/sjöar, förstärkning av vattenflöde i små recipienter etc.).

Utveckling av processteknik och övervakning är lika nödvändig vid befintliga avloppsverk, vilka bör drivas med ökad effektivitet med hänsyn till befintliga polymerer och med låg tillförsel av kemikalier (inkl organiska kolkällor).

Specifika frågor ur svensk synvinkel är oklarheter om kvävet roll för att förbättra vattenkvaliteten i Östersjön och det domstolsärende som föreligger gällande att Sverige inte uppfyllt EU-krav att genomföra kvävereduktion i föreskriven omfattning. De flesta större avloppsverken i Sverige har röt-kammare som del i slamhanteringen. Därmed fås ett rejektvatten med hög temperatur oberoende av avloppsvattnets inkommande temperatur och separat rejektvattenbehandling blir därmed oberoende av geografisk plats för avloppsverket. Även om slamuttag och separat rejektvattenbehandling endast kan ge upp mot 30% kvävereduktion underlättar detta att få en hög kvävereduktion i hela anläggningen vid ombyggnad och inympningseffekter från rejektvattenhanteringen kan ha en förbättrande effekt (ekonomiskt eller reningstekniskt).

En annan specifik fråga som fått ett allt ökat intresse är utvinning av biogas t.ex. för

Fordonsbränsle, tillförsel till ledningsnät med naturgas eller produktion av elektricitet. Biogasmax pågår 2006-2009 och ingår i EUs 6:e ramprogram inom hållbara energisystem och har bl.a. som bakgrund EU direktivet om biobränslen att Europas transporter skall drivas till 5,75% av förnybara

bränslen år 2010 (deltagare bl.a. Stockholm stad och Göteborg). Intressanta utvecklingsfrågor vid ett avloppsverk är möjligheter att överföra mer organiskt material till metangas genom effektivisering av processer (och därmed möjliggöra minskad energiförbrukning vid luftning och minska slamproduktion), att utnyttja tillskottsmaterial med organiskt innehåll (matavfall, vissa organiska industriella restprodukter etc.),

minimera förluster av metangas vid utvinningen (t.ex. löst metan i avloppsvattnet) och separera metan ur biogas från andra gaser (koldioxid, svavelväte).

1.3 Projektmålsättning

De efterföljande målsättningarna för projektet beskriver de långsiktiga målen. Det är viktigt att notera att projektet ”Hammarby Sjöstadsverk - Försöks- och Demonstrationsanläggningen för Framtidens Kommunala VA-Teknik” är ett flerårigt arbete och att stödet från SUV skulle hjälpa till att starta upp verksamheten på anläggningen för att kunna jobba mot att uppfylla de mål som beskrivs i efterföljande text.

Förutsättningar på Sjöstadsverket är unika med hänsyn till anläggningens olika försökslinjer och processer som kan hanteras oberoende av eller integrerade med varandra. Med detta som utgångspunkt definierades tre huvudmål för drift av anläggningen:

1. Utveckling och optimering av befintliga metoder och processkonfigurationer för resurseffektiv avloppsvattenrening.
2. Utveckling av nya innovativa metoder och processkonfigurationer för förbättrad vattenrening.
3. Testning samt utvärdering av utrustningar av specifika komponenter och system vid vattenrening.

De olika delmålen för projektet var (och är):

- att utveckla teknik som ger ett utgående avloppsvatten med dricksvattenkvalitet
- att visa på emissioner till vatten, slam och luft vid olika processer och systemlösningar
- att utveckla teknik för att minimera sekundära miljöeffekter genom resursminimering av kemikalier och energi
- att utveckla teknik för att utvinna olika produkter
- att utveckla teknik som underlag för kommuner och industrier vid nyinvesteringar eller driftomläggningar
- att ge underlag för exportindustrin vid utförande av avloppsverk internationellt
- att ge möjligheter för olika producenter att testa utrustning eller processenheter
- att ge utbildning/demonstration av utrustningar och processer
- att ge möjligheter till företag, examensarbetare, forskare, innovatörer etc. att genomföra projekt
- att utveckla verksamheten vid Sjöstadsverket till en nationell och på sikt internationell forsknings- och utvecklingsstation.

Sjöstadsverket har unika möjligheter att uppfylla de olika delmålsättningarna. Ett stort antal processenheter finns, liksom analysutrustning och därtill ett begränsat antal arbetsplatser och utrymme för utbildning, seminarier etc. Det centrala läget underlättar olika kontakter.

Sjöstadsverket kan ses som led i att utveckla VA-forskning. VA-branschen får ökade kunskaper inom avloppsvattenområdet och mer kostnadseffektiva lösningar för framtiden, samhället får minskat utsläpp till recipienten. Genom att Sjöstadsverket ska användas också i utbildnings syfte som plattform för kunskapsutbyte och som demonstrationsanläggning, får VA-branschen tillgång till experter som kan stå till branschens förfogande.

2 Utvärdering av uppstartsfasen

Verksamheten på anläggningen består i dagsläget i huvudsak av forsknings- och utvecklingsarbete kring vattenreningsteknik inom ramen av olika projekt. Utöver denna projektverksamhet används Sjöstadsverket också i utbildnings syfte, som plattform för kunskapsutbyte och som visnings/demonstrationsanläggning.

Det finns ett flertal utvecklingsprojekt av nationellt men även internationellt intresse som omfattar optimering av befintliga processer/tekniker liksom forskning/utveckling av nya innovativa vattenreningstekniker och processer på olika plan som systemnivå, processdelsteg eller utvärdering av olika produkter.

Olika projekt som är i planeringsskede men som är beroende av ekonomiskt stöd kommer att komplettera verksamheten.

2.1 Organisation

Verksamheten vid Sjöstadsverket är ett delprojekt inom CHU (Centrum för Hållbar Utveckling). CHU:s styrelse är yttersta beslutsfattande organ för Sjöstadsverket.

För övergripande driftansvar och projektverksamhet finns en ledningsgrupp, som är underställd CHU:s styrelse. Denna grupp leds av Östen Ekengren (IVL Svenska Miljöinstitutet) och Vladimir Cvetkovic (Kungliga Tekniska Högskolan). I gruppen kommer också representanter från universiteten/högskolor, VA-branschen, och andra intresserade FoU aktörer att ingå.

För att intressenternas behov av FoU ska kunna tillfredsställas finns dessutom en FoU-styrelse. Följande ingår för nuvarande i denna styrelse.

- Ulf Arbeus, IIT Water and Wastewater, (Ordförande)
- Daniel Hellström, Svenskt Vatten, (Ledamot)
- Lars Gunnar Reinius, Stockholm Vatten, (Ledamot)
- Lars Gunnarsson, SYVAB, (Ledamot)
- Olle Hammarström, SMTC/SET, (Ledamot)
- Ronny Arnberg Borlänge Energi (Ledamot)
- Maria Gårdnäs Naturvårdsverket (Ledamot)
- Östen Ekengren, IVL
- Vladimir Cvetkovic/Elzbieta Plaza, KTH

Gruppens viktigaste uppgifter är:

1. Att ta beslut om vilka FoU projekt som ska utföras samt att följa dem och delta i utvärderingen av resultaten.
2. Initiera framtagandet av årliga och treåriga FoU program.

3. Att besluta vilka teknikvisningar/ provningar som ska utföras.
4. Att initiera att det även genereras forskning som stöder teknikutveckling riktat mot exportmarknaden.

Komplettering av styrelsen sker kontinuerligt efter behov och ska avspegla huvudintressenters och finansiärens synpunkter.

För att bereda frågorna, bereda FoU program samt utföra FoU har en intern IVL-KTH grupp etablerats (leds av Östen Ekengren (IVL) och Vladimir Cvetkovic (KTH)). Till denna grupp bjuds även in representanter från universiteten/högskolor, VA-branschen, och andra intresserade FoU aktörer.

2.2 Verksamhetsområden

De projektförslag som anses relevanta för svensk VA-teknik och som diskuteras och genomförs med olika samarbetspartner i samhället kan delas upp i olika huvudområden. Inom varje område listas de mest aktuella forskningsfrågor som ska eller delvis redan är under planering inom olika projekt. Figuren nedan visar den övergripande strukturen av verksamheten på Hammarby Sjöstadswerk.



Figur 1. Huvudsakliga verksamhetsområden och aktiviteter vid Hammarby Sjöstadswerk - Försöks- och Demonstrationsanläggningen för Framtidens Kommunala VA-Teknik

- **Resurseffektiv vattenrening**
Inkluderar optimeringen av befintliga reningsprocesser, processtyrning och mätteknik, men även behandling av sidoströmmar. Ökande krav på utsläppsminskning och stabil drift gör att många reningsverk måste optimera befintliga processer. Processtyrning och online mätsystem blir allt viktigare för att optimera och kontrollera vattenreningsprocesser. Koncentrerade sidoströmmar i reningsprocessen som retur slam, rejektvatten med mera utgör en möjlighet att utvinna rena produkter för återanvändning. Med Sjöstadswerkets olika reningsprocesser till förfogande samt möjligheter att forska kring optimerings- och mätteknik kan olika projekt genomföras.

- **Energi och klimat**

Inkluderar en förbättrad utvinning och produktion av energi från avloppsvattnet/slammet t.ex. genom ökad biogasproduktion, drivmedelsproduktion och återanvändning av spillvärme. Klimatförändringar kommer dessutom kräva vissa anpassningar av reningsverk. Här ingår dock även aspekter som utsläpp av växthusgaser från reningsprocesser samt resurseffektiv vattenrening. Biogasutvinningen är en av de mest aktuella forskningsfrågorna som diskuteras just nu i VA-Sverige. Att maximera utvinningen av biogas har varit och är en stor del av forskningen som bedrivs på Sjöstadverket. På senare tid har även gasifiering och därmed produktion av syntesgaser inkluderats i den här forsknings- och utvecklingsområdet.

- **Kompletterande vattenrening**

Även om det utgående vattnet från reningsverket anses var renat, kan det krävas en efterbehandling (polering) för att förbättra rening av exempelvis metaller, läkemedelsrester, personhygieniska produkter och sjukdomsalstrande mikroorganismer. Här ingår även utvecklingen av nya innovativa processer och produkter inom vattenrening för att möta de allt strängare vattenkvalitetsmålen eller som möjliggör återföring av avloppsvatten som dricksvatten. Denna inriktning stöds främst av den exportintresserade delen av leverantörerna. Här krävs det utveckling av nya innovativa processer/tekniker såväl som tester av olika produkter för att möta de allt strängare vattenkvalitetsmålen. För återföring som dricksvatten krävs det utveckling av on-linemetoder för att mäta parasiter, bakterier och andra icke önskvärda ämnen on-line.

- **Avloppsvattensystem**

Här ingår projekt som är relaterade till både avloppsledningssystem och föroreningskällor. Flödesvariationer och utsläpp av föroreningar från vissa verksamheter och olika industrier är den främsta orsaken till driftstörningar i dagens reningsverk. Sjöstadverket olika linjer möjliggör undersökningar av inverkan av olika ämnen på olika reningsprocesser samt forskning kring lösningar.

Verksamhetsområden återspeglar de områden som även VA-klustret Mälardalen ska samverka kring.

2.3 Pågående projekt

Till de större projekt som pågår just nu på anläggningen och som initierats av FoU-styrelsen räknas följande:

2.3.1 Borttagning av läkemedelsrester i avloppsvatten

Många av de substanser som används i läkemedel hamnar efter användning i avloppsreningsverken, där de flesta inte bryts ner fullständigt. Risken att resterna i recipienter ska medföra oacceptabla störningar i ekosystemen gör att man kanske på sikt måste komplettera dagens reningsverk med ytterligare system för minskning av utsläppen. Syftet med projektet är att utvärdera olika metoder att bryta ner eller avskilja en stor del av de potentiellt miljöstörande ämnen som idag passerar den normala biologiska reningen i de kommunala avloppsreningsverken samt att utprova kostnadseffektiva lösningar för detta.

Det är främst läkemedelsrester och andra relativt stabila organiska föreningar i mycket låga halter man vill komma åt. Vissa av de föreslagna metoderna skulle också minska utsläppen av tungmetaller och bakterier, parasiter och virus (överföra dem till ett koncentrat).

Försöken ska komplettera de som utförts av Stockholm Vatten i anläggningen fram till 2008, och sådana som rapporteras i litteraturen. Avskiljning i kolonner med aktivt kol ska testas, då den ekonomiskt helt avgörande kapaciteten hos kolet varierar mycket mellan olika undersökningar. Avskiljningsgraden från början är mycket hög.

Kombinationen av en låg dos ozon och AOT med UV-ljus och TiO₂-katalys ska testas som ett alternativ till endast en högre ozondos, som visats ge negativa ekotoxikologiska effekter.

Planer finns också på att testa membranteknik (RO och NF) i ett mindre försök, då resultaten från Stockholm Vattens tester gav förvånansvärt dålig avskiljning.

Starten av försöken har förskjutits ett år i avvaktan på resultat från Stockholm Vattens stora projekt, för att undvika dubbelarbete.

Den förväntade nyttan med projektet är en ytterligare minskad risk för långsiktig negativ påverkan på naturen samt att öka chansen att välja rätt metod om/när det kommer krav på bättre rening.

2.3.2 Effektivisering av biogasproduktion

Syftet med projektet är att öka biogasproduktionen vid kommunala reningsverk genom att öka utrörningsgraden till över 60 % samt minska den hydrauliska uppehållstiden från normalt 20 dygn till 10 dygn. Detta skulle betyda att det organiska materialet i inkommande vatten utnyttjas effektivare, kapaciteten i röt-kammaren kan höjas utan att röt-kammarens volym behöver ökas, mängden slam som behöver avyttras minskas avsevärt (även luktproblemen blir mindre) samt att systemet blir mindre känsligt för störningar då de långsamt växande metanogenerna gynnas av att återföra avvattnat slam till processen.

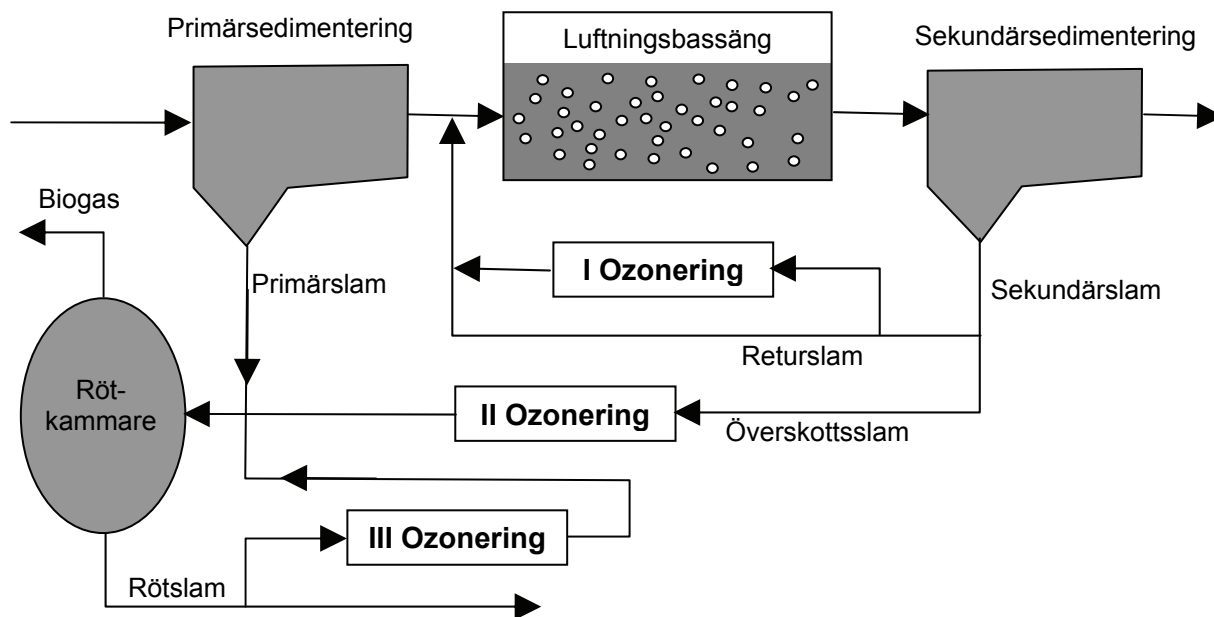
De metoder som ska användas är

- recirkulation av avvattnat slam som kan ske genom att använda den vanliga centrifugen och bara använda polymer vid recirkulering av slam. Möjlighet att pröva annan avvattningsteknik bör finnas, t.ex. i två steg, en grovavskiljning och sedan ev. membranteknik.
- lysering (disintegrering) i en loop i röt-kammarsystemet kan ske kemiskt, mekaniskt eller biologiskt. Möjlighet att testa flera av dessa metoder bör förberedas men metoden att använda ozon skall prövas i första hand
- de båda teknikerna lysering och recirkulation bör utvärderas tillsammans och var för sig.

Den förväntade nyttan med projektet är en kraftigt ökad biogasproduktion vid kommunala reningsverk.

Genom avvattning av rötslam som återcirkuleras kan uppehållstiden för det biologiska materialet i röt-kammaren ökas vilket ger ökad biogasproduktion. Oxidativ behandling av slam t.ex. med ozon kan användas för två syften, dels för att reducera slammängden och dels för öka biogasproduktionen. Förutom att bryta ner organiska ämnen som bakterierna inte kan omvandla till biogas och därmed öka biogasproduktionen, kan oxidativ behandling även oxidera organiska ämnen som hade kunnat bli biogas, vilket kan ge minskad produktion. Detta kan illustreras av figur 4 som

visar alternativa strategier för oxidering av slam med ozon. Vid ozonering av rötslam som återcirkuleras till röt-kammaren (III) undviks oxidation av ämnen som kan ombildas till biogas vilket ger den största ökningen av biogasproduktionen. Ozonering av returslam (I) används för att erhålla minskad slamproduktion med minskad biogasproduktion som följd. Primärslam är mer lättrotat än överskottsslam varför ozonering av överskottsslam (II) kan användas för att öka nedbrytbarheten mer specifikt hos överskottsslam.



Figur 2. Alternativa strategier som används för oxidering av slam med ozon; I ozonering av returslam, II ozonering av överskottsslam före rötning och III ozonering av återcirkulerat rötslam.

Primärslammet bör gå direkt till röt-kammaren, och slammet efter III Ozonering bör gå tillbaka till röt-kammaren.

2.3.3 Teknik för styrning och optimering av deammonifikation

Syftet med projektet är att ge underlag för att utveckla ett system för kvävereduktion av rejektivatten från avvattning av rötslam vid kommunala reningsverk. Tekniken baseras på partiell nitritation (oxidation av ca halva ammoniummängden till nitrit och utan fortsatt oxidation av nitrit) och Anammoxprocessen (oxidation av ammonium med nitrit till kvävgas). Syftet med projektet är att få fram mer kunskaper för att förstå, utveckla, dimensionera, optimera och styra deammonifikation samt studera olika processutformningar.

De metoder som testas är:

- (1) Användning av mätning av syre, pH, alkalitet och konduktivitet för styrning och optimering
- (2) Tillämpning av redoxpotentialmätning.
- (3) Mätning av anammoxreaktion utifrån gasproduktion
- (4) Strategier för luftning av deammonifikationprocess

Den förväntade nyttan med projektet är att delar av forsknings- och utvecklingsinsatser ska leda till en mer kostnadseffektiv och miljömässigt fördelaktig kvävereduktionsteknik.

Tidigare genomförda försök i pilotskala vid Himmerfjärdsverket i samverkan mellan SYVAB och KTH har visat på teknikens potential och en fullskaleanläggning med deammonifikation som enstegsprocess för behandling av rejektivatten har byggts vid Himmerfjärdsverket under våren 2007. Resultat från tidigare försök under 2003 har redovisats i VA-Forsk rapport Nr 2004-09, under 2004 i VA-Forsk rapport Nr 2005-14, under 2005 i VA-Forsk rapport 2006-15 och under 2006/2007 i SVU rapport 2008-18.

Vid övertagandet av Sjöstadsverket 2008 överfördes det experimentella arbetet till Sjöstadsverket, dels som kontinuerliga försök som utfördes i två uppställningar fyllda med Kaldnes biofilmbärare, en laboratorieanläggning och ett kolonnförsök. Genomförda studier visade värdet av att använda pH- och konduktivitetmätningar för att följa upp kontinuerliga processer med anammox eller deammonifikation och delvis som ersättning av våtkemiska analyser av olika oorganiska kvävefraktioner. Redoxpotentialmätningar har en knytning till grundläggande teorier bl a till termodynamik med Gibbs fria energi och dess samband med redoxpotential. Korrelations samband mellan redoxpotential och processfunktion var dock relativt låg.

Bärarmaterial med biofilm tagna från de kontinuerliga försöken har använts för diskontinuerliga studier av anammoxreaktionen. Producerad gas, mätt som gasvolym eller tryckökning hos prover uttagna från processen, kunde användas för att med god noggrannhet mäta och följa upp anammoxmikroorganismernas aktivitet. Mätning av gasbildning som volym- eller tryckökning är en viktig teknik för att studera inverkan av olika faktorer på anammoxaktiviteten. Kombinerat med konduktivitetmätningar eller förändringar i halt av oorganiskt material kan insikt erhållas både om första delsteget med intransport av fri ammoniak och fri salpetersyrighet och om metabolism hos anammoxbakterier. Transporten genom cellmembranet förfaller vara betydligt mindre känslig för syrehalten i vätskefasen än den efterföljande bildningen av kvävgas.

Effekter på aktivitet hos anammoxbakterier vid olika lagringsbetingelser studerades främst med avseende på lagringstid och temperatur (rumstemperatur, kylskåp, frysfrysbox). De genomförda studierna har visat att bildade anammoxbakterier kan lagras vid rumstemperatur. Även en aktivitetsminskning på 50 % är inte alltför betydelsefull eftersom substrat i lämpliga halter av ammonium- och nitritkväve kan återställa ursprunglig aktivitet inom t. ex. 20 dygn. Effektiv avskiljning och lagring av deammonifikationsbakterier kan därför vara ett skydd för den egna anläggningen (vid driftstörning) men kan även användas för att starta upp anammoxreaktionen vid andra avloppsverk.

Inverkan på anammoxaktiviteten av olika parametrar studerades genom mätning av tryckökning orsakad av gasproduktion. Multivariat teknik användes för utvärdering av samspelet mellan halt ammonium, nitrit, fri ammoniak och fri salpetersyrighet samt av olika omgivningsbetingelser som pH-värde, temperatur och närvaro av organiskt material. Enligt den av programmet MODDE erhållna responsytan erhöles högsta anammoxhastighet vid temperaturen 30 °C (högsta studerade temperaturen) och pH-värdet 7 (lägsta studerade pH-värdet).

Lågmolekylära ämnen som metanol, etanol och ättiksyra kan starkt hämma anammoxreaktionen. Detta är av betydelse om man önskar kombinera anammoxprocessen med heterotrof denitrifikation. Störningar i röt-kammardrift med produktion av höga halter av organiska syror är en tänkbar orsak för hämning av deammonifikation av rejektivatten som enstegsprocess.

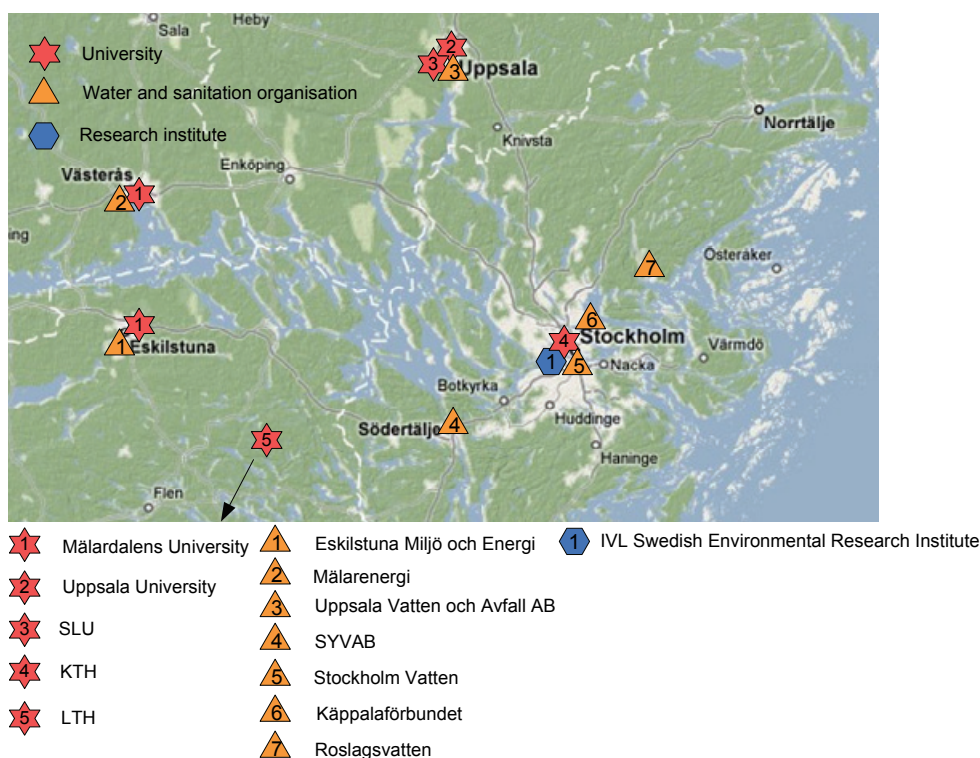
Studier har visat att gasproduktion (mätt som volym eller tryck) i kombination med traditionella mätningar på vätskefas (ammonium, nitrit, konduktivitet) är en kostnadseffektiv metod att öka processförståelse och ge underlag för dimensionering och drift av anläggningar med deammonifikation/anammox. Detaljerade resultat från genomförda experiment under år 2008 vid Hammarby Sjöstadsverk har redovisats i SVU rapport 2009-11.

2.4 Samarbeten

Sjöstadsverket ingår i en del olika övergripande samarbeten i form av projektverksamhet eller nationella satsningar som syftar till att utvecklar svenskt kunnande inom vattenrenings- och miljöteknik. Nedan listas de viktigaste samarbetena.

2.4.1 Forskningskluster i Mälardalen

Hammarby Sjöstadsverk har via IVL/KTH och inom ramen för ett nybildat forskningskluster inlett ett samarbete med en forskargrupp som består av medlemmar i VA-kluster Mälardalen. Klustret samarbetar inom forskning och utbildning inom området vatten och avlopp (VA) och finansieras delvis av Svenskt Vatten Utveckling sedan hösten 2009. Klustret består för närvarande av universitet i Mälardalsregionen och LTH, KTH, SLU, Uppsala Universitet, reningsverk och IVL Svenska Miljöinstitutet. I framtiden är målet att utvidga klustret att omfatta andra delar av avloppsreningssektorn såsom teknikproducenter och konsultföretag.



Figur 3. Medlemmar av VA-kluster Mälardalen.

Det långsiktiga målet är att ge VA-branschen kunskap och stimulera utvecklingen av ny teknik som kan ge goda prestanda och effektivitet. Klustret ska också förse sektorn med högt kvalificerad personal. Målet för klustrets arbete under 2010 är att starta upp arbetet och administration, initiera industri- finansierade doktorandprojekt och utföra forskning inom fokusområdena i Mälardalen klustret. Dessa fokusområden är nära kopplade till frågeställningarna som togs fram för Sjöstadswerkets verksamhetsområde, nämligen:

- Kunna klara nya begränsningar för utsläpp av kväve och fosfor
 - Mätning, styrning och optimering
 - Hållbart återlämnande av näringsämnen och organiskt material till jordbruksmarken
 - Biogasproduktion
 - Avskiljning av läkemedelsrester och andra mikroföroreningar
- Uppsala universitet, Lunds universitet och Mälardalens högskola fokuserar huvudsakligen på mätning, modellering, optimering och modellbaserad kontroll. Detta är också en kompetens som IVL har. Den totala kompetensen hos klustret inom områdena modellering, simulering och optimering i samband med avloppsvattenrening är unik i Sverige. KTH och IVL arbetar dessutom med processutveckling och har Sjöstadswerket som FoU-resurs. Samarbetet mellan olika kompetenser som representeras av konsortiets partner kommer att göra det möjligt att integrera processutveckling och processkontroll och förbättra processens effektivitet med hänsyn tagen till såväl ekonomi-, energi- och miljöaspekter.

2.4.2 Miljöteknik för tillväxt

I januari 2009 startade ett treårigt projekt som ska hjälpa företag i Stockholms- och Mälardalsregionen med export, produktutveckling, affärsutveckling och finansiering av miljöteknik och andra lösningar för en hållbar utveckling. Projektet som har en total budget på 22,7 miljoner kronor syftar till att stimulera framtagandet av morgondagens produkter men framför allt att öka omsättningen och exporten från befintliga företag. Projektet riktar sig till miljöteknikföretag i Stockholmsregionen med intresse för internationella marknader, demonstrationsprojekt och expansionskapital. Projektet välkomna även företag som har nya affärsidéer och behöver hjälp med att utveckla och kommersialisera dem. Projektet finansieras av EU:s strukturfond, Tillväxtverket, Stiftelsen IVL tillsammans med Stockholm Business Region. Projektet leds av IVL Svenska Miljöinstitutet i samarbete med Stockholms Miljöteknikcenter (SMTC).

Det största delprojekt inom Miljöteknik för tillväxt är Processutveckling – vattenrening som omfattar utvecklingen av framtidens teknik för kommunal vattenrening med målet att återvinna vatten som dricksvatten. Projekt innehåller även delar inom optimering av resursförbrukning samt produktion av biogas och slam av hög kvalitet.

Vattenrening är ett område där svenska företag generellt sett har konkurrenskraftiga produkter och kunnande. De mindre företagen inom området har emellertid behov av att utveckla sina produkter och processer för att hänga med i konkurrensen och för att framför allt anpassa sig till de ökade kraven som gäller på utländska marknader. Sjöstadswerket ger en unik chans att erbjuda de mindre företagen nya möjligheter för att utveckla sina produkter och processer med koppling till vattenrening. Inom ramen för projektet ska ett antal utvecklingsprojekt genomföras där experter från KTH och IVL hjälper de mindre företagen med deras utvecklingsarbete.

Projektet har också till uppgift att hjälpa företagen med att hitta nödvändigt kapital för denna utveckling. Detta kan ske med hjälp av finansiering från Sverige och/eller EU, och då med stöd

från Stockholm Business Region (se vidare nedan). Men kan också ske i form av stöd från STING/Stockholm Clean Tech Park eller via annat riskkapital. Därför är Sjöstadsverket även del av andra delprojekt som handlar om

- Produkt och processutveckling
- Paketering och affärsutveckling
- Förstärkt export och nya marknadskanaler
- Inkubatorverksamhet
- Investeringsfrämjande åtgärder
- Visningsorganisation

2.5 Dynamisk miljö för olika aktiviteter

Arbetsgruppen vid Hammarby Sjöstadsverk har kontinuerligt jobbat med att skapa rätt förutsättningar för ett ökat samarbete i varierande omfattning och form med olika aktörer. Förutom möjligheten att genom samarbete på Hammarby Sjöstadsverket stödja utvecklingen och demonstration av framtidens vatten- och miljöteknik finns det flera andra sätt till både utveckling och marknadsföring av kunskap och teknik med hjälp av anläggningen. Följande punkter beskriver vad Sjöstadsverket och konsortiet som driver anläggningen kan erbjuda företag, forskningsgrupper och andra som är verksamma inom vattenreningsteknik/miljöteknik.

- **Samarbete:** IVL Svenska Miljöinstitutet och Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) har en lång och stark tradition inom utveckling och genomförande av projekt inom vattenrening och miljöteknik. Båda har även ett antal nationella och internationella nätverk samt är väl etablerade i nya marknadsområden som t.ex. Indien och Kina. Via IVL har företag även möjlighet att få en motfinansiering med statliga medel för satsningar vars syfte är att driva frågor som är av stort intresse för näringslivet och som har generell relevans för samhället. Även vårt samarbete med Svenskt Vatten som företräder VA-verken och VA-bolagen i Sverige är viktigt för implementering av gemensamma projekt.
- **Forskning:** IVL och KTH är båda ledande forskningsaktörer som bedriver grund- och tillämpad forskning även i samarbete med olika aktörer i Europa och resten av världen. Genom IVL/KTH:s erfarenheter kan våra samarbetspartners dra nytta av internationell finansiering och forskning samt samfinansierad forskning som stöds av staten. IVL är sedan flera år medlem i den Europeiska Vattenteknologiplattformen vilket ger närhet tillgång till information om kommande call samt möjlighet att påverka inriktningen på en högre nivå.
- **Produktutveckling:** Sjöstadsverket som anläggning och Sjöstadsverkets ägare IVL/KTH erbjuder fantastiska förutsättningar för utveckling av nya produkter från idé till verklighet. Detta inkluderar även grund- och tillämpad forskning på olika nivåer.
- **Tester:** Anläggningens uppbyggnad är mycket bra lämpad för tester av ny teknik och innovativa lösningar inom vattenrening och miljöteknik. Anläggningen är uppbyggd på ett sätt som möjliggör en flexibel styrning och interaktion med de olika vattenrenings- och slamhanteringsprocesserna.
- **Demonstration:** Ett av syften med faciliteten Hammarby Sjöstadsverket är att demonstrera framtidens vattenrenings-/miljöteknik. För våra samarbetspartners innebär detta att anläggningen säkerställer en optimal uppvisning av projekt, ny teknik, processer m.m. till en bred publik med framförallt driftpersonal och ansvariga politiker/tjänstemän inom vattenrening/miljöteknik både från Sverige och utomlands i samband med visningar.
- **Visningar:** I samarbete med Stockholms Miljöteknikcenter (SMTC) och Hammarby Sjöstadsprojektet erbjuds visningar främst till experter/ansvariga inom vattenrenings- och

miljöteknikområde. Intresset är stort från både nationellt och internationellt håll och Sjöstadsverket tar emot flera hundra besökare varje år. Förutom experter och forskare finns även investerare/företag och tjänstemän/politiker bland besökarna.

- **Utbildning:** Sjöstadsverket erbjuder möjligheter till utbildning och vidareutbildning av t.ex. driftpersonal. Dessutom har både KTH och IVL sina egna starka utvecklade utbildnings- och informationsorganisationer.

3 Kvantitativa resultat

Verksamheten på Sjöstadsverket har redan resulterat i en del mätbara resultat av vilka några redovisas nedan. Det är viktigt att poängtera att uppstarten av verksamheten efter övertagandet kräver en viss tidsperiod för olika aktiviteter att komma på plats, att samverka och att skapa den miljö som är en förutsättning för att skapa resultat på hög nivå.

Det framkom också kort efter övertagandet av anläggningen att det fanns ett stort behov av delar av anläggningen för att få denna att fungera tillfredsställande.

De investeringar som gjorts under uppstartsperioden (2008-2009) uppgår till 3,9 MSEK. denna kostnad består i arbetsinsatser för att få anläggningen att fungera (ca 2,5 MSEK) samt erforderliga investeringar på ca 1,4 MSEK. Merparten av dessa pengar har skjutits till av ägarna IVL och KTH (ca 3 MSEK). Resterande belopp har belastat de pågående projekten.

Utöver de redovisade resultaten finns det följaktligen ett antal andra aktiviteter som är på gång på anläggningen och som löpande kommer att generera kvantitativa resultat i form av nya projekt och samarbeten, vetenskapliga publikationer, rapporter, utbildningssatsning m.m.

3.1 Hittills uppnådda resultat i de pågående FoU projekten

Se avsnitt 2.3.1-2.3.3.

3.2 Samarbeten

Knutet till verksamheten på Hammarby Sjöstad har ett flertal samarbeten med både företag, organisation och forskare påbörjats. Till detta räknas t.ex. en gästforskare från tekniska högskolan i Warszawa som utför sin forskning på anläggningen. Kontakt och samarbete med ett antal stora och mindre företag har påbörjats vilket resulterat i ett antal mindre projekt, gemensamma ansökningar eller allmänt stöd av verksamheten på Sjöstadsverket. Även olika organisationer och institutet som JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Stockholms Business Region, Stockholms Miljöteknikcentrum m.m. har kunnat knytas till anläggningen genom olika samverkansformer.

Samarbeten med samt samverkan mellan stora och mindre företag för att utveckla framtidens miljöteknik har lett till bildandet av två särskilda grupper, en som utvecklar teknik/tjänster som är relaterade till vattenrening och en som utvecklar teknik/tjänster som är relaterade till biogasproduktionen. Dessa grupper träffas på Sjöstadsverket för att diskutera olika problemställningar, erfarenheter och olika behov. Mötena och anläggningen i sig ger även stöd åt

företagen till självhjälp sinsemellan. Inom ramen för denna samverkan har vi utvärderat Predects vattenanalysator, installerat algrening ihop med forskare från KTH, utvärderat Cerlics teknik, testat AOT tekniken i mindre skala etc.

Samarbeten har även fortsatt eller initierats med olika reningsverk i regionen. Till detta räknas förstås det täta samarbetet med Stockholm Vatten och deras reningsverk Henriksdal men även samarbete med Bromma reningsverk. Det finns även ett samarbete med Käppalaförbundet och SYVAB. Ett projekt har även utförts tillsammans med ett danskt konsultföretag, Läckeby Water och Kalmar kommun avseende att biologiskt assimilera alla närsalter i slammet för återföring till åkermark. Ett drift sätt som samtidigt minskar kemikalieanvändning och som dra nytta av annat organiskt avfall.

Ett annat projekt har utförts med Innventia och en Sydafrikansk forskargrupp avseende utprovningen av en mer resurseffektiv pumpning.

3.3 Publikationer/seminarier/press

Verksamheten på Hammarby Sjöstadswerk kommer att resultera i ett antal publikationer i form av projektrapporter, vetenskapliga artiklar, examensarbeten m.m. Utöver detta kommer Sjöstadswerket och verksamheten där att utgöra plattformen för kunskapsöverföringen genom t.ex. seminarier och presentationer men även via den allmänna pressen och fackpressen.

Listan nedanför listar ett urval av publikationer och artiklar under den första perioden efter övertagandet av anläggningen.

- ”Anammox - en effektiv metod för rejektivattenrening? Vad mer behöver vi veta om hur anammox-processen fungerar?” - Endagsmöte med föredrag och diskussion om anammox, Himmersfjärdsverket, 8 oktober 2009 Himmerfjärdsverket. (föredrag E.Plaza)
- ”Pilotförsök med deammonifikation – en ny kostnadseffektiv process för att avlägsna kväve ur rejektivatten”. Seminarium 21-22 oktober 2009 , SYVAB (föredrag J.Trela)
- ”Deammonifikation en alternativ metod för kvävereduktion”, artikel i Svenskt Vatten Nr 5 oktober 2009 (Brigitta Johansson).
- Svenskt Vatten Utveckling rapport Nr 2009-11, ”Mätteknik för att styra och optimera deammonifikation” http://vav.griffel.net/filer/Rapport_2009-11.pdf
- Användning av magnesiumföreningar som fällningskemikalie vid kommunala avloppsreningsverk, Ida Kulander, Nathalie Mönegård-Jakobsson, Examensarbete, Lund University, 2010.
- Campi - KTHs personaltidning 2010-02-17: Unik miljöforskning på Sjöstadswerket
- Cirkulation 1/10: Från branschen: ‘En unik test- och forskningsanläggning för miljöteknik’

3.4 Ansökningar

Eftersom verksamheten på Sjöstadswerket till största del syftar till att utveckla framtidens miljöteknik och det för närvarande inte finns några ”fria” finansiella resurser som skulle kunna användas för detta tillhör ansökningar om FoU-stöd till den vardagliga verksamheten på Sjöstadswerket.

De ansökningar som lämnats in för att bedriva avancerad FoU på anläggningen inkluderar både ansökningar till nationella och EU-finansierade program. I de flesta ansökningar är IVL eller KTH huvudsökande och ansökningar har tagits fram tillsammans med andra högskolor/universitet, företag och organisationer. Till dessa ansökningar som lämnats in kommer ett antal samfinansierade projekt som finansieras av deltagande företag och Stiftelsen IVL.

Av de inlämnade förslagen har ett antal blivit godkända som t.ex. ett 3-årigt EU Life+ projekt, ett separationsprojekt med demonstrationsanläggning och ett projekt som undersöker alternativa driftsätt för befintliga reningsverk för att både spara resurser och möjliggöra en ökat återföring av näringsämnen.

3.5 Utbildning

Sjöstadswerkets olika reningsprocesser uppdelade i separata linjer samt den tillämpade forskningen i anläggningen är idealiska förutsättningar för anläggningen som plattform för kunskapsöverföring. Anläggningen har redan under uppstartsfasen används i detta syfte bl.a. för

- högskole- och universitetsutbildning i form av studiebesök eller laborationer i samband med högskolekurser inom grund- och forskarutbildning
- Praktikanter för vidareutbildning
- Examensarbeten
- Forskarstudier

Även vissa visningar för en del besökargrupper som kommit till anläggningen har främst haft ett utbildningssyfte. Många aktiviteter och kompetenser som finns på Sjöstadswerket ligger i framkanten och behovet att förmedla denna kunskap är enormt.

3.6 Marknadsföring

Hammarby Sjöstadswerk attraherar inte bara nationella och internationella studenter och forskare utan även andra samhällsgrupper. Läget intill Hammarby Sjöstad är en optimal förutsättning att i ökad grad användas för demonstration. En intressant möjlighet är att få de stora strömmarna av utländska grupper som redan besöker näraliggande Hammarby Sjöstad att ta sig även till verket för att studera svensk teknik för recipientskydd och återföring av vatten. Verket är unikt genom att visa upp kommunal och industriell teknik sida vid sida. Bara under den först tiden har många grupper visat intresse för att besöka anläggningen. Dessa grupper består huvudsakligen av beslutsfattare och tjänstemän, företagare och investerare, men även intressegrupper och organisationer.

4 Planerade aktiviteter/projekt

Den inledande uppstartsfasen av verksamheten på Sjöstadswerket behöver följas upp och kompletteras fortlöpande för att säkerställa den miljö som behövs för att bedriva framgångsrik FoU. Förutom nya investeringar i utrustning och personal behövs en ständig uppdatering av verksamheten för att återspegla de behov som finns i samhället och för att ligga i framkanten av forskningsfronten. Dessutom behövs det resurser för att underlätta kunskapsöverföringen och framtagandet av nya idéer och tekniker. Eftersom den dagliga driften av anläggningen kostar pengar

som i dagsläget läggs om på aktiva projekt kan det finnas hinder för aktörer med mindre ekonomiska resurser att kunna utnyttja anläggnings resurser på bästa möjliga sätt. IVL och KTH ska därför fortsätta att satsa på att hitta finansieringssätt som möjliggör att både kunskapsöverföring och inkubatorverksamheten inte hindras av ekonomiska krav.

De planerade aktiviteter och projekt som står närmast på tur handlar förutom en fortsättning av de pågående aktiviteterna om nya projekt. Exempel på dessa projekt är bl.a. ett demonstrationsprojekt inom ramen för EU kommissionens miljöprogram Life+, ett projekt om innovativ separationsteknik, ett projekt om användning av alger i reningsprocessen och för biogasproduktionen, alternativa material för vattenrening, m.m.

Utöver dessa planerade projekt kommer anläggningen rustas upp för visningar med en egen utställning som visar framstående svensk teknik och tjänster inom vattenrening och biogasproduktion.

En viktig punkt i de planerade aktiviteterna är även att förbättra energi- och resurseffektivitet i reningen och slamhantering. Detta ska främst ske med hjälp av befintlig kunskap och utvärdering och optimering av nya och befintliga processer/tekniker för avloppsvattenrening. Övervakning och styrning av olika processer kommer att vara en viktig del för att komplettera de system som är i drift idag. Övervakning och styrning i realtid via multivariat teknik är ett exempel på hur befintliga processer bör kunna bli effektivare och mindre resurskrävande på samma gång.

5 Framtidsutsikter

Syftet med verksamheten på Sjöstadsverket är att uppnå ett uthålligt användande av naturresurser inom avloppshantering vilket bl.a. inkluderar energieffektivisering, ökat resursutnyttjande och en hållbar återföring av växtnäring till åkermark. Genom samverkan inom VA-klustret Mälardalen finns det både bredd och spetskompetens för att effektivisera hela avloppsreningsprocessen. Samarbetet med både avloppsreningsverk och företag gör att forskningsresultat snabbt kan omsättas i verkligheten. Utöver detta kommer Sjöstadsverket även att samverka med olika aktörer (t.ex. VA-klustret) inom utbildningsfrågor. Målsättningen är att lyfta fram VA som ett viktigt och intressant ämne med många samhälls- och miljötillämpningar.

Hammarby Sjöstadsverket i sig och genom samverkan med andra aktörer inom VA-Sverige ger unika möjligheter till en kraftsamling inom VA-området. De planerade aktiviteterna på Sjöstadsverket ska gynna effektivisering och implementering av såväl befintlig som ny teknik och metoder. Det är åtgärder som leder till minskad klimatpåverkan och resursanvändning på reningsverken och ökad internationell finansiering. Därmed ska Sjöstadsverket bidra till att både upprätthålla den befintliga kompetensen och till kompetensutveckling inom vattenreningsteknik; vilket ökar exporten av svensk miljöteknik.

Visionen är att Sjöstadsverket ska bli Sveriges ledande och internationellt framstående FoU-anläggning inom vattenreningsteknik. Genom forskning och uppvisning ska verket bidra till profilering och exportökning av svensk kunskap samt teknik inom vatten/miljöteknik. Detta leder även till att stärka branschutvecklingen.

För att även i fortsättningen vara en viktig FoU plattform som används för kunskapsöverföring och marknadsföring av svenskt kunnande och teknik inom vattenrening behövs det samverkan och stöd från flera olika aktörer inom VA-Sverige. De möjligheter som finns genom anläggningen måste tas

till vara vilket innebär att det stöd som verksamheten kan få från de olika aktörerna kommer att gynna hela VA-Sverige. Även om anläggningen är belägen i Stockholm och bedrivs i regi av KTH och IVL så ska Hammarby Sjöstadsverket utgöra en nationell FoU-resurs som bidrar till en profilering och exportökning av svensk kunskap samt teknik inom vatten/miljöteknik och därmed stärker branschutvecklingen.

6 Slutsatser

Även om uppstartsfasen efter övertagandet av Sjöstadsverket av Stockholm Vatten har inneburit en del svårigheter främst i samband med att hitta en ny verksamhetsform som är både effektivare och mer utåtriktad så är slutsatsen att stödet från Svenskt Vatten Utveckling inom projektet *Hammarby Sjöstadsverk - Försöks- och Demonstrationsanläggningen för Framtidens Kommunala VA-Teknik* har bidragit till att etablera Sjöstadsverket som en viktig aktör. I denna period har grunderna skapats för att bygga upp en verksamhet som kommer att spela en viktig roll i utvecklingen av framtida tekniker och tjänster som är relaterade till miljöteknik. Stödet har hjälpt att skapa en miljö som gynnar samverkan mellan forskare, företag, institut, organisationer och andra aktörer som är aktiva inom VA-området. Förutsättningar för att utveckla och för att bygga upp en mycket stark plattform för forsknings- och utvecklingsarbete samt kunskapsöverföring och demonstration/marknadsföring av svensk miljöteknik har genererats och utgör grunderna för den fortsatta verksamheten på anläggningen.

Förutsättningar för att bedriva en FoU-verksamhet på hög nivå kräver dock också att olika aktörer som profiterar av verksamheten behöver ta ansvaret att även i fortsättningen samverka med anläggningen. Detta kan ske på olika sätt och Mälardalsklustret är en av de viktigaste satsningar där Sjöstadsverket ingår som en resurs. Samtidigt behövs även riktade satsningar på specifika projekt, utbildning och andra samverkansformer. Detta för att säkerställa att de olika behoven i samhället och hos de aktiva aktörerna kan bemötas på bästa möjliga sätt. Det arbete och de utmaningar som väntar i framtiden kommer att kräva en förstärkt satsning på FoU samt en kunskapsöverföring. I samverkan med aktörer som t.ex. Svenskt Vatten kan Hammarby Sjöstadsverk erbjuda de bästa möjligheterna för att kunna bidra till att klara av dessa utmaningar.

Etablerandet av en fysisk resurs där experimentellt arbete kan utföras ger en inträdesbiljett för att även kunna intressera deltagare från Sverige men också från den europeiska och internationella FoU miljön. Arbetet under de här första åren förstärker den bilden.