

Algtoxiner i avsaltat dricksvatten



Algtoxiner i avsaltat dricksvatten

Undersökningen utförd av en projektgrupp bestående av

Tord Möller, Essie Andersson, Torbjörn Lindberg och Ulla Beckman Sundh

Referensgrupp

Rickard Bjerselius, Ulla Edberg och Ulla Nordström

Innehåll

Sammanfattning

Inledning

Bakgrund

Projektplanering

Princip för avsaltning genom omvänd osmos

Kartläggning av anläggningar

Erfarenheter från projektet

Provtagning och analys

Resultat och diskussion

Tabell

Bilaga 1 Beskrivning av besökta anläggningar

Bilaga 2 Fakta kring cyanobakterier och dess toxiner

Sammanfattning

Syftet med projektet ”Algtoxiner i avsaltat dricksvatten” har varit att kartlägga förekomsten av avsaltningsanläggningar med membranfiltrering, beräkna hur många personer som är beroende av sådana anläggningar, samt försöka bedöma eventuella risker för läckage av toxiner till dricksvattnet i samband med massblomning av cyanobakterier (blå-gröna alger) i Östersjön.

Projektet pågick under våren och sommaren 2006.

Första fasen i projektet innebar kontakter med lokala miljö- och hälsoskyddskontor, intresseföreningar och branschfolk med kunskap inom projektområdet. Från dessa kontakter erhöles en uppfattning om var en eventuell blomning skulle kunna äga rum under sommaren. Vi erhöles även en bild av omfattningen av anläggningar och hur många personer som försörjdes av dessa.

Den andra delen i projektet omfattade studiebesök på tio utvalda anläggningar i södra Stockholms skärgård, samt provtagning och analys av vattenprov. I samband med besöken togs prov på inkommande råvatten och utgående dricksvatten. Flaskor lämnades så att nya prov kunde tas i samband med blomning. Provflaskor skickades även ut till kommuner och andra intressenter som anmält intresse för projektet och som skulle sända in prov från platser projektgruppen inte besökt.

I huvudsak finns två typer av anläggningar för avsaltning genom membranfiltrering. En liten enkel modell för det enskilda hushållet och större anläggningar som producerar vatten till många människors behov. Den senare typens kapacitet utnyttjas som mest under sommaren, ofta som komplement till de vanliga vattentillgångarna vilka inte räcker till för alla turister, sommargäster och andra besökare som gör att folkmängden i skärgårdskommunerna ökar markant under sommaren. Vår bedömning är att det kan finnas 1000 avsaltningsanläggningar av varierande typ i Stockholms skärgård och att det i Östersjön söder om Stockholm bara finns ett fåtal anläggningar. Antal personer som i någon form är brukare av vatten från avsaltningsanläggningar skulle då kunna uppskattas till några tusen.

Resultaten från analysdelen i projektet blev inte som planerat. Den blomning som uppstod under sommaren i Östersjön, berörde inte nämnvärt de delar av kusten som vi bevakat. Endast två anläggningar skickade in prov under sommaren och i dessa prov fanns inga toxiner. Möjligheten att direkt se eventuellt läckage av toxiner till dricksvattensidan i anläggningarna gick om intet. Slutsatserna av denna del i projektet får istället bygga på de utförda mätningarna av salthalter i prov före och efter membranfiltren. Dessa mätningar, tillsammans med erfarenheter från ett liknande projekt utfört av Stockholm läns landsting tillsammans med Värmdö kommun, indikerar att det kan finnas en liten risk för läckage av toxiner vid massiv blomning av cyanobakterier. De hälsomässiga effekterna utifrån toxinläckage är förmodligen försumbara i väl fungerande avsaltningsanläggningar, men kan öka vid reducerad effektivitet i saltavskiljningen.

Inledning

Under de senaste åren har Livsmedelsverket noterat en ökad oro från konsumenter över vilka effekter som den massiva ”algbloomingen” i Östersjön kan ha på vattenförsörjningen i kustnära anläggningar och fritidsstugor. Massmedias rubriker om ”giftalger” skapar naturligtvis oro och bygger på det faktum att vissa av de cyanobakterier, som den så kallade ”algbloomingen” består av, är potenta toxinbildare. Allvarlig leverpåverkan och akuta störningar på nervsystemet är effekter som kan orsakas av cyanobakterietoxiner. I Sverige antas mellan en tredjedel och hälften av alla blomningar vara toxiska. Blomningar av toxiska cyanobakterier kan förekomma i sjöar och vattendrag över hela Sverige, från norr till söder. Blomningarna kan ge problem vid beredning av dricksvatten från ytvattentäkter. Toxiner från en giftig blomning kan försvinna på några få dagar, men kan också finnas kvar i vattnet i flera veckor, beroende på vilka förhållanden som råder.

Cyanobakterier kan också bilda ämnen som ger dålig lukt och smak åt vattnet.

Bakgrund

Livsmedelsverket är den myndighet som utfärdar regler och rekommendationer för livsmedel inklusive dricksvatten. Under sommaren 2005 drabbades vissa kustnära områden av massförekomst av cyanobakterier varvid frågan kring avsaltning av saltvatten till dricksvatten aktualiserades. Det finns begränsade kunskaper om riskerna för läckage av toxiska ämnen vid avsaltning av ett råvatten som håller höga halter av cyanobakterier eller som någon vecka tidigare haft en massutveckling av cyanobakterier. Stockholm läns landsting och Värmdö kommun utförde 2001 en studie några avsaltningsanläggningar. Tyvärr för projektets vidkommande, så uteblev cyanobakterierna det året varför frågan inte fick något svar. Livsmedelsverket beslöt därför att försöka göra en kartläggning kring omfattningen av antal avsaltningsanläggningar, samt att under sommaren 2006 utföra undersökningar i avsaltningsanläggningar, som utnyttjade Östersjövatten som råvatten.

Planering av projektet

Vid planeringen av projektet deltog både projektgruppen och referensgruppen.

Följande moment fastslogs:

- Kartlägga omfattningen av avsaltningsanläggningar för Östersjövatten samt försöka beräkna hur många personer som är beroende av dem.
- Att utifrån tidigare blomningar bedöma vilka områden som skulle kunna vara intressanta för provtagning under sommaren 2006.

- Utföra studiebesök på några anläggningar för att på plats få en uppfattning av anläggningarnas effektivitet och underhållsbehov.
- Utföra analyser av cyanobakterietoxiner på ingående råvatten och utgående dricksvatten från avsaltningsanläggningar i samband med blomning.
- Kontakta intresserade kustnära kommuner för att få hjälp med provtagning av platser vi själva inte besöker.

Princip för avsaltning genom omvänd osmos

Osmos är en naturlig process för jämvikt. Om två kärl som åtskiljs endast med ett membran har olika salthalt, så finns en naturlig strävan mot jämvikt mellan salthalterna genom utspädning. I de fall där membranet är mycket tätt, så är flödet av vatten genom membranet snabbare än för salterna. Vattennivån stiger således i kärlet med den mest koncentrerade lösningen och skillnaden mellan nivåerna i kärlen utgör det osmotiska trycket. Om ett yttre tryck istället tillsätts motsvarande det uppkomna osmotiska trycket, så återgår salthalterna till utgångsläget. Genom att öka trycket ytterligare förskjuts salthalterna allt mer mot trycksidan och ett vatten med allt mindre salthalt uppkommer i det andra kärlet. De kommersiellt tillgängliga avsaltningsaggregaten som finns på marknaden använder vanligen tekniken med omvänd osmos kombinerat med sofistikerade semipermeabla membran, dvs membran som selektivt kan släppa igenom molekyler beroende på t ex storlek, laddning etc.

Membranfilter

Membranfilter kan ha olika utformning.

Vanligen förekommer de lindade som spiraler eller pappersrullar inneslutna i ett patronhölje. Flertalet filter uppgavs vara av poly-amidtyp.

Några förekommande fabrikat på filter är;

- Hydranautics
- Fluid Systems
- Osmonics
- Dow Chemicals

Leverantörer av avsaltningsanläggningar

Följande leverantörer har vi haft kontakt med:

- Dometic AB
- ENWA AB
- HOH Vattenteknik AB
- Svenska Waterman AB

Kartläggning av antal avsaltningsanläggningar för dricksvattenproduktion

Det finns olika typer av avsaltningsaggregat för att framställa dricksvatten. En typ är avsedd att placeras under diskbänken och ger bara vatten till ett hushålls behov för matlagning, dryck, disk och rengöring. Vattnet från sådana aggregat anses vara korrosivt mot exempelvis metaller, varför tillverkarna rekommenderar plast eller rostfritt material i tillopp och avlopp. Efter samtal med leverantörer av anläggningar är det vår gissning att av denna typ av vattenrenare, som används i privata hushåll, kan det finnas ca 200 i Stockholms skärgård.

Den andra typen av avsaltningsaggregat ger större mängd vatten och en vattenkvalitet som inte är korrosiv för t ex varmvattenberedare eller vattenledningar.

Leverantörer av membranfiltreringsutrustning till dessa avsaltningsaggregat vet hur många avsaltningsanläggningar det säljs per år, men är restriktiva med att lämna ut dessa siffror. Man betonar att efterfrågan ökar. Fler personer ser möjligheten att bosätta sig på öar både i Östersjön och i den Bohuslänska skärgården när man kan utnyttja brack- eller saltvatten för dricksvattenproduktion. En leverantör uppgav att han hade ca 300 avsaltningsanläggningar i Stockholms skärgård. Från ett antal serviceföretag, som installerar och sköter avsaltningsanläggningar, varierar deras åtaganden till mellan ca 20 och 70 anläggningar per år. Vår bedömning är att det kan finnas 1000 avsaltningsanläggningar av denna typ i Stockholms skärgård och att det i Östersjön söder om Stockholm bara finns ett fåtal anläggningar.

De kommunala myndigheterna känner oftast bara till de avsaltningsanläggningar som är tillräckligt stora för att omfattas av Livsmedelsverkets dricksvattenregler i SLVFS 2001:30.

Föreskrifterna omfattar inte dricksvatten från vattenverk

- som i genomsnitt tillhandahåller mindre än 10 m³ dricksvatten per dygn, eller
- som försörjer färre än 50 personer,

såvida inte vattnet tillhandahålls eller används som en del av en kommersiell eller offentlig verksamhet.

Erfarenheter från projektet

Besökta avsaltningsanläggningar

Efter kontakter med hälsoskyddsmyndigheter, som har tillsyn i Stockholms skärgård och ”Informationscentralen för Egentliga Östersjön”, Länsstyrelsen i Stockholms län, valdes ett tiotal avsaltningsanläggningar ut som lämpliga att besöka. De utvalda anläggningarna fanns till största del samlade i södra skärgården, då den samlade erfarenheten från hälsoskyddsmyndigheter samt expertis från Informationscentralen för Egentliga Östersjön ansåg det var större sannolikhet för en algblomning där än i den norra.

Råvattenintag

Råvattenintagen varierade mellan de olika anläggningarna. I samband med installation av en anläggning uppgav en leverantör att det var viktigt att ta råvattnet på stort djup för att slippa cyanobakteriernas toxiner. Detta ger sannolikt inte någon garanti, eftersom cyanobakterierna kan finnas även på stora djup. Däremot kan det vara så att man inte behöver rensa silen på intagsledningen lika ofta om den ligger djupt. För att rensa vissa av intagsledningarna behövde dykare anlitas.

En annan konstruktion för intag av råvatten var att anlägga en stenkista/sandfilter i strandkanten. I dessa fall erhöll man ett ytligt råvatten, men med fördelen att det var sandfiltrerat. Ytterligare en variant fanns där man utan sil pumpade upp råvattnet i en bassäng, där vattnet grovsilades före förbehandling/förfiltreringen.

Förfiltrering

När membranfiltrering av vatten syftar till att avlägsna joner i vattnet krävs att råvattnet är fritt från partiklar. Förfiltrering såsom sandfiltrering, filtrering över patronfilter och över aktivt kol tillämpas. Ingen av de anläggningar som vi besökte tillämpade biofiltrering, vilket idag anses vara fördelaktigt. En av fördelarna kan vara att cyano-bakteriernas toxiner, mikrocystin och nodularin har visat sig vara bionedbrytbara.

I de förfilter som fanns före membranfiltreringen pågick sannolikt biologisk aktivitet även om de filtren inte var optimalt utformade för biologisk aktivitet. Vid byte av patronfilter uppgav flera av användarna att de kände lukt av svavelväte, vilket tyder på biologisk aktivitet. Svavelvätelukten minskade eller försvann när man installerade kolfilter.

Beläggningshämmare

Flertalet av de anläggningar som vi besökte doserade beläggningshämmare före membranfiltreringen. Vilka doser som användes kontrollerades inte, inte heller kvittblivningen av dessa produkter, dvs. var avloppet släpptes ut. Vi kunde konstatera

att man använde sig av en polyakrylförening, organiska fosfonater och av sulfaminsyra.

Ameroyal 363 och Ameroyal 642 är godkända av Livsmedelsverket. Den förstnämnda innehåller modifierad polyakrylatpolymer och Ameroyal 642 innehåller organiska fosfonater.

Kemikalieanvändning

Membranfiltrering är en kemikaliesnål vattenberedning. Tidigare krävdes avhärdning av råvattnet före membranfiltrering. Denna gjordes oftast som ett jonbyte, där kalcium- och magnesiumjoner byttes mot natriumjoner. I och med godkännandet av beläggningshämmare kan man slopa avhärdningen före membranfiltreringen. En av de besökta anläggningarna tillämpade inte avhärdning och inte heller dosering av beläggningshämmare. I stället rengjordes membranerna 4 gånger per år. Anledningen var att man inte ville belasta den fina badviken, där vattnet togs in, med kemikalier som kunde försämra vattenkvaliteten.

En annan möjlighet att ”spara” kemikalier är att cirkulera retentatvatten. Detta kan också fördröja igensättningen i förfiltren.

Rengöring av membranerna kräver kemikalier. Både sura och alkaliska tensider användes. Dessutom använde man biocider, såsom kalciumhypoklorit och en som innehöll 5-klor-2-metyl-4-isotiazolin-3on och 2-metyl-4-isotiazolin-3on och magnesiumnitrat. Rengöring kunde ske på plats eller genom att membranerna skickades in till serviceföretag eller leverantör.

Underhålls- och skötselinstruktioner

Två av de leverantörer som vi haft kontakt med har mycket utförliga och lättfattliga instruktioner till sina anläggningar. En har inte anpassat sin beskrivning till brackvatten och inte lämnat oss skötselinstruktioner. Den fjärde leverantören har varit så upptagen att vi inte kunnat få några uppgifter alls.

Vattenkvalitet efter membranfiltreringen

Membranfiltrering avskiljer joner från vattnet på ett sådant sätt att permeatet kan få korrosiva egenskaper. När man utgår från ett vatten med låg salthalt, t.ex. ett brunnsvatten, blir det korrosion på grund av att vattnet efter behandlingen inte innehåller några salter alls. När man membranfiltrerar Östersjövatten siktar man in sig på att avsaltningen drivs bara till en viss gräns. Eftersom membranfiltrering avskiljer efter molekylernas storlek påverkas vattenkvaliteten av detta så att man lätt får ett korrosivt vatten även om inte alla salter avlägsnas.

Flera av de anläggningar som vi besökte hade avsaltningsanläggningen som ett komplement till grundvatten som fanns i närheten. Vid blandning av grundvatten och avsaltat vatten uppgav man att man fick en bra vattenkvalitet. I något fall användes till exempel det avsaltade vattnet för att spä ut en för hög manganhalt.

Det är viktigt att ha kännedom om de olika vattnens saltinnehåll när de ska blandas så att man vet att det till exempel inte frigörs kolsyra som leder till att vattnet blir frätande. Detta kan hända om man blandar ett bikarbonatrikt och ett bikarbonatfattigt vatten.

I de fall när man inte hade möjlighet att blanda det avsaltade vattnet med ett grundvatten/brunnsvatten fanns det alkaliskt filter efter avsaltningen. Om detta var effektivt framgick inte. För att få någon effekt av ett alkaliskt filter krävs att vattnet som passerar igenom innehåller kolsyra så att bikarbonater kan bildas. I något fall hade man valt att dosera bikarbonat istället för att använda alkaliskt filter. Flera av anläggningarna en UV lampa för desinfektion före distribution av vattnet.

Provtagning och analys

I samband med vårt studiebesök på anläggningarna, så togs prov på ingående och utgående vatten från avsaltningsslaggregaten. Proven samlades upp i rena plastflaskor så nära membranfiltreringen som det var möjligt, dvs. efter förfilter på ingående vatten och före eventuella beredningssteg på utgående vatten. Vid besöken förelåg ingen blomning, varför de tagna proven fick bli nollprov. Provtagningsflaskor lämnades till driftansvariga, så att de skulle kunna ta nya prov på samma provpunkter vid en blomning i närområdet av råvattenintaget. Provtagningsflaskor sändes även ut till en del intresserade kommuner och andra personer/anläggningar för provtagning av för dem intressanta objekt. Samtliga provtagare fick direktiv att frysa proven och sända dem i fruset skick till Livsmedelsverket för analys.

Inkomna prov analyserades på förekomst av toxinerna microcystiner och nodularin samt på salthalt genom mätning av konduktivitet. Analys av toxinerna utfördes med ett immunologiskt test, där halter ned till 0,1 µg toxin/L kan mätas. Salthalt i proven mättes med konduktivitetmätare som kalibrerats mot kontrollstandard av 0,01 M kaliumklorid (KCl).

Resultat och diskussion

2006 års algblomning tycks inte ha drabbat de områden som vi hade under bevakning. Endast två anläggningar har sänt in kompletterande prov under sommaren och några prov från de övrigt intresserade kommunerna/intressenterna har inte inkommit. Toxinanalyser av de insända proven samt råvattenproven av nollproven visade inte på någon toxinförekomst. Vi kan därför inte redovisa några uppmätta resultat på vad som sker med cyanobakterietoxinerna vid membranfiltreringen. De mätningar av konduktivitet som utförts på nollprov och de inkomna proven visar att minskningen av konduktivitet mellan ingående och utgående vatten varierade en del i de olika anläggningarna, dvs. att anläggningarnas förmåga att avskilja salter varierade. Samtliga analyser finns redovisade i tabell 1.

Resultaten från konduktivitetmätningarna uppvisar en skillnad i salthaltsreduktion från anläggningarna på mellan 77–94 %. Stora flertalet ligger strax över 90 % reduktion, vilket visar på hög effektivitet i anläggningen. Resultaten av mätningarna visar dock att en del salter förs över till dricksvattnet och att det därmed även finns möjlighet för eventuella toxiner att passera.

I den tidigare refererade studien, utförd av Stockholms läns landsting och Värmdö kommun, ingick ett försök med tillsats av toxiner till havsvatten. De ”spetsade” vattenproven fick passera en gammal och en ny avsaltningsanläggning. Endast i ett av de fyra försöken kunde toxiner påvisas efter passage och det var i den gamla anläggning där koncentrationen av toxinerna i det ingående provet var extremt hög. I motsvarande försök på den nya anläggningen kunde inga toxiner påvisas. I de redovisade försöken har även kloridhalter uppmätts före och efter avsaltning. Reduktionen av klorider i den nya anläggningen var nästan 99 % och i den gamla där viss läckage av toxiner påvisades var reduktionen av kloridhalten 87 %. I de anläggningar som vi besökte i vår undersökning har vi uppmätt reduktion i salthalt i spannet 77–94 %, dvs. i nivå med den gamla anläggningens resultat i den refererade undersökningen. Utifrån resultaten i båda undersökningarna kan man dra slutsatsen att det kan finnas risk för läckage av toxiner till det avsaltade dricksvattnet om höga toxinhalter i råvattnet kombineras med en reducerad effektivitet i avsaltningsanläggningen.

WHO har angivet en halt av 1 µg mikrocystin-LR/liter i dricksvattnet som ett riktvärde vilket inte bör överskridas vid **daglig** konsumtion under en livstid. Det bör inte föreligga någon risk att detta riktvärde ska överskridas vid en normalt fungerande avsaltningsanläggning, vare sig vid enstaka tillfällen eller, och framför allt, inte under någon längre tidsperiod. Om detta riktvärde även kan gälla för nodularin, vilket troligen är det dominerande toxinet i Östersjön, finns idag inte tillräckligt med underlag för att uttala sig med säkerhet.

Tabell 1

Anläggning	Provdag	Ingående prov		Utgående prov		Salthaltsred. %
		Kond. 25 °C	Halt toxin	Kond. 25 °C	Halt toxin	
A	2006 07 04	3934	< 0.1	924		77
B	2006 07 04	4085	< 0.1	425		90
C	2006 07 04	4060	< 0.1	317		92
D	2006 07 04	3314	< 0.1	755		77
E	2006 07 04	4401	< 0.1	279		94
F	2006 07 05	7055	< 0.1	553		92
G	2006 07 05	2336	< 0.1	314		87
H	2006 07 05	3865	< 0.1	279		93
I	2006 07 05	4337	< 0.1	360		92
J	2006 07 05	2647	< 0.1	202		92
H	2006 07 18	4634	< 0,1	422	< 0,1	91
G	2006 07 28	2725	< 0,1	301	< 0,1	89

Bilaga 1

Besökta anläggningar

Syfte

Syftet med studien är att undersöka i hur hög grad som toxinerna nodularin och mikrocystin från cyanobakterier avskiljs i avsaltningsanläggningar, när dessa använder Östersjöns vatten som råvatten till dricksvattenproduktion.

Tio avsaltningsanläggningar i Stockholms södra skärgård besöktes den 4 och 5 juli för att initiera provtagning av råvatten och dricksvatten vid algbloomning dvs. massutveckling av cyanobakterier i Östersjövatten. Genom dessa besök fick vi möjlighet att skaffa oss kunskaper från driftansvariga personers praktiska erfarenheter samt på plats få en uppfattning om utrustningarnas funktion. Besöken var således inte avsedda som inspektion eller kontroll av anläggningarna eller dess kringutrustning.

Vid besöken togs nollprover för analys på ingående och utgående vatten, för att bekräfta att Östersjöns vatten är fritt från toxiner under de perioder då ingen algbloomning sker. För att få en uppfattning om avsaltningsanläggningarnas status mätes även ledningsförmågan på alla vattenprov.

Gällande lagstiftning

WHO, Världshälsoorganisationen, fastställde 1998 ett provisoriskt riktvärde för mikrocystin-LR till 1,0 mikrogram per liter. I Kanada har man infört ett nationellt gränsvärde. De anger den maximalt acceptabla koncentrationen i dricksvatten till 1,5 mikrogram/liter.

I Sverige finns det inga gräns- eller riktvärde för nodularin eller mikrocystin i dricksvatten, utan en bedömning kan göras i det enskilda fallet om toxiner skulle återfinnas i dricksvatten.

Förekomst av avsaltningsanläggningar med råvatten från Östersjön

Telefonförfrågan gjordes till kustnära kommuners miljö och hälsoskyddskontor om det fanns avsaltningsanläggningar för beredning av dricksvatten. Flera kommuner i Blekinge, Småland och Östergötland svarade att de ej kände till någon eller att man endast hade haft kontakt med en eller två hushåll som installerat för privat bruk under sommartid på någon ö.

Eftersom det för ett enskilt hushåll inte finns något krav på att anmäla installation av avsaltningsanläggning, kan det finnas sådana som personalen på miljö- och hälsoskyddskontoren ej känner till. Vissa kommuner i Stockholmsregionen kräver att dricks- och avloppsvattenfrågan skall vara lösta för att bevilja bygglov.

I Stockholms skärgård finns ett antal krogar, restauranger, övernattningsställen etc., där verksamhetsutövaren är skyldig att ta prov på sitt dricksvatten enligt SLV FS 2001:30. I denna författningssamling finns inga krav eller rekommendationer om analys av nodularin och mikrocystin, eftersom det inte finns något gräns- eller riktvärde för dessa i Sverige.

Besökta och kontaktade avsaltningsanläggningar

Efter kontakter med hälsoskyddsmyndigheter, som har tillsyn i Stockholms skärgård och ”Informationscentralen för Egentliga Östersjön”, Länsstyrelsen i Stockholms län, valdes ett tiotal avsaltningsanläggningar ut som lämpliga att besöka. Ytterligare ett antal kontaktades och fick information om projektet. Till dessa skickades information och provtagningsflaskor samt ett frågeformulär om anläggningen, för att de själva skulle kunna ta prover och skicka in till Livsmedelsverket för analys.

De utvalda anläggningarna fanns till största del samlade i södra skärgården, då den samlade erfarenheten från hälsoskyddsmyndigheter samt expertis från Informationscentralen för Egentliga Östersjön ansåg det var större sannolikhet för en algblomning där än i den norra. Sommaren 2005 hade det varit massutveckling av cyanobakterier i Stockholms södra skärgård men i den norra hade man inte haft sådana problem.

De tio anläggningarna som besöktes benämns fortsättningsvis för Anläggning A tom Anläggning J och är belägna i kommunerna Haninge, Nynäshamn och Värmdö.

Förutom bevakning på de ovan nämnda anläggningarna så sändes provtagningsflaskor till följande personer/avsaltninganläggningar/ hälsoskyddsinspektörer.

Tre privathushåll i Tyresö med små anläggningar. (Kapacitet 120 till 180 l/h.)

Ett mindre antal kursgårdar och privata fastigheter inom Norrtälje och Österåkers kommuner.

Besöksrapporter från membranläggningar

Anläggning A

Vattenverk med avsaltning av Östersjövatten för 35 året runt boende personer och för c:a 350 sommargäster per dag.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 15 m³/dygn.

Ålder: Från år 2001.

Beredningsprocess:

Sandfilter och därefter patronfilter med 2,2 bars tryck följt av 4 st membranfilter. Tryck före membranfiltreringen 28 bar och efter 25 bar. Det avsaltade vattnet blandades med grundvatten, vars järn- och manganhalt avlägsnats i ett KMnO₄ mättat sandfilter.

Råvattenintag:

Råvattnet pumpades upp från 5 meters djup till en bassäng. Vid ostlig vind behövdes daglig tillsyn pga. att intagsledningen lätt blev igensatt av tång.

Anläggning B

Antal anslutna personer är ≤ 150 personer. Dricksvatten för konferensanläggningen och personalbostäder beredes av avsaltat Östersjövatten och grundvatten från brunnar.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 13 m³/dygn.

Ålder: Från år 1996 eller tidigare.

Beredningsprocess:

1 st påsfilter; byttes vintertid varannan månad och sommartid varannan vecka; 2 st sandfilter i serie, som backspolades tidsstyrt. Därpå följde 6 st patronfilter (som byttes varannan månad eller vid 0,3 bars tryckfall) och 1 membranfilter. Tryck före membranfiltreringen 22 bar.

Det avsaltade vattnet blandades med grundvatten från 3 brunnar. En UV lampa desinficerade dricksvattnet före distribution.

Råvattenintag:

Råvattenintaget låg i strandkanten. Det var en grävd stenfylld brunn som tog in ytligt sjövatten.

Anläggning C

Dricksvatten för anläggning med ca 12 000–15 000 gäsnätter per år samt < 10 permanent boende. Beredning av avsaltat Östersjövatten som blandades med brunnsvatten så att manganhalten där uppnådde godkänd nivå.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 24 m³/dygn.

Ålder: Anläggningen var från år 1998, men ombyggd år 2005. Membranen var från år 2005:

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade 10 st patronfilter före de två membranfiltren. Beläggningshämmare doserades före membranfiltreringen. Natriumkarbonat tillsattes för att höja pH på vattnet från avsaltningsanläggningen. Det avsaltade vattnet blandades med grundvatten från 4 brunnar. En UV lampa desinficerade dricksvattnet före distribution.

Råvattenintag:

Råvattenintaget låg i strandkanten. Det var en 1 meter djup, grävd, sandfylld brunn som tog in ytligt sjövattnet.

Anläggning D

Dricksvatten för 15 fastigheter med permanent boende och 15 fastigheter med fritidsboende. Beredning av avsaltat Östersjövattnet som blandades med brunnsvattnet så att manganhalten inte översteg godkänd nivå.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 13 m³/dygn.

Ålder: Anläggningen var från år 1997-8, men ombyggd år 2004. Membranen var från år 2002 (2 st) och 2004 (2st).

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade 1 sandfilter, som backspolades efter 24 timmars drift, och 2 st patronfilter före 2 membranfilter. Beläggningshämmare doserades före membranfiltreringen. Natriumkarbonat tillsattes för att höja pH på vattnet från avsaltningsanläggningen.

Det avsaltade vattnet blandades med 70–50 % sandfiltrerat grundvatten från borrhade brunnar.

Råvattenintag:

Råvatten togs på ett djup av 4-5 meter med en sänkpump med intagssil.

Anläggning E

Vattenverket försörjde med dricksvatten till boende, restaurang m.fl. året om.

Förbrukningen var 50 m³/dygn vintertid och 250 m³/dygn sommartid, vilket motsvarar ca 250 resp. 1 250 personer.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 290 m³/dygn. 12 m³/h vid nya membran och i övrigt ideala förhållanden avseende tryck och temperatur. Vid besökstillfället gav anläggningens 2 aggregat 9 m³/h permeat och förbrukade 22 m³/h råvatten.

Ålder: Anläggningen var från år 1996, men hade byggts om ett antal gånger.

Membranen var från år 2002

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade först en tryckstegring till 4 bar sen 3 st parallella sandfilter, med automatisk backspolning, därefter 2 st parallella påsfilter, som avskiljde partiklar större än 25 µm följt av 2 st 10 µm patronfilter. De senare byttes när tryckfallet översteg 0,5 bar. Före membranfiltreringen doserades beläggningshämmare. Membranfiltreringen skedde vid 26 bars tryck. Det avsaltade vattnet filtrerades över ett alkaliskt filter och blandades därefter med grundvatten från en brunn. Natriumhypoklorit doserades för att desinficera dricksvattnet före distribution.

Råvattenintag:

Intagsledningen låg ca 300 meter utanför ön. Den var förankrad i havsbotten och intaget var placerat 5 meter ovanför havsbotten på 23 meters djup. I intaget fanns en sil med maskvidden 10 µm. Vid behov av rensning anlätades dykare.

Anläggning F

Vattenverket försörjde vintertid 50 personer och under sommaren med utökad verksamhet ca 250 personer. Sedan okt 2005 och fram till 5 juli 2006 hade 2 800 m³ avsaltat vatten producerats.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 25 m³/dygn.

Ålder: Anläggningen installerades i okt år 2005

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade först ett grovfilter, därefter ett sandfilter som backspolades manuellt med sjövattpumpen och sedan ett kolfilter, som inte returspolades. Efter ett patronfilter höjdes trycket till 14 – 16 bar före två polyamidmembraner. Beläggningshämmare doserades före membranfiltreringen. Efter membranen fanns ytterligare ett kolfilter. Detta var effektivt för att ta svavelväte som kunde bildas vid stillestånd. Det avsaltade vattnet blandades med 10 % grundvatten och fick cirkulera över kolfilter och en UV lampa före distribution.

Råvattenintag:

Råvatten togs på 4 meters djup.

Anläggning G

Avsaltningsanläggningen utnyttjades enbart till duschar och toaletter för att minska förbrukning av den knappa dricksvattenförsörjningen. Antalet brukare var ca 100 personer under vardagar och under helger minskade behovet till ca 20. Under

semesterperioden kunde verksamheten vara stängd någon vecka. För att slippa konservering av membranerna kördes avsaltningen varje vecka.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 15 m³/dygn.

Ålder: Anläggningen installerades år 1999. Sedan dess hade pumpar bytts och membran tre gånger. Membranerna byttes när de gav för lite avsaltat vatten eller trycket på permeatsidan blev för lågt.

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade först ett sandfilter, som backspolades automatiskt och sedan två patronfilter.

Det avsaltade vattnet filtrerades över ett alkaliskt filter.

Råvattenintag:

Råvatten togs på 1 meters djup 30 meter från land.

Anläggning H

Avsaltningsanläggningen finns placerad vid en restaurang med verksamhet hela året. Anläggningen, som var ett komplement till en borrad brunn, försörjde ca 100 personer med dricksvatten.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 5 m³/dygn.

Ålder: Anläggningen installerades år 2001 och byggdes om 2003. Det ena var från 2001 och det andra från 2002

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade först ett antracitfilter på 70 liter, och därefter ett patronfilter. Dessutom fanns ett kolfilter. Beläggningshämmare doserades före membranfiltreringen. Det avsaltade vattnet filtrerades över ett alkaliskt filter. Desinfektion skedde över en UV lampa.

Råvattenintag:

Råvatten togs på 6 meters djup 70 meter från land. Intagsledningen var försedd med värmeslinga.

Anläggning I

Avsaltningsanläggningen finns placerad på kombinerad restaurant/pensionat med plats för ca 60 matgäster och 14 bäddplatser. Anläggningen var ett komplement till en befintlig brunn. Man blandade inte brunnsvatten och avsaltat vatten utan de användes var för sig. Verksamheten bedrivs till del året om, men mest på sommaren. Avsaltningsanläggningen står stilla högst en vecka i taget. Ingen konservering av membranerna behövdes.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 180 liter/dygn.

Ålder: Anläggningen installerades år 1996 och de två membranen var från samma tid.

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade först två patronfilter, och därefter ett typ mikron 3 filter samt ett kolfilter. Beläggningshämmare doserades före membranfiltreringen. Trycket över membranen var 10 bar.

Det avsaltade vattnet filtrerades över ett alkaliskt filter. Desinfektion skedde över en UV lampa.

Råvattenintag:

Råvatten togs på 60-70 meters djup 100 meter från land. Intagsledningen låg så djupt att dykare fick anlitas när den behövde kontrolleras.

Anläggning J

Vattenverk för dricksvattenförsörjning av 70–150 personer/dygn. Verksamhet endast under sommaren med ca 130 platser i matsal och antal bäddar. Konservering av membranen gjordes vintertid.

Membrananläggningen hade följande specifikationer:

Kapacitet: 8 m³/dygn enligt tillverkare, men 5 m³/dygn får man i realiteten

Ålder: Anläggningen installerades år 2004 och membranen var från 2004.

Beredningsprocess:

Råvattnet passerade först ett sandfilter och därefter två patronfilter. Beläggningshämmare doserades före membranfiltreringen. Tre membraner fanns.

Råvattenintag:

Råvatten togs på 5 meters djup 30 meter från land.

Bilaga 2

Fakta om cyanobakterier och dess toxiner

Cyanobakterier

Cyanobakterier (blå-gröna alger) är mikroorganismer, som vid blomningar (massförekomst) ser ut och uppför sig som alger. Tidigare kallades de allmänt för blå-gröna alger, men de saknar cellkärna och är därför närmare släkt med bakterier än med alger. Den karakteristiska blå-gröna färgen kommer sig av att de innehåller grön klorofyll och ett blått pigment, fykocyanin. De kan också innehålla rött pigment, fykoerytrin, och får då en röd eller brun färg. Liksom gröna växter som innehåller klorofyll är cyanobakterier fotosyntetiserande, vilket innebär att de kan använda den energi som finns i solljuset till energikrävande kemiska processer i organismen. Under fotosyntesen omvandlas koldioxid från luften till syre. Cyanobakterier anses vara en av jordens äldsta levande organismer, och de tros ha haft stor betydelse för syresättningen av jordens atmosfär.

Olika släkten och arter av cyanobakterier finns över hela världen, i alla klimat och från polerna till tropikerna. I Östersjöns brackvatten har det under en följd av år varit återkommande stora blomningar av *Nodularia*. Av Sveriges sjöar förekommer blomningar främst i näringsrika sjöar kring jordbruksbygder och storstäder, men förekomst finns dokumenterad i sjöar över hela landet, från Norrland till Skåne. Blomningar gynnas av lugnt och varmt väder utan nederbörd och utan stora strömningar och rörelser i vattenmassan. En blomning behöver inte synas på ytan av vattnet i alla skeden av dess utveckling och den kan pågå från några timmar till dagar eller veckor.

Flera arter av cyanobakterier kan bilda olika typer av toxiner med varierande grad av giftighet. Vi känner idag till ett stort antal toxiner som kan bildas av cyanobakterier, men sannolikt finns det också gifter som ännu är okända. Toxiner bildas inne i cyanobakterien och återfinns vanligen inuti cellen, men toxinerna kan också lösas ut i omgivande vatten. Om cyanobakterieceller sväljs frigörs toxinerna i matsmältningskanalen, och kan tas upp i kroppen.

De flesta toxiner som bildas av cyanobakterier är så kallade sekundära metaboliter. Det innebär att de inte produceras under hela cyanobakteriecellens livscykel, utan omständigheter som till stor del är okända, gör att toxinproduktionen plötsligt kan slås på. En blomning kan bli giftig från ena timmen till den andra. När en toxinbildande art blommar kan det bli höga toxinnivåer i vattnet och i samband med att den kollapsar

och dör sker en ytterligare frisättning av toxiner som funnits inneslutna i cyanobakteriecellerna ut i omgivande vatten.

I Sverige anges att mellan en tredjedel och hälften av alla blomningar är giftiga. Fritt lösta toxiner som finns i vattnet kan brytas ner på några timmar, dagar eller veckor, beroende på vilket toxin det handlar om och på förhållanden i vattenmassan, klimatförhållanden och annat. Det finns dock exempel på att toxiner funnits kvar i tre månader under vintertid i Finland. Sjövattnet bör därför aldrig drickas utan föregående rening. Nedbrytningen av toxiner sker främst mikrobiellt, det vill säga att toxinerna bryts ner av vattenlevande bakterier.

Dricksvattenberedning

Förutom att blomningar av cyanobakterier kan fördärva badvatten och störa andra fritids- eller yrkesaktiviteter, så kan blomningar även ge problem vid beredning av dricksvatten. I Sverige bereds hälften av allt dricksvatten från sjöar och andra ytvatten och i en del av dem återkommer blomningar regelbundet.

År 1997 publicerade Livsmedelsverket en rapport där ytvattentäkter i Sverige hade undersökts på förekomst av 6 olika toxiner från cyanobakterier. Prover togs även på dricksvatten efter passage genom vattenverken. Samtliga Sveriges kommuner var inbjudna att delta i undersökningen och cirka hälften av Sveriges ytvattentäkter kom slutligen att ingå. Detta var en stickprovsundersökning, prov togs vid ett enda tillfälle under sommaren. Sommaren var detta år kall och med mycket blåst och nederbörd, och innebar dåliga förhållanden för cyanobakterieblomningar. Förekomst av både cyanobakterier och toxiner undersöktes i sjövattnet, dricksvattnet testades bara för toxinförekomst. Toxiner återfanns i 16 av 110 sjövattneprover och låga halter i 2 av 107 dricksvattentrover.

Cyanobakterier kan även bilda ämnen som ger dålig smak och lukt åt vattnet. Några exempel är geosmin, 2-metylisoborneol (2-MIB), beta-cyklocitral och dimetylsulfid. Luktpaneler har testat vid vilka nivåer det är möjligt att känna doften av dessa ämnen, och tröskelnivåer för lukt var mycket allmänhet mycket låga.

Olika typer av toxiner

De toxiner som bildas av cyanobakterier kan delas in i olika typer beroende på struktur eller på deras sätt att påverka djur och människor. Utgående från verkningsätt kan toxinerna delas in i tre grupper:

levertoxiner (mikrocystiner, nodulariner och cylindrospermopsin)

nervtoxiner (anatoxina, saxitoxiner och anatoxina(S))

toxiner som ger irritation och inflammation (lipopolysackaridtoxiner).

Toxiner som oftast förekommer i högre koncentrationer (halter över 1 mikrogram/liter vatten) är enligt WHO mikrocystiner och cylindrospermopsin, medan nervtoxiner sällan har uppmätts i högre koncentrationer. De toxiner som innebär störst potentiell fara för hälsoeffekter hos människa i Sverige idag är mikrocystiner på grund av att de är de vanligast förekommande och är kemiskt sett mycket stabila. Nodulariner bildas av släktet *Nodularia* som de senaste åren har haft kraftiga blomningar i Östersjön, de kan därför potentiellt vara ett problem vid beredning av dricksvatten från Östersjövatten. Både mikrocystiner och nodulariner förekommer i ett flertal varianter. Cylindrospermopsin är inte av intresse för Sveriges del, eftersom toxinet bildas av arter som blommar i tropiska och subtropiska vatten. Dessa arter tycks inte kunna blomma i svalare klimat, även om förekomst i temperade vatten har observerats.

Det finns idag inte anledning att tro att det finns någon risk för exponering för nervtoxiner via dricksvatten i Sverige. Enligt WHO förekommer nervtoxiner sällan i höga koncentrationer. Toxinerna ger akuta effekter, men såvitt känt inte några kroniska effekter. Det finns inga kända fall i världen där människor har påverkats av nervtoxiner som de fått i sig via dricksvatten.

Lipopolysackaridtoxiner (LPS), eller endotoxiner som de också kallas, är komponenter i cellväggen hos cyanobakterier, liksom även i de flesta gramnegativa bakterier. Preliminära resultat från studier som pågår i bland annat Australien anger att LPS från cyanobakterier är mycket mindre potenta än de från typiska gramnegativa bakterier som *E.coli*.

Som nämnts ovan är mikrocystiner de toxiner som idag innebär störst risk för hälsoeffekter vid beredning av dricksvatten från sjövattnet i Sverige. De är de toxiner som är mest vanligt förekommande, och de är kemiskt mycket stabila. I Östersjön förekommer stora blomningar av *Nodularia* som kan producera nodularin, och detta toxin kan därför potentiellt vara ett problem vid beredning av dricksvatten från innanhavets brackvatten.

Mikrocystiner och nodulariner är levertoxiner som har stora likheter i sin kemiska uppbyggnad. De effekter och symtom som kan förväntas vid exponering av nivåer som ger akut påverkan, är förhöjning av leverenzymerna som visar på leverskada, sjukdomskänsla, illamående och kräkning och andra symtom på sjukdom i matsmältningsapparaten. Vid allvarigare påverkan kan gulsot och andra tecken på leverskada förekomma.

För mikrocystinvarianten mikrocystin-LR finns ett provisoriskt riktvärde ("provisional guidance value") fastställt av Världshälsoorganisationen (WHO). Att det är ett så kallat "provisoriskt" värde beror på att det finns bevis på hälsofara, men bara begränsad information om hälsoeffekter som en följd av exponering av toxinerna. Det provisoriska gränsvärdet är 1 mikrogram mikrocystin-LR/liter vatten. (WHO 1998) Riktvärdet baseras på antagandet att en person som väger 60 kg konsumerar 2 liter

vatten per dag och riktvärdet ska ge säkerhet vid en livslång konsumtion av vatten med toxininnehåll enligt riktvärdet. Detta innebär att om dricksvatten för kortare perioder överskrider riktvärdet, så behöver detta inte innebära att det är olämpligt eller oacceptabelt för konsumtion. Vid tillfälliga överskridanden av riktvärdet bör ansvariga myndigheter kontaktas för en utvärdering av situationen.

Mikrocystin-LR anses vara en av de mest toxiska varianterna av mikrocystiner och det finns därför anledning att anse att WHO:s riktvärde även kan omfatta andra varianter av mikrocystiner. För mindre toxiska varianter kan riktvärdet innebära att ytterligare säkerhetsmarginaler blir innefattande i riktvärdet. Huruvida detta riktvärde även kan gälla för nodularin, finns idag inte tillräckligt med underlag för ett säkert uttalande.