

Ovanlig sommar påverkade kustens vatten

Om Öregrundsgrepen i framtiden

Nya insikter om övergödning

Björnöfjärden och Brunnsviken

Planer för ny farled

Svealandskusten



INNEHÅLL



Förord: Klart och fint vatten.....	1
En ovanlig sommar	2
Tillståndet i kustvattnet – resultat från förbundets mätprogram	6
Svealand i centrum för kärnteknik	12
Unik kunskap om Öregrundsgrepens framtid	14
Nya insikter om övergödning från SKB:s miljöövervakning	18
Bra vatten i Björnöfjärden igen	22
Brunnsviken – en vik med historia	26
Ny farled till Södertälje planeras	30
Resultat från karteringar, tabell	32
Provtagningsprogram och karta.....	36



Svealandskusten 2017 ges ut av Svealands kustvattenvårdsförbund, en ideell medlemsstyrd förening som arbetar för renare vatten längs Svealands kust. Årsrapporten produceras av förbundets miljöanalysfunktion vid Stockholms universitet.

Produktion och redaktion: Jakob Walve, Institutionen för ekologi, miljö och botanik vid Stockholms universitet samt Carl Rolff och Annika Tidlund, Stockholms universitets Östersjöcentrum.

Beställ rapporten:

Svealands kustvattenvårdsförbund
Box 381 45
100 64 Stockholm
www.skvvf.se eller www.svealandskusten.se

Grafisk form och original: Maria Lewander/Grön idé

Omslagsfoto: Kransalgen rödsträse (*Chara tomentosa*) i Björnöfjärden. Foto: Joakim Hansen/Azote

Tryck: Grafiska punkten, april 2017.

Tryckt i 3000 exemplar på FSC-märkt papper.

ISSN 2000-9240

ISBN 978-91-980325-5-0

Klart och fint vatten

”Så här klart och fint har vi inte sett vattnet tidigare” Förvåningen ombord på förbundets provtagningsbåt R/V Andrea var ofta stor vid förra sommarens mätningar, och eftersom våra provtagningar aldrig tidigare varit så välbevakade av media gav det naturligtvis också upphov till många och positiva rubriker i media.

För oss på förbundet var detta dubbelt glädjande. Dels var det väldigt roligt att uppleva massmedias stora intresse för förbundets verksamhet. Det klara och fina vattnet kändes också uppmuntrande. Även om vi redan då insåg att det kanske mer än något annat orsakades av uppvällning av kallt, klart och näringsrikt djupvatten, så var det ändå frestande att tänka att våra medlemsorganisationers vattenvårdsarbete för ett renare kustvatten kanske börjat ge resultat.

Vi kan nu konstatera att det ännu är svårt att se någon tydlig trend för vattenkvaliteten längs vår kust, även om vi i ett längre tidsperspektiv ser tydliga förbättringar. I årets rapport, Svealandskusten 2017, visar vi hur viktigt det är med långsiktiga och väl utförda undersökningsserier för att dra korrekta slutsatser om status och utveckling, men även hur viktigt det är med kvalificerade marinbiologiska analyser och utvärderingar av erhållna resultat. I det perspektivet är förbundets mycket goda samarbete med Stockholms universitet särskilt lyckosamt.

Årets rapport innehåller även intressanta artiklar av några av våra medlemsorganisationer, bland annat om de omfattande undersökningar som utförs längs norra Upplandskusten av Svensk Kärnbränslehantering AB och det högtintressanta arbetet med olika typer av vattenvårdsåtgärder som Baltic Sea 2020 genomfört i Björnöfjärden, Värmdö kommun. Det senare faller väl in i förbundets ambition att tydligare än tidigare inte ”bara” beskriva hur vattenkvaliteten är eller varför, utan även ta fram underlag för vattenvårdsåtgärder för att förbättra vattenkvaliteten.

Vi är många som vet att Svealandskusten är fantastisk och att den är en underbar resurs som vi måste förvalta, nu och för kommande generationer.



KJELL JANSSON
Förbundsordförande

Kjell Jansson bor i skärgården på Blidö. Femte generationen skärgårdsbo med tonårig son. Tidigare företagare i byggbranschen. Nu kommunalråd i Norrtälje sedan 2006. Har skärgård och golf som fritidsintressen.

FOTO: JONNA THOMASSON



En ovanlig sommar

❖ Jakob Walve och Carl Rolff, Miljöanalysfunktionen vid Stockholms universitet

"Iskallt vatten", "Klart som i Medelhavet", "Ovanligt syrerikt vid botten". Det rådde ovanliga förhållanden i många delar av skärgården under sommaren 2016. Kallt och klart vatten från djupare lager i öppet hav vällde upp till ytan längs kusten, och rörde också om och syresatte vattnet i många mer skyddade vikar. Detta noterades av många reportrar som hörsammat förbundets pressinbjudan och följt med på provtagning för att ta reda på hur kustens vatten mår.

Stora delar av Svealandskusten påverkades sommaren 2016 av en ovanligt kraftfull uppvällning. Fenomenet orsakas av att ihållande kraftiga vindar får kustens ytvatten att strömma ut till havs, varpå vatten från större djup istället väller upp till ytan. Särskilt utbredd var uppvällningen i augusti, då ett salt, fosforrikt, men också syrerikt vatten strömmade in i stora delar av kusten.

Många områden påverkade

De ovanliga förhållandena noterades i de många reportage som blev följden av förbundets pressinbjudan. Nästan oavsett när och var de olika reportrarna var med under som-



Det var många medier som hörsamade förbundets pressinbjudan. Mer än ett dussin reportrar och fotografer följde med på provtagning i Svealands vackra skärgård under sommaren 2016. Två gånger varje sommar undersökts närmare 200 platser i Sveriges mest omfattande kustnära provtagning. I slutet av rapporten visas dessa platser i en karta och resultaten i tabeller.

FOTO: GÖRAN ANDERSSON, SKVVF



marens provtagningar så var det något anmärkningsvärt jämfört med hur de olika fjärdarna vanligtvis ser ut.

Detta vet vi eftersom vattenkvaliteten i Svealands vackra skärgård noga har följts sedan 2001. Två gånger varje sommar undersökts närmare 200 platser i Sveriges mest omfattande kustnära provtagning, och resultaten används för bedömning av vattenkvaliteten och för att utvärdera om de åtgärder som genomförs verkligen har avsedd effekt. Den unika omfattningen på programmet är möjlig tack vare samarbetet inom Svealands kustvattenvårdsförbund där kustkommuner, företag, län och andra vattenpåverkande verksamheter gemensamt driver och finansierar verksamheten. Provtagning och analyser utförs av forskare från Stockholms universitet.

Utvärderingen av resultaten från sommaren 2016 visar nu tydligt att det var verkligt speciella förhållanden som rådde i många områden.

Höga värden både i norr och söder

Uppvällningen var ovanligt kraftfull och utbredd även i ett 40-årigt perspektiv. I söder, längs den södermanländska skärgården, är uppvällning ganska vanligt eftersom sträckan mellan fastland och öppet hav är liten i jämförelse med skärgården längre norrut. I söder är därför ytvattnet alltid förhållandevis salt och fosfatrikt. Trots det sticker salthaltsökningen i augusti 2016 ut som ovanlig även vid

den nationella miljöövervakningsstationen B1 vid Askö där provtagningar pågått sedan 1970-talet. För att hitta motsvarande salthalt i ytvattnet i augusti behöver man gå tillbaka till slutet av 1980-talet, och då var salthalten generellt högre i Östersjön än vad den är idag.

Även längre norrut, inne i Stockholms skärgård, märktes uppvällningen. Det är mycket ovanligt att det blir så kraftig uppvällningseffekt som denna sommar. Stockholm Vatten och Avfall har undersökt denna del av skärgården ända sedan avloppsreningsverken byggdes på 1960-talet. Deras mätningar visar att fosfathalten i ytvattnet i Trälhavet inte varit så hög i augusti sedan 1970-talet, då fosforeringen i avloppsreningsverken infördes. Förhöjningen varade bara några dagar.

I de nordligaste delarna, i Uppsala läns kustvatten, märktes uppvällningen främst i form av ett ovanligt kallt sensommarvatten.

Visar vikten av långa tidsserier

Den ovanliga sommaren visar tydligt vikten av att ha långa tidsserier och flera undersökningsområden för att förstå olika skeenden. De höga fosfatvärdena i Stockholms skärgård i augusti beror naturligtvis på uppvällningen och inte på ett stort utsläpp eller på att reningsverken inte fungerar. Något man kunnat tro om man bara gjort enstaka mätningar.

För att kunna följa verkliga trender och resultat av åtgärder för att förbättra vattenkvaliteten längs vår kust, och i Östersjön som helhet, krävs många och långsiktiga mätningar av god kvalitet som ger god statistisk styrka. Annars är risken stor att man lägger alltför stor vikt vid enstaka mätresultat som bara är orsakade av tillfälliga men helt naturliga händelser. Man kan därigenom komma att dra oriktiga slutsatser, något som kan bli kostsamt om det leder till felaktiga åtgärder.

Måttligt bra vatten

Sommarens udda mätvärden kommer inte att förändra den övergripande bilden av miljötillståndet. Statusklassningar enligt EU:s vattendirektiv görs av sammanställningar av sex års mätningar just för att undvika påverkan från tillfälliga händelser. Som kartan på sidan 7 visar så är de flesta vatten klassade med måttlig status, något som inte räcker för att klara EU:s krav på minst god status.

Någon generell tendens för utvecklingen under de sexton år förbundets provtagningar pågått går ännu inte att utläsa. I ett längre tidsperspektiv syns dock mycket stora förbättringar i områden där man genomfört bra åtgärder för att minska tillförseln av näringsämnen. De största förändringarna skedde med avloppsreningsverkens utbyggnad på 1960-talet. Förbättringar i reningsverk är fortfarande en av de mest kraftfulla metoderna för att åstadkomma tydliga resultat.

◀ Salthalten i augusti vid den nationella miljöövervakningsstationen B1 utanför Askö under åren 1976–2016. Punkterna visar alla mätningar i ytvattnet från augusti och den streckade linjen medelvärdet. Mätningar från år 2016 är markerade i orange. Den högsta salthalten 2016 motsvarar tillfället i mitten av augusti då karteringen genomfördes.

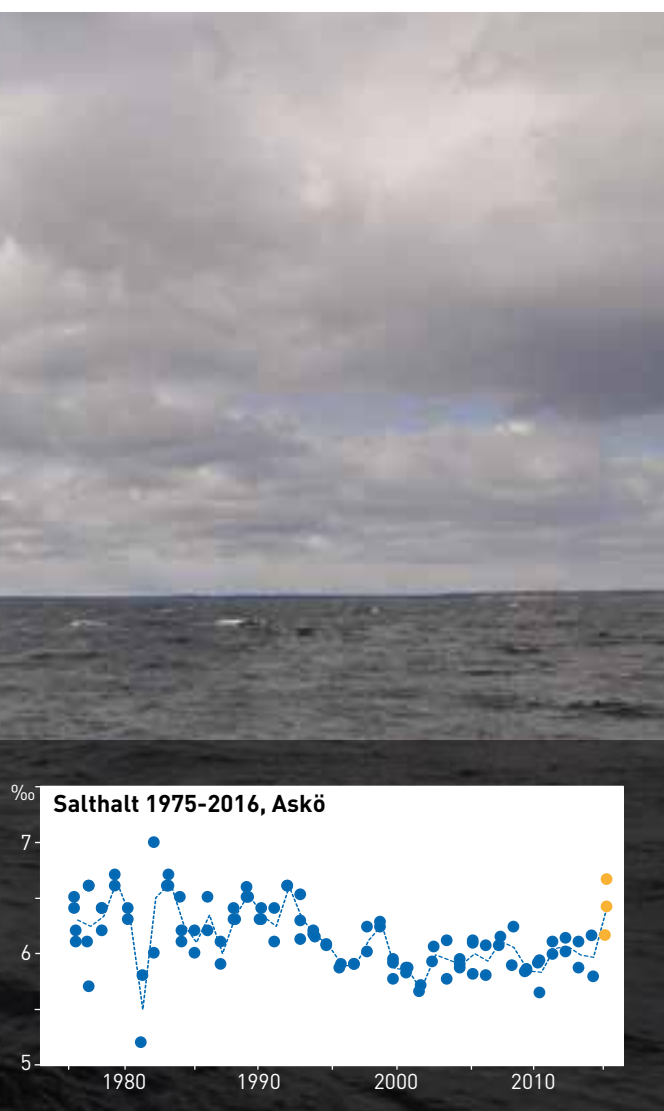
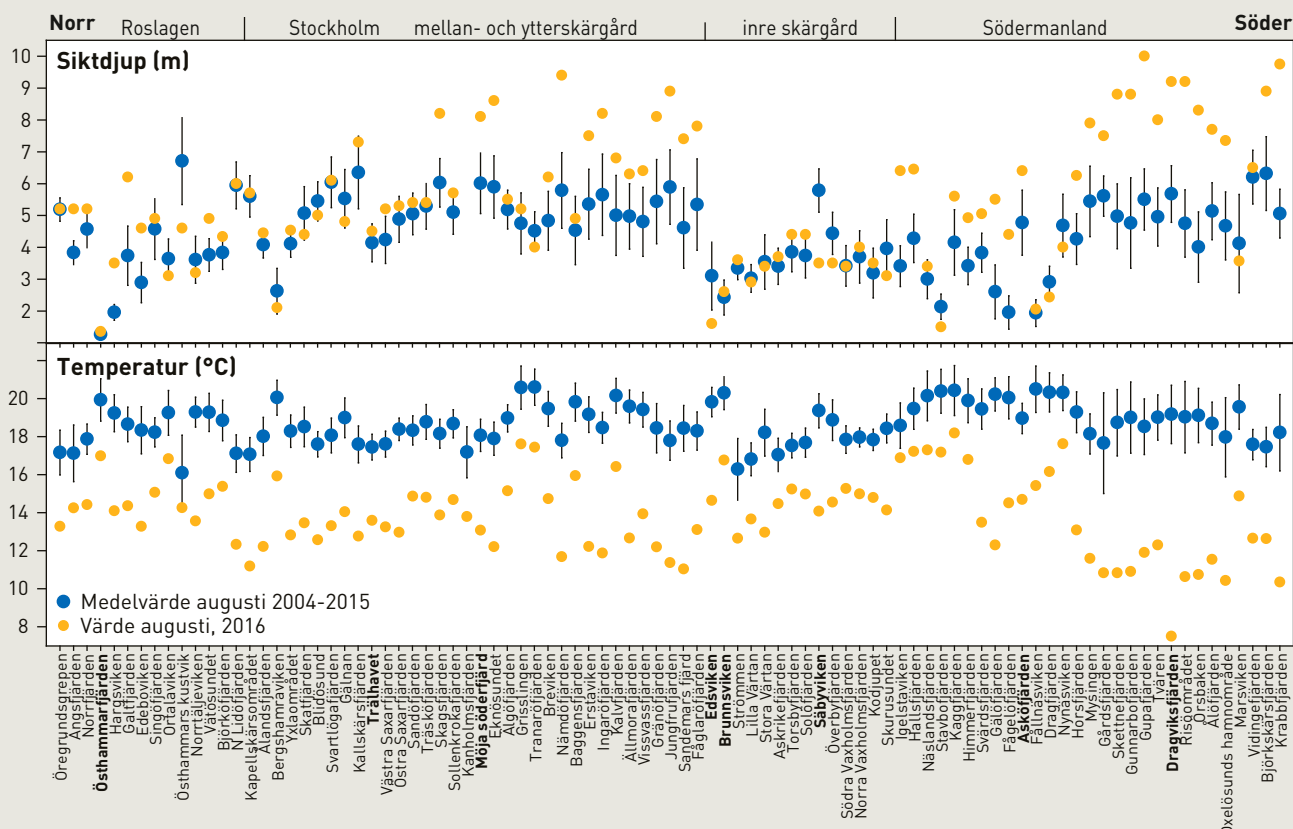


Foto: ÖSTERSJÖCENTRUM

SIKTDJUP OCH TEMPERATUR I SVEALAND EFTER UPPVÄLLNINGEN



▲ Extremt kallt vatten karakteriserade sensommaren 2016 i nästan hela Svealand. Den lägsta noteringen kommer från Dragviksfjärden, mellan Nyköping och Stendörren, där ytvattentemperaturen sjönk 7 grader mellan juli och augusti. Där har det kalla bottenvattnet i stort sett helt ersatt ytvattnet som fanns där tidigare.

Vattnet var också mycket klart i många områden. Rekordstora

siktdjup registrerades framför allt i ytterskärgrården, medan mer skyddade områden hade mer normala värden, eller rent av försämrade siktdjup, som exempelvis i Säbyviken.

Figuren visar temperaturen i ytvattnet respektive siktdjupet i augusti 2016, jämfört med medelvärden från 12 års provtagningar vid de lokaler där mätvärden finns från hela perioden. Standardavvikelsen är markerad.



▲ Satellitbild över södra Svealandskusten från 25 juli 2016. Här syns att blomningar av cyanobakterier pågick en bit ut från kusten. Om de stimulerats av uppvällningen eller bara förts ut från kusten är dock inte möjligt att säga.

Klart vatten i ytterskärgrården

I ytterskärgrården ersatte det uppvällande djupvattnet stora delar av det ytvatten som fanns där tidigare. Ytvattnet, inklusive de växtplankton som fanns där, fördes då bort från kusten.

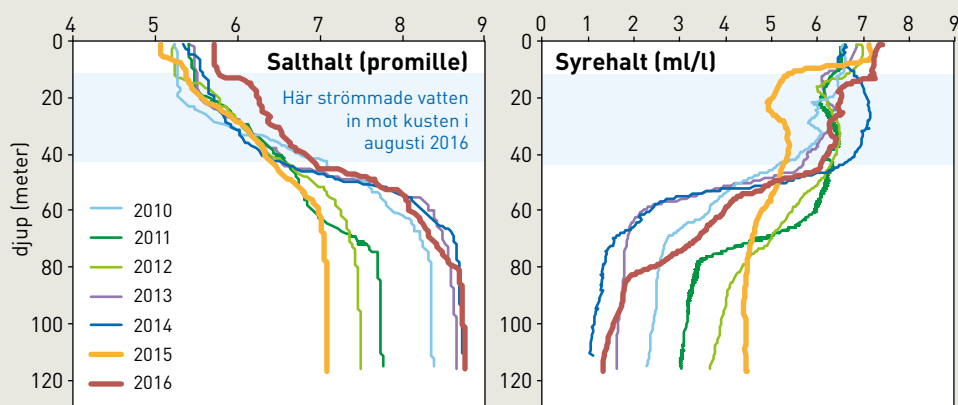
Djupvattnet var kallt, salt och syrerikt och innehöll mycket av näringsämnet fosfat, men mindre av kväve. Det fosforrika vattnet skulle kunnat gynna kvävefixerande cyanobakterier, men troligen var vattnet för kallt, eller så sveptes alla plankton iväg längre ut till havs. Konsekvensen av de låga mängderna av växtplankton blev att vattnet var mycket klart i hela ytterskärgrården, med siktdjup runt 8–10 meter.

Ett mellanskikt i mellanskärgrården

Det djupvattnet som vällde upp vid kusten strömmande in i Stockholms mellanskärgrård i skiktet mellan 15 och 40 meters djup. Vattnets densitet, som bestäms av salthalt och temperatur, avgör på vilket djup det hamnar och vilket vatten som puttas bort. Ett tyngre lager av salt och syrefattigt vatten låg dock kvar i skärgrårdens djupaste fjärdar, som Möja Söderfjärd och Kanholmsfjärden.

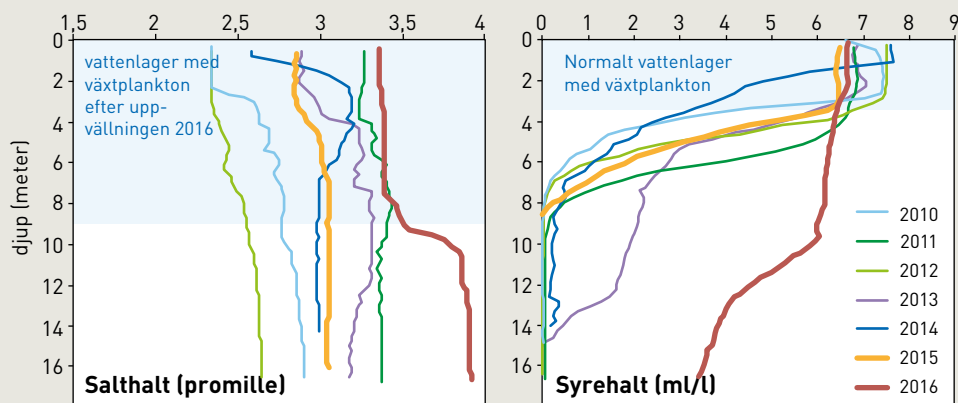
Effekterna av den inåtgående strömmen syns i skiktet 15–40 meter där salthalten ökade tydligt mellan provtagningarna i juli och augusti. Det inströmmande vattnet var

MÖJA SÖDERFJÄRD – SALT- OCH SYREHALT I AUGUSTI



◀ Här visas djupprofiler av salt- och syrehalt i Möja Söderfjärd i augusti de senaste sju åren. Man ser tydligt det salthaltssprångskikt som ligger mellan 40 och 60 meters djup. Vattnet i detta djupaste lager byttes ut någon gång under det senaste vinterhalvåret, från ett relativt utsötat och syrerikt vatten till ett saltare men syrefattigt. I lagret ovan, mellan 15 och 40 meter, syns hur det uppvällande vattnet strömmat in mot kusten och ökat både salt- och syrehalt. Även ytvattnets salthalt har ökat.

EDSVIKEN – SALT- OCH SYREHALT I AUGUSTI



◀ Det varma ytvattnet ligger normalt som ett lock över det kallare bottenvattnet, som blir syrefattigt under sommaren i många trösklade fjärdar, som Edsviken i Stockholms innerskärgård. Näring som ansamlas i bottenvattnet under sommaren är svårtillgängligt för växtplankton i det översta solbelysta vattenlagret. När skiktningen bröts under sommaren 2016 och vattnet blandades om så stimulerades en kraftig algblomning.

också syrerikt, vilket gav ovanligt bra förhållanden för djurlivet på botten inom detta djup i stora delar av skärgården.

Dramatiska effekter i vissa områden

Inströmningen av nytt vatten i augusti var i många områden såpass kraftig att skiktningen av vattenmassan, med ett kallare och tyngre bottenvatten, och ett varmare och lättare ytvatten, helt bröts upp. Normalt är syrebristen svår i områden där bottenvattnet ligger stabilt och isolerat under sommaren. Det förhållandevis syrerika inströmmade vattnet och omblandningen resulterade i ovanliga förhållanden i många av dessa skyddade vikar.

Edsviken i Stockholms innerskärgård är ett tydligt exempel. Här noterades Svealands högsta klorofyllhalt i augusti efter att vattenmassan rörts om. Även i Bergshamraviken syntes samma effekt. I Brunnsviken och Stavbofjärden blandades vattnet om, men någon algblomning blev det inte där, troligen för att kvävehalterna var alltför låga. I Säbyviken, som normalt sett har ett mycket klart ytvatten, halverades siktdjupet i augusti. Det vanligtvis väl isolerade bottenvattnet blandades om i större utsträckning än vanligt och näringstillskottet gav upphov till stark tillväxt av växtplankton och därmed följande höga klorofyllhalter och ett siktdjup som sjönk från över 5 till drygt 3 meter. Syrehalten i bottenvattnet var fortsatt låg. Även i anslutande områden

kring Vaxholm, som Överbyfjärden och Tallaröfjärden, var totalfosforhalterna mycket höga.

Isolerade områden påverkades inte

Vissa av de mest isolerade områdena, som Grisslingen och Björnöfjärden, nåddes inte av det inströmmade vattnet i augusti. Förhållandena var mer normala för årstiden, med tydlig syrebrist i bottenvattnet. I andra områden, som Kalvfjärden och Vårgårdssjön, noterades bara mindre salthaltsökningar och även där var det liksom vid ett normalår syrebrist.



▲ Det kalla vattnet från uppvällningen kan påverka abborre och gös. Deras årsungar behöver varmt vatten under sommaren för att växa tillräckligt snabbt och därmed ha bättre chanser att överleva den kommande vintern. Möjligen påverkas överlevnaden redan under sommaren. FOTO: DAVID DOHNAL/SHUTTERSTOCK

Tillståndet i kustvattnet

– resultat från förbundets mätprogram

❖ Jakob Walve & Carl Rolff, Miljöanalysfunktionen vid Stockholms universitet

Det var ett ovanligt år i Svealands stora skärgård. Ett inflöde av djupvatten under vintern orsakade syrebrist i djuphålorna, som inte avhjälpes av sommarens stora uppvällning. Denna rörde dock om i många vanligtvis skyddade områden, och åstadkom ett mycket kallt, salt och klart vatten i stora delar av skärgården.

Mätningarna från förrförra sommaren, 2015, visade att salthalten i bottenvattnet minskat och syrehalten ökat till följd av omblandning av vattnet och uteblivet inflöde av nytt djupvatten. Provtagningarna under sommaren 2016 visade att detta förhållande brutits, troligen redan under vintern. Då har ett salt och syrefattigt vatten strömmat in i skärgårdens allra djupaste delar och försämrat syreförhållandena på djup över 60 meter. Under sensommaren kom sedan en kraftig uppvällning då ett salt, fosforrikt, men också syrerikt vatten strömmade in i stora delar av kusten. Detta vatten påverkade främst förhållandena i ett mer ytnära lager, medan det syrefattiga djupvattnet låg kvar.



FOTO: SVEALANDS KUSTVATTENVÅRDSFÖRBUND

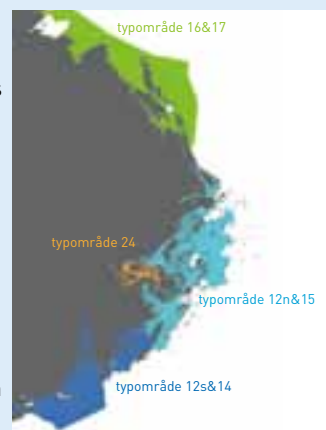
FAKTA

Trender för större områden

På de följande sidorna finns diagram som visar förändringar över tid. Kartan här visar vilka kustvattenförekomster som grupperats för dessa diagram. Färgerna på kartan motsvarar färgerna på linjerna i diagrammen.

Diagrammen visar utvecklingen för större områden och har gjorts genom att den relativa förändringen i varje vattenförekomst vägs ihop till ett medelvärde för det större området. Detta gör att enstaka saknade eller avvikande värden i områden inte får så stor inverkan på resultatet. Resultaten visas som årsvisa medelvärden för juli och augusti.

Detaljerade data redovisas i tabeller i slutet av rapporten. En karta över samtliga stationer som provtas inom förbundets program finns på sidan 36.



Stor uppvällning i augusti

Efter en kall försommar kom en efterlängtat värmebölja i juli, som sedan avlöstes av ett djupt lågtryck i början av augusti. De kraftiga vindarna förde ytvatten ut från kusten, samtidigt som en kompensande ström av kallt djupvatten fördes in mot kusten och blandades upp i ytvattnet. Detta åstadkom ett snabbt och mycket påtagligt temperaturfall i vattnet, omvitnat av många förvånade badgäster.

Det uppvällande djupvattnet var inte bara kallt och klart, utan också salt och syrerikt, och innehöll mycket av näringsämnet fosfat. Detta vatten kom att påverka skärgården på många sätt, vilket beskrivs i både denna och föregående artikel.

◀ Förbundets provtagningar görs två gånger per sommar vid närmare 200 platser längs Svealands kust. Samtliga provtagningsstationer visas i tabeller och i en karta på rapportens sista sidor.

DEN SENASTE OFFICIELLA KLASSNINGEN av kustvattens ekologiska status genomfördes under 2013, omfattar perioden 2007–2012 och är den senaste officiella bedömningen av övergripande ekologisk status. Sådana klassningar ska enligt vattendirektivet genomföras vart sjätte år, och detta är den andra hittills.

Enligt vattendirektivet ska alla vatten ha en status som är minst god, det vill säga grön eller blå färg. I annat fall skall ett åtgärdsprogram upprättas. Klassning för de variabler som mäts av förbundet gjordes av förbundets miljöanalysfunktion på uppdrag av länsstyrelserna. Därefter har länsstyrelserna vägt samman förbundets klassningar med andra biologiska kvalitetsfaktorer, främst bottenfauna och makrofytter, vilket finns för en del av vattenförekomsterna.

För många av Svealands vattenförekomster har klorofyllhalten blivit avgörande för statusbedömningen, eftersom andra data saknas. I vissa fall har även bottenfauna och biovolym för växtplankton påverkat statusen. Detta gäller till exempel för Kanholmsfjärden, där den låga biovolymen växtplankton gjort att den klassats till god status.

Kartor och detaljerade underlag för statusklassningen finns tillgänglig genom VISS, Vatteninformationssystem Sverige, www.viss.lansstyrelsen.se.



SALTHALT

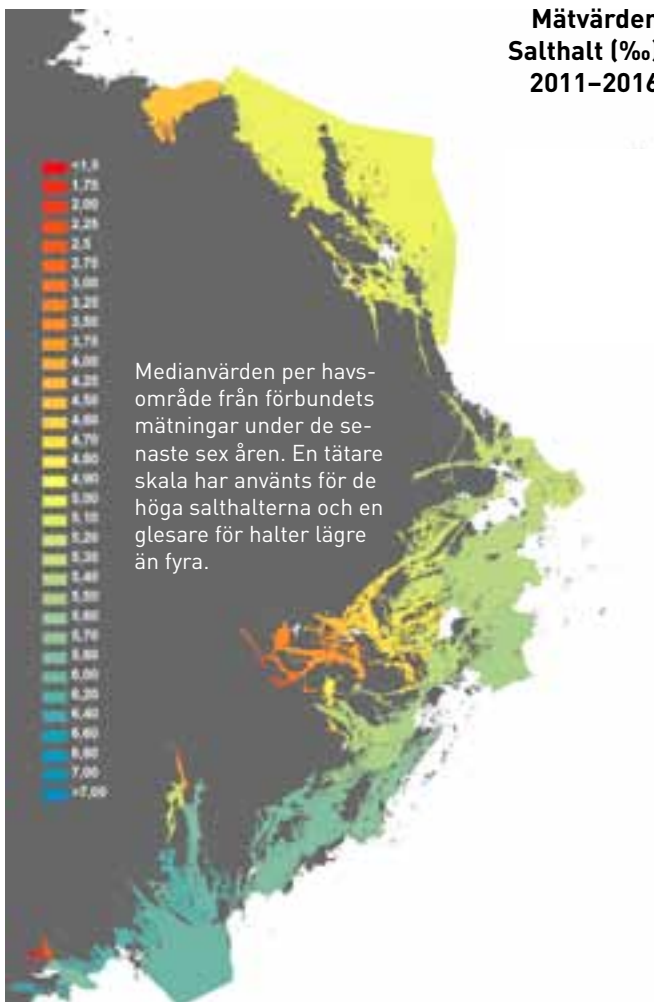
UPPVÄLLNINGEN UNDER SOMMAREN gav tydlig effekt på salthalten i ytvattnet längs kusten. Salthalten var normal i juli men ökade kraftigt i augusti till ovanligt höga nivåer i stora delar av skärgården. Djupvattnet från öppet hav har betydligt högre salthalt än kustens ytvatten. Det är tydligt att det uppstått en inåtgående ström mot kusten av salt, kallt vatten från djupare lager, som kompenserat för det ytvatten som förts ut av vindar och strömmar. Mer detaljer kring dessa händelser finns att läsa i artikeln på sidan 2.

Förbundets årliga mätningar visar på en nord-sydlig saltgradient i ytvattnet, med ökande salthalt från södra Bottenhavet, där salthalten normalt är under 5 promille, via Stockholms ytterskärgård ner till Södermanlands kust, där salthalten vanligtvis är omkring 6 promille.

Det finns också en väst-östlig gradient från kust till hav. Den mest betydande utsötningen orsakar Mälarens stora utflöde genom Stockholm och Södertälje, samt flödet från flera stora vattendrag till de grunda fjärdarna vid Nyköping.

Salthalten ger information om vattnets ursprung, det vill säga om det innehåller mycket sötvatten eller kommer från öppet hav. Den informationen används vid indelning i stora typområden. Salthalten används också för att korrigera referensvärden inför statusklassning av näringsämnen, eftersom det naturligt är högre nivåer i sötvatten än i havsvatten.

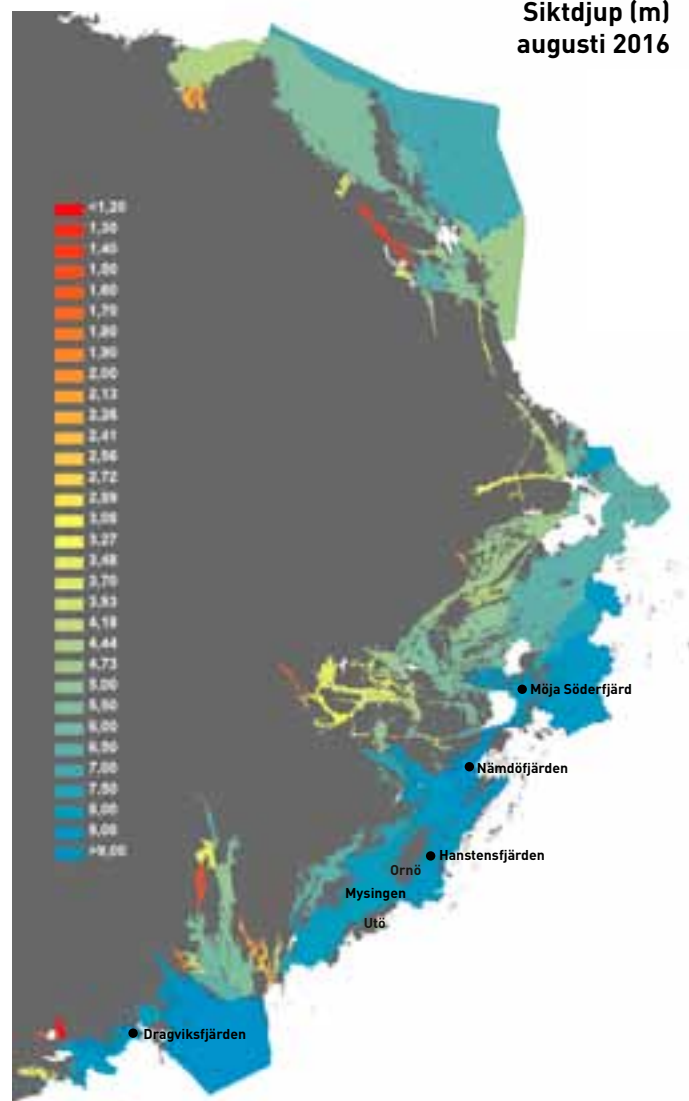
Mätvärden Salthalt (‰) 2011–2016



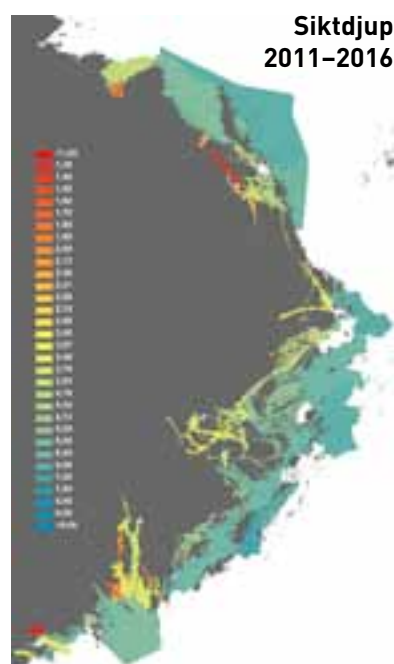
EXTREMT KLART VATTEN kännetecknar sommaren 2016. Särskilt längs Södermanlandskusten, där uppvällningen startade redan i juli, var vattnet mycket klart vid båda provtagningsstillfällena. Siktdjupet var upp mot 10 meter i många fjärder, betydligt mer än normalt. I Dragviksfjärden (Sö21) var siktdjupet drygt 9 meter både i juli och augusti, vilket kan jämföras med 4–6 meter för alla mätningar de senaste tio åren. Även kring Utö och Ornö i Stockholms södra skärgård var vattnet ovanligt klart, med siktdjup på över 7 meter i Mysingen (S107) och mer än 8 meter i Hanstensfjärden (S90b). Längre norrut var siktdjupen mer normala i juli men blev stora i samband med den utbredda kraftiga uppvällningen i augusti. I Nämndöfjärden (S97) mättes siktdjupet då till över 9 meter och i Möja Söderfjärd (S60b) till drygt 8 meter.

Att vattnet var så klart berodde på att det uppvällande djupvattnet tryckte undan ytvattnet med de växtplankton som normalt sett grumlar våra näringsrika kustvatten. Växtplankton behöver både solljus och näring, och det nya kalla vattnet gynnade inte tillväxten av nya plankton som kunde ersätta de bortspolade.

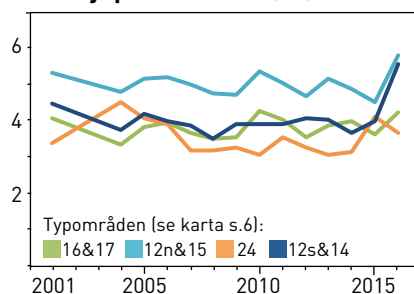
Vikar i innerskärgården påverkades inte av uppvällningen, och hade därför mer normalt små siktdjup. Siktdjupet påverkas inte bara av övergödningssituationen utan också av naturliga faktorer. Kustnära områden kan påverkas av tillrinnande vattendrag som för med sig grumlande partiklar eller vatten som är brunfärgat av humusämnen. Grunda områden har generellt sett små siktdjup eftersom näring från botten lätt når det produktiva ytskiktet vilket gynnar tillväxt av växtplankton som gör vattnet mer grumligt.



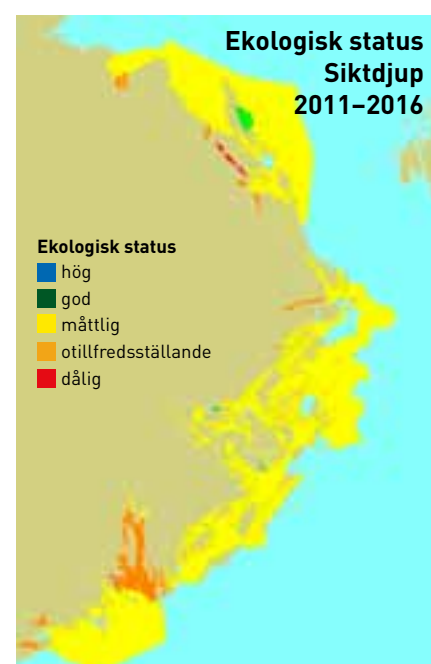
STATUSBEDÖMNING OCH TRENDER



Siktdjup 2011–2016 (m)



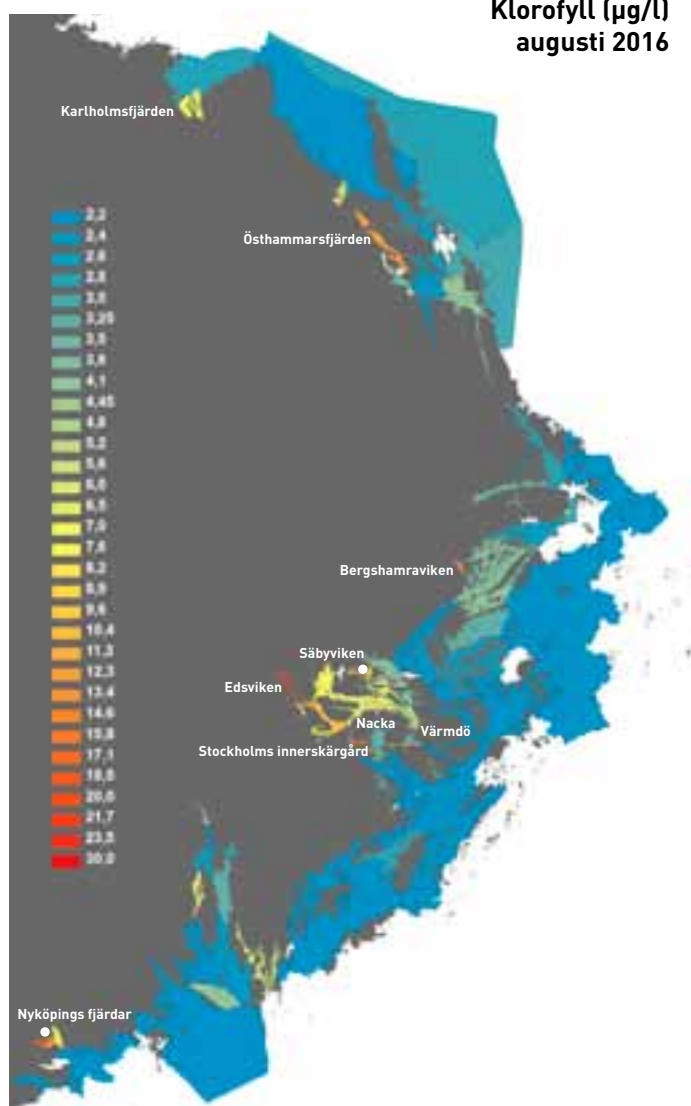
▲ Siktdjupet för sommaren 2016 var tydligt avvikande, särskilt för Södermanlands och Stockholms södra skärgård (12s), men även för den norra skärgården (12n). I en statusklassning vägs dock alla mätningar de senaste sex åren samman. Detta gör att ett enskilda år inte ger så stort utslag i statusbedömningen.



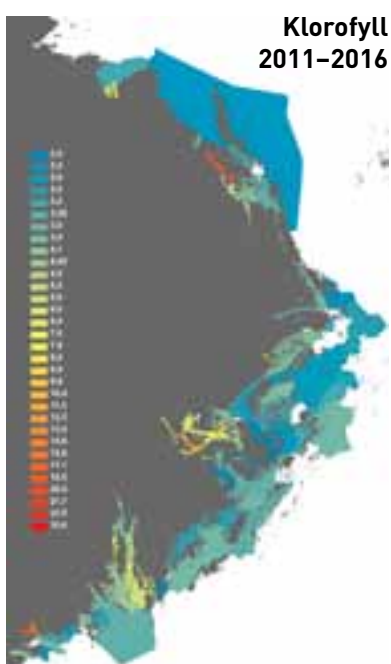
BÅDE OVANLIGT LÅGA OCH OVANLIGT HÖGA halter av klorofyll uppmättes under sommaren 2016. Klorofyll används som ett mått på mängden växtplankton i vattnet. I augusti var klorofyllmängden per liter mycket låg längs stora delar av kusten där kallt, uppvällande djupvatten ersatt ytvattnet. Troligen var det både för kallt och för sent på sommaren för att det sedan skulle hinna bildas någon blomning. Klorofyllhalterna var ovanligt nog lika låga i stora delar av den södra skärgården som i områdena längre norrut. Bottenhavets och Ålands havs yttre kustvatten har annars markant lägre halter än områdena i söder.

De klart högsta klorofyllhalterna i Svealands kustvatten förekommer normalt i de grunda fjärdarna vid Östhammar och Nyköping. Därefter följer Karlholmsfjärden och Stockholms innerskärgård. Under 2016 noterades de högsta halterna istället i Edsviken i Stockholms innerskärgård (S19). Här har det inströmmande vattnet blandat upp det näringsrika bottenvattnet och stimulerat en kraftig tillväxt av växtplankton. Samma effekt syns i Bergshamraviken (S37).

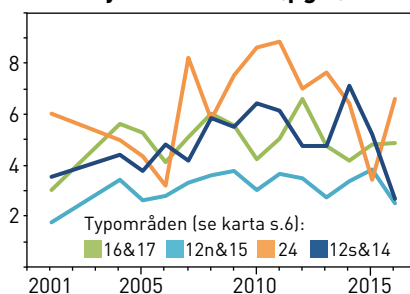
En liknande effekt syntes i Säbyviken (S73). Det är en av få vikar som har klassningen god status för klorofyll. Detta tyder inte på ett generellt gott tillstånd utan är resultatet av en mycket stark skiktning mellan yt- och djupvatten. Det gör att växtplankton redan tidigt på våren tömmer ytvattnet på näringsämnen och sedan tar med sig dessa när de sjunker ner i det stillastående bottenvattnet. Under sommaren blir ytvattnet härigenom klart och näringsfattigt och det djupare vattnet blir näringsrikt och syrefattigt genom nedbrytning. Detta näringsrika bottenvatten blandades upp av det inflödande vattnet under 2016 och orsakade en ny algbloomning. Klorofyllhalterna var därför ovanligt höga och siktdjupet endast hälften av det normala.



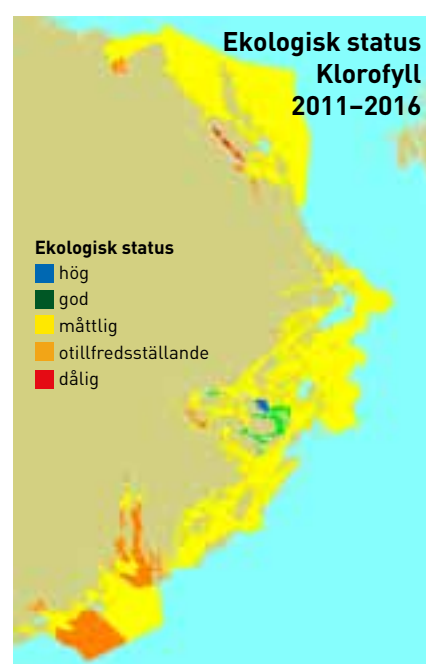
STATUSBEDÖMNING OCH TRENDER



Klorofyll 2011–2016 ($\mu\text{g/l}$)



▲ Både årets förhöjda klorofyllvärden i Stockholms innerskärgård (typområde 24) och de ovanligt låga för kustens södra delar (12s&14) beror sannolikt på sommarens uppvällning.

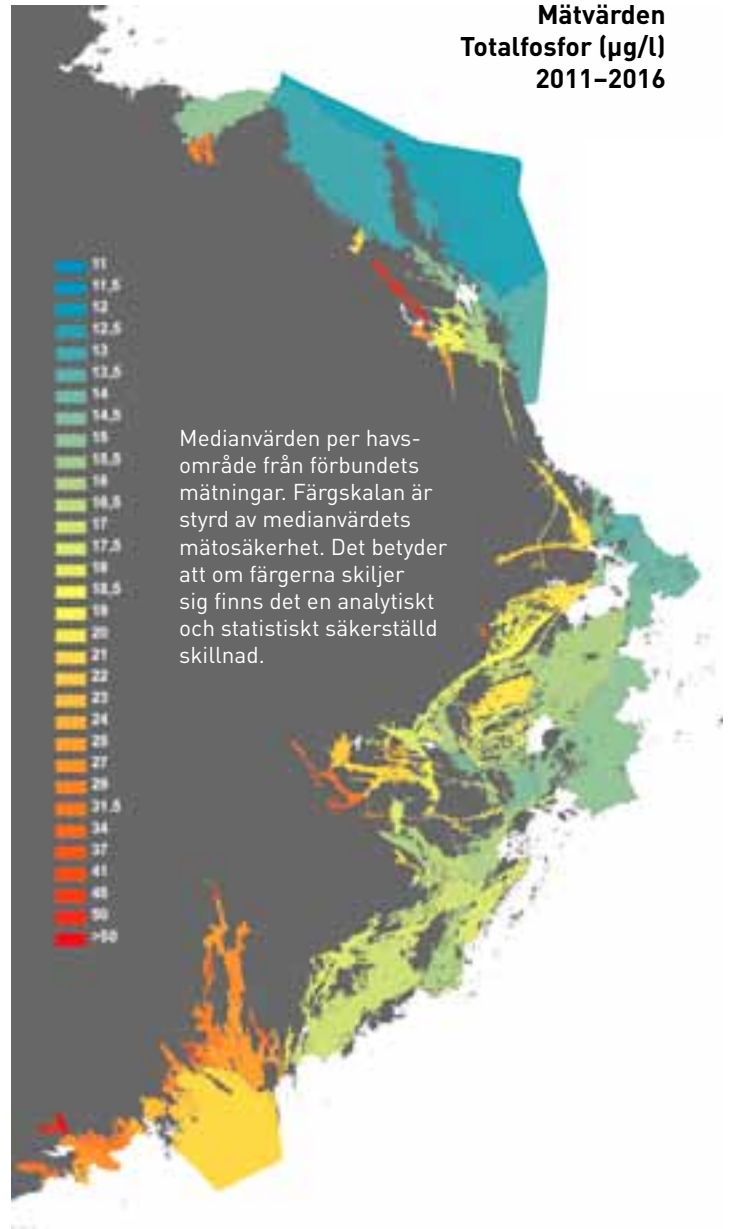


HÖGA NIVÅER AV TOTALFOSFOR har uppmätts de senaste åren i de södra delarna av Svealand och i södra delarna av Stockholms mellan- och ytterskärgård. Halterna har inte ökat på samma sätt i de nordligare delarna eller i Stockholms innerskärgård.

På grund av den kraftiga uppvällningen utgjordes en stor del av totalfosforhalten i augusti 2016 av fosfat. I stora delar av Stockholms skärgård, där fosfathalterna under sommaren normalt knappt är mätbara (under $1 \mu\text{g/l}$) var det nu nivåer på $5\text{--}10 \mu\text{g/l}$. I Södermanlands kustvatten var nivåerna ännu högre, $10\text{--}20 \mu\text{g/l}$.

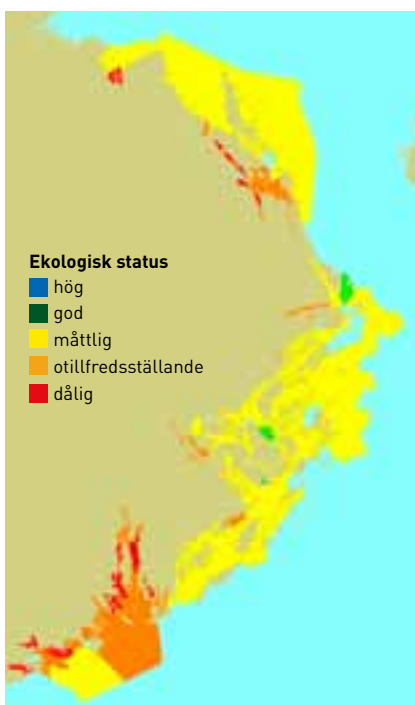
Detta visar på en kraftig tillförsel av fosfatrikt vatten som innehåller få växtplankton eftersom det kommer från större djup. Dessa och kvarvarande växtplankton har därför inte kunnat eller hunnit ta upp fosfat i den omfattning som det tillförts, sannolikt på grund av förhållandevis låga kvävehalter och att uppvällningen skett kort före provtagningen. Den totala fosforhalten i vattnet vid uppvällningen, det vill säga summan av fosfat plus den fosfor som är bunden i plankton och andra partiklar, var därför överlag inte lika extrem.

Eftersom klorofyllhalten kan vara låg vid kraftig uppvällning påverkar det statusbedömningen så den närmar sig god status. Samtidigt blir dock fosforhalten hög, vilket gör att god status ändå kan bli svår att uppnå. Statusen för fosfor vägs nämligen in i den slutliga statusbedömningen och statusen kan bli som bäst måttlig om näringsnivån klassas som måttlig eller sämre. Naturliga fenomen kan på detta sätt i ett kortare tidsperspektiv skapa osäkerhet i den sammanvägda tillståndsbödmningens representativitet.

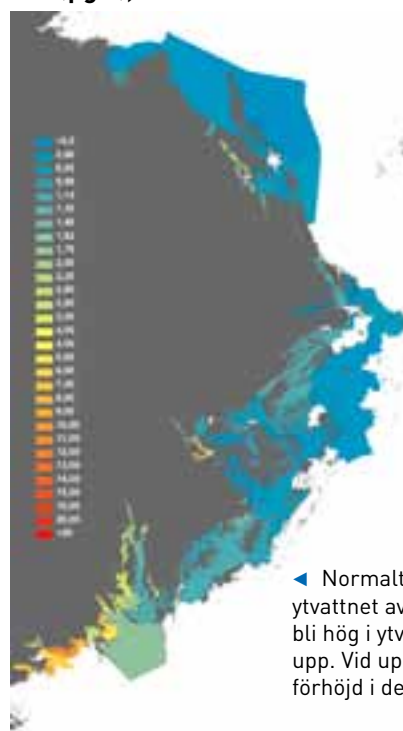


STATUSBEDÖMNING OCH TRENDER

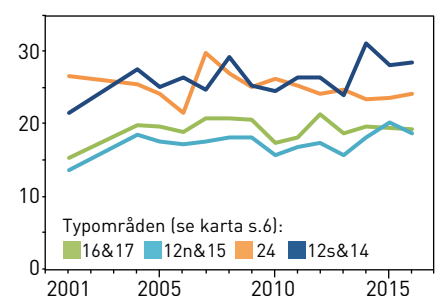
Ekologisk status Totalfosfor 2011–2016



Mätvärden oorganisk fosfor DIP ($\mu\text{g/l}$), 2011–2016



Totalfosfor 2001–2016 ($\mu\text{g/l}$)



▲ Totalfosforhalten var 2016 på en fortsatt hög nivå i Södermanlands och i Stockholms mellan- och ytterskärgård (typområdena 12s&15 och 12n&14). I Stockholms skärgårds nordligaste del och i Uppsala läns kustvatten (typområde 16&17) har inte halterna ökat på samma sätt. Inte heller i Stockholms innerskärgård (24).

◀ Normalt utgörs endast en liten del av totalfosfor i ytvattnet av fosfat, alltså oorganisk fosfor. Fosfathalten kan bli hög i ytvattnet främst där ett fosfatrikt djupvatten blandas upp. Vid uppvällningen i augusti 2016 var fosfatnivån kraftigt förhöjd i delar av kusten som normalt har låga halter.

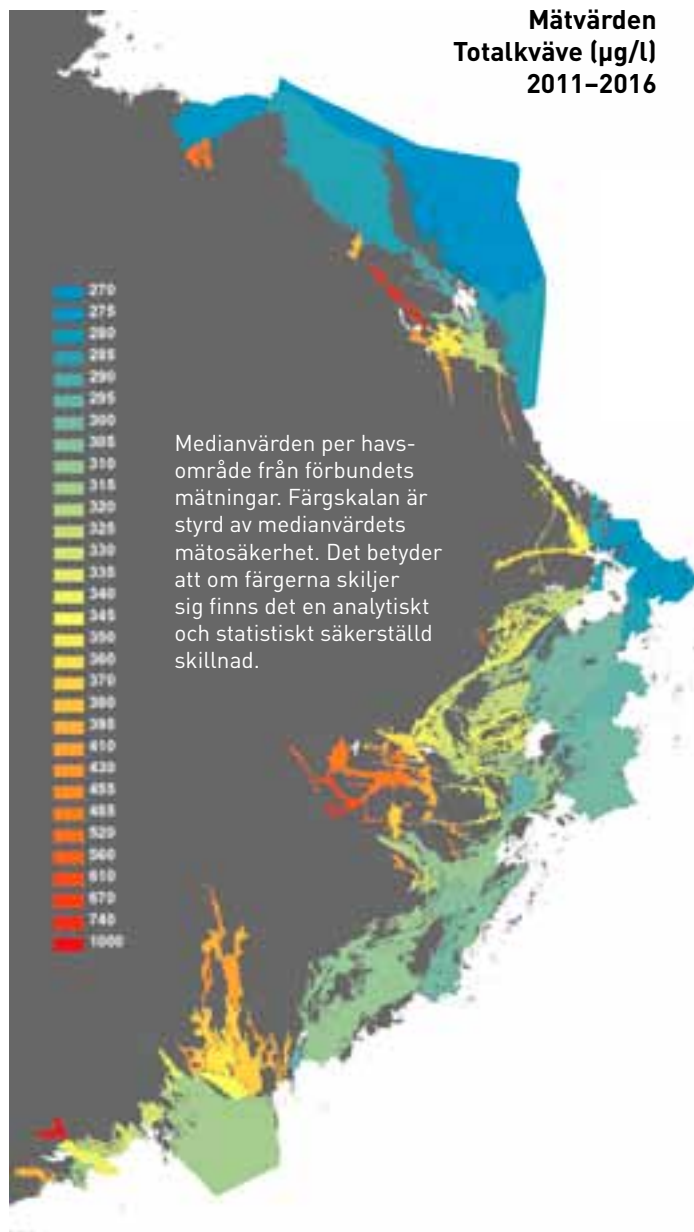
DJUPVATTNET SOM STRÖMMADE IN mot kusten i samband med uppvällningen hade låg kvävehalt. Därför var det överlag ovanligt låga halter i ytvattnet under mätningarna i augusti. I vissa vikar, där kväverikt stagnat bottenvatten blandades upp, var det istället ovanligt höga kvävehalter, liksom mycket höga fosfor- och klorofyllhalter. Uppvällningen fick alltså olika konsekvenser i olika miljöer.

Brist på kväve kan stimulera tillväxt av kvävefixerande cyanobakterier, framför allt när det finns gott om fosfor. Kvävefixering som får pågå ett tag kan ge upphov till tydligt ökad totalkvävehalt i vattnet. Kvävet är då bundet dels i cyanobakterierna själva, men också i andra plankton som gynnas av cyanobakteriernas kvävefixering, då denna till stor del läcker ut i vattnet. Denna effekt syntes inte 2016, men var särskilt tydlig 2015. Analyser av artsammansättning visar att det då var ovanligt stora mängder av kvävefixerande cyanobakterier i form av arter som bör ha vuxit till lokalt inne i skärgården snarare än transporterats dit utifrån.

Generellt ser man en tydlig kvävegradient i Svealandskustens yttre vatten, med lägst halter i norr och ökande halter söderut. I skärgårdarna är halterna vanligtvis höga i de innersta områdena och minskar ju längre ut från kusten man kommer. Statusklassningen tar viss hänsyn till dessa skillnader, som delvis är naturliga.

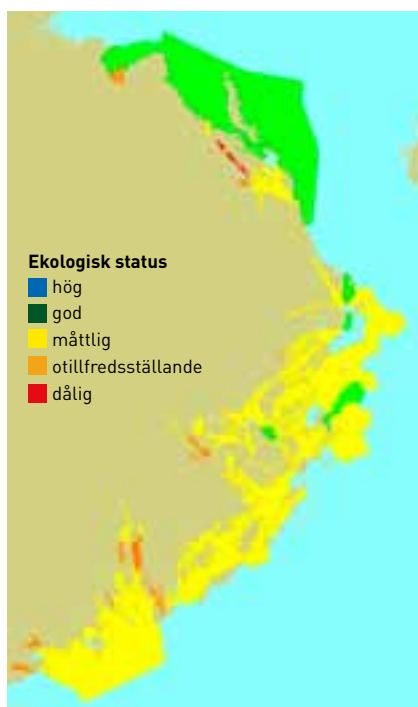
Detta görs dels genom att olika kustområden har olika referensvärden och dels genom att man utifrån salthalten kompenserar för det uppskattade naturliga tillskottet som kommer med tillrinnande sötvatten.

Mätvärden
Totalkväve ($\mu\text{g/l}$)
2011–2016

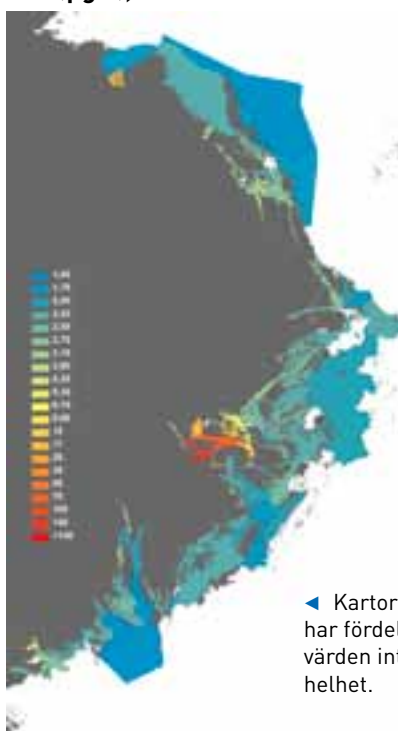


STATUSBEDÖMNING OCH TRENDER

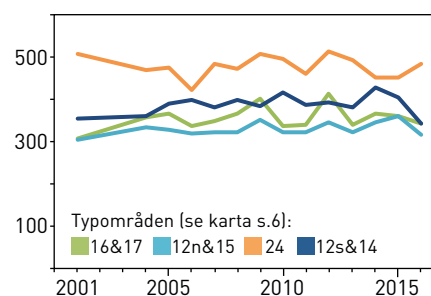
Ekologisk status
Totalkväve 2011–2016



Mätvärden oorganiskt kväve
DIN ($\mu\text{g/l}$), 2011–2016



Totalkväve 2001–2016 ($\mu\text{g/l}$)



▲ I områden där inblandning av det kvävefattiga djupvattnet varit kraftig, och annan kvävetillförsel liten, blev totalkvävehalterna för 2016 ovanligt låga. Stockholms innerskärgård (typområde 24), som tillförs betydande mängder oorganiskt kväve från avloppsreningsverkens utsläpp, hade däremot inte lägre halter än vanligt.

◀ Kartorna visar medelvärden för de sex senaste åren. Det har fördelen att den här typen av enskilda år med extrema värden inte gör några stora avtryck på tillståndet som helhet.

Svealand i centrum för kärnteknik

✦ Marie-Louise Olvstam, Svafo, Tomas Eriksson, Forsmark & Anna Wahlstén, SKB

Svealand är på många sätt ett centrum för kärnteknisk verksamhet. Redan på 1940-talet påbörjades kärnenergiforskningen i Sverige, och den första reaktorn byggdes på KTH i Stockholm. Ganska snart flyttades dock forskningen till Studsvik i Södermanland. I Uppland finns nu Sveriges yngsta kärnkraftverk i Forsmark, och i samma område planerar SKB att bygga ett av världens första slutförvar för använt kärnbränsle.

Sedan mitten av 1960-talet har den svenska kraftindustrin producerat delar av vår elektricitet med kärnkraft. Vi som haft nytta av denna el har också ett ansvar gentemot kommande generationer att ta hand om det radioaktiva avfallet och hitta långsiktigt säkra lösningar för det.

Hanterar avfall från forskningen

AB SVAFO är beläget i Studsvik. Bolaget har till uppgift att på ett säkert, effektivt och ansvarsfullt sätt avveckla kärntekniska anläggningar och att ta om hand radioaktivt avfall från den tidiga svenska kärnforskningen. För närvarande avvecklas forskningsreaktorn R2 i Studsvik. Verksamheten är inte vinstdrivande utan finansieras genom en fond som kärnkraftverken gör avsättningar till.

Under 2016 driftsatte Svafo en egen vattenreningsanläggning. Reningen består av en vakuumindunstare där vattnet förångas vid låg temperatur och lågt tryck. Den har visat sig ha mycket god förmåga att rena vätskeformigt avfall från både radioaktiva ämnen och metaller liksom andra föroreningar. Föroreningarna samlas i ett koncentrat som blir kvar i indunstaren. Det gjuts sedan in i betong och omhändertas som radioaktivt avfall.



ILLUSTRATION: SKB, FOTO: LASSE MODIN

Cirka 50 meter under Östersjöns botten, utanför Forsmark, ligger Slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (grå). Anläggningen kommer att byggas ut (blå) för att även rymma avfall från rivningen av kärnkraftverken. I närheten av Forsmarks kärnkraftverk planerar SKB även att bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle, cirka 500 meter under markytan (ej synligt i bild).

Forskningsreaktorn R2 vid Studsvik med Tvären i bakgrunden. Anläggningen rivs "inifrån och ut". När allt radioaktivt material är avlägsnat kan konventionell rivning ske.



FOTO: FREDRIK EKENBORG

Studerar påverkan från kylvatten

Forsmarks kärnkraftverk består av tre olika reaktorer. På ett kärnkraftverk används vatten både i processen och för kylning. Utsläppen av radioaktiva ämnen till havet är extremt små. Den största påverkan kommer istället från det uppvärmda kylvattnet. Varje sekund pumpas 140 kubikmeter vatten in i verken från Östersjön. När kylvattnet släpps ut i havet igen är det 10 grader varmare. Området som påverkas är 8 kvadratkilometer stort.

För att närmare studera effekter av det uppvärmda vattnet byggdes Biotestsjön, ett invallat havsområde i Forsmarks skärgård. Biotestsjön är unik i sitt slag och kan liknas vid ett jättestort forskningsakvarium. Här har man sedan 1977 studerat hur det varma vattnet påverkar djur- och växtlivet. Allmänt kan sägas att de arter som trivs i varmt vatten, exempelvis abborre, ökar i storlek och antal. Arter

som föredrar kallare vatten drar sig undan. Sjöfågel och havsörn finner goda rast- och övervintringsförhållanden, och det har bidragit till bättre häckningsresultat långt utanför Forsmarksområdet.

Omfattande miljöskyddsprojekt

I Forsmark planerar SKB, Svensk Kärnbränslehantering AB, ett av världens första slutförvar för använt kärnbränsle. Bränslet är mycket radioaktivt och behöver isoleras från människa och miljö i minst 100 000 år.

Här finns också planer på en omfattande utbyggnad av det befintliga slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall, SFR. I detta slutförvaras det låg- och medelaktiva avfall som uppkommer vid driften av de svenska kärnkraftverken, samt radioaktivt avfall från industri, forskning och sjukvård. I framtiden ska även radioaktivt rivningsavfall från kärnkraftverken slutförvaras i SFR.

Kärnbränsleförvaret och SFR är två stora miljöskyddsprojekt som kräver hänsyn till natur och miljö under byggande och drift – men även på lång sikt. SKB har därför gjort omfattande forskningsstudier och analyser av säkerheten. Uppdraget att slutförvara använt kärnbränsle är så omfattande att det kan beskrivas som ett av Sveriges största miljöskyddsprojekt.

Tillståndprocesserna för de två byggprojekten pågår. SKB hoppas i dagsläget att de två byggena startar någon gång i början av 2020-talet. Utbyggnaden av SFR beräknas ta fem år och Kärnbränsleförvaret tio år. Driften kommer att pågå tills allt avfall är på plats. Därefter kommer förvaren att förslutas någon gång mot slutet av detta sekel.

FAKTA

Medlemmar i Svealands kustvattenvårdsförbund

är bland annat organisationer och företag som bedriver verksamhet som påverkar vatten längs Svealands kust. Här är några av dem:

AB SVAFO ingår i Vattenfallkoncernen och är ett icke vinstdrivande företag vars uppgift är att utveckla kärntechniska anläggningar från tidigare forsknings- och utvecklingsverksamhet i bland annat Studsvik. Här mellanlagras det uppkomna avfallet fram till slutförvaring kan utföras. Målet är att uppdraget ska vara slutfört 2050.

www.svafo.se

KÄRNKRAFTVERKET I FORSMARK har drivits sedan 1980. Varje år producerar verkets tre reaktorer en sjättedel av den el som vi använder i Sverige. I Biotestsjön utförs biologisk kontrollverksamhet av Kustlaboratoriet vid Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, liksom delar av kraftverkets kontrollprogram för omgivningspåverkan. Provresultaten kontrolleras av Strålsäkerhetsmyndigheten.

www.vattenfall/forsmark

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB, SKB, har i uppdrag att ta hand om allt radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken och hitta långsiktigt säkra lösningar för det. SKB ägs av kärnkraftsföretagen som enligt lag är skyldiga att svara för finansieringen av omhändertagandet.

www.skb.se

Unik kunskap om Öregrundsgrepen framtid

✦ *Ulrik Kautsky & Anna Wahlstéen, SKB*

Öregrundsgrepen utanför Forsmark är en del av Bottenhavet och sträcker sig ner mellan Gräsö och det uppländska fastlandet. I Forsmark planeras Sveriges slutförvar för använt kärnbränsle, och havsområdet är därför en väl undersökt del av Östersjön. Kraftig vågerosion och stor vattenomsättning gör tillsammans med en snabb landhöjning att det flacka kustlandskapet har en ovanligt händelserik framtid framför sig. Det visar SKB:s modelleringar av områdets utveckling – modelleringar som sträcker sig mycket långt in i framtiden.

Det är nu åtta år sedan SKB, Svensk Kärnbränslehantering AB, valde Forsmark som plats för slutförvaret för använt kärnbränsle. Beslutet har inneburit mycket omfattande kartläggningar och mätningar både på land och i havsområdet utanför.

Långa perspektiv

Det mesta från berg, via vatten till himmel har kartlagts

i området, och kustekosystemet är förmodligen ett av de mest väl undersökta i Sverige. Havsmiljön här har noggrant studerats genom vattenprovtagningar, dykundersökningar och strandlinjekarteringar för att beskriva och förstå de dominerande ekosystemen i området. Redan tidigt utvecklade SKB en ekosystemmodell som beskriver hur olika ämnen omsätts i kustområdet. Under senare tid har modellen vidareutvecklats för att kunna jämföras med andra framtagna modeller och även användas för sjöarna i området.

Tack vare dessa och andra undersökningar har SKB fått stor kunskap om platsen i dag och av hur området kan komma att förändras i framtiden. Under den långa tidsperiod som SKB har analyserat händer mycket i Forsmarksområdet. Flera istider kommer att passera, med enorma krafter som omstrukturerar ytan, men har liten påverkan på slutförvaret på femhundra meters djup.

Utvecklingen på kort sikt används i miljökonsekvensbeskrivningen och i arbetet med att utforma slutförvaret på platsen. I ett längre tidsperspektiv, ända upp till en miljon år, har SKB analyserat hur platsen kan förändras för att visa att slutförvaret är säkert även lång tid efter att det förslutits.

Vy över Forsmark och Öregrundsgrepen. Här ska Sveriges slutförvar för använt kärnbränsle ligga, och området är därför mycket väl undersökt. Landhöjningen ger ett landskap i förändring där sjöar omvandlas till myrmarker och hela fjärden så småningom torrläggs. Längre fram i tiden kommer inlandsisar att pressa ner landet så att det åter blir havsbotten här.

Foto: Lasse Modin

Strandlinjen förändras

I Forsmark är strandlinjeförskjutningen, alltså summan av landhöjning och förändringar av havsnivån, en av de viktigaste faktorerna som påverkar området redan inom en mänsklig livstid. Det vittnar exempelvis de många sjöbodarna på Gräsö om; de som numera ligger på land eller på för grunt vatten för att kunna användas av de skötbåtar som är vanliga i trakten.

Strandlinjens förskjutning kan rekonstrueras bakåt i tiden med dateringar av isoleringstidpunkter i sjöar och kvartärgeologiska avlagringar. Framåt i tid brukar den ofta extrapoleras som en linjär landhöjning, men denna kommer troligen att sakta avta de närmaste århundradena. Den pågående globala uppvärmningen kan dock komma att höja havsytan och därmed bromsa strandlinjeförskjutningen. SKB har analyserat scenarier för de närmaste hundra åren där dessa globalt högre havsnivåer tillsammans med stormar under korta extremp perioder kan ge drygt tre meter högre vattenstånd än i dag. Analyserna har hjälpt oss att utforma slutförvarets tunnelsektioner och byggnader på markytan.

Vattenomsättningen påverkas

Strandlinjens förskjutning förändrar också havsströmmarna och vattenomsättningen i området. SKB har utvecklat flera olika modeller för att beskriva hur vattenomsättningen i området påverkas av olika vattendjup och klimatförhållanden. Även en högupplöst 3D-modell har tagits fram. Den visar vattnets genomsnittliga uppehållstid i olika stadier i Öregrundsgreppens framtid och kan användas för att beräkna transport och spädning av olika ämnen.

Även Östersjöns salthalt påverkas av att strandlinjen förändras, liksom av förändringar i avrinningen från land.

I en studie rekonstruerades rimliga salthaltsintervall och tidpunkter i Östersjöns utvecklingshistoria. Sedan utvecklades en numerisk modell för att beräkna salthalten baserat på trösklarnas djup och avrinningen till Östersjön. Den modellen har sedan använts för att beräkna framtida intervall av möjliga salthalter.

Landskapet utvecklas

För att kunna sätta rimliga värden på förloppet när landskapet förändras sig har SKB utvecklat en landskapsmodell. Modellen utgår från dagens djupförhållanden och avlagringar på havsbotten och beräknar hur finare material omfördelas när bottenarna kommer närmare ytan.

En viktig faktor som styr omfördelningen av material är fetchen, det vill säga avståndet över öppet hav där olika stora vågor kan alstras. I dag är det öppet hav cirka 600 kilometer åt nordost, vilket ger en för Östersjön extrem vågexponering och erosion, ibland till och med ner till 30 meters djup. Med landhöjningen kommer kusten successivt att hamna i lä bakom grund och öar, vilket ger ackumulationsbottenar även i grunda områden. När havsvikar isoleras beräknar modellen hur vikarna växer igen och våtmarker bildas. Till slut klassas de marker som har tillräckligt tjocka lager med finsediment och torv som potentiellt odlingsbara.

Jordbruk på havsbotten

I dag är jordbruksområdena begränsade i Forsmark, men strandlinjens förskjutning kommer successivt att torrlägga havsbotten, vilket kan ge förutsättningar för framtida odling.

Havsbottenarna närmast kusten består av en blockig morän där inget jordbruk kommer att vara möjligt. Förutsättningar finns dock att framtida sjöar växer igen till myrar,



Sedan 2002 har SKB genomfört vattenprovtagningar i hav, sjöar och vattendrag i Forsmarksområdet. Provtagningen görs året om och vintertid kan förhållandena bli särskilt gynnsamma så att provtagningarna går att göra från isen.

FOTO: LASSE MODIN

FAKTA

SKB:s många undersökningar

Under åren 2002–2007 genomfördes en platsundersökning med omfattande kartläggningar av berggrund, jordlager och markyta i Forsmark. Även de marina, limniska och terrestra ekosystemen kartlades.

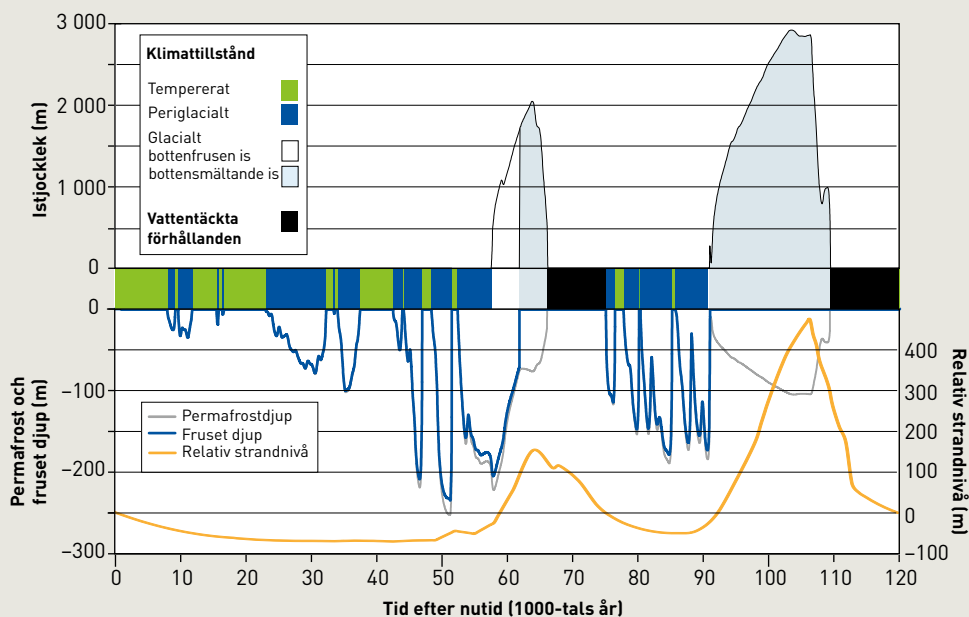
För de marina systemen har ett stort antal undersökningar inom hydrologi och oceanografi, avlagringsstudier på land och till havs samt detaljerade djup- och höjdmätningar genomförts.

Omfattande provtagningar har gjorts av vatten i hav, sjöar och vattendrag, samt av grundvatten i jordlager och berg. Under platsundersökningen gjordes 10–18 mätningar per år vid ca 60 provpunkter. Förutom vanliga näringsämnen analyserades närmare 130 grundämnen och isotoper. Därefter har provtagningarna fortsatt i något mindre omfattning, och kompletterats med ytterligare studier av ekosystemen.

SKB:s arbete med ytnära ekosystem har engagerat ett hundratal personer, bland annat forskare från flera universitet. Ett tiotal doktorander har utbildats och flera examensarbeten har utförts. Totalt har arbetet de senaste 16 åren genererat runt 1 000 olika aktiviteter inom det marina området.

SKB:s forskning inom marina ekosystem kommer att fortsätta. Ett miljöövervakningsprogram kommer att utvecklas i samband med att slutförvaret byggs, liksom ett program för recipientkontroll.

FORSMARK UNDER 120 000 ÅR



◀ Här visas hur framtiden kan komma att te sig i Forsmarksområdet, utifrån ett av SKB:s scenarier. Den övre delen av figuren visar inlandsisens tjocklek vid olika tider, och bandet på mitten visar hur klimatet varierar. Tempererade varmare perioder (grön) växlar med kallare klimat (blå) och tider med havstäckta förhållanden (svart). I den nedre delen av figuren syns hur djupt permafrosten når i detta scenario (blå linje). Orange linje (med skala till höger) visar strandlinjens nivå jämfört med idag.

Två perioder med istäckta förhållanden vid Forsmark råder under dessa 120 000 år, med en inlandsis som är 2 respektive 3 kilometer tjock. Permafrosten sträcker sig tidvis flera hundra meter ned i marken medan området under andra perioder är helt täckt av hav. Säkerheten i slutförvaret som ligger 500 meter under marken kommer att vara opåverkat av alla dessa skeenden.



Denna vik nära Forsmark är ett tydligt exempel på hur havsvikar växer igen och strandlinjen förskjuts.

Foto: LASSE MODIN

som efter dikning kan ge mindre tegar som kan brukas under en begränsad tid. Det finns flera exempel i norra Uppland på jordbruksmark som skapats av dränerade sjöar och myrar. Dessa har SKB undersökt för att få en bild av möjliga framtida jordbruksområden.

När så småningom hela Öregrundsgrepen börjar bli torrlagd kommer stora områden runt Engelska grundet att vara odlingsbara. Bottnarna där består av tjocka lager av finsediment som kan ge bördiga och stora sammanhängande fält som går att odla under lång tid.

På längre sikt kommer sannolikt flera flera perioder av kallare klimat med djup permafrost och flera nya istider där inlandsisen kommer att påverka området, både genom lägre havsnivåer och genom att trycket från isen pressar ner hela landområden. Även detta har SKB tagit hänsyn till i utformningen av slutförvaret.

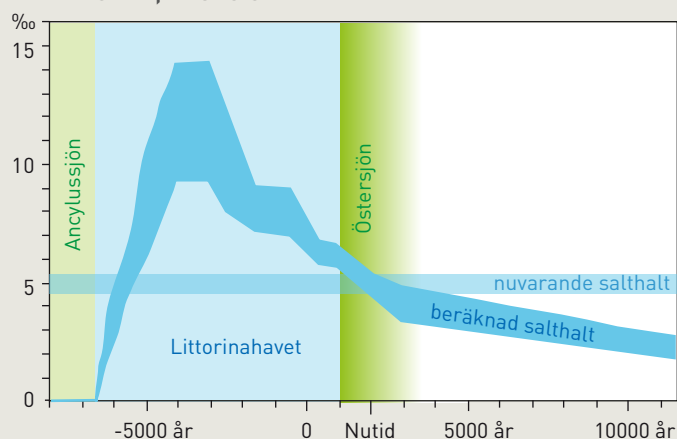
Omfattande säkerhetsanalys

Viktigt i alla SKB:s analyser har varit att bedöma potentiellt kritiska tillstånd i den framtida utvecklingen som skulle kunna påverka slutförvaret och orsaka att radioaktiva ämnen kommer ut i berget.

Slutförvaret kommer att utformas så att det under förväntade förhållanden inte ska påverka människor eller miljö. SKB tittar även närmare på mer pessimistiska scenarier som potentiellt skulle kunna orsaka att radioaktiva ämnen ändå sprids från förvaret.

Dessa studier utgår från ett framtida jordbrukslandskap där befolkningen lever med självhushållning, och därmed blir maximalt exponerade för kontaminerad mat och dryck. De mest pessimistiska beräkningarna ger en dos som motsvarar högst en tusendel av den naturliga bakgrundsstrålningen.

SALTHALTEN I BOTTENHAVET – FÖRR, NU OCH I FRAMTIDEN



▲ Här har kvartärgeologer rekonstruerat salthalten i Bottenhavet sedan den senaste istiden. Med hjälp av oceanografer har också framtidens salthalt beräknats utifrån modellerad vattenomsättning, landavrinning och trösklar i olika delar av Östersjön.

Undersökningarna av ekosystemen syftar främst till att bedöma konsekvenserna av en sådan händelse, alltså vad som händer om radioaktiva ämnen tar sig upp till markytan. Det handlar dels om var i landskapet dessa ämnen skulle hamna och vad det skulle kunna innebära för människor i området. Studierna av ekosystemen ger också en bild av hur området ser ut innan slutförvaret byggs och är därmed en början på ett långsiktigt kontrollprogram av miljön i området.

LÄS MER

SKB har publicerat mer än 100 rapporter om undersökningar och marina företeelser i Forsmarksområdet. Dessa rapporter finns tillgängliga via www.skb.se/publikationer.

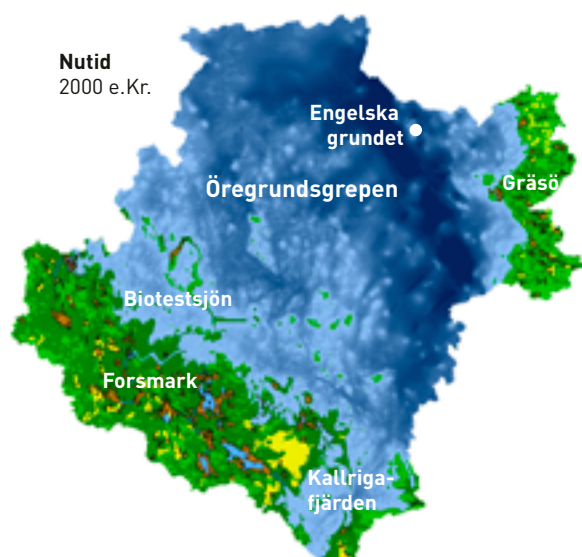
Översikt– Aquilonius (ed), K., 2010. *The marine ecosystems at Forsmark and Laxemar-Simpevarp*. SR-Site Biosphere. SKB TR-10-03, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, Sweden.

Övervakningsprogrammet – *Evaluation, recommendations and programme*, SKB TR-15-01, Svensk Kärnbränslehantering AB, Stockholm, Sweden.

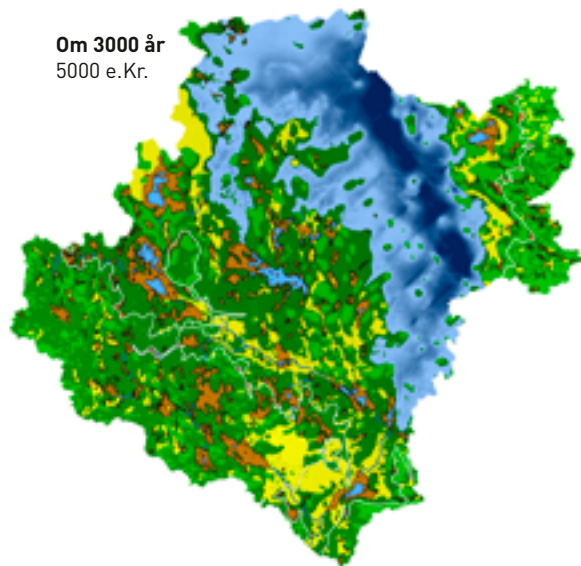
Ambio specialnummer – *Humans and Ecosystems Over the Coming Millennia*. Volume, 42 Nummer 4 (2013). <http://bit.ly/2mKbYkD>

ÖREGRUNDSGREPEN I FRAMTIDEN

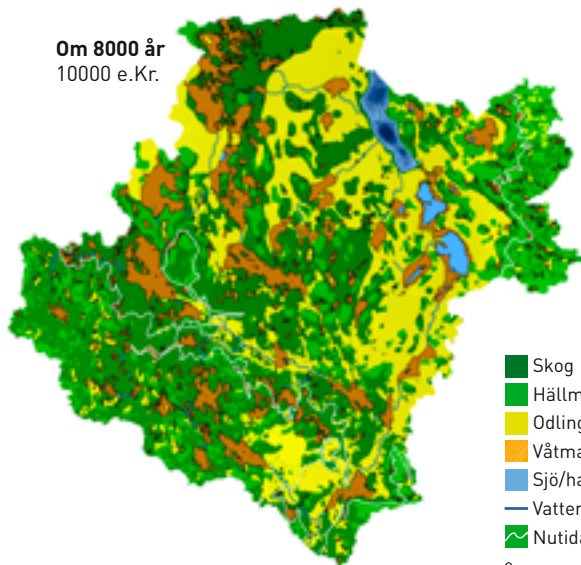
Tre kartor över Öregrundsgrepen som visar nutid och en tänkbar framtid. Om 8000 år finns bara ett litet område i norr som har anslutning till havet. Den vita linjen visar dagens strandlinje. Mark som har tillräcklig tjocklek av finsediment och/eller torvtäcke och är utan block och sten är potentiellt odlingsbar



Om 3000 år
5000 e.Kr.



Om 8000 år
10000 e.Kr.



Nya insikter om övergödning från SKB:s miljöövervakning

❖ Olle Hjerne & Anna Wahlstéen, SKB

De två stora byggprojekt som SKB planerar i Forsmark kommer att innebära omfattande sprängningar av berg. Det har väckt frågan om kväveutsläpp från sprängmedelsrester, och hur stor påverkan det kan få på Öregrundsgrepen. Den frågan har utretts grundligt, vilket lett till nya insikter om hur havsområdet fungerar.

Tack vare SKB:s omfattande platsundersökningar och miljöövervakning i Forsmarksområdet sedan början av 2000-talet är förutsättningarna ovanligt goda för att bedöma risken för övergödningseffekter.

Kväve från sprängningar

I samband med de två stora underjordiska byggprojekten som SKB planerar i Forsmark, kommer stora mängder berg att behöva sprängas ut. Kärnbränsleförvaret kommer att omfatta uppåt sex mil tunnlar och det totala uttaget beräknas till cirka 2 300 000 kubikmeter berg, huvudsakligen under några få år av den inledande uppförandefasen. Utbygg-

naden av förvaret för lågaktivt avfall innebär i sin tur sex nya bergssalar med tillfartsramp och uttaget där beräknas bli knappt 1 300 000 kubikmeter berg under en period av tre år.

Vid sprängningsarbetena produceras bergmassor med kväveföroreningar i form av odetonerade sprängmedelsrester. Detta kväve kan hamna i havet via länshållningsvatten som pumpas upp från tunnarna, eller genom lakvatten från bergupplag. För att minimera kväveutsläppen planeras för rening av lakvattnet, och möjligheterna att rena även de lägre halterna i länshållningsvattnet utreds.

Kväveutsläppet uppskattas till som mest cirka 20 ton under ett år, om de högsta årliga utsläppen från respektive byggprojekt skulle sammanfalla tidsmässigt. Det motsvarar cirka 2 procent av den totala mängden kväve som årligen tillförs Öregrundsgrepen från land och luft. Om tillförseln från de omkringliggande havsbassängerna tas med i beräkningarna motsvarar utsläppet 2 promille.

Fosforbegränsning i Bottenhavet

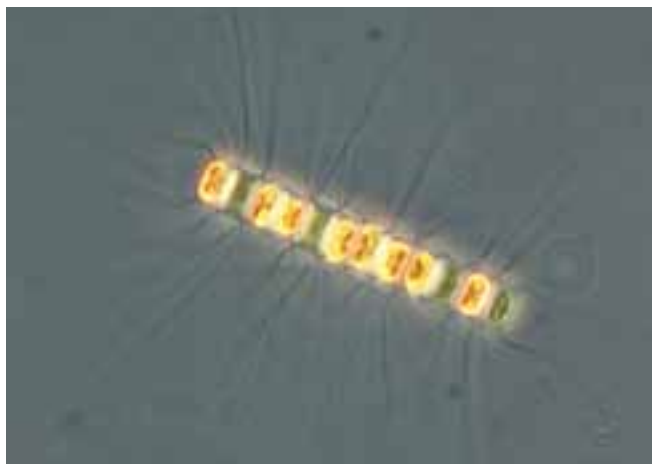
Kvävet i sprängmedlet utgörs av ammonium och nitrat



De omfattande undersökningarna i Öregrundsgrepen visar att åtminstone detta kustområde i Bottenhavet verkar vara kvävebegränsat under sommaren, tvärtmot den etablerade bilden av ett fosforbegränsat Bottenhav.

Kiselalgen *Chaetoceros wighamii* är en av alla arter växtplankton. Den förekommer även sommartid i Öregrundsgrepen.

FOTO: HELENA HÖGLANDER.



som båda är lättillgängliga näringsämnen för vegetation, och därmed skulle kunna orsaka övergödning. SKB har därför utrett vilka miljöeffekter som kan förväntas, och också försökt kvantifiera dem.

Ett första steg i det arbetet har varit att titta närmare på om lokala övergödningseffekter överhuvudtaget bör förväntas, genom att undersöka om produktionen av växtplankton och bottenvegetation verkligen är begränsad av tillgången på just kväve.

Generellt gäller att det under vintern är tillgången på ljus som begränsar produktionen medan det under tillväxtsäsongen oftast är kväve eller fosfor som begränsar produktionen av växtplankton och bottenvegetation. Vilket av dessa närsalter som är begränsande varierar i Östersjön. I Bottenhavet har produktionen genom åren ansetts vara i huvudsak fosforbegränsad. Enligt en dom i EU-domstolen 2009 finns därför ett undantag för områden norr om Norrtälje kommun från kravet på särskild kväverening av avloppsvatten från tätbebyggelse. Detta talar för att kväveutsläpp i Forsmark inte borde vara ett stort problem.

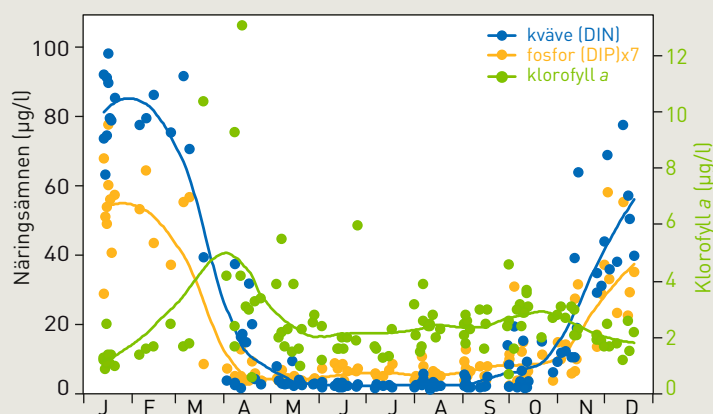
Samtidigt har en trend mot mer kvävebegränsning observerats i södra delen av Bottenhavet, vilket skulle kunna bero på en ökad tillförsel syrefattigt och fosforrikt bottenvatten från Egentliga Östersjön.

Kvävebegränsning på sommaren

Mot denna bakgrund har SKB genomfört en analys av hur kväve, fosfor och klorofyll varierar under säsongen i Asphällsfjärden precis utanför Forsmark. Till hjälp fanns 13 års data som samlats in i samband med platsundersökningar och den efterföljande miljöövervakningen.

Resultaten tyder på att det i kustområdet runt Forsmark är fosfor som begränsar produktionen av växtplankton under vår och höst, men att det under sommarperioden istället är kvävetillgången som verkar begränsa produktionen. Liknande resultat har erhållits från den finska Bottenhavskusten, både i försök där produktionen har mätts vid tillsats av kväve respektive fosfor, och från uppmätta närsaltskoncentrationer i vattnet. Detta mönster är i princip det omvända mot hur det ser ut söder om Ålands hav,

EN ÅRSCYKEL AV VÄXTPLANKTONPRODUKTION



▲ Säsongsdynamiken i Asphällsfjärden under 2002-2014 för de lättillgängliga oorganiska fraktionerna av kväve (DIN) och fosfor (DIP), samt av klorofyll a. Heldragna kurvor är en hjälp, så kallade smoothing splines, för att lättare se årstidsdynamiken. Koncentrationerna av DIP är multiplicerade med 7 för att figuren ska spegla algernas upptag av näringsämnen. Den närsaltskurva som ligger lägst visar därför på ett relativt underskott av ämnet i relation till algernas behov.

Figuren visar att den ljusbegränsade produktionen av växtplankton under den mörka vinterperioden leder till låga klorofyllhalter och höga koncentrationer av närsalterna kväve och fosfor.

Under vårbloomingen i mars-april ökar solinstrålningen och därmed klorofyllhalterna, samtidigt som halterna av närsalter minskar. När fosfor börjar ta slut avstannar blomningen, medan kväve fortfarande finns kvar i vattenmassan. Detta överensstämmer med den etablerade bilden att det är fosfor som begränsar produktionen i området.

På försommaren fortsätter kvävekoncentrationerna dock att minska medan fosforhalterna stiger en aning. Under sommaren råder således en brist på kväve snarare än fosfor.

KVÄVEUTSLÄPPENS SPRIDNING, PÅVERKAN OCH EFFEKTER

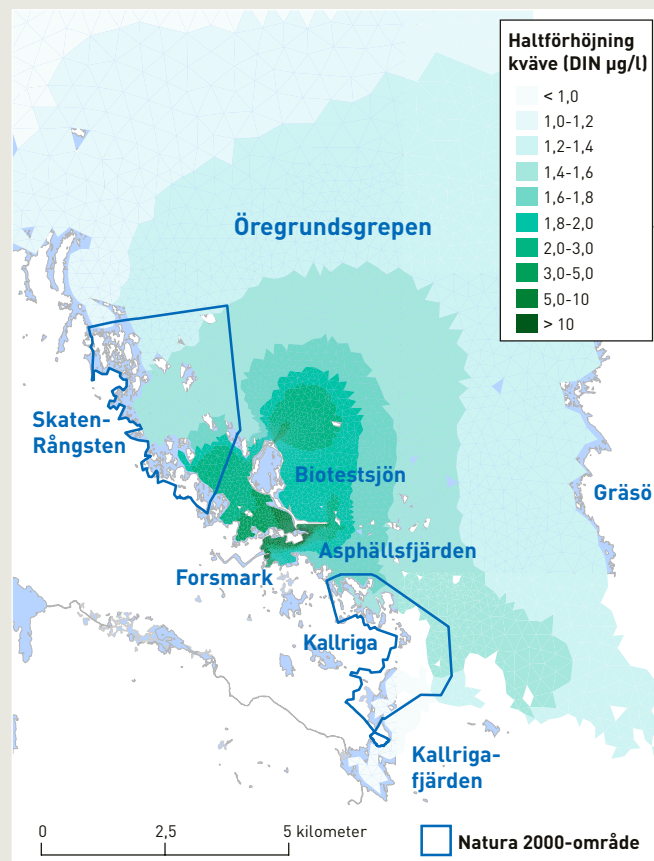


▲ Utsläppspunkterna för kvävet ligger i området där kylvatten-intaget till Forsmarks kärnkraftverk sker. Här skapas en kraftig vattenström in genom Asphällsfjärden och kylvattenkanalen (gula pilar).

Efter att kylvattnet passerat kärnkraftsreaktorerna pumpas det uppvärmda vattnet i ledningar (röd streckad linje) ut i Öregrundsgrepen via Biotestsjön och den parallella utloppskanalen (röda pilar). Den starka kylvattenströmmen motsvarar, vid full drift, halva Dalälvens medelvattenföring och har en stor inverkan på den lokala vattenomsättningen.



▲ SKB:s experter Mats Tröjbom, Sara Nordén och Olle Hjerne på fältbesök i havsområdet runt Forsmark.



▲ Resultaten från en hydrodynamisk spridningsmodell visar hur kvävehalterna i Öregrundsgrepen som mest skulle kunna öka under sommaren. Beräkningarna baseras på ett årligt utsläpp av 20 ton kväve i de lättillgängliga formerna ammonium och nitrat (DIN).

Närmast utsläppspunkterna kan haltförhöjningen bli drygt 10 µg/l, men i Natura 2000-områdena liksom i större delen av området blir haltförhöjningen mindre än 3 µg/l. Dessa förhöjningar är sannolikt grovt överskattade. Delar av det utsläppta kvävet kommer snabbt att tas upp av växtplankton och därmed övergå till partikulärt organiskt kväve i vattenmassan och fortsätta spridas med vattenströmmarna som modellen visar. En stor del av kvävet kommer dock att tas upp av bottenvegetationen i området, vilket inte modellen tar hänsyn till.

Som jämförelse till de modellerade haltförhöjningarna är koncentrationen av totalkväve i vattenmassan ca 280 µg/l och det partikulärt bundna kvävet ca 40 µg/l i Öregrundsgrepen under sommaren.

där vårbloomingen oftast är kvävebegränsad, medan sommarbloomingen av kvävefixerande cyanobakterier kan vara fosforbegränsad.

De nya resultaten innebär att det inte går att utesluta att kväveutsläpp i Forsmark skulle kunna orsaka lokala övergödningseffekter under sommaren. SKB har därmed gjort fördjupade studier av eventuella effekter av kväveutsläpp.

Liten påverkan av kväveutsläppen

Som mest beräknas byggprojekten släppa ut 20 ton kväve under ett år, men utsläppen förväntas bli betydligt lägre under resten av byggperioden. Knappt hälften av utsläppen skulle ske under sommaren då just kväve verkar

begränsa produktionen av växtplankton i området. För att studera hur spridningen skulle kunna ske har en hydrodynamisk strömningsmodell för Öregrundsgrepen använts.

Resultaten från strömningsmodellen visar att det mesta kvävet snabbt kommer att sugas in i kärnkraftverkets kylvattenkanal och släppas ut via Biotestsjön och dess utlopp. Där kommer en snabb spridning och spädning att ske. Växtplankton och bottenvegetation förväntas snabbt ta upp detta kväve, och i synnerhet närmast utsläppspunkterna kommer snabbväxande fintrådiga alger sannolikt att ta upp stora delar av det.

Effekterna av kväveutsläppen på vattenkvaliteten i Öregrundsgrepen bedöms bli mycket begränsade. Inte hel-



Skaten-Rångsen är ett Natura 2000-område som ligger norr om Forsmark, och består av en mängd stora och små öar. SKB har gjort detaljerade modeller av spridningsmönster för kväveutsläppen från de två planerade byggprojekten i Forsmark. Bedömningen är att effekterna blir mycket begränsade både här och i Kallriga, som är ett Natura 2000-område söder om Forsmark.

ler i de två närliggande Natura 2000-områdena, Kallriga i söder och Skaten-Rångsen i norr, bedöms utsläppen kunna ha någon betydande effekt.

De tillfälligt förhöjda kväve- och klorofyllkoncentrationerna som förväntas under byggåren, ligger också långt under de permanent höga nivåer som associeras med sämre förutsättningar för ett artrikt och livskraftigt bottenvegetationssamhälle i liknande miljöer utmed Svealandskusten.

Med undantag för områdena närmast utsläppspunkterna, kommer de små förändringarna som förväntas av kväveutsläppen från de två byggprojekten sannolikt inte att vara möjliga att urskilja från den naturliga variationen.

Nya rön tack vare mycket data

De dataintensiva analyser som denna studie bygger på har varit möjliga tack vare den goda datatillgången som finns över det berörda området. Denna studie visar att övergödningssprocesser, där tillgång till ljus, fosfor och kväve är tre styrande faktorer, varierar i både tid och rum och att dessa processer i gränzonen mellan Bottenhavet i norr och Egentliga Östersjön i söder är mer komplexa än vi tidigare antagit.

LÄSTIPS

Läs hela rapporten: Hjerne, O. 2016. *Effekter av kväveutsläpp i Forsmark*. SKB R-16-11. Svensk Kärnbränslehantering AB.
www.skb.se/publikation/2485169/

Bra vatten i Björnöfjärden igen

❖ Linda Kumblad & Emil Rydin, BalticSea2020

När projekt Levande kust startade för sex år sedan valdes Björnöfjärden på Värmdö ut som åtgärdsområde för att det var en av Stockholms skärgård mest övergödda fjärdar. Här fanns utbredd bottendöd, begränsad vattenomsättning och flera olika näringskällor i avrinningsområdet. Målsättningen med projektet var att visa att det med kraftfulla åtgärder är möjligt att återfå en bra miljö i övergödda havsvikar; med ett klart vatten, ett rikt växt- och djurliv, ett naturligt fisk-samhälle och syresatta bottenar med bottendjur.

Projektet är nu i sin slutfas och utvärdering av resultaten pågår för fullt. Projektets erfarenheter och slutsatser om hur övergödda skärgårdsområden kan restaureras och vad det kostar, ska sammanfattas och tillgängliggöras för att underlätta åtgärder i andra kustområden runt Östersjön.

Var kommer näringen ifrån?

Inom Björnöfjärdens avrinningsområde finns omkring 1000 fastigheter, ett lantbruk, några hästgårdar och en konferensanläggning med musteriverksamhet.

Näringen som når Björnöfjärden från avrinningsområdet kommer dels naturligt från skogen och de öppna markerna, men främst från mänskliga aktiviteter som pågår i området. För att minska näringstillförseln och motverka övergödningens effekter har projektet genomfört en rad åtgärder på land, såsom förbättrade enskilda avlopp, strukturstyrkalkning, anläggning av sedimentationsdammar med kalkfilterbäddar och åtgärder på hästgårdar.

Även om alla näringsutsläpp från Björnöfjärdens avrinningsområde skulle ha kunnat stoppas omedelbart, skulle det ändå tagit många decennier innan övergödningen upphört. Det beror på att den enskilt största näringskällan var ett stort läckage av fosfor i form av fosfat från fjärdens syrefria botten sediment. Där hade vikens "gamla synder",



Vattnet har blivit mycket klarare efter aluminiumbehandlingen och alger och vattenväxter kan därför leva på större djup. Svealands kustvattenvårdförbunds mätningar visar att vattnet i Björnöfjärden nu håller "god status" med avseende på fosfor, klorofyll och siktdjup. Du kan följa utvecklingen sedan 2012 i tabellen på sidan 32. Björnöfjärden hittas i nedre tredjedelen.

FOTO: JOAKIM ODELBORG

ÅTGÄRDER I OCH RUNT BJÖRNÖFJÄRDEN

Latrinstation

En uppsamlingsstation för urin och latrin har byggts, där boende med torrtoaletter kan tömma sitt toalettavfall. På så sätt undviker man att näring (fosfor och kväve), bakterier och virus läcker vidare till grundvatten eller diken som mynnar i havet.

Säby Säteri

Säby Säteri har installerat ett nytt bra avlopp för konferensanläggningen och bytt till vakuumtoaletter och sluten tank i galleriet och musteriets.

Gäddvåtmark

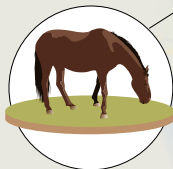
En gäddvåtmark har byggts för att stärka gäddbeståndet i Björnöfjärden. På våren simmar gäddor upp i våtmarken och leker. Gäddynglen växer till i våtmarken och släpps ut i fjärden i juni.

Bättre enskilda avlopp

För att minska övergödningen och skydda dricksvattnet, har boende med dåligt avlopp fått hjälp att byta till en avlopps-lösning där toalettavfallet transporteras bort från området.

Jordbruksåtgärder

Tillsammans med Säby gård har näringsläckaget från åkrarna till Björnöfjärden minimerats genom att strukturkalka, anlägga tvåstegsdike, etablera sedimentationsdammar med kalkfilter och täckdika med kalkinblandning.



Åtgärder på hästgårdar

Näringsläckaget från hästgårdar har minskat genom bland annat daglig mockning och lagring av gödsel på gödselplatta, markstabilisering och dränering där marken blir söndertrampad och skyddszoner längs diken.

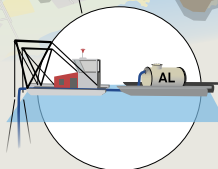


Fiskeförbud

För att fjärden ska få ett starkt rovfiskbestånd har fiskeförbud införts från 1 april till 15 juni. Under den här perioden leker gäddorna, och bör inte störas.

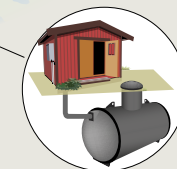
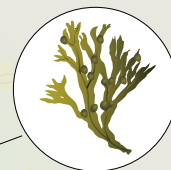
Aluminiumbehandling

De största tillflödet av fosfor kom från fjärdens sediment, där stora mängder näringsämnen lagrats in under decennier. Med aluminiumbehandling har fosfor bundits i sedimenten och kan inte längre bidra till övergödning av fjärden.



Inplantering av blåstång

Blåstång har planterats in på flera platser i Björnöfjärden. Tångbälten är ett viktigt habitat för fiskyngel och ryggradslösa djur. De är i sin tur viktig föda åt fisk och fågel.



Slutna tankar till utedass

Björnö naturreservats utedass har försetts med slutna tankar för att inte näring, bakterier och virus ska läcka ut i Björnöfjärden.

alltså tidigare års fosforutsläpp, ansamlats. Det läckte nu tillbaka till vattnet och drev på övergödningen.

För att stoppa bottnarnas fosforläckage aluminiumbehandlades Björnöfjärdens sediment under somrarna 2012 och 2013. Aluminium binder fosfatfosfor hårt och hindrar den från att läcka till vattnet. Behandlingen är en välbeprövad åtgärd i övergödda sjöar, men i Björnöfjärden gjordes det för första gången i en havsmiljö.

Undervattensmiljön blir långsamt bättre

Aluminiumbehandlingen tillsammans med åtgärderna på land gav en tydlig och snabb effekt på tillgängligheten av fosfor i både sediment och vatten. Det har lett till flera tydliga effekter i ekosystemet. Mängden växtplankton har nästan halverats, vilket har bidragit till att siktdjupet ökat med

nästan en meter. Det har i sin tur resulterat i att bottenlevande alger nu lever en meter djupare.

Även på djup under språngskiktet är det numera vanligare att finna fisk på grund av periodvis bättre syrgasförhållanden. Fisksamhället har också förändrats; strömming har blivit vanligare medan mört, björkna och braxen har minskat i täthet. Dessutom håller bottnar på 5–10 meters djup på att återkoloniserar av bottenfauna. Ingen av dessa förändringar har observerats i den referensvik som projekterats jämfört med.

Syresituationen på de djupare bottarna är fortfarande ansträngd, men produktionen av svavelväte minskar. Det tyder på att en förändring är på väg att ske även i de djupaste delarna av Björnöfjärden, men det tar tid.

Åtgärder måste upprätthållas

På bara tre år har Björnöfjärden gått från att vara kraftigt övergödd till att ha en god vattenkvalitet. Det gör det möjligt för växter och djur att återhämta sig, men det krävs tålamod och ytterligare ansträngning innan fjärden fått tillbaka det ekosystem som är typiskt för denna miljö.

För att behålla fjärdens låga fosforhalter måste åtgärderna på land upprätthållas. Annars kommer fjärdens vattenkvalitet snabbt att försämrats igen. Fjärdarna utanför bidrar också med näring, så på längre sikt kommer Östersjöns vattenkvalitet att styra även Björnöfjärden.

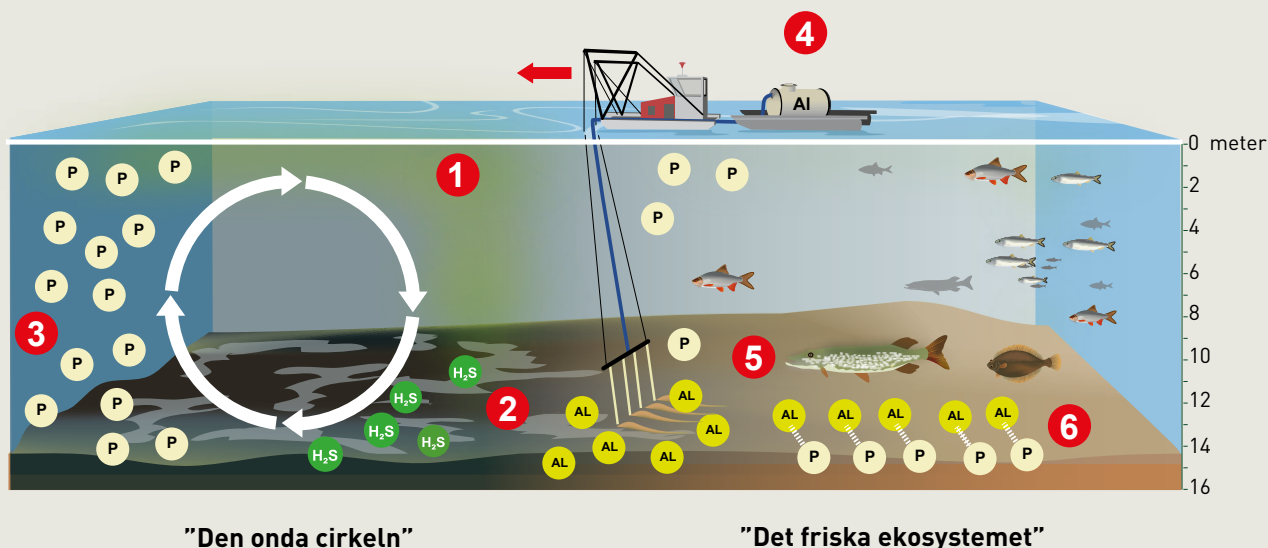
Bra vatten ger ökat engagemang

Att använda "ingenjörsmetoder" såsom aluminiumbehandling har ifrågasatts och ansetts vara orealistiskt för att åtgärda övergödning i havsområden. Bland annat för att det är så stora områden som behöver behandlas, för att det kan ha okända negativa effekter på miljön och för att det riskerar att dra uppmärksamheten från det centrala arbetet med att minska ny näringstillförsel.

Det finns en oro för att engagemanget för att genomdriva åtgärder på land minskar om ingenjörsmetoder visar sig ha en snabb och kostnadseffektiv effekt. Det vi ser runt Björnöfjärden är tvärtom – en ökad medvetenhet hos fastighetsägare och kommun om att utsläpp från exempelvis dåliga enskilda avlopp och obetänksam hästhållning kommer att bygga upp "nya synder" som återigen kan orsaka övergödning i fjärden. Viljan att ta vara på Björnöfjärdens nystart vad gäller vattenkvalitet är stor.



SÅ FUNGERAR ALUMINIUMBEHANDLINGEN



▲ Innan aluminium-behandlingen gjordes i Björnöfjärden bidrog den goda tillgången på näring till kraftig produktion av växtplankton och fintrådiga alger (1). När algerna dör, sjunker de ner till botten där de bryts ner av bakterier och smådjur i sedimentet. Vid nedbrytningen används syre i bottenvattnet, och om syret tar slut bildas svavelväte (2). I ett syresatt sediment binds fosfor till järn, aluminium eller kalcium. I syrefria bottenar förlorar järn sin fosforbindande förmåga och en stor del av fosfor frisätts till vattnet och bidrar till ny växtproduktion och nedbrytning av organiskt material som resulterar i ytterligare syrefria bottenar. En "ond cirkel" uppstår (3). Under aluminiumbehandlingen av

Björnöfjärden blandades en aluminiumlösning försiktigt ner i ytskiktet av sediment djupare än 6 meter. Aluminium binder löst fosfor, och läckaget upphör (4). När fosforläckaget från sedimentet stoppats, minskar tillväxten av alger, och därmed mängden organiskt material som når bottenarna. Det leder till att mindre näring frisätts och mindre syre går åt (5). Aluminiumbehandlingen i Björnöfjärden kommer att kunna binda omkring 4 ton fosfor i sedimentet och fosforhalter i bottenvattnet har minskat med mer än 95 procent. Aluminium binder fosfor permanent, vilket gör att effekten kvarstår så länge näringstillförseln från land begränsas.

Snabba förbättringar ökar viljan

När åtgärder görs i och runt innerskärgårdsvikar med begränsat vattenutbyte, som vi gjort i Björnöfjärden, blir vattenkvaliteten märkbart förbättrad. Fosforflödet från land till hav minskar, då den fosfor som omsätts i vikarna nu kan bindas fast i bottenarna igen, istället för att transporteras vidare och bidra till övergödning av mellanskärgård och öppet hav. På detta sätt kan permanent bindning av fosfor till sediment i vikar som Björnöfjärden även vara ett kostnadseffektivt verktyg för att minska belastningen till Östersjöns vattenmassa. Om rörlig sedimentfosfor har fokuserats till djupfickor i mellan- och ytterskärgård, och utgör fosforläckande "hot spots", skulle behandling även av dessa kunna ha en positiv effekt på fosfortillförseln till Östersjöns vattenmassa.

Efter att ha följt utvecklingen i Björnöfjärden kommer vi fram till att det är nödvändigt att kombinera åtgärder för att minska näringstransporten från land med att binda fosfor i bottenarna om målet är en någorlunda snabb förbättring av övergödningssituationen i innerskärgårdens avgränsade vikar. Att kunna visa upp en snabb positiv förbättring i några vikar kan hjälpa till att upprätthålla en generell förståelse och vilja att fortsatt bekosta och att genomföra åtgärder på land.

LÄS MER:

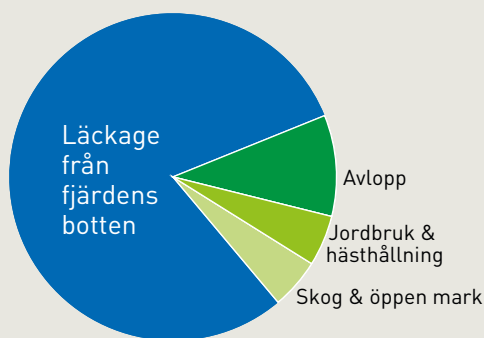
om projektet och alla åtgärder på www.levandekust.se eller besök den fina naturutställningen på Säby säteri vid Björnöfjärden.

FOTO: JOAKIM ODEBERG



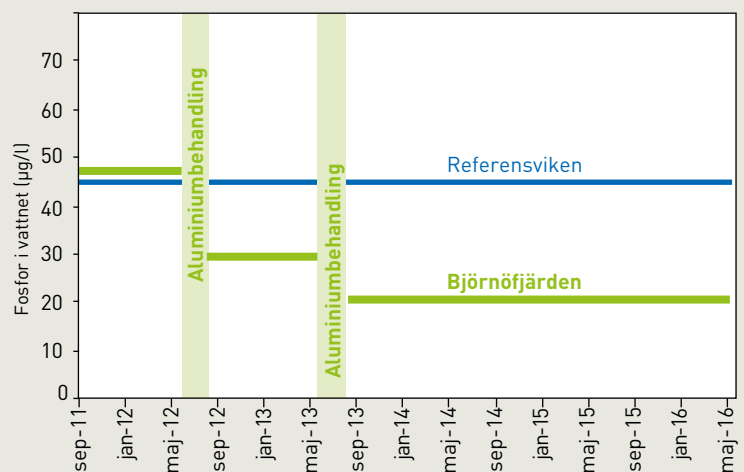
▲ De snabba och stora förbättringarna i Björnöfjärden har lett till en ökad medvetenhet hos de kringboende om vikten av att minska näringstillförseln så mycket som möjligt. Viljan att ta del av Björnöfjärdens förbättrade vattenkvalitet är stor.

FOSFORKÄLLOR I BJÖRNÖFJÄRDEN



▲ Här visas källorna vid projektets start 2011. Mest fosfor kom från sedimentet där "gamla synder" läckte tillbaka till vattnet och orsakade övergödning. Från land bidrog små avlopp, jordbruk och hästhållning till en kontinuerlig och alltför stor fosfortillförsel.

RESULTAT AV ALUMINIUMBEHANDLING



▲ Volymviktad medelkoncentration av totalfosfor i vattnet i Björnöfjärden och i referensviken (Fjällsviksviken) under 2011–2016. Aluminiumbehandlingen av Björnöfjärden har halverat medelkoncentrationen av fosfor i hela vattenkolumnen och den ligger nu på ca 20 µg/l. I referensviken har medelkoncentrationen under samma period varierat mellan ca 40 och 60 µg/l.

Brunnsviken

– en vik med historia

❖ Daniel Stråe, WRS Uppsala AB & Anna Gustafsson, Naturvatten i Roslagen AB

Brunnsviken i norra Stockholm är en välkänd och omskriven plats. Här anlade Gustav III den vackra Hagaparken redan på 1700-talet, och hela området ingår numera i Nationalstadsparken. Här finns mycket höga rekreations- och naturvärden, men det är också en vik som blivit hårt belastad genom historien. Trots flera åtgärder som kraftigt förbättrat läget, så kvarstår stora problem. Nu är det dags att åtgärda dem.

Sveriges alla vatten ska må bra. Det säger både de svenska miljömålen och EU:s vattendirektiv. För att nå det målet krävs mycket kunskap, genomtänkta åtgärder och ett väl utvecklat samarbete över olika administrativa gränser. Stockholms stad arbetar just nu intensivt med att få fram operativa åtgärdsunderlag för Stockholms alla vatten. Ett av de första, som tagits fram i samarbete med Solna och Sundbyberg, avser Brunnsviken. De viktigaste slutsatserna presenteras här i korthet.



MÅLNING FRÅN 1811 AV AXEL FREDRIK CEDERHOLM (1780–1828) - STOCKHOLMSKILLAN, CC BY-SA 3.0

▲ Hagaparken och Gustav III:s Paviljong. Målning från 1811 av Axel Fredrik Cederholm. Gustav III hade stora planer för hela området runt Brunnsviken. Hagaparken var den del som hann förverkligas innan han mördades 1792. Namnen Albano och Frescati på det nuvarande universitetsområdet på Brunnsvikens östra sida härstammar från planen inspirerad av kungens italienska resa. På bilden syns även gondolerna Galten och Delfinen som användes flitigt på Brunnsviken. De finns numera på Galärvarvet i Stockholm.



Foto: JONAS ANDERSSON, WRS AB

▲ Brunnsviken är en trösklad havsvik i norra Stockholm. I förgrunden syns den vackra Hagaparken och på andra sidan syns Naturhistoriska riksmuseet och Bergshamras höga hus.

Från insjö till havsvik

Brunnsviken omvandlades redan i början av 1600-talet till en insjö som en följd av landhöjningen. Omgivningarna präglades under 1700-talet av lantlig idyll. Fram till för drygt hundra år sedan dominerades omgivningarna på land av jord- och skogsbruk. Övergödande näring i form av fosfor och kväve från djurhållning och odling fördes via vattendrag och diken till viken.

Med tiden blev Brunnsvikens instängda vatten alltmer förorenat. Stockholmsförfattaren August Blanche skrev år 1863 om "Brunnsvikens stillastående vatten, där vågen är som grönsoppa och där fisken simmar död mot dyg strand".

I syfte att återskapa vattenutbyte med Lilla Värtan och havet utanför, samt att åstadkomma en slussfri förbindelse till viken sprängdes 1863 en kanal vid Ålkistan ut mot Lilla Värtan. Brunnsvikens vattennivå sänktes därvid cirka 1,25 meter.

Från avlopp till dagvatten

Kanalen ökade vattenutbytet, men det räckte inte till för att förbättra miljön särskilt mycket. I takt med att allt fler människor bosatte sig i området och vattenspolade toaletter infördes övergick påverkan till att främst ske via avloppsvattnet. Dessutom förorenades viken och dess bottensediment av industriella utsläpp.

Solna stads avloppsvatten släpptes orenat ut i viken ända fram till 1970. Resultatet blev en kraftigt övergödd vik med stor produktion av alger, siktdjup på några decimeter och en svår syrebrist i bottenvattnet. Efter islossningen på våren stank Brunnsviken av svavelväte och döda fiskar flöt åter i strandkanten.

Sedan avloppen anslöts till Käppalaverket har tillståndet

i viken förbättrats kraftigt. Siktdjupet på sommaren är ofta över två meter, här finns levande fisk och man kan åter bada och njuta i Brunnsvikens vackra omgivningar.

Numera är det istället den urbana avrinningen – dagvattnet – från den allt tätare bebyggda och mer hårdgjorda och trafikerade marken som är det största problemet. Bostäder och grönområden dominerar markanvändningen, men här finns även stora centrum- och industriområden och några av landets mest trafikerade vägar.

Dagvattnet för inte bara med sig grumlande partiklar och övergödande fosfor och kväve, utan även miljögifter som tungmetaller, PAH:er och petroleumrestprodukter.

Brunnsvikens nuvarande tillstånd

Arbetet med att ta fram ett underlag till lokalt åtgärdsprogram visar tydligt att miljötillståndet fortfarande inte är tillfredställande. Miljögifter är i ett historiskt perspektiv ett relativt nytt problem i Brunnsviken, och visar sig genom generellt förhöjda halter av många otrevliga ämnen i bottensedimentet, löst i vattnet och oroande nog också i fisken. Att döma av föroreningshalternas fördelning i sedimentlagren var belastningen av metaller som bly, kvicksilver och koppar allra störst kring 1960- och 70-talet. Andra problemämnen är än mer sentida, exempelvis tributyltenn (TBT) som började användas i båtbottnfärg på 1960-talet och numera har stor spridning i vattenmiljön trots användningsförbud.

Övergödningen är fortfarande så påtaglig att djurlivet på de djupare bottenarna är i det närmaste utslaget till följd av svår syrebrist och svavelvätebildning. Andra symptom är fortsatt stora mängder växtplankton, som gör vattnet grumligt och därmed minskar den möjliga bottenytan där större vattenväxter och alger får tillräckligt med ljus för att

BRUNNSVIKENS TILLRINNINGSOMRÅDE OCH OMGIVNINGAR



◀ Brunnsvikens 14,5 kvadratkilometer stora tillrinningsområde (röd streckad linje) sträcker sig från Rinkeby i väster via delar av Sundbyberg och Solna, till Valhallavägen i öster. Nästan 60 % av tillrinningsområdet tillhör Solna kommun, drygt 25 % Sundbybergs kommun och 15 % hör till Stockholms stad. I tillrinningsområdet finns Lötsjön och Råstasjön som rinner via Råstaån i en kulvert under Arenastaden, järnvägen och E4 och mynnar i Brunnsvikens nordvästra del. Förbindelsen med Lilla Värtan och innerskärgården sker via den smala Ålkistan.

leva. Dessa symptom beror på kraftigt förhöjda näringshalter såväl sommar som vinter. Särskilt näringsämnet fosfor är ett stort problem i Brunnsviken.

Fosfor från tre källor

Fosforhalterna i Brunnsviken styrs i stor utsträckning av vattenutbytet över Ålkistan. I dagsläget är fosforhalterna betydligt högre i Brunnsviken än utanför, och utbytet innebär en nettoexport av fosfor till Lilla Värtan.

Allra tydligast påverkan har dock fosforläckaget från Brunnsvikens botten, den så kallade interna belastningen. Denna påverkan speglar både den historiskt höga belastningen – ”gamla synder” – och den alltjämt förhöjda påverkan som sker än idag. Bottenarna förmår inte längre kvarhålla och begrava tillförd fosfor i samma utsträckning som i friska ekosystem, och resultatet blir ett nettoläckage till vattenmassan på hela 1–2 ton per år. Läckaget sker helt i form av fosfat som är direkt tillgängligt för växtplankton och därmed effektivt bidrar till övergödningsproblematiken.

Fosforbelastningen från omgivande landområden är fortfarande hög. Den beräknas till mellan 260 och 320 kg per år. Över hälften kommer via Råstaån, och resten via dagvatten och diffus avrinning till Brunnsviken. Pågående detaljplaner och exploateringar beräknas innebära en ökad tillförsel av minst 30 kg fosfor per år, trots planerade reningsanläggningar.

Den landbaserade påverkan kan se obetydlig ut i relation till den interna belastningen. Belastningen är dock kraftigt förhöjd och bidrar till att år efter år vidmakthålla och bygga upp sedimentens förråd av läckagebenägen fosfor.

Åtgärder mot fosfor

För att få ner fosforhalterna i Brunnsviken till godkända nivåer måste den omfattande fosforfrisättningen från sedimenten stoppas och tillförseln av fosfor från omgivningarna halveras. Dessutom måste påverkan via dagvatten från kommande exploateringar hållas nere.



▲ Exempel från Råstaån på hur en anläggning som renar dagvatten kan se ut. Avrinningen – dagvattnet – från den allt tätare bebyggda och mer hårdgjorda och trafikerade marken är numera det största problemet för Brunnsviken. FOTO: JONAS ANDERSSON, WRS

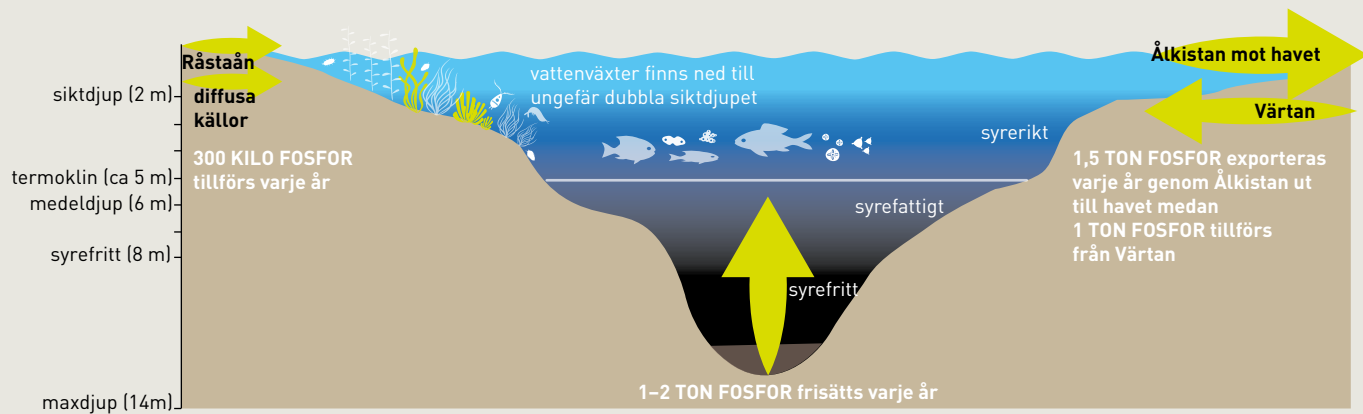
I syfte att komma till rätta med fosforläckaget från Brunnsvikens botten föreslås aluminiumbehandling av vikens sediment. Det innebär att fosfor som med tiden skulle ha läckt till Brunnsvikens vattenmassa och belastat även utanförliggande havsområde fastläggs i bottenarna. Detta förutsatt att belastningen från land minskar till nivåer som ekosystemet i viken kan hantera. Att återföra naturresursen fosfor från bottenarna till kretsloppet på land bedöms inte vara lämpligt på grund av de höga halterna miljögifter i sedimentet.

För att minska tillrinningen av fosfor föreslås att aluminiumfällning även i Lötsjön och Råstasjön utreds. Det skulle minska belastningen via Råstaån kraftigt.

Åtgärder mot miljögifter

Problemen med olika typer av miljöfarliga ämnen som

SENSOMMAR I BRUNNSVIKEN



▲ Brunnsviken har ett medeldjup på 6 meter. Vattenomsättningen domineras av utbytet med Lilla Värtan via Ålkistan. Salt vatten kommer vanligen in från Östersjön under sensommaren och hösten och bildar ett stillastående bottenvatten som snabbt blir syrefritt. Allt högre liv är koncentrerat till de översta skikten av vattenmassan där det är tillräckligt ljus för att växterna ska kunna trivas och tillräckligt med syre för att djuren ska överleva. För att förbättra vikens situation måste tillförseln av övergödande fosfor minska från alla de tre huvudsakliga källorna.



▲ Här i nordvästra änden av Brunnsviken mynnar Råstaån och dagvattenkultiverten från Järva krog-området. Råstaån bidrar med över hälften av fosfor och mycket av miljögifterna som kommer från land. Detta är en av de föreslagna platserna för en ny dagvattenreningsanläggning, som i möjligaste mån kommer att ligga på land. FOTO: DANIEL STRÅE, WRS

finns i och fortfarande tillförs till Brunnsviken måste också hanteras. Det finns en oro för att åtgärder mot övergödning skulle kunna förvärra miljögiftsriskerna genom minskad biologisk utspädning. För att undvika en sådan utveckling är det viktigt att åtgärder genomförs parallellt för att komma tillrätta med både övergödning och miljögiftsproblem.

I Brunnsvikens sediment finns mycket höga halter av kadmium, bly, antracen och tributyltenn (TBT). I vatten är halterna av koppar, zink och perfluoroktansulfonat (PFOS) förhöjda, och i fisk ligger PFOS, kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) över gränsvärdena.

Den nuvarande tillförseln av miljöfarliga ämnen sker huvudsakligen via diffus avrinning och dagvatten. Den enda kvarvarande punktkällan är det mycket giftiga ämnet TBT från båtbottnfärger. Här behöver man se över olika

åtgärder för att minska spridningen från vikens båtklubbar. Reningsmöjligheterna för de stora vägarnas kvarvarande orenade vägsträckor behöver utredas. Arbetet med att spåra och förhindra felkopplade avlopp bör förstås fortsätta, liksom tillsyn och förebyggande arbete mot olika föroreningskällor och miljöfarliga verksamheter som alla belastar dagvattennätet.

Dessutom föreslås flera nya reningsanläggningar för dagvatten på strategiska ställen i avrinningsområdet. De kommer att bidra till en minskad tillförsel av fosfor, men beräknas också minska tillförseln av bly, kadmium och koppar.

Insatser krävs från oss alla

Enbart lokala åtgärder räcker inte för att övergödningen i Brunnsviken ska minska till den nivå som krävs enligt beslutade miljökvalitetsnormer. Det beror på att påverkan från Lilla Värtan förväntas vara fortsatt stor. Därför behövs ett lokalt åtgärdsprogram också för Lilla Värtan och för hela innerskärgården.

Kommunerna i regionen samarbetar på olika sätt för att ta fram förslag till åtgärder, vilka kan bidra till effektiva lokala åtgärdsprogram. Dessa förslag ligger sedan till grund för beslut inom respektive kommun.

Det är hög tid att alla samhällets aktörer inleder ett åtgärdsarbete som innebär att var och en tar ansvar för sin miljöpåverkan. Med gemensamma ansträngningar kan vi nå målen och åter få rena och friska vatten, även i stadens närhet.

LÄS MER:

om Brunnsviken på Miljöbarometern

<http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kustvatten/brunnsviken/>

Ny farled till Södertälje planeras

♦ Agne Hörnestic, Sjöfartsverket

Södertälje hamn ökar i attraktivitet när olje-hamnarna i Stockholm ska stängas. Samtidigt projekteras en ny farled mellan Landsort och Södertälje. Ökad kapacitet och högre säkerhet är argument bakom förslaget, som är en komplex satsning med många hänsynstaganden. Juridisk prövning kommer att ske i två steg: dels av regeringen och dels av Mark- och miljödomstolen.

I slutet av 1970-talet grundstötte tankfartyget Tsesis strax syd om Fifång, vilket orsakade stora skador på den känsliga miljön i området. Detta ledde så småningom fram till att Trafikverket gav i uppdrag till Sjöfartsverket att presentera åtgärder för att höja sjösäkerhet och kapacitet i farleden Landsort-Södertälje.

Bättre säkerhet mer österut

Ungefär samtidigt kom flera prognoser som tydde på ökat behov av godshantering i Södertälje och Mälarhamnarna. I början av 2016 tillstyrkte Mark- och miljödomstolen en

ansökan från Södertälje hamn om ökad bränslehantering. Med full kapacitet om fyra cisterner i Södertälje bränslehamn blir den totala lagringsvolymen cirka 160 tusen kubikmeter. Den största delen utgörs av biobränsle.

Sjöfartsverkets utredningar visar att bäst resultat med minst påverkan på naturen nås om nuvarande farled flyttas österut till naturligt djupare vatten. Med förslaget höjs sjösäkerheten genom att farleden breddas. Dessutom investeras i ungefär 15 nya fyrar, 10 nya belysta kummel samt kantmarkeringar vid grund och strandkanter. Förutsättningen för projektet är att det kommer med i den nationella planen för transportinfrastruktur som regeringen beslutar om 2018.

En omfattande process

För att bygga en ny farled krävs tillåtlighet av regeringen. Denna grundas på en miljökonsekvensbeskrivning, MKB, för den nya farleden som ska godkännas av länsstyrelsen innan regeringen fattar beslut med eventuella villkor. När processen för inrättande väl är klar kommer ansökan om vattenverksamhet med ny MKB att handläggas av Mark-



FAKTA

Den nya farleden

- Breddad farled så att fartygen kan mötas nästan överallt.
- Maxdjupgående ökar från 9 till planerade 11,5 meter.
- Maxlasten ökar från 14 till cirka 50 tusen ton.
- Fartygslängd i dag: 160 meter i dagsljus, 200 meter med vissa restriktioner. Med förslaget: Cirka 220 meter, inga mörkerrestriktioner, trafik dygnet runt.
- Preliminär byggstart respektive färdigställande: 2020/2021.
- Preliminär kostnad: cirka 260 miljoner kronor i 2015 års penningvärde.

Fyrar av denna typ kommer att byggas vid Landsortsfarleden.

och miljödomstolen som prövar tillstånd och villkor för muddring, fyrbyggen i vatten och liknande.

– Vi befinner oss i slutfasen av förberedelsearbetet och kommer sedan att skicka in handlingarna till länsstyrelsen, säger Mattias Bååth, MKB-ansvarig hos företaget Ramböll som jobbar på uppdrag av Sjöfartsverket.

Fördjupade miljöstudier

Regeringen tar ställning till om farleden kan få flyttas utifrån ett allmänt perspektiv. Därför fokuserar MKB:n främst på konsekvenser i driftskedet av den nya farleden. Det innebär bland annat fördjupade studier inom områden som buller, svall, erosion och påverkan på det marina livet.

Ett antal fördjupade studier har gjorts för att öka kunskapen om området. Marina inventeringar av bottendjur, vegetation och fisk har genomförts. Underlaget används vid utformningen av farleden och för miljökonsekvensbeskrivning. Inventeringarna kan också användas som referensmaterial i kontrollprogram för att jämföra situationen före och efter genomförande.

En översiktlig fågelinventering har genomförts och kommer att fördjupas under kommande år. Inför kommande tillståndsprövning har sediment provtagits för att klargöra föroreningsgraden, och resultaten utgör underlag för beslut om hantering. Ungefär 1,5 miljoner kubikmeter måste muddras.

Flera samråd har hållits

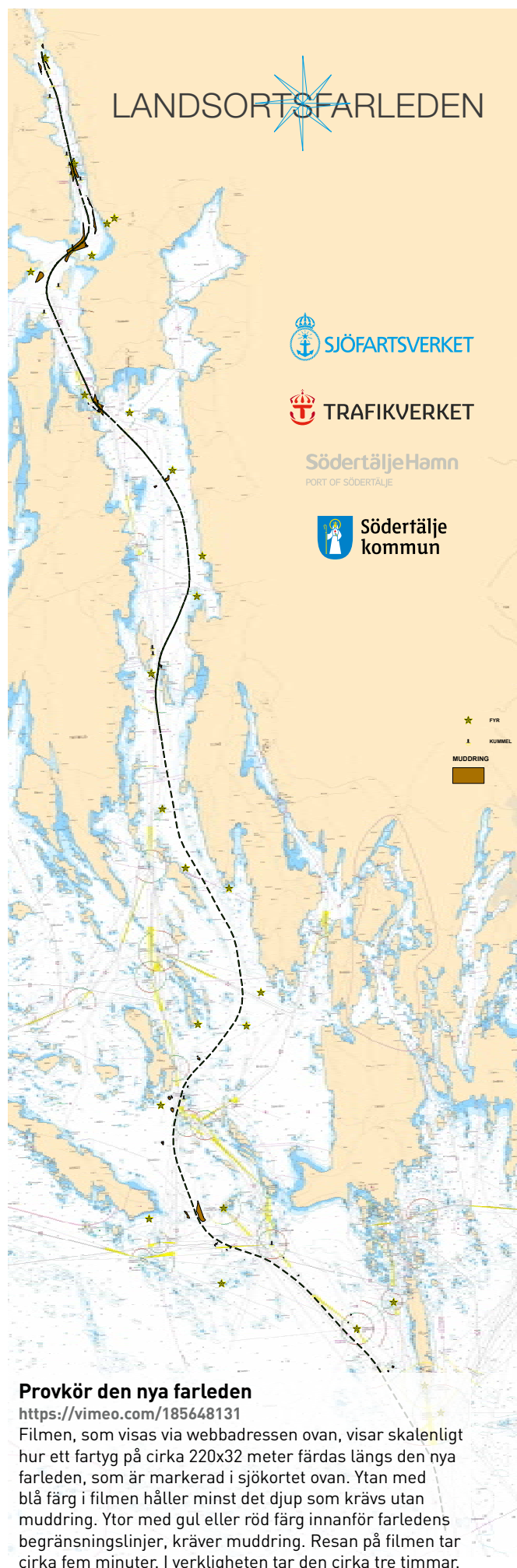
I det aktuella området finns ett flertal Natura 2000-områden och naturreservat som Askö och Fifång, liksom många permanent- och fritidsboenden. Dessa intressen och många andra hanteras i MKB:n som upprättas för den nya farleden. Flera samråd genomförs också med myndigheter, föreningar och allmänhet för att alla ska kunna framföra sina åsikter.

– De nya fartygen kommer att gå med låg hastighet i de känsliga delarna och genererar därför inga stora svallvågor, säger Christin Eriksson på DHI Sverige. Hon jobbar som konsult med frågor som rör sedimentmodellering och erosion i farledsprojektet på uppdrag av Ramböll.

– Modelleringar visar att dagens naturliga påverkan av vindvågor ofta är av samma storleksordning eller större än vad de planerade större fartygen väntas skapa längs den föreslagna östra leden, fortsätter hon.

Konsekvenserna av förslaget till ny farledssträckning jämförs med ett så kallat nollalternativ, det vill säga där befintlig farled finns kvar med kända störningar och risker. En viktig del i det sammanhanget är den tidigare riskanalys som gjorts av farledens nuvarande säkerhet.

– Anlöpen med större fartyg ger minskad bränsleförbrukning per transporterat ton och utgör därför en miljövinster. Färre fartyg i farleden minskar också trängseln och säkerheten höjs, summerar Bertil Skoog, projektledare för Landsortsfarleden.



Provkör den nya farleden

<https://vimeo.com/185648131>

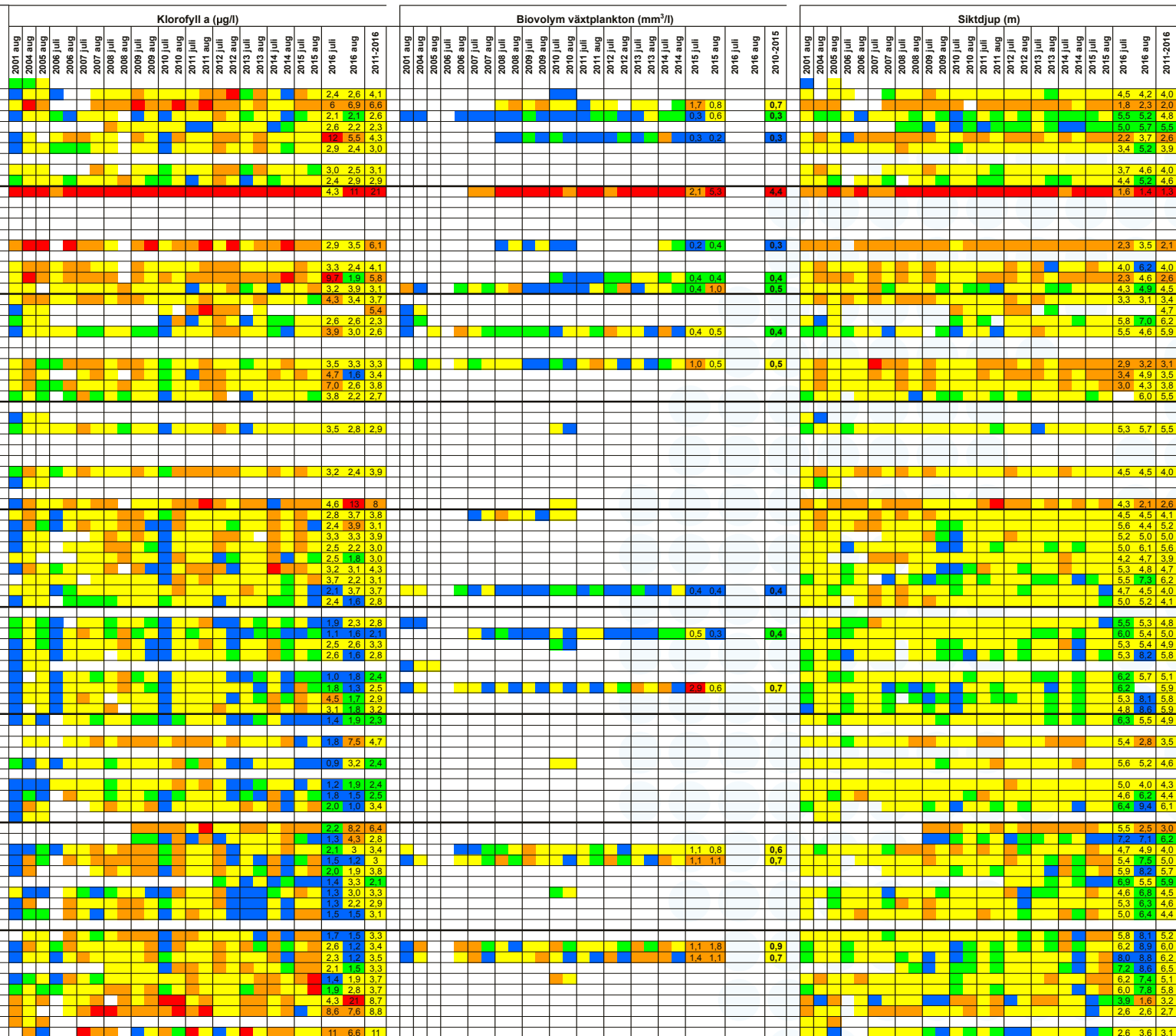
Filmen, som visas via webbadressen ovan, visar skalenligt hur ett fartyg på cirka 220x32 meter färdas längs den nya farleden, som är markerad i sjökortet ovan. Ytan med blå färg i filmen håller minst det djup som krävs utan muddring. Ytor med gul eller röd färg innanför farledens begränsningslinjer, kräver muddring. Resan på filmen tar cirka fem minuter. I verkligheten tar den cirka tre timmar.

Resultat från karteringar 2001–2016

Resultat från förbundets omfattande provtagningar längs Svealandskusten. Stationerna är sorterade från norr till söder efter de typområden som visas i kartan på sidan 6. Stationerna framgår av kartan på sidan 36. Resultaten visas för varje provtagning, samt som medelvärde för den senaste sexårsperioden. Färgerna visar statusklassning enligt vattendirektivets bedömningsgrunder.

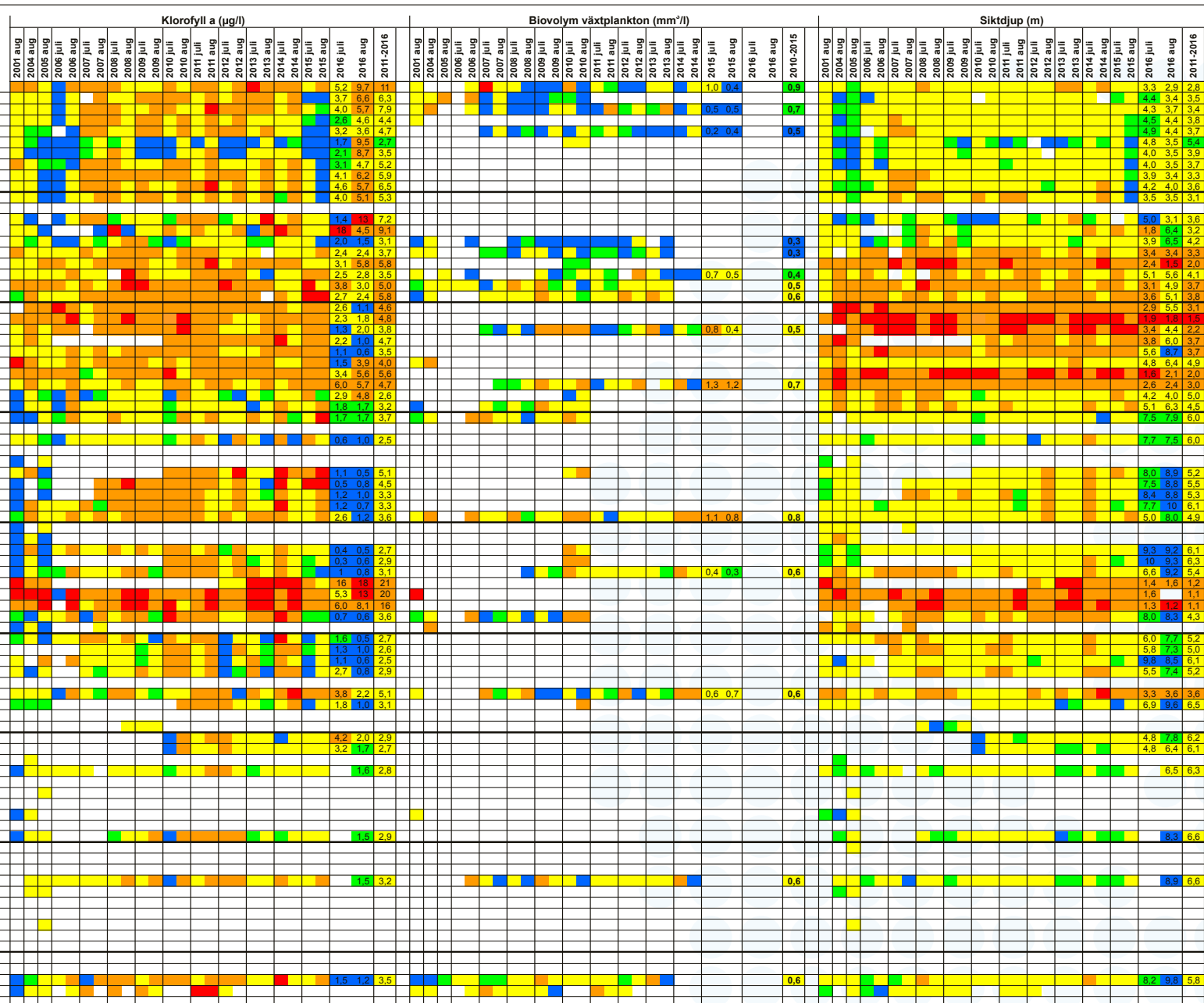
Typområde	H/D	Havsområdesnamn / Station	Totalkväve (µg/l)																Totalfosfor (µg/l)															
			2001 aug	2004 aug	2006 aug	2007 aug	2008 aug	2009 aug	2010 aug	2011 aug	2012 aug	2013 aug	2014 aug	2015 aug	2016 aug	2017 aug	2018 aug	2019 aug	2020 aug	2021 aug	2022 aug	2023 aug	2024 aug											
16		1 Skutskärsfjärden (U2)																																
16		2 Lovstubbens U3																																
16		3 Karlholmsfjärden U4, U4b																																
16		4 Öregrundsgrepen U5d, U7																																
16		5 Gällfjärden U20																																
16		6 Kalliga Fjärden U6b																																
16		7 Ångsfjärden U8																																
16		8 Kaslfjärden																																
16		9 Raggarfjärden U10																																
16		10 Norrfjärden U17																																
16		11 Östhammarfjärden U14, U18																																
16		166 Sandikafjärden																																
16		167 Dragsfjärden																																
16		168 Mjölkfjärden																																
16		169 Norra Hargsviken																																
16		170 Hargsviken U13																																
16		171 Järsövik																																
16		13 Gällfjärden U11																																
16		14 Edeboviken U12																																
16		15 Singöfjärden U15																																
16		16 Örtalaviken U16, U16a, U16b																																
16		17 Gävlebuktens utsjövattnen (U1), U3b																																
17		18 Öregrunds kustvatten (U5), U21																																
17		172 Östhammars kustvatten NR																																
17		173 Grisslehamn																																
17		174 Vaddö kustvatten																																
12		20 Norrtäljeviken S10																																
12		21 Vätösundet S4b																																
12		22 Björköfjärden S1, S3, S8																																
12		23 N Lidöfjärden S6																																
12		24 Tjocköfjärden																																
12		175 Granhamnsfjärden																																
12		176 Kapellskärsområdet S17, S15																																
12		177 Kapellskärs hamnområde																																
12		26 Åkeröfjärden																																
12		27 Långfjärden																																
12		28 Ålandsfjärden S20, S24																																
12		29 Gräsköfjärden (S29)																																
12		30 Edsviken																																
12		31 Bergshamnsviken S37																																
12		32 Yxlaområdet S27, S32, S38																																
12		33 Skatfjärden S31																																
12		34 Bilsöund S30																																
12		35 Svartlögfjärden S49																																
12		36 Norrfjärden S38b																																
12		37 Gälvan S44																																

Ekologisk status



forts. Resultat från karteringar 2001–2016

Typområde	Havsområdesnamn / Station	Totalkväve (µg/l)															Totalfosfor (µg/l)														
		2001 aug	2004 aug	2005 aug	2006 juni	2006 aug	2007 juli	2007 aug	2008 juli	2008 aug	2009 juli	2009 aug	2010 juli	2010 aug	2011 juli	2011 aug	2012 juli	2012 aug	2013 juli	2013 aug	2014 juli	2014 aug	2015 juli	2015 aug	2016 juli	2016 aug	2017-2016				
24	81 Lilla Värtan S78b, S80																595	598	584									19	37	29	
24	82 Stora Värtan S75																444	505	470									18	28	22	
24	83 Askrikefjärden S77																507	439	500									19	23	22	
24	84 Torsbyfjärden S52																384	369	400									17	21	18	
24	85 Solöfjärden S66																393	351	392									19	20	19	
24	86 Säbvik S73																345	545	378									21	66	22	
24	87 Överbifjärden S72																341	513	394									19	48	22	
24	88 Tallarfjärden S71																399	463	435									19	38	22	
24	89 Södra Vaxholmsfjärden S68																417	419	426									20	30	21	
24	90 Norra Vaxholmsfjärden S69																425	417	446									20	29	23	
24	91 Kodjupet S70																409	429	422									21	33	22	
24	92 Rindösundet																														
24	93 Skurusundet S81																502	615	510									18	34	25	
24	178 Igelsstaviken S130																563	385	461									71	44	36	
24	179 Hallsfjärden S129, S128/H7																407	379	403									31	86	26	
12	95 Näslandsfjärden H6																378	361	384									31	33	25	
12	96 Stavsbofjärden S126																370	399	415									30	43	31	
12	97 Kaggfjärden S131																397	367	393									37	35	27	
12	98 Himmerfjärden H4, H5																383	366	400									35	37	28	
12	99 Svärdsfjärden H2, H3																359	305	378									28	28	24	
12	100 Galöfjärden Sö32																328	282	361									32	36	28	
12	101 Trosafjärden Sö30																367	338	417									36	41	35	
12	102 Fågelöfjärden Sö31																301	295	360									29	32	29	
12	103 Filtängsduppet Sö36																323	292	355									28	31	25	
12	104 Gällsviken Sö29																285	270	337									26	29	26	
12	105 Asköfjärden Sö37																321	300	338									25	29	21	
12	106 Fällnäsaviken S122, S123																423	393	402									34	38	31	
12	107 Dragfjärden S125b-c, S118, S124b																447	413	394									28	31	25	
12	108 Nynäsaviken S116																392	430	372									20	23	19	
12	109 Horsfjärden S108, S109																294	286	319									16	21	18	
12	180 Mysingen S107, S110b																286	284	310									15	23	18	
12	181 Nynäshamn																														
12	111 Gårdsfjärden S115																263	261	298									15	23	17	
12	112 Konabbsfjärden																														
12	113 S Konabbsfjärden (S119)																														
12	114 Hällsviken (Sö28) Sö28b																272	242	347									25	30	26	
12	115 Skettnefjärden Sö27																260	271	335									22	25	25	
12	116 Gunnarbofjärden Sö26																258	264	334									22	27	26	
12	117 Gupafjärden Sö25																275	255	318									21	24	22	
12	118 Tvären Sö23																311	281	338									22	27	22	
12	119 Ringsfjärden (Sö22)																														
12	120 Bergområdet (Sö24)																														
12	121 Dragviksfjärden Sö21																261	255	314									20	30	24	
12	122 Kråkfjärden Sö20																261	260	323									20	29	26	
12	123 Risområdet Sö16, (Sö17), Sö18																275	266	323									23	25	27	
12	124 Stadsfjärden Sö13																817	733	897									82	64	67	
12	125 Mellanfjärden Sö12																537	670	782									40	47	52	
12	126 Sjösafjärden Sö11																631	596	741									43	45	50	
12	127 Orsöbiken Sö8																268	270	350									18	26	27	
12	128 Aspafjärden (Sö9)																														
12	182 Ålöfjärden Sö7																285	267	321									27	24	24	
12	183 Inre Ålöfjärden Sö6b, Sö7b																293	295	339									24	25	24	
12	184 Hasselöområdet Sö6																274	266	311									22	24	23	
12	186 Oxelösunds hamnområde Sö5/Sb																304	267	320									33	27	25	
12	185 Ljungsårsfågen																														
12	131 Marsviken Sö1, Sö2, Sö3																387	350	414									37	32	33	
12	132 Sjöfjärden Sö4																306	293	310									24	26	23	
12	133 Yttre Bråviken																														
15	134 Stockholms skärgårds n n (S5b08-09)																														
15	135 Havssvalget S5b																285	255	270										14	13	13
15	136 Söderarms skärgård S17b																286	270	274										17	16	14
15	137 Stockholms skärgårds s n (S54)																														
15	138 Vidingejärden S53																278	286											16	15	
15	139 Nätfjärden																														
15	140 Udjupet (S54b)																														
15	141 No Kobbjärden																														
15	142 Lökharfjärden (S55)																														
15	143 Stenfjärden																														
15	144 Kobbjärden S56																267	287											16	15	
15	145 Ormskärsfjärden																														
15	146 Högfjärden																														
15	147 Stockholms skärgårds m kustvatten																														
15	148 Björkskärsfjärden S58																276	299											17	16	
15	149 Gällöfjärden (S57, S57a)																														
15	150 Roddöbsfjärden																														
15																															



OM PROVTAGNINGEN

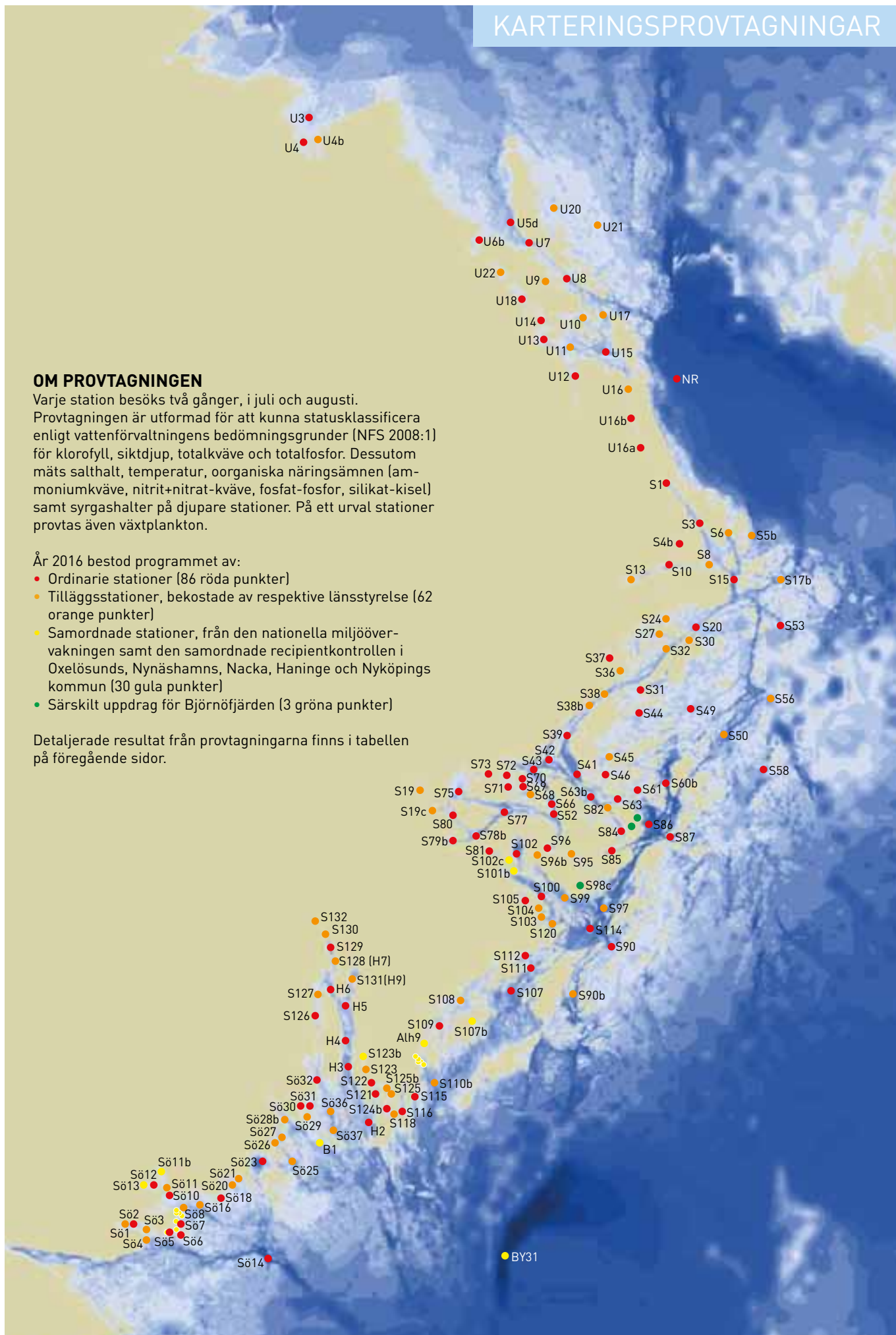
Varje station besöks två gånger, i juli och augusti.

Provtagningen är utformad för att kunna statusklassificera enligt vattenförvaltningens bedömningsgrunder (NFS 2008:1) för klorofyll, siktdjup, totalkväve och totalfosfor. Dessutom mäts salthalt, temperatur, oorganiska näringsämnen (ammoniumkväve, nitrit+nitrat-kväve, fosfat-fosfor, silikat-kisel) samt syrgashalter på djupare stationer. På ett urval stationer provtas även växtplankton.

År 2016 bestod programmet av:

- Ordinarie stationer (86 röda punkter)
- Tilläggsstationer, bekostade av respektive länsstyrelse (62 orange punkter)
- Samordnade stationer, från den nationella miljöövervakningen samt den samordnade recipientkontrollen i Oxelösunds, Nynäshamns, Nacka, Haninge och Nyköpings kommun (30 gula punkter)
- Särskilt uppdrag för Björnöfjärden (3 gröna punkter)

Detaljerade resultat från provtagningarna finns i tabellen på föregående sidor.



Svealands kustvattenvårdsförbund är en ideell förening, vars medlemmar utgörs av kommuner, länsstyrelser, landsting, företag och intresseföreningar i regionen. Förbundet verkar för en god vattenvård genom:

- att bygga upp en kunskapsbas om kustvattnets kvalitet och orsaker till påverkan
- en samordnad övervakning vars resultat är tillgängliga och av hög kvalitet
- att verka för en samsyn om tolkningen av tillståndet i kustvattnet och om behovet av åtgärder

MEDLEMMAR I SVEALANDS KUSTVATTENVÅRDSFÖRBUND

KOMMUNER I STOCKHOLMS LÄN:

Botkyrka
Danderyd
Haninge
Lidingö
Nacka
Norrtälje
Nynäshamn
Sollentuna
Solna
Stockholm
Södertälje
Tyresö
Täby
Vaxholm
Värmdö
Österåker

KOMMUNER I UPPSALA LÄN:

Tierp
Älvkarleby
Östhammar

KOMMUNER I SÖDERMANLANDS LÄN:

Nyköping
Oxelösund
Trosa

REGIONALA OCH STATLIGA MYNDIGHETER:

Stockholms läns landsting / TRF
Landstinget i Uppsala län
Länsstyrelsen i Stockholms län
Länsstyrelsen i Södermanlands län
Länsstyrelsen i Uppsala län (stödjande)

FÖRETAG:

Astra Zeneca
Forsmark Kraftgrupp AB
Käppalaförbundet
Nynas AB
Rederiaktiebolaget Eckerö
Roslagsvatten AB
SITA Sverige AB
SSAB Oxelösund AB
Stockholm Vatten och Avfall
SVAFO
Svensk Kärnbränslehantering AB
SYVAB
Söderenergi AB
Viking Line

VATTENVÅRDSFÖRBUND:

Mälarens Vattenvårdsförbund
Nyköpingsåarnas vattenvårdsförbund
Tyresåns vattenvårdsförbund

ÖVRIGA:

Baltic Sea 2020
Håll Sverige Rent
SIKO (Skärgårdens Intresseföreningars Kontaktorganisation)
Skärgårdsstiftelsen
Östra Svealands Fiskevattenägareförbund
Svenska Båtunionen
Stockholms universitets Östersjöcentrum
VAS-rådet (Rådet för vatten- och avloppsamverkan i Stockholms län)

KONTAKTA FÖRBUNDET:

Svealands kustvattenvårdsförbund
Box 381 45
100 64 Stockholm
www.skvvf.se
Göran Andersson, förbundssekreterare
08-580 021 01 / goran.andersson@ksl.se



Stockholms
universitet

SVEALANDSKUSTEN 2017 sammanfattar miljötillståndet i kustvattnen från Dalälvens mynning i norr till Bråviken i söder. Rapporten innehåller både resultat från de undersökningar som bedrivs i Svealands kustvattenvårdsförbunds regi och artiklar från andra aktörer i regionen.

En mycket omfattande uppvällning av kallt djupvatten under sommaren gav upphov till ovanliga förhållanden i många delar av Svelandskusten. Detta kunde både beskrivas och förklaras tack vare förbundets omfattande undersökningar av miljötillståndet längs kusten. Resultaten redovisas utförligt i kartor, figurer, texter och statusbedömningar.

Att Svealand är ett centrum för kärnteknik konstateras i årets medlemsartikel där tre stora verksamheter presenteras. Från SKB kommer ytterligare två artiklar som visar att deras omfattande undersökningar gett både nya insikter om övergödning och en unik kunskap om Öregrundsgrepen, även mycket långt in i framtiden.

Arbetet med att återställa den övergödda Björnöfjärden på Värmdö är nästan färdigt, och vi får del av några viktiga slutsatser från projektledarna på BalticSea 2020. Stockholms stad har tagit fram ett åtgärdsunderlag för bland annat den hårt belastade Brunnsviken, och presenterar läget för denna historiskt omsjunga vik. Slutligen berättar Sjöfartsverket om sina planer på en ny farled från Landsort till Södertälje.

