

FOKUS på fosfor  
Slut på stockholmarnas gamla synder  
Stockholms framtida avloppsrening  
Blåstång, fisk och fritidsbåtar  
Skärgårdsstiftelsen

# Svealandskusten



## INNEHÅLL



11



26



22

Från Norska havet till Östersjöns bräckta skärgårdsvatten .....	1
Tillståndet i kustvattnet – resultat från förbundets mätprogram .....	2
Slut på gamla synder – om fosforflöden i Stockholms innerskärgård .....	10
Stockholms framtida avloppsrening .....	14
Avancerad vattenrening hjälper Östersjön .....	18
Skärgårdsstiftelsen – anrik organisation med modern idé.....	20
Blåstång – den viktigaste algen .....	22
Hur påverkar fritidsbåtar undervattensnaturen?.....	26
ReFisk – nya fiskeregler längs ostkusten .....	29
Resultat från karteringar, tabell .....	32
Provtagningsprogram och karta.....	36



Svealandskusten 2018 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.skvwf.se](http://www.skvwf.se) eller [www.svealandskusten.se](http://www.svealandskusten.se)

**Grafisk form och original:** Maria Lewander/Grön idé

**Omslagsfoto:** Kletr/Shutterstock

**Tryck:** Grafiska punkten, april 2018.

Tryckt i 3000 exemplar på FSC-märkt papper.

**ISSN** 2000-9240

**ISBN** 978-91-980325-6-7

# Från Norska havet till Östersjöns bräckta skärgårdsvatten

Jag vill börja med att hälsa vår nya förbundssekreterare, Frida Eik Kvarnström, varmt välkommen. Frida kommer närmast från Sigtuna kommun, men har sina ursprungliga hemnavatten vid Norska kusten. Frida kommer att jobba halvtid för kustvattenvårdsförbundet och ägna andra halvan åt luftvårdsförbundet. Vill också passa på att tacka Göran Andersson för sina fina insatser för förbundet och önska honom lycka till i sitt nya arbete.

Under det här året hoppas jag på fortsatt bra uppslutning av våra medlemmar på intressanta kontaktombudsmöten. I maj kommer vi till exempel fokusera på hur man kan arbeta med lokala åtgärdsprogram.

Årets rapport innehåller som vanligt artiklar som täcker många olika aspekter. Ett särskilt fokus i årets rapport är på näringsämnet fosfor. Det är tydligt hur Östersjön har en stark inverkan på vår kust. Som tur är ser vi också att strömmar och vindar gör att vår kuststräcka oftast inte drabbas så hårt av algbloomingar. Vi uppmärksammar också ett mer lokalt påverkat område, Stockholms innerskärgård, där utvecklingen generellt går åt rätt håll. Förbundets modellberäkningar för detta område visar hur viktigt det är att förstå fosfors naturliga kretslopp för att göra rätt insatser på rätt ställen, till exempel mot gamla synder i sedimenten. Det ska samtidigt bli spännande att följa hur de pågående stora investeringarna i förbättrad rening, som redovisas av Stockholm Vatten och Avfall i rapporten, kommer att synas i ännu bättre vattenkvalitet i skärgården.

Många är bekymrade för tillgången på fisk i våra vatten, som gädda och abborre. De är inte bara fina matfiskar utan har också en påverkan på ekosystemet. Här spelar länsstyrelserna en särskilt viktig roll för att ta fram nya bestämmelser som skyddar våra fiskbestånd, vilket redovisas i en av artiklarna. När bra åtgärder införs, som skydd av lekvikar, är jag övertygad om att det både kommer uppskattas och respekteras av oss som njuter av vår härliga skärgård.



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



# Tillståndet i kustvattnet

## – resultat från förbundets mätprogram

❖ Jakob Walve & Carl Rolff, Miljöanalyfunktionen vid Stockholms universitet

Det var återigen en sommar med kyligt och salt vatten i Svealands stora skärgård. Fosforhalten var fortsatt höga i Stockholms och Sörmlands mellersta och yttre delar. Det här året var fosfornivån också mycket förhöjd i Stockholms inner-skärgård. Ovanligt stora algmängder, mätt som klorofyll, förekom i delar av Stockholms norra skärgård kring Blidö och Yxlan i juli och i inner-skärgården i augusti. Kopplingen mellan klorofyll och höga fosfornivåer är emellertid överlag svag i mellan- och ytterskärgården. Klorofyllnivån var inte anmärkningsvärt hög i den södra, mest fosforrika delen.

**V**i har under ett antal år uppmärksammat hur in-strömmande djupvatten från Östersjön påverkar de djupaste stora fjärdarna i skärgården.



Förbundets provtagningar görs två gånger per sommar vid närmare 200 platser längs Svealands kust. Det blir långa dagar till sjöss. Samtliga provtagningsstationer visas i tabeller och i en karta på rapportens sista sidor.

### Präglas av Östersjön

I Möja Söderfjärd och Kanholmsfjärden, som båda är över 100 meter djupa, var syreförhållandena 2017 fortsatt ansträngda i djupvattnet. Det salta djupvatten som förs till dessa områden från området nordost om Möja präglas av situationen i Östersjöns djupvatten, som nu har mycket låg syrehalt.

Vintermätningar i Kanholmsfjärden visar att syrenivåerna normalt ökar under vinterns omblandning av vattnet, och vissa år bibehålls dessa högre nivåer genom att inflödet av nytt djupvatten är begränsat. Flera års mätningar visar att det tycks vara mer regel än undantag att det under ett år sker inflöden norrifrån av nytt vatten från öppna Östersjön, vilket alltså i nuläget är syrefattigt.

### Trösklarna skyddar

Något längre söderut, i de nästan lika djupa Nämndöfjärden och Jungfrufjärden, är syrenivån högre, här klarar sig djur normalt bra även på de djupaste bottarna. Det syrefattigaste vattnet från Kanholmsfjärden verkar inte nå till dessa fjärdar på grund av trösklar med mindre djup. Uppblandning av djupvattnet med mer syrerikt vatten innan det når Nämndöfjärden kan också bidra. Den lägre salthalten gör också att vattnet här inte blir lika kraftigt skiktat, vilket gör att det blandas om mer effektivt på vintern.

### En kylig sommar

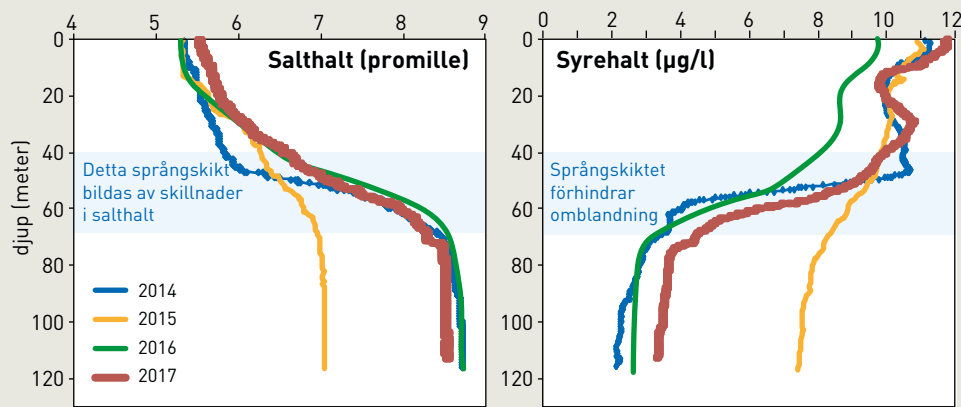
Sommaren 2017 bjöd mestadels på kyligt väder. Lufttemperaturen i juli vid Landsort kom aldrig över 17 grader som dygnsmedel. I början av augusti nådde den kortvarigt 19 grader för att därefter åter falla. Sett till den tidserie som registrerats vid Landsort från 1995 blev det sammantaget en relativt kylig sommar, även om den inte var extrem.

Vattentemperaturen vid förbundets mätningar i juli och augusti 2017 var under den normala jämfört med tidigare år. Vattnet var inte fullt så kallt som vid den kraftiga uppvällningen i augusti 2016, då stora delar av kusten hade riktigt kallt, salt och klart vatten.

Uppvällning uppstår då djupströmmar för in salt, kallt vatten mot kusten, som kompenserar för det utgående vinddrivna ytströmmar. Det inflödande djupvattnet tvingas vid kusten upp mot ytan och kan förorsaka plötsliga och stora temperaturfall. Inåtgående djupströmmar vid uppvällning rör sig ofta på 15–40 meters djup och påverkar därför inte



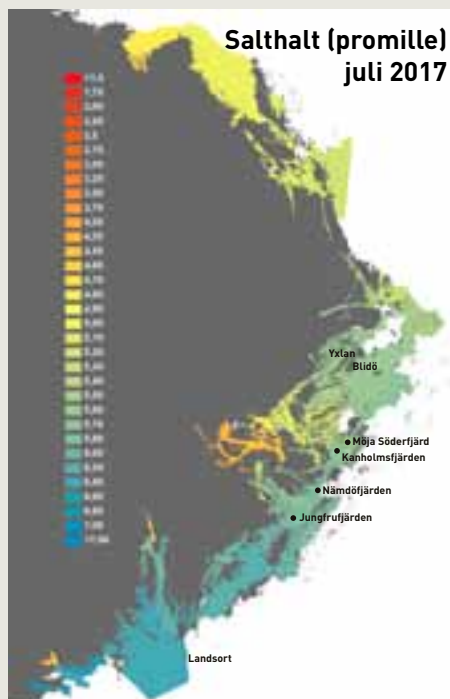
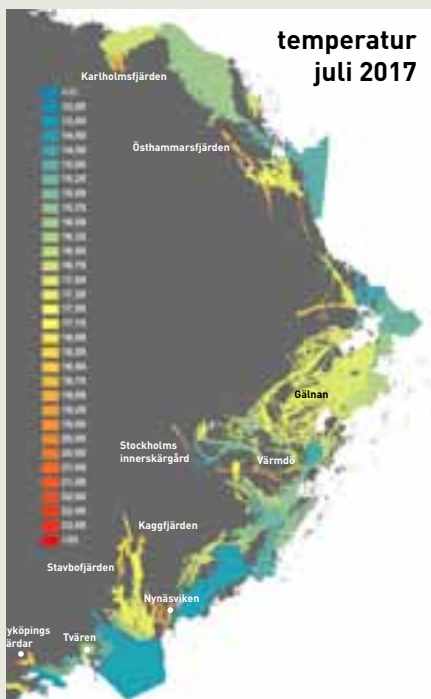
## SALT- OCH SYREHALT I MÖJA SÖDERFJÄRD



◀ Här visas djupprofiler av salt- och syrehalt i Möja Söderfjärd i juli de senaste fyra åren. Man ser tydligt det salthaltssprångskikt som normalt ligger mellan 40 och 60 meters djup. Under 2015 bröts skiktningen tillfälligt upp och vattenmassan blandades om under vintern. Sedan dess har salt och syrefattigt djupvatten strömmat in från Egentliga Östersjön och syrehalterna i det salta djupvattnet är fortsatt låga och ogästvänliga för bottendjur.

## TEMPERATUR

## SALTHALT



◀ De låga ytvattentemperaturerna i kombination med höga salthalter och fosforhalter visar på att kusten var influerad av uppvällning även 2017, särskilt Södermanlandskusten. Eftersom salthalten var hög både i juli och augusti 2017 var medelsalthalten för sommaren 2017 faktiskt högre än 2016. Förhållandena var dock inte så extrema som i augusti 2016, då vattnet dessutom var mycket klart med mycket stora siktdjup.

djupvattnet i de djupaste fjärdarna, med mer än 50 meters djup. Strömmar av djupvatten till dessa fjärdar drivs av andra faktorer än vindar.

### Salthaltens betydelse

Salthalten ger viktig information om vattnets ursprung. Den kan visa på om det är stor påverkan från tillrinnande sötvatten eller inblandning av vatten från särskilda djupskikt. Ytvattnets salthalt har använts vid indelning av kusten i så kallade typområden som används vid bedömning av ekologisk status. Salthalten används också för att korrigera referensvärden inför statusklassning av näringsämnen, eftersom det naturligt är högre näringsnivåer i sötvatten än i havsvatten. Salthalten i kustområden antas då spegla de relativa proportionerna av sötvatten och vatten från närliggande öppet hav.

### Mönster längs vår kust

Salthalten längs Svealandskusten följer ett ganska enkelt mönster med en tydlig nord-sydlig gradient i kombination

med utsötade områden där större sötvattenutflöden mynnar.

Vattentemperaturen visar ett mer komplext geografiskt mönster än salthalten. Inte förvånande återfinns det varmaste ytvattnet i de grundaste mest isolerade områdena, som Östhammarsfjärden, inre vikar på Värmdö som Grisslingen och Tranaröfjärden, vikar på Södertörns sydliga del som Dragviksfjärden och Nynäsviken liksom i vattnen upp mot Södertälje, som exempelvis Stavbofjärden, Näslandsfjärden, Kaggfjärden.

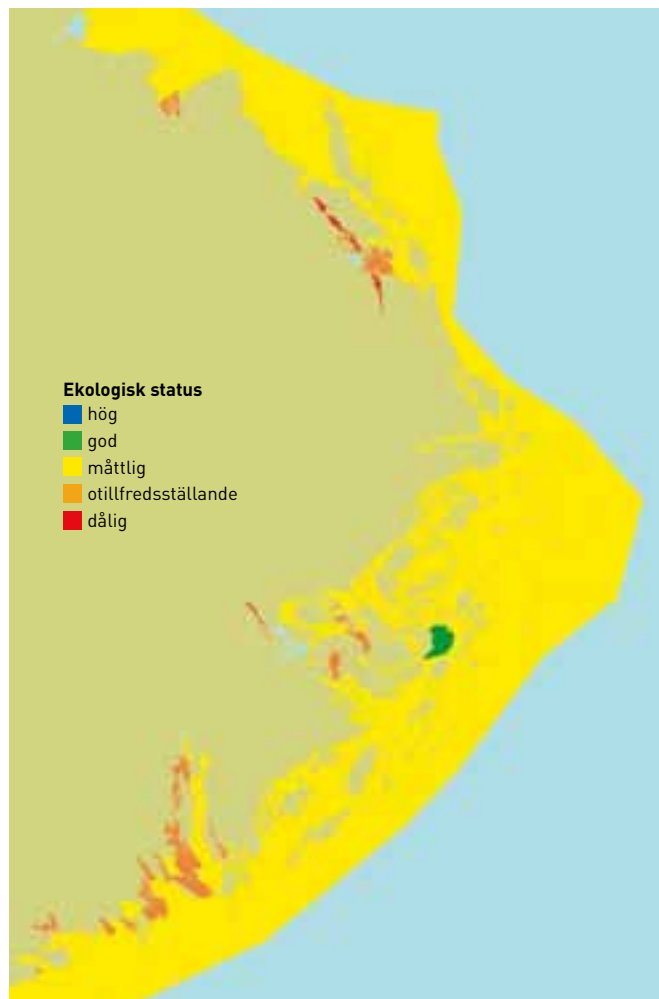
Vissa områden längre ut, som de grunda vattnen öster om Ljusterö, med fjärdar som Gälnan och Träsköfjärden, har förhållandevis varmt vatten om man jämför med kringliggande djupare och mer exponerade områden. Längs Södermanlandskusten sticker den stora och mycket djupa fjärden Tvären ut med tydligt högre temperatur än de övriga generellt mer exponerade delarna. Stockholms inner-skärgård präglas däremot av ett förhållandevis kallt vatten. Här driver Mälarens utflöde en uppvällning av djupvatten närmast Slussen och fjärdarna är också relativt djupa.

**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 makrofyter, 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](http://www.viss.lansstyrelsen.se).

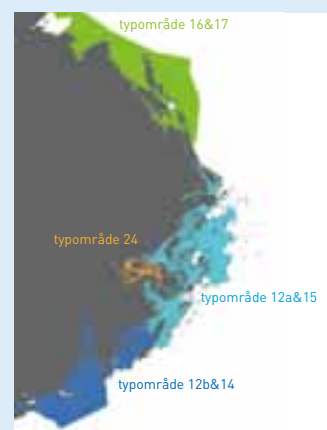


## FAKTA

### Trender för större områden

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

Diagrammen visar utvecklingen för större områden och har gjorts genom att den relativa förändringen i varje vattenförekomst vägts 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.

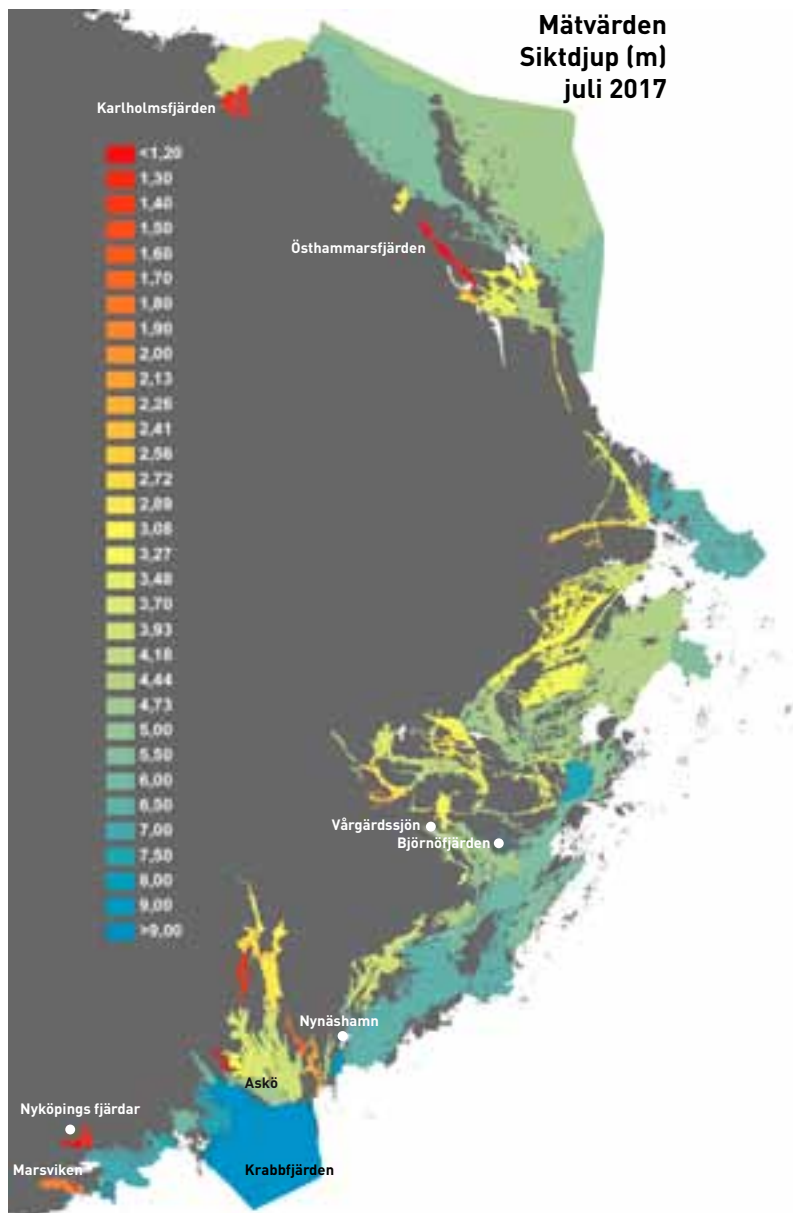


**VATTNET VAR RELATIVT KLART 2017** längs Södermanlandskusten, som var det område som var tydligast påverkat av uppvällning. I juli var siktdjupet över 9 meter i fjärdarna utanför Askö, och i öppet vatten utanför Marsviken i Södermanland. I andra delar av Sörmlandskusten var siktdjupet mellan 7 och 8 meter. Att vattnet blir klarare vid uppvällning beror på att det uppvällande djupvattnet trycker undan ytvattnet med de växtplankton som normalt sett grumlar kustvattnet. Norr om Nynäshamn var siktdjupet under sommaren 2017 normalt i förhållande till förbundets mätserie.

Grunda vikar i innerskärgården påverkas oftast inte av uppvällning, och har ofta ett litet siktdjup. Kustnära områden kan påverkas av tillrinnande vattendrag som för med sig grumlande partiklar eller vatten som är brunfärgat av humusämnen. Näring från bottenarna når lätt det produktiva ytskiktet vilket gynnar tillväxt av växtplankton som gör vattnet mer grumligt.

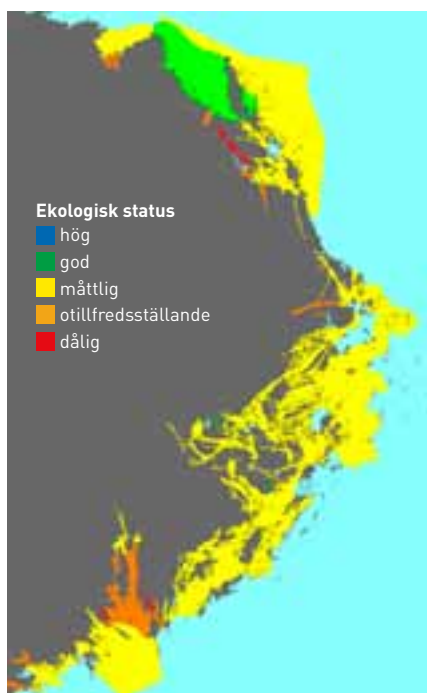
Vissa djupa och kraftigt skiktade inre vikar har dock mycket klart vatten. Ett exempel är Björnöfjärden, där fosforhalterna minskats genom åtgärder som binder upp fosfor i sedimenten. Siktdjupet var 8,1 respektive 6,6 meter vid förbundets mätningar 2017. En liknande fjärd är Vårgårdssjön, där siktdjupet var 7,8 respektive 7,6 meter. Växtplankton tömmer redan tidigt på våren ytvattnet på näringsämnen och tar sedan med sig dessa när de sjunker till botten. Näring som frigörs vid nedbrytningen blir kvar i det stillastående bottenvattnet. Under sommaren blir ytvattnet härigenom klart och näringsfattigt och det djupare vattnet blir näringsrikt och syrefattigt.

Mätvärden  
Siktdjup (m)  
juli 2017

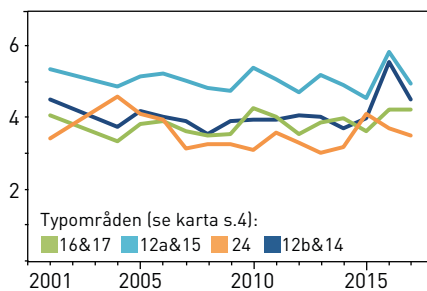


## STATUSBEDÖMNING OCH TRENDER

### Ekologisk status Siktdjup 2012–2017

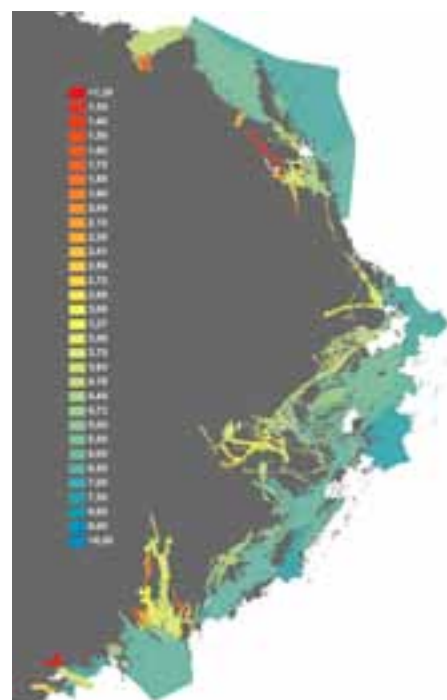


### Siktdjup 2001–2017 (m)



▲ Sörmlandskusten har haft uppvällning och klart vatten de två senaste åren. I statusklassningen vägs dock alla mätningar de senaste sex åren samman. Det gör att ett enstaka år inte ger så stort utslag.

### Siktdjup 2012–2017





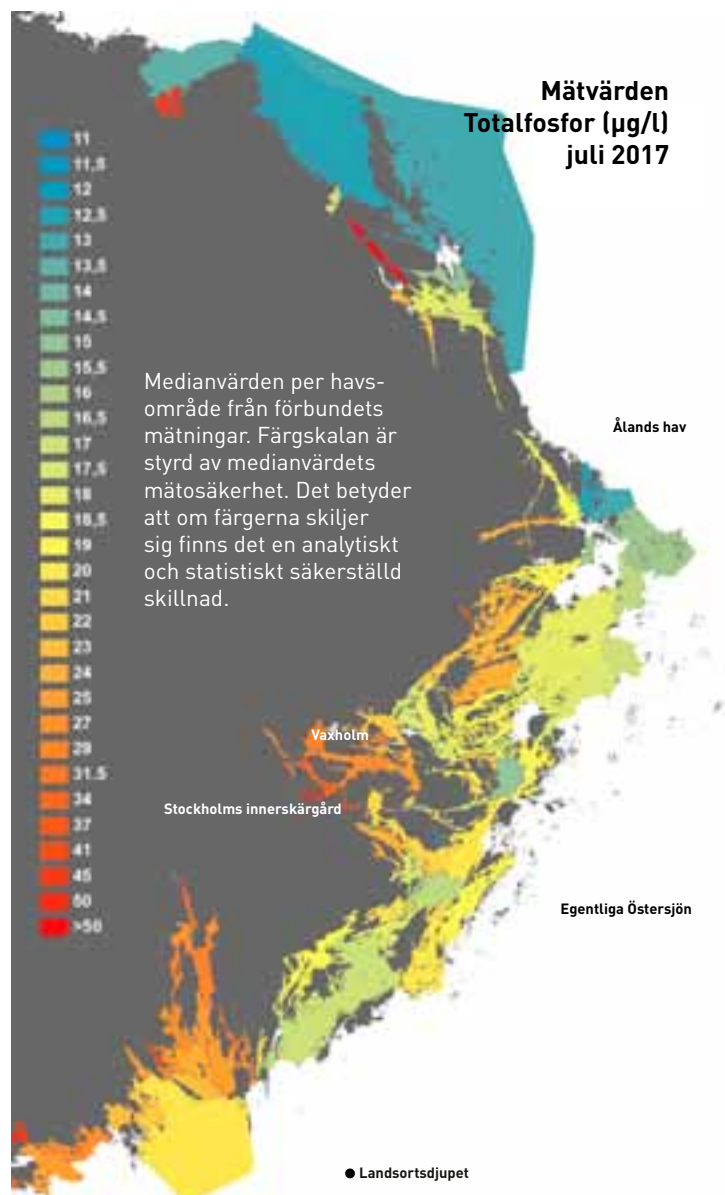
**DE SENASTE ÅREN HAR HÖGA NIVÅER** av fosfor uppmätts längs stora delar av Svealandskusten, från Stockholms norra mellan- och ytterskärgård och söderut. Mätningarna 2017 visar att den trenden fortsätter.

Fosforhalterna är generellt högre ju längre söderut man kommer. Detta beror på influensen från den relativt fosforrika Egentliga Östersjön. Bottenhavet har betydligt lägre halter, och de sydgående strömmarna därifrån skapar en nord-sydlig fosforgradient längs Svealandskusten. Det sydligt strömmande vattnet från Bottenhavet blandar sig sakta med ytvattnet från Egentliga Östersjön. Längs Södermanlandskusten och sydöstra Stockholms skärgård väller emellertid också fosforrikt djupvattnet upp, särskilt vid kraftig sydvästlig vind, vilket ytterligare förhöjer fosforhalterna.

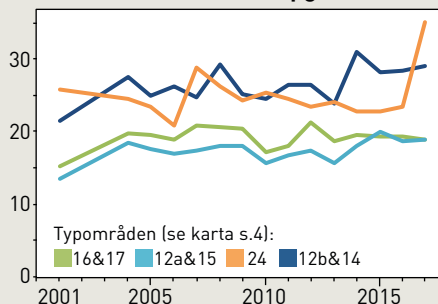
## Kommer från öppet hav

De förhöjda fosfornivåerna längs Svealandskusten under sommaren kan kopplas till ökade fosforhalter i öppet hav i Egentliga Östersjön. Detta utsjövatten påverkar fosfornivåerna i skärgården under vintern och även i det djupvattnet som senare förs in mot kusten under våren och sommaren.

Orsaken till de höga fosfornivåerna i Egentliga Östersjön är den utbredda syrebristen i djupvattnet. Detta vatten blandas upp till ytvattnet, antingen vid vinterstormar eller vid inflöden av nytt djupvatten till Östersjön. Sådana inflöden är positiva genom att syrenivåerna ökar, men samtidigt kan fosforrikt vatten tryckas upp och blandningen med ytvattnet öka. Detta ser ut att särskilt ha påverkat havsområdet utanför Svealandskusten. Öster om Gotland har halterna inte alls ökat så påtagligt.

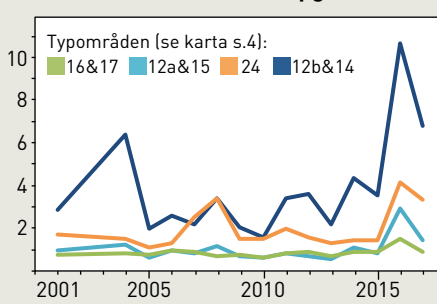


**Totalfosfor 2001-2017 (µg/l)**



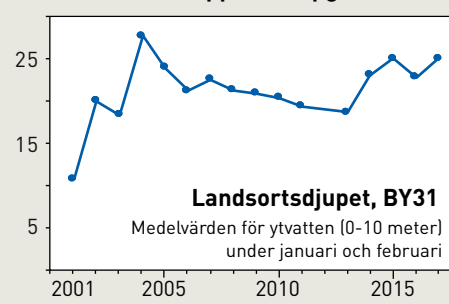
▲ De senaste åren har höga nivåer av fosfor uppmätts längs stora delar av Svealandskusten. Den procentuella ökningen är ungefär 12 procent i hela detta område (12a+15 och 12b+14) om man jämför perioden 2014-2017 med 2004-2013. Tydligast utmärker sig år 2017 med kraftigt förhöjda fosfornivåer i Stockholms innerskärgård, där halterna annars snarast varit sjunkande de senaste åren.

**Fosfat (DIP) 2001-2017 (µg/l)**



▲ Liksom under uppvällningen 2016 utgjordes en stor del av totalfosforhalten 2017 av fosfat. Det fosforrika vatten som blandas upp är samtidigt kvävefattigt, vilket blir begränsande för de flesta växtplankton. Detta gör att det skapas ett överskott av fosfat. Särskilt i Södermanlands kustvatten var nivåerna höga. Fosforhalterna har inte ökat på samma sätt i de nordliga delarna av Svealandskusten, som är mer influerade av Bottenhavet.

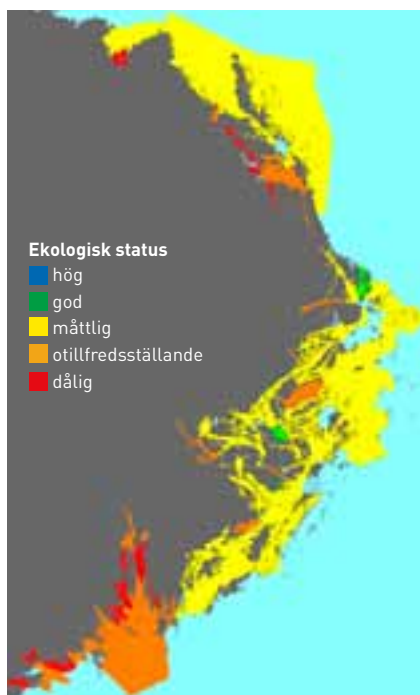
**Fosfat (DIP) i öppet hav (µg/l)**



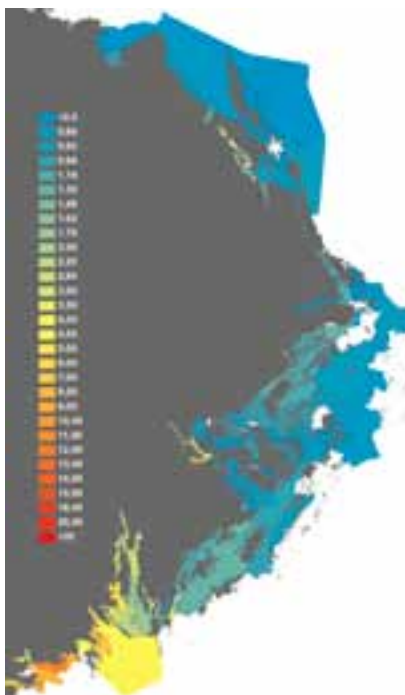
▲ De förhöjda fosfornivåerna längs Svealandskusten kan kopplas till ökade fosforhalter i öppet hav. Ökningen av fosfat i ytvattnet under vintern vid Landsortsdjupet är tydlig. En kraftig ökning i början av 2000-talet följdes av en trend med sjunkande halter fram till 2013. Men 2014 ökade halterna igen och har sen dess legat kvar på en hög nivå. Detta utsjövatten påverkar fosfornivåerna i skärgården under vintern och även i det djupvattnet som senare förs in mot kusten under våren och sommaren.



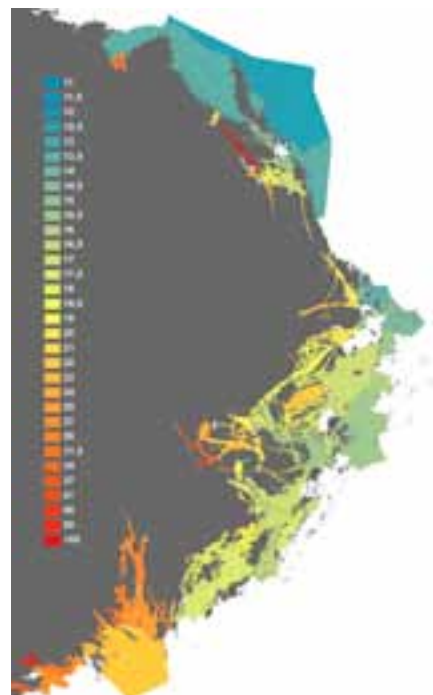
## Ekologisk status Totalfosfor 2012–2017



## Mätvärden oorganisk fosfor DIP (µg/l), 2012–2017



## Mätvärden totalfosfor (µg/l), 2012–2017



▲ 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 skapa osäkerhet i den sammanvägda tillståndsbedömningens representativitet.

## Höga halter i innerskärgården

Tydligast utmärker sig år 2017 med kraftigt förhöjda fosfornivåer i Stockholms innerskärgård, där halterna annars snarast varit sjunkande de senaste åren. Särskilt de mindre fjärdarna kring Vaxholm hade mycket höga halter. Orsaken är inte klarlagd, men flera faktorer kan inverka. Inflödet av fosforrikt vatten utifrån kan ha varit större än normalt. Fosforfrisättning från botten i detta område kan också ha varit ovanligt stor eller så har mer av det fosforrika bottenvattnet som fosforfrisättning orsakar förts upp mot ytan.

Årligen frigörs betydande fosformängder från sedimenten under sommaren. Detta är till stor del fosfor som sedimenterat tidigare under samma år och inte "gamla synder" från år då reningen av avloppsvattnet var mycket sämre. År med syrebrist, särskilt om den drabbar lite grundare botten, kan frisättningen dock bli extra stor och fosfor som varit inbundet i flera år kan frigöras. Mätningarna av syre visade på förhållandevis låga syrenivåer i delar av innerskärgården i augusti, dock inte så dramatiskt att det självklart finns ett samband med förhöjda fosfornivåer.

Ytterligare en faktor som påverkar fosfor- och kvävenivåerna är vattenomsättningen i innerskärgården. Om flödet från Mälaren är stort så späds näringen från andra källor ut, eftersom Mälaren under sommaren har ganska låga halter av kväve och fosfor. Om sötvattenflödet istället är litet påverkas samma vattenmassa mer av bottenarnas fosforfrisätt-

ning och av reningsverkens utsläpp, vars fosforutsläpp dock är förhållandevis litet i förhållande till det som frisätts från bottenarna. De förhöjda kvävenivåerna i augusti samt de höga salthalterna tyder på att begränsad vattenomsättning åtminstone delvis bör förklara de höga nivåerna fosfor.

## FAKTA

### Om fosfor

Totalfosforhalten innefattar alla former av fosfor i vattnet. Det används därför som ett mått på den för tillfället maximalt tillgängliga mängden fosfor för växtplankton i vattnet, inklusive det som redan tagits upp.

Fosfat ( $PO_4$ ) är fosfor i jonform löst i vattnet (även kallad oorganisk fosfor, DIP). Det är direkt tillgängligt som näringsämne för växter. Under sommaren är halterna fosfat i ytvattnet normalt relativt låga i förhållande till totalfosfor, då den mesta fosfor är uppbunden i plankton. Plankton, liksom alla andra organismer, har behov av fosfor för uppbyggnad av DNA, ribosomer och fettsyror och i energibärarmolekylen ATP. Under vintern begränsar ljusstillgången växtplanktonets tillväxt och halterna av fosfat i ytvattnet är då som högst under året.

En annan del av totalfosfor utgörs av lösta organiska ämnen som innehåller fosfor. Oftast är denna fosfor relativt svårtillgänglig för både växter och bakterier. De lösta organiska ämnena kan därför till stor del betraktas som en bakgrundshalt av fosfor som inte påverkar vattenkvaliteten så mycket.

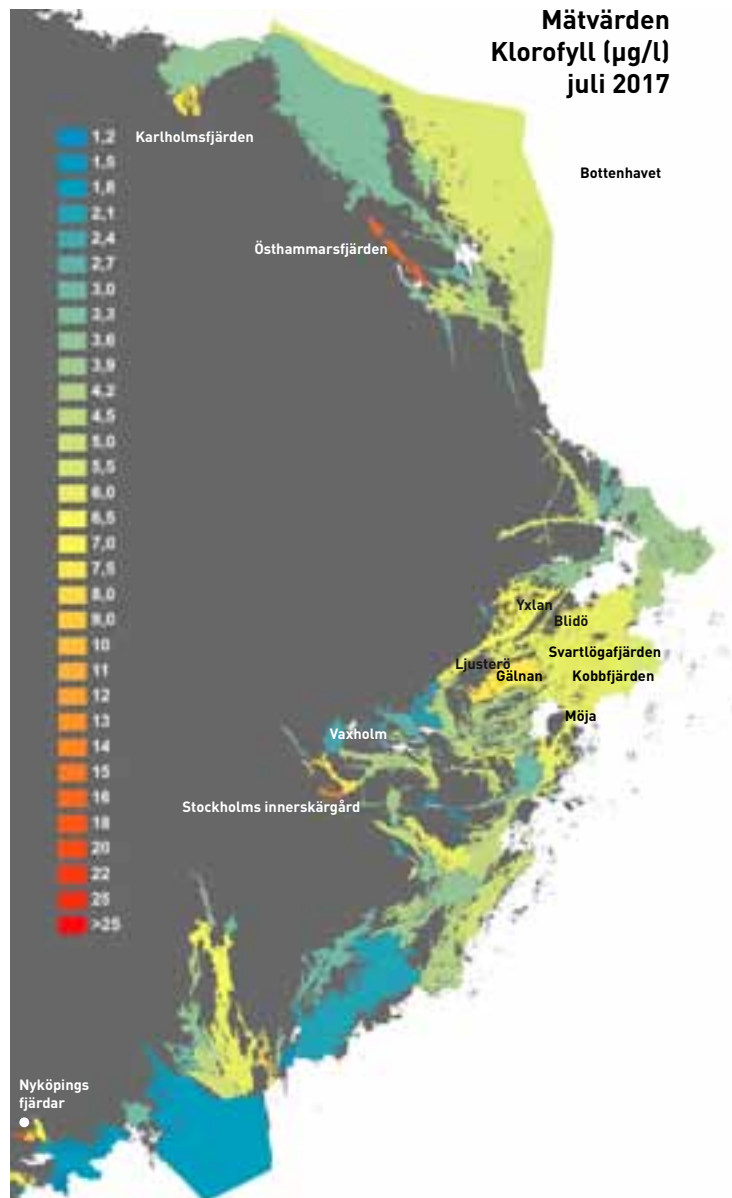
Vid mätning av totalfosfor behandlas provet kemiskt vilket omvandlar all fosfor till en form som kan bestämmas analytiskt.

**SATELLITBILDER FRÅN 2017** visar tydliga blomningar av cyanobakterier ute till havs från början av juli. Blomningen ser ut att kulminera i slutet av juli och försvinner sedan ganska snabbt. Svealandskusten drabbades inte särskilt mycket, utan blomningarna höll sig mest ute till havs. Detta är typiskt. Den sydgående kustströmmen från Bottenhavet trycker oftast bort det mesta av cyanobakterierna från kusten i Stockholms norra och mellersta skärgård. Längre söderut gör kustnära uppvällning att cyanobakterierna även där ofta hålls borta från kusten. Den fosfor som blandas upp och förs utåt med ytvattenströmmar stimulerar också eventuellt den blomning som redan finns ute till havs.

Klorofyll används som ett mått på mängden mikroskopiska alger och cyanobakterier i vattnet. I juli var det höga klorofyllhalter i delar av den norra skärgården, särskilt kring norra Ljusterö, Yxlan och Blidö, samt i Svartlöga-, Kallskärs- och Kobbjärden, nordost om Möja. Att vattnet såpass långt in i skärgården som de innanför Yxlan och Ljusterö hade förhöjda klorofyllnivåer kan tyda på att den stora förekomsten växtplankton uppstår genom produktion i dessa fjärdar snarare än att det är cyanobakterier som drevit in utifrån.

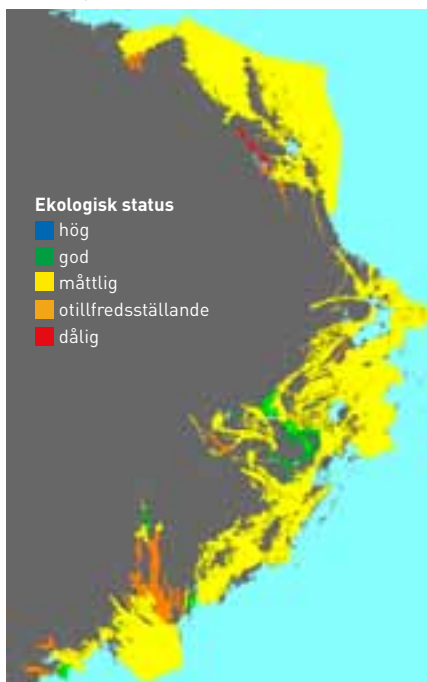
I augusti var halterna normala längs stora delar av kusten, med ett undantag. I Stockholms inre skärgård var det ovanligt hög klorofyllhalt. De klart högsta klorofyllhalterna i Svealands kustvatten förekommer normalt i de grunda fjärdarna vid Östhammar och Nyköping. Därefter följer Karlholmsfjärden och sen Stockholms innerskärgård. Under 2017 var klorofyllhalterna höga framförallt i innerskärgården kring Vaxholm, där även fosfor- och kvävenivåerna var höga.

**Mätvärden Klorofyll (µg/l) juli 2017**

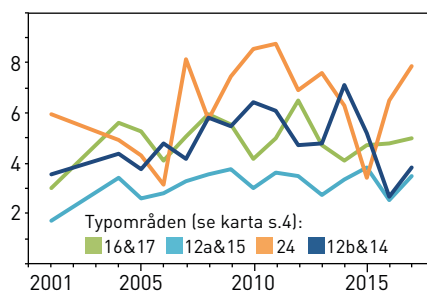


## STATUSBEDÖMNING OCH TRENDER

### Ekologisk status Klorofyll 2012-2017

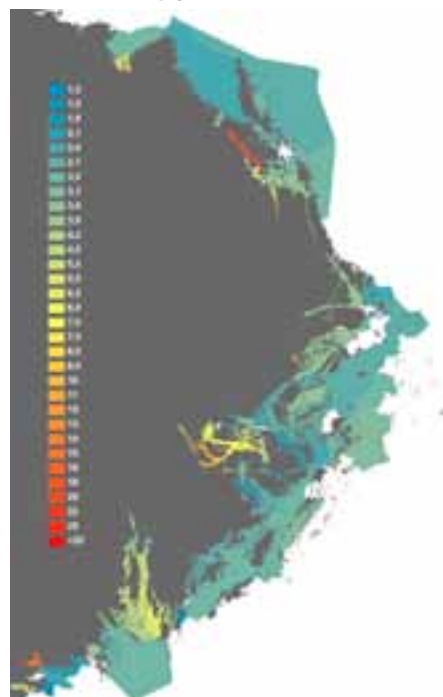


### Klorofyll 2001-2017 (µg/l)



▲ Under de två senaste åren har klorofyllhalterna ovanligt nog varit lägre i stora delar av den södra skärgården än i områdena längre norrut.

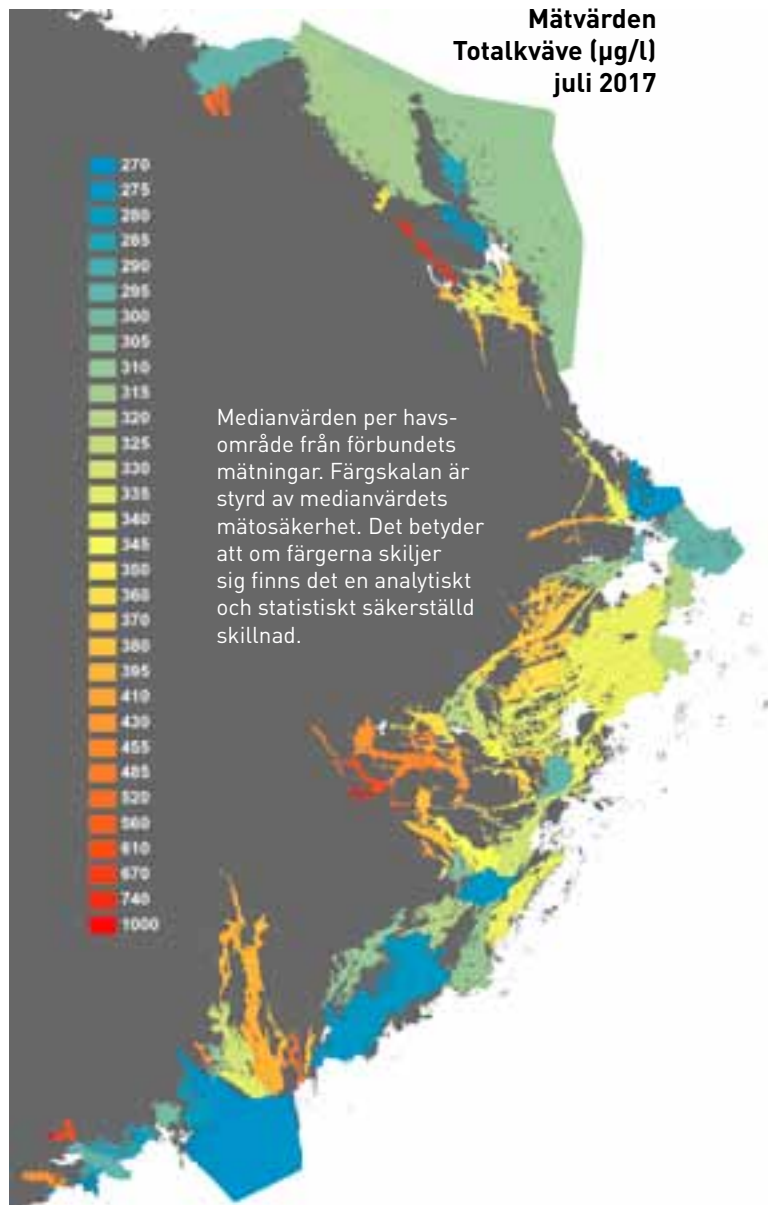
### Mätvärden klorofyll 2012-2017 (µg/l)



**DJUPVATTNEN SOM STRÖMMAR IN MOT KUSTEN** i samband med uppvällning har låg kvävehalt. Därför var det överlag ovanligt låga kvävehalter i ytvattnet längs Sörmlandskusten. Normalt ser man en kvävegradient i Svealandskustens yttre vatten, med något lägre halter i norr och ökande halter söderut. I skärgårdarna är halterna vanligtvis höga i de innersta områdena på grund av tillförseln från sötvatten och reningsverk 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 tillrinande sötvatten.

Brist på kväve och överskott på fosfor kan stimulera tillväxt av kvävefixerande cyanobakterier. De har den unika förmågan att omvandla de stora mängder kvävgas som finns löst i vattnet till biologiskt tillgängligt kväve. Kvävefixering som får pågå ett tag kan ge upphov till tydligt ökad totalkvävehalt i vattnet. Kvävet är då bundet dels i cyanobakterierna själva men det läcker också ut i vattnet där det stimulerar tillväxt av andra bakterier och växtplankton. Denna effekt skulle kunna bidra till de höga kvävenivåerna i Stockholms norra skärgård i juli. Andra möjliga kvävekällor är att det frigörs kväve från sedimenten under sommaren när organiskt material bryts ner där, på samma sätt som en stor del av fosfor frigörs från sedimenten. Kväve och fosfor har sedan blandats upp i ytvattnet och blivit kvar i området tillräckligt länge för att stimulera tillväxt växtplankton.

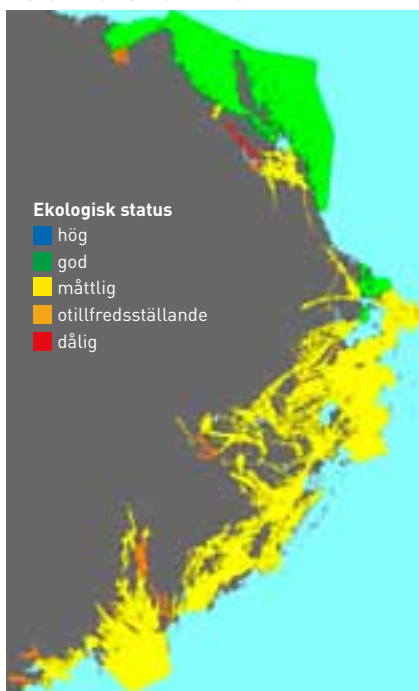
Mätvärden  
Totalkväve ( $\mu\text{g/l}$ )  
juli 2017



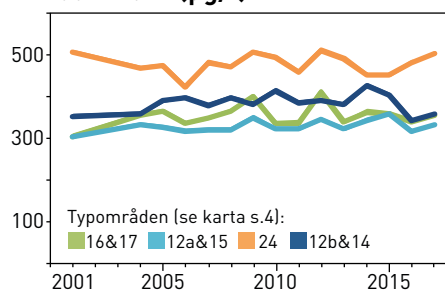
Medianvärden per havs-område från förbundets mätningar. Färgskalan är styrd av medianvärdets mätosäkerhet. Det betyder att om färgerna skiljer sig finns det en analytiskt och statistiskt säkerställd skillnad.

## STATUSBEDÖMNING OCH TRENDER

### Ekologisk status Totalkväve 2012–2017

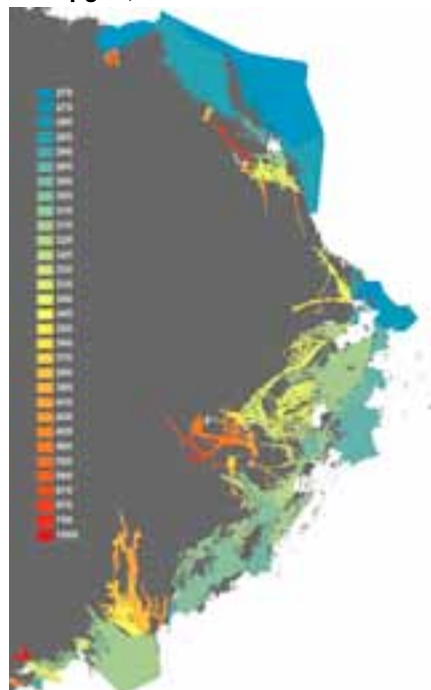


### Totalkväve 2001–2017 ( $\mu\text{g/l}$ )



◀ I Stockholms ytterskärgård är kvävehalterna numera så pass låga att statusen ligger nära gränsen mellan god och måttlig status. Klassningen varierar därför mellan gult och grönt på ett lite oförutsägbart sätt.

### Mätvärden oorganiskt kväve DIN ( $\mu\text{g/l}$ ), 2012–2017





# Slut på gamla synder

## – om fosforflöden i Stockholms innerskärgård

❖ *Jakob Walve, Miljöanalysfunktionen vid Stockholms universitet*

**En av de centrala frågor som förbundets miljöanalysfunktion jobbar med är hur utsläpp och naturliga faktorer påverkar vattenkvaliteten. För detta har vi utvecklat ett system för modellberäkningar av vatten och näringstransporter. Vi kan nu presentera en analys av huruvida stockholmarnas historiska fosforutsläpp fortfarande har betydelse för innerskärgårdens vattenkvalitet. Vi har också utvärderat om den förbättrade syresituationen betyder att fosforfrisättningen från sedimenten minskat.**

Under 1900-talet fram till omkring 1970 ökade fosforutsläppen till Stockholms innerskärgård kraftigt. Befolkningsstillväxt i kombination med dåligt utbyggd avloppsrening låg bakom den dåliga vattenkvaliteten, med svår syrebrist i bottenvattnet och blomningar av cyanobakterier som gjorde vattnet grumligt. Införande av fosforrening i början av 1970-talet minskade utsläppen dramatiskt, och vattenkvaliteten förbättrades. Läs mer om detta i artikeln om Stockholms framtida avloppsrening, där även historien beskrivs.

### Bekymret med internbelastningen

Trots den förbättrade vattenkvaliteten är halterna av fosfor i innerskärgården fortfarande för höga. Varje sommar ökar halterna, särskilt i bottenvattnet. Det är uppenbart att fosfor frigörs från sedimenten under den här delen av året. Detta konstaterades även av den internationella expertgrupp som anlätades av Naturvårdsverket 2005 för att utvärdera övergödningssituationen i svenska kustvatten, bland annat i Stockholms innerskärgård.

Expertgruppen påpekade att det låcker oklara mängder fosfor från sedimenten. Denna så kallade internbelastning skulle kunna motverka förbättringen av vattenkvaliteten. Rapporten ledde till en fokusering på fosforåtgärder, men omfattningen av internbelastningen har varit oklar, både för skärgården och för Östersjön som helhet.

Normalt är sediment över en längre tidsperiod en sänka för fosfor genom att fosfor begravs i sedimentet alltefter som detta byggs upp. Internbelastning innebär att sedi-

menten istället blir en nettokälla till fosfor i vattenmassan. Särskilt vid syrebrist kan stora mängder fosfor frigöras från sedimenten. Internbelastningen gör att fosforhalterna i vattenmassan ökar med åtföljande tillväxt av växtplankton, som förbrukar syre vid nedbrytningen och därmed frigör ytterligare fosfor. Ett typexempel på en ond cirkel.

Att fosfor frigörs vid syrebrist är välkänt och mekanismen är också i princip sen länge klarlagd. Redan på 1940-talet förstod man att fosfor bundet till järnoxidhydroxider, rost, i det syresatta ytsedimentet frigörs till vattnet vid syrebrist, då järnhydroxiden upplöses. Ofta används denna mekanism som den enda förklaringen till hur fosfor frigörs från sedimenten. Så enkelt är det dock inte.

### FAKTA

#### Så här har vi räknat

Centralt för denna analys har varit en grundlig utvärdering av befintliga miljödata, främst från kontrollprogrammen för de stora reningsverken, som drivs av Stockholm Vatten och Avfall och Käppalaförbundet. Arbetet började med att digitalisera data från tryckta rapporter med data från Stockholm Vattens mätningar 1968–1981 och mätningar utförda under Uppsala-professorn Mats Waerns ledning 1969–1976. Därefter har utsläppsdata från reningsverken och andra data sammanställts.

För att komma åt hur stora de interna sänkorna och källorna till fosfor är, det vill säga sedimentens roll, har en datadriven massbalansmodell upprättats för innerskärgården.

Eftersom vi känner till salthalten i innerskärgården och i det vatten som flödar in från mellanskärgården samt även storleken och variationen i Mälarens utflöde, kan volymen av inflödande vatten och fosfor från mellanskärgården beräknas. Utifrån skillnaden mellan extern fosfortillförsel och fosformängden i vattnet i innerskärgården kan vi sedan beräkna interna processer, som sedimentation av fosfor till bottenarna och frisättning av fosfor från sedimenten till bottenvattnet. På liknande sätt kan vi beräkna tillförsel och förbrukning av syre i bottenvattnet.

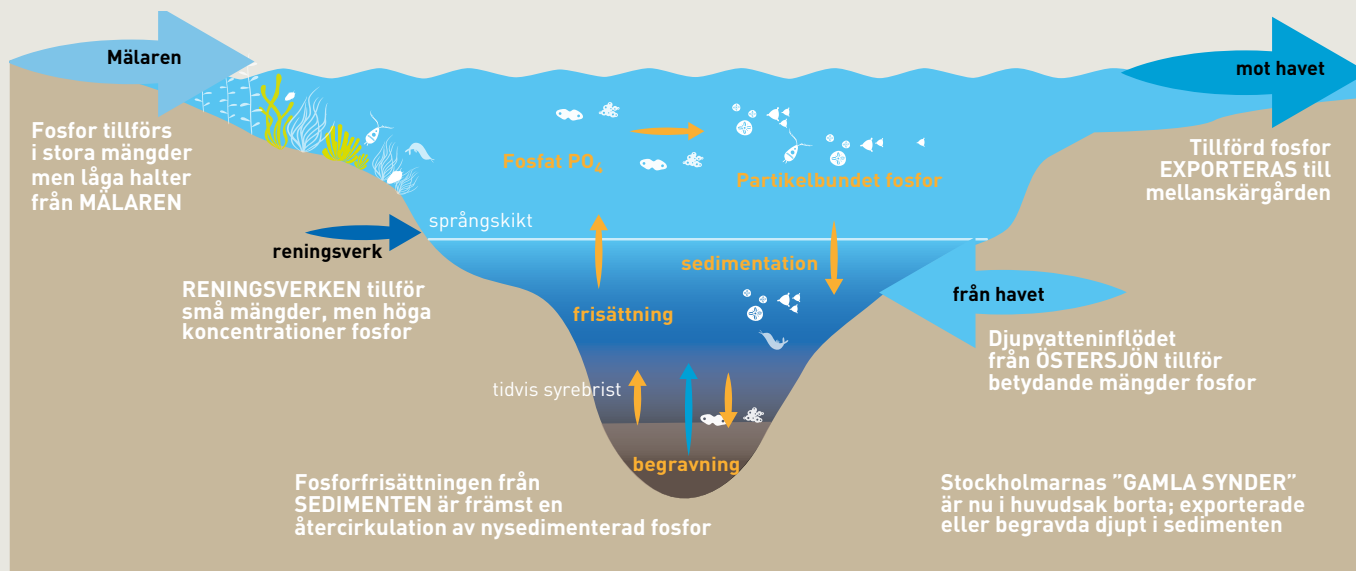
Flera andra viktiga frågor kan angripas med hjälp av förbundets modellsystem. Vi utreder bland annat hur olika fosforkällor bidrar till vårblomningen och därmed till sedimentation och fosforfrisättningen på sommaren. Motsvarande beräkningar bör också göras för kväve.



Under 1960-talet var vattenkvaliteten i inner-skärgården riktigt dålig, med återkommande syrebrist och algbloomingar. Kraftfulla åtgärder har gjort att miljön numera är betydligt trevligare.

Foto: Pär Bergström / GRÖN IDÉ

## FOSFORFLÖDEN I STOCKHOLMS INNERSKÄRGÅRD



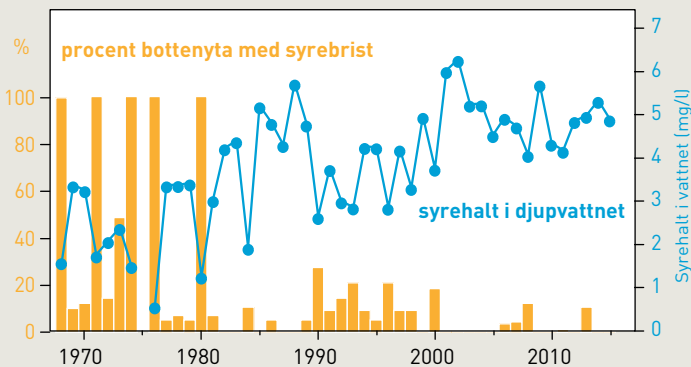
▲ Fosforflöden i innerskärgården. De blå pilarna visar med storlek och färgnyans hur fosfor flödar genom skärgården. Orange pilar visar de processer där fosfor omvandlas och omfördelas mellan vattenskikt och mellan vatten och sediment. Sötvatten och fosfor tillförs innerskärgården; dels från landavrinning, där Mälaren dominerar stort, dels med reningsverkens renade utsläpp. Djupvatteninflödet av saltare vatten från mellanskärgården är ungefär lika stort som sötvattenflödet.

När ljusstillgången är tillräcklig under sommarhalvåret använder växtplankton fosfat som näringsämne för tillväxten. Fosfor bundet i plankton och andra partiklar sjunker delvis ut ur vattnet till sedimenten. Den mesta fosfor återcirkuleras till vattenmassan när organiskt material bryts ner i sedimenten och fosfat frigörs, men en viss del fosfor kan långsiktigt begravas i sedimentet. Den mesta fosfor som årligen tillförs innerskärgården exporteras ut ur skärgården med ytvattenströmmar.



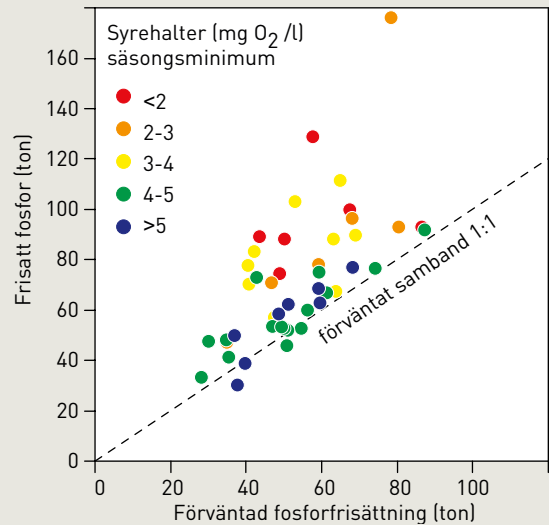
## SYREFÖRHÅLLANDEN I INNERSKÄRGÅRDEN

### Syresituationen i innerskärgråden



▲ Syrehalterna har kontinuerligt förbättrats i Stockholms innerskärgråden. Figuren visar på två olika sätt den sämsta syresituationen varje år, vilken normalt infaller någon gång under perioden augusti till oktober. Staplarna visar den uppskattade utbredningen av bottenar med riktigt låga syrenivåer (under 2 mg/l) som procent av hela bottenytan under 20 meters djup. De blå punkterna visar medelkoncentrationen av syre i vattnet djupare än 20 meter (volymsviktat, vilket betyder att grunda djup, med större vattenvolymer, får större vikt). Figuren är baserad på data från den centrala delen av innerskärgråden.

### Syrehalterna påverkar fosforfrisättningen



▲ Vid goda syreförhållanden (blå och gröna prickar) frisätts lika mycket fosfor från sedimenten till vattnet som det som skulle förväntas utifrån nedbrytning av organiskt material, om man beräknar syreförbrukningen under ett år (markerat med streckad linje). Om syreförhållandena däremot är sämre (mindre än 3 mg per liter) så frisätts mer fosfor från bottenarna. Det visar att fosfor till stor del frisätts i förhållande till syreförbrukningen.

### Ett årligt kretslopp

Förbundets beräkningar visar att det årligen frigörs betydande mängder fosfor från sedimenten i innerskärgråden, särskilt på sommaren och hösten. Tillförseln av fosfor genom extern belastning och inflödande djupvatten kan inte förklara den säsongsmässiga ökningen av fosforhalten. Samtidigt visar beräkningarna att en i stort sett motsvarande mängd fosfor sjunker ut till sedimenten under våren i samband med vårblomningen av växtplankton.

Frisättningen av fosfor på sommaren och hösten är alltså huvudsakligen en återcirkulation av fosfor som bundits upp av plankton under våren och då sjunkit ut till sedimenten. Denna årliga variation är en del av fosfors naturliga kretslopp, och behöver inte nödvändigtvis innebära att det fosfor som frigörs härstammar från gamla synder.

### Syrehalterna styr

Syreförhållandena har stadigt förbättrats i innerskärgråden. Om fosforfrisättningen helt styrdes av syretillgången skulle fosforfrisättningen idag vara i det närmaste obefintlig. Så är alltså inte fallet. Beräkningarna visar att fosfor istället till stor del frisätts i förhållande till syreförbrukningen, snarare än att den styrs av att syrenivån sjunker under en viss nivå.

Förklaringen är att nedbrytningen av organiskt material,

som sjunkit ut från växtplanktons vårblomning, förbrukar syre samtidigt som fosfor bundet i det organiska materialet frigörs som fosfat. Uppenbarligen kan inte järnoxidhydroxider binda upp mer än en del av denna fosfat.

Frigörs då inte fosfor enligt den klassiska mekanismen överhuvudtaget, då ytsedimentet blir syrefritt? Jo, beräkningarna visar att sådan syrebristkontrollerad fosforfrisättning är tydlig under vissa år då syrehalterna sjunker extra lågt. Dessa år frisätts mer fosfor än vad som skulle förväntas enbart utifrån nedbrytningen av organiskt material. Troligen frisätts då extra mycket järnbunden fosfor från ytsedimenten. Detta är fosfor som kan ha lagrats under ett till flera år, och kan delvis röra sig om gamla synder som frigjorts i djupare liggande sedimentlager och fastnat i sedimentets ytskikt. Samtidigt är det syresatta ytskiktet bara någon centimeter tjockt mot slutet av sommaren vilket gör att ytsedimentet inte kan långtidslagra någon större mängd sådan fosfor. Långsiktig inlagring av fosfor styrs istället av vilka former av fosfor som begravs djupare ner i den syrefria delen av sedimentet.

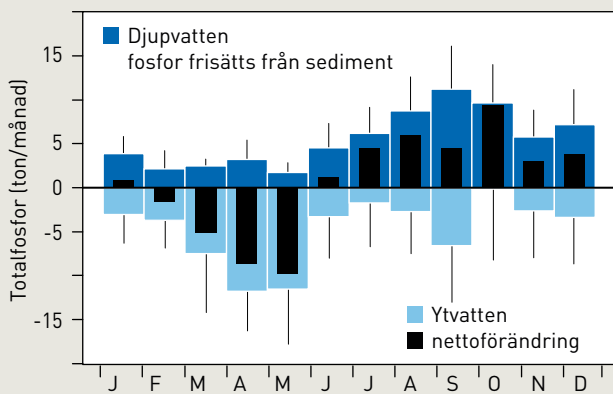
### Gamla synder är borta

Hur är det då med de tidigare stora fosforutsläppen, påverkar de vattenkvaliteten än idag? Förbundets beräkningar visar att



## FOSFORFÖRHÅLLANDEN I INNERSKÄRGÅRDEN

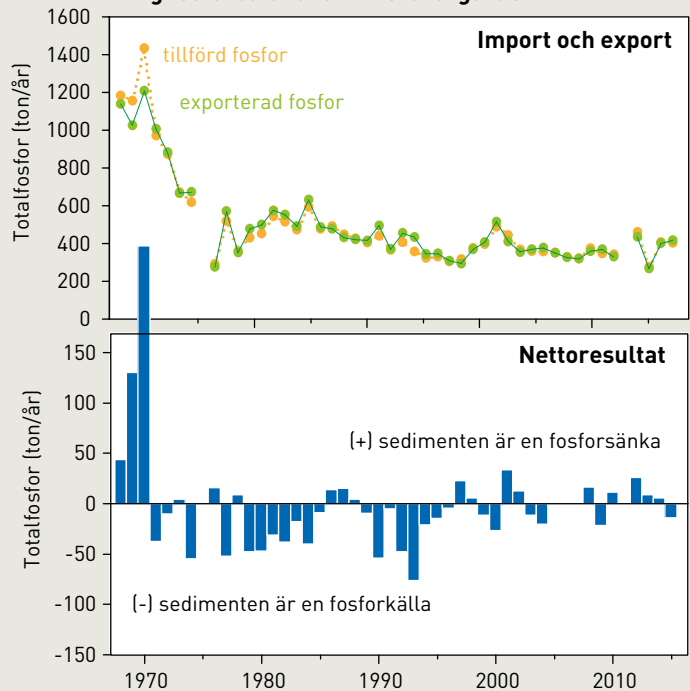
### Tydlig årscykel för fosfor



▲ Fosfor bindes upp i plankton i ytvattnet under våren. När de sjunker till botten och bryts ned under sommar och höst frigörs fosfor igen. Denna årliga variation är en del av fosfors naturliga kretslopp, och behöver inte nödvändigtvis innebära att det fosfor som frigörs härstammar från gamla synder.

Fosforbudget i ytvatten (ljusblå staplar) och bottenvatten (mörkblå), samt netto för hela vattenmassan (svart), som månadsmedelvärden för perioden 1996–2015. Negativ budget visar att det är en förlust av fosfor från vattnet genom sedimentation. Positiv budget visar att fosfor tillförs genom frisättning från sedimenten.

### Årlig fosforbalans för innerskärgården



▲ Den övre grafen visar tillförsel av fosfor från alla källor (inklusive inflöde från mellanskärgården) jämfört med exporten. Det mesta av fosfor som kommer till området exporteras vidare till mellanskärgården igen. I den nedre grafen visas differensen mellan tillförsel och export. De negativa värdena på 1980- och 90-talet visar att exporten var större än importen, vilket visar att sedimenten var en nettokälla för fosfor. De senaste 20 åren har skillnaderna varit betydligt mindre, men sedimenten är genomsnittligt en sänka för fosfor. Det innebär att gamla fosforlager nu har försvunnit.

det på 1980-talet och en period under 90-talet var större frisättning av fosfor från sedimenten än vad som kan förklaras av den säsongsvisa återcirkulationen av fosfor. Det tyder på att det under denna period faktiskt läckte en hel del "gamla synder" från sedimenten, men att detta var övergående.

Sedimenten har nu återfått en viss fosforbindande förmåga. Dessvärre är de inte en särskilt effektiv långsiktig fosforfälla. I huvudsak är det bara en tillfällig säsongsviss uppbindning av fosfor. Det allra mesta av den fosfor som årligen tillförs innerskärgården exporteras alltså vidare till mellanskärgården. I förhållande till tillförseln från Mälaren och reningsverk fastnar mindre än 10 procent av fosfor i innerskärgårdens sediment. Läger man även till fosfor som transporteras in till innerskärgården från Östersjön är inbindningen mindre än 5 procent.

### Viktiga slutsatser

Vilka slutsatser kan man nu dra av detta? En viktig slutsats är att vi inte kan förvänta oss ytterligare förbättringar av vattenkvaliteten i centrala delen av innerskärgården bara genom att vänta ut eller åtgärda gamla fosforsynder i sedimenten. Att fosfor frigörs från sedimenten under delar av året är en naturlig del av fosfors kretslopp.

Bara i vissa instängda delar med långsam vattenomsätt-

ning kan det ha byggts upp lager av fosfor som fortfarande fördröjer förbättringar av vattenkvaliteten. I områden som Brunnsviken och kanske Kyrkviken kan möjligen åtgärder som binder den rörliga fosfor påskynda förbättringar av vattenkvaliteten.

I huvuddelen av innerskärgården, som har snabb vattenomsättning, skulle insatser som binder fosfor ha kortvarig effekt eftersom mycket ny fosfor tillförs varje år. En sådan åtgärd skulle till stor del falla fosfor som årligen transporterats in från öppna Östersjön.

### Fortfarande kvar i Östersjön

Åratal av hög belastning har lett till att fosforkoncentrationerna ute i Östersjön har byggts upp till höga nivåer. Den långa uppehållstiden gör att mycket av fosfor fortfarande finns kvar. Syrebristen gör också att mycket av den rörliga fosfor inte ligger i sedimenten, utan finns i vattenmassan.

På lång sikt kommer minskad belastning av fosfor också att minska fosforhalterna i Östersjön, eftersom en del fosfor långsiktigt begravs i sedimenten eller exporteras till Västerhavet. Metoder som binder den stora mängden fosfor i Östersjön till sedimenten skulle dock kunna påskynda en sådan process. Minskade fosforhalter i Östersjön skulle i sin tur förbättra förhållandena i skärgården.

# Stockholms framtida avloppsrening

❖ Lars Lindblom, Stockholm Vatten och Avfall

**Stockholm växer och belastningen från de samlade avloppen kommer därmed också att öka. Samtidigt ökar ambitionerna om att vattnet i den vackra men känsliga skärgården ska få bättre kvalitet.**

**Därför planeras en storlagen utbyggnad av ett redan högteknologiskt avloppsreningsverk, Henriksdal. Fokus ligger på att minska övergödningen, men även mikroplaster kommer att avskiljas. Verket blir också väl förberett för att hantera framtida utmaningar såsom miljögifter och läkemedelsrester.**

**B**efolkningen i Storstockholm ökar stadigt, bara i Stockholms stad förväntas befolkningen inom de närmaste åren att öka med femtontusen personer per år. Belastningen av övergödande ämnen på vår skärgård kommer därmed att öka kraftigt. Reningsverken, som historiskt haft störst betydelse för vattenkvaliteten i innerskärgården, måste därför kontinuerligt förbättra sin

rening. Det är åtgärder av stor betydelse för både Stockholms skärgård och för Östersjön som helhet.

## Rustat för framtiden

För att möta befolkningsökning och ökade miljökrav fick Stockholm Vatten år 2013 i uppdrag av politikerna att ta fram ett förslag för Stockholms framtida avloppsrening. Ett förslag som innebar bättre kapacitet, bättre rening och förmåga att klara reningen fram till minst år 2040. Kort sagt – ett reningsverk som blir rustat för framtiden.

Det förslag som togs fram innebär i korthet följande: Henriksdals reningsverk utgörs av två delar; Sickla- och Henriksdalsanläggningen. I Sickla kommer den befintliga anläggningen att kompletteras med ytterligare bergtrum för ett helt nytt reningsverk. År 2040 kommer avloppsvatten från cirka 1 miljon människor att förbehandlas här. Därefter kommer vattnet att slutbehandlas i den biologiska reningen i Henriksdal. Här kommer befintliga processolymer att uppgraderas och optimeras med ny membran-teknik.

Flygbild av den ovanjordiska delen av det nuvarande reningsverket i Henriksdal.



Foto: JOHAN FREDRIKSSON/WIKIMEDIA COMMONS

När Henriksdals reningsverk är utbyggt läggs Bromma reningsverk ner, och avloppsvattnet leds istället via en 14 kilometer lång tunnel till Sickla.

### Mikroorganismerna gör jobbet

Det kommer fortfarande att vara mikroorganismerna som sköter stora delar av reningen på reningsverken, men membrantechniken gör att vi kan utnyttja dem bättre. När bakterierna gjort jobbet och brutit ner kväve och organiskt material skall de avskiljas från det reade avloppsvattnet och föras tillbaka in i processen.

Det görs i dag i ett efterföljande sedimenteringssteg där bakterierna får sjunka undan innan det reade vattnet släpps ut. Det är en tids- och volymkrävande process som kan vara svår att styra, och för att få ett tillräckligt rent vatten måste man ta till en efterfiltrering för att få bort kvarvarande partiklar.

Med membrantechniken undviks sedimenteringssteget då mikroorganismerna istället avskiljs mekaniskt med filtrering genom membranen. Denna teknik är betydligt mer utrymmeseffektiv, och genom att sätta in membran i befintliga bassänger fördubblas kapaciteten för den biologiska reningen.

### Kväve och partiklar försvinner

Det utbyggda Henriksdalsverket i kombination med den nya avloppstunneln från Bromma kommer att ha en bättre kapacitet att hantera flödestoppar orsakade av kraftiga regn, och bräddningen av orenat eller delvis reat avloppsvatten kommer därmed att minska i både Mälaren och Saltsjön.

Det är framför allt kvävereningen som kommer att förbättras, då utsläppen av både ammonium och nitrat kommer att mer än halveras. Avskiljningsgraden av kväve kommer att öka från dagens 77 procent till minst 85 procent.

För fosfor kommer reningsgraden att vara ungefär som i dag, minst 97 procent. Fosforeringen sker även i fortsättningen i huvudsak genom kemisk fällning. Membrantechniken kommer dock att rent mekaniskt öka avskiljningen av partikelbunden fosfor.

Sammantaget innebär den utbyggda reningen att ytterligare 600 ton kväve och 4 ton fosfor kan tas bort. Dessutom kommer den mycket fina porstorleken på membranen att få bort även bakterier och viruspartiklar samt mikroplast och annat smått skräp. Pilotstudien visade att utsläppen av partiklar över 20 mikrometer minskade till en tiondel med membrantechniken.

### Bättre miljö förväntas

De reningsåtgärder som genomförts under åren har gett fantastiska effekter på vattenmiljön. Införandet av kväverening i mitten av 1990-talet minskade kvävehalterna i innerskärgården markant. Det generella mönstret för kväve och fosfor är en minskande halt från Slussen ut mot Ox-djupet. Detta är särskilt tydligt för halterna av oorganiskt kväve (ammonium och nitrat) som är primära växtnärsämnen. Minskade mängder näring ger färre växtplankton och ett klarare vatten.

Halter och mängder av kväve och fosfor i innerskärgården påverkas förstas av stadens egen belastning, men också i stor utsträckning av utlopp från Mälaren och av inåtgående strömmar från havet utanför. Med ett allt renare avloppsvatten är det svårt att hitta orsakssambanden mellan utsläppta mängder näring och mängden växtplankton. Nya faktorer som temperaturhöjning och ökande mängder organiskt kol som kommer via tillflöden från land bidrar till komplexiteten.

Generellt sett har den ekologiska statusen i innerskärgården, baserad på växtplankton, visat på förbättring under



En membrankassett installeras. Totalt ska det i Henriksdal, och tillsammans ger de en total filteryta på ca 1,6 miljoner kvadratmeter, dvs. 225 fotbollsplaner. Det är ett mycket yteffektivt sätt att avskilja de hårt arbetande bakterierna från det rena vattnet. ▶

◀ Membranen filtrerar avloppsvattnet utifrån och in mot hålfibers mitt. Vattnet renas genom att det med högt tryck pressas genom porer med en storlek på 0,4 mikrometer. Bakterier och andra större partiklar stannar på utsidan.

PUBLICERAD MED TILLSTÄND FRÅN SUEZ.





de senaste åren. I övriga delar av skärgården syns inte en lika tydlig förändring. I ytterstskärgården finns det till och med tecken på en försämring, som sannolikt beror på tillståndet i öppna Östersjön.

Vi förväntar oss dock att den planerade utbyggnaden kommer att ge mätbara resultat när det gäller kväve i innerskärgården. Den förbättrade reningen bidrar också till Sveriges åtagande genom Baltic Sea Action Plan att minska näringsbelastningen till Östersjön.

### Ett reningsverk för framtiden

Henriksdals reningsverk kommer troligen när det är fullt utbyggt år 2025 att vara världens största membranläggning för rening av kommunalt avloppsvatten.

Beräkningar visar att fosforbelastningen på Stockholms reningsverk kommer att öka med 250 ton fram till år 2040

och kvävebelastningen med 1900 ton, vilket motsvarar en ökning med 25 procent för dem båda. Den nya anläggningen har kapacitet att klara avloppsreningen minst så länge, och därefter finns ytterligare utbyggnadsmöjligheter under Hammarbybacken vid Sickla.

Vårt fokus har varit att minska övergödningen, men framtidens reningsverk måste sannolikt vara rustade för mer än att avlägsna syretärande material, kväve och fosfor. Diskussionerna om rening av mikroplaster, miljögifter och läkemedelsrester har bara börjat. Med denna lösning är vi förberedda även för framtida utmaningar. Avloppsvattnet i Henriksdal kommer att vara höggradigt biologiskt renat och fritt från partiklar och mikroplaster i och med membranreningen. Det skapar mycket bra förutsättningar för att i ett sista steg avlägsna kvarvarande lösta läkemedelsrester och andra miljögifter.

## EN KORT HISTORIK



FOTO: GUNNAR LUNDH/NORDISKA MUSEETS ARKIV

▲ Solviksbadet i Mälaren stängdes av för strandbad från sommaren 1956 fram till 1980-talet på grund av föroreningar och mängden kolibakterier från orenat avloppsvatten. Under tiden fick badgästerna bada i en bassäng som sänktes ned i vattnet. Bilden tagen innan stängningen.

**FRÅN BÖRJAN AV 1900-TALET** till slutet av 1960-talet mer än fördubblades befolkningen i Stockholmsområdet. Påverkan av mer eller mindre renat avloppsvatten på vattenområdena var ytterst påtaglig. Myndigheter och politiker konstaterade år 1969 att vattenområdena var "allvarligt påverkade av näringsutsläpp" och att något måste göras.

En av planerna för att komma till rätta med situationen var ett system som knöt ihop utloppen från de dåvarande regionala reningsverken med en gemensam tunnel som skulle mynna ut i närheten av Landsort. Med denna lösning skulle de Stockholmsnära vattenområdena helt avlastas.

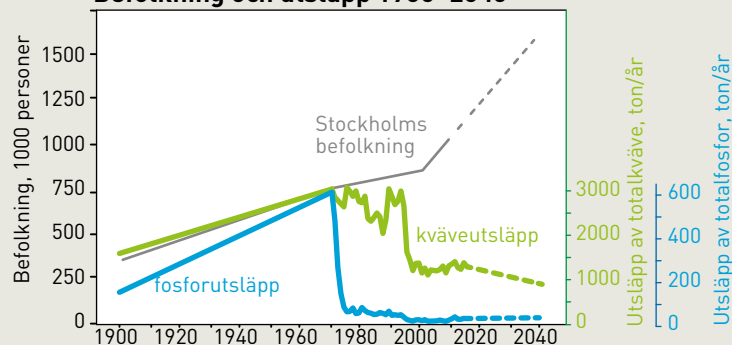
Den planen sattes aldrig i verket. Istället gjordes satsningen på utbyggnad och uppgradering av de stora verken, och etappvis nedläggning av de många små.

Sedan dess har miljökraven fortsatt att skärpas, och reningsverken har kontinuerligt förbättrats. Det senaste beslutet blir förhoppningsvis verklighet runt 2025.

### Milstolpar i Stockholms avloppshistoria

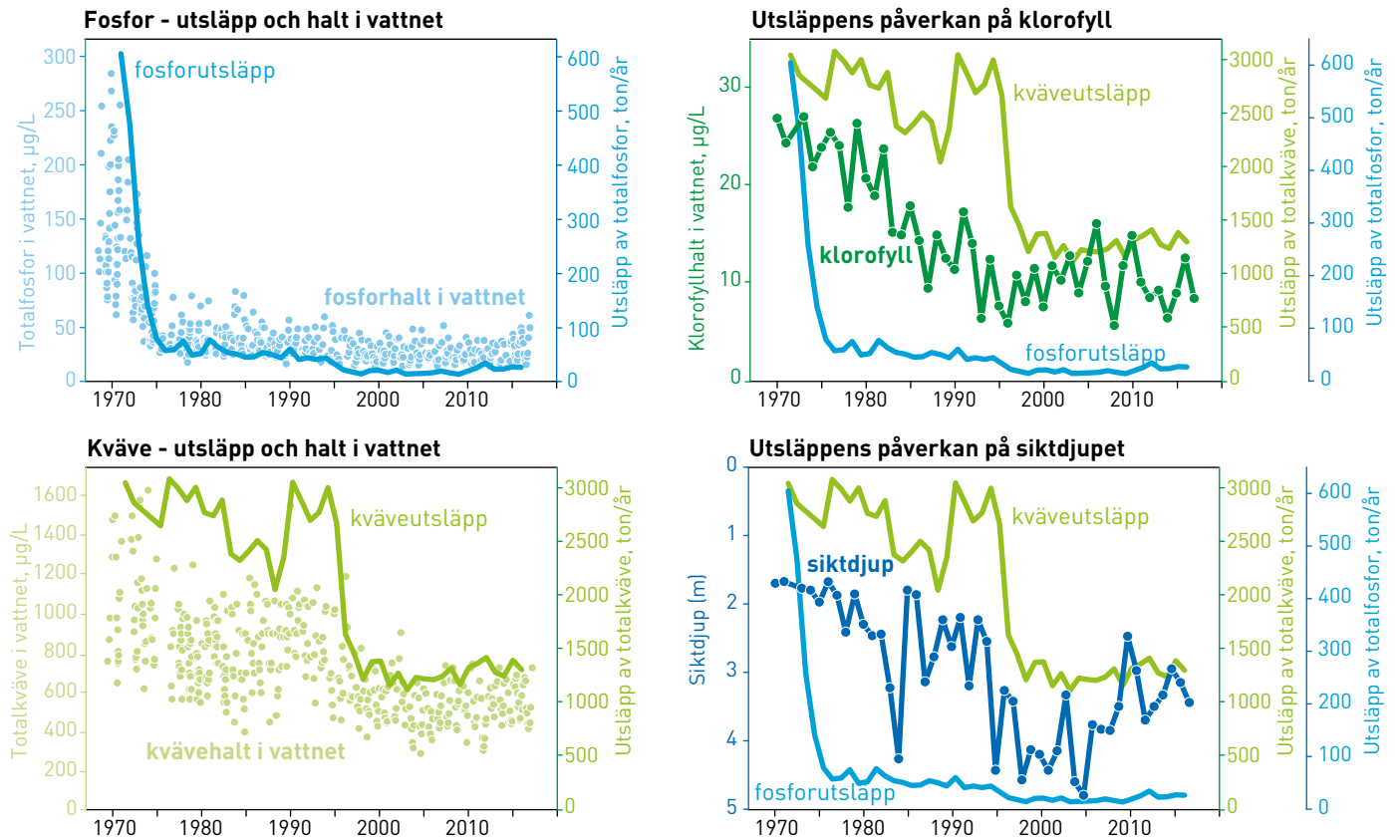
År	Riktlinjer	Åtgärder
1910	Avloppsrening ansågs inte nödvändig	
1930	Mekanisk rening bedöms nödvändig.	1934 byggs Sveriges första reningsverk – Bromma Reningsverk.
1950	Biologisk rening nödvändig	Henriksdals reningsverk invigdes 1941 och kapaciteten fördubblades 1953
1970	Fosforavskiljning nödvändig	Kemisk fällning införs. Utsläpp av fosfor och BOD sjunker till samma nivåer som i seklets början.
1990	EU direktiv med krav på ökad kväverening	1989 Bromma reningsverks utsläpp flyttas från Nockeby till Saltsjön. Mälaren avlastas. 1990–1995 Kvävereningen byggs ut framförallt i Henriksdal. Även fosforreningen förbättras.
2000	Reningskrav styrs även av krav på god ekologisk status (Vattendirektivet)	Fortsatta optimeringar. Luktande och störande verksamheter flyttas in i berg i Henriksdal 2010.
2015	Beslut i Stockholms Kommunfullmäktige om Stockholms framtida avloppsrening	Bromma reningsverk ska läggas ner och avloppsvattnet leds till Henriksdal via en tunnel. Avancerad membrantechnik ska införas.

### Befolkning och utsläpp 1900–2040



▲ Den kontinuerligt förbättrade avloppsreningen har lett till att utsläppen av näringsämnen redan nu är lägre än vid seklets början, trots en flerdubblad befolkning. I framtiden kommer reningen att bli ännu effektivare för att minska Stockholms utsläpp.

## UTSLÄPP OCH TILLSTÅND I STOCKHOLMS INNERSKÄRGÅRD



▲ De båda figurerna ovan visar reningsverkens årliga utsläpp av fosfor respektive kväve (heldragna linjer) samt halterna av dessa näringsämnen i ytvattnet (prickar). När fosforrening infördes 1970 sjönk halterna i vattnet snabbt och påtagligt. Kväverening infördes först 1995, och även då minskade kvävehalterna i vattnet tydligt.

Utsläppen visas i ton/år. Prickarna motsvarar enskilda mätningar i ytvattnet (0–8 m) vid Höggarnsfjärden 1968–2016.

▲ Figurerna ovan visar hur de kraftiga minskningarna av utsläpp från reningsverken har påverkat mängden växtplankton (mätt som klorofyll) respektive vattnets klarhet (mätt som siktdjup). Klorofyllhalten i vattnet har halverats sedan 1970-talet. Detta har också påverkat siktdjupet, som ökade från knappt 2 meter till över fyra meter runt millennieskiftet. Därefter har siktdjupet minskat igen, troligen på grund av brunare vatten från Mälaren. Klorofyll och siktdjup visas som medelvärden av mätningar gjorda mellan juni och september under åren 1968–2016.

Stockholm Vatten och Avfall har samlat in plankton från Stockholms skärgård och sjöar under mer än 70 år. Proverna har konserverats och sparats i Henriksdal för eventuella framtida undersökningar. Byggplanerna gjorde att limnologerna Fred Erlandsson och Joakim Lücke fick flytta planktonförrådet till Ulvsunda.



FOTO: STOCKHOLM VATTEN OCH AVFLOPP



# Avancerad vattenrening kan hjälpa Östersjön

❖ Emma Undeman, Stockholms universitet

**Avloppsreningsverken runt Östersjön är byggda för att ta bort organiskt material och näringsämnen. Men potentiellt farliga ämnen som läkemedelsrester och många miljögifter kan passera mer eller mindre opåverkade. Diskussionerna om att åtgärda även dessa ämnen hörs nu allt starkare i samhället. Med avancerade reningsmetoder på de största reningsverken runt Östersjön skulle vi kunna minska utsläppen av farliga kemikalier till havet.**

**E**n stor befolkning och ett instängt hav utgör en stor miljöutmaning. Vattenomsättningen i Östersjön är uppenbarligen för liten för att vi ska kunna lösa våra avfallsproblem med utspädning. Det gäller för övergödningssproblemet, och förstås också för många andra kemiska substanser som samlas i avloppsvattnet. Det senaste decenniet har frågan om dessa så kallade mikroföroreningar, alltså ämnen som förekommer i avloppsvattnet till följd av mänsklig aktivitet, fått allt större uppmärksamhet.



Vad händer med djurlivet i Östersjön när det ständigt exponeras för en blandning av tusentals organiska molekyler som inte fanns där för 50–60 år sedan? Framförallt förekomsten av läkemedelsrester i såväl kustzoner som öppet hav har väckt oro, eftersom dessa substanser designats just för att vara biologiskt aktiva vid mycket låga koncentrationer. FOTO: MATHIAS ANDERSSON/AZOTE

I första hand bör man arbeta med att minska tillförseln vid källan genom starkare och bättre genomförd kemikalielagstiftning, men detta arbete går i praktiken alltför långsamt. Troligtvis behövs åtgärder både uppströms och nedströms under överskådlig framtid.

## Nya tekniker finns

Numera finns tekniker som kan förbättra reningen, framförallt för syntetiska organiska kemikalier som exempelvis läkemedel. En vanlig teknik är att slå sönder molekylerna med hjälp av ozon. En annan är att separera kemikalierna från vattnet med hjälp av aktivt kol. Effektiviteten beror på flera faktorer, men ligger i medeltal på 70–80 procent rening av de organiska kemikalier man analyserat före och efter det extra reningssteget.

Sådan avancerad vattenrening används redan i full skala på flera kommunala reningsverk, framförallt i Tyskland och Schweiz. I Sverige har Linköpings kommun nyligen börjat rena allt sitt avloppsvatten med hjälp av ozon.

## Kustzonen viktigast

Diskussioner kring vilka reningsverk som skulle vara aktuella att uppgradera handlar oftast om riskerna för höga koncentrationer i mottagande vattendrag eller om närhet till känsliga miljöer eller dricksvattentäkter.

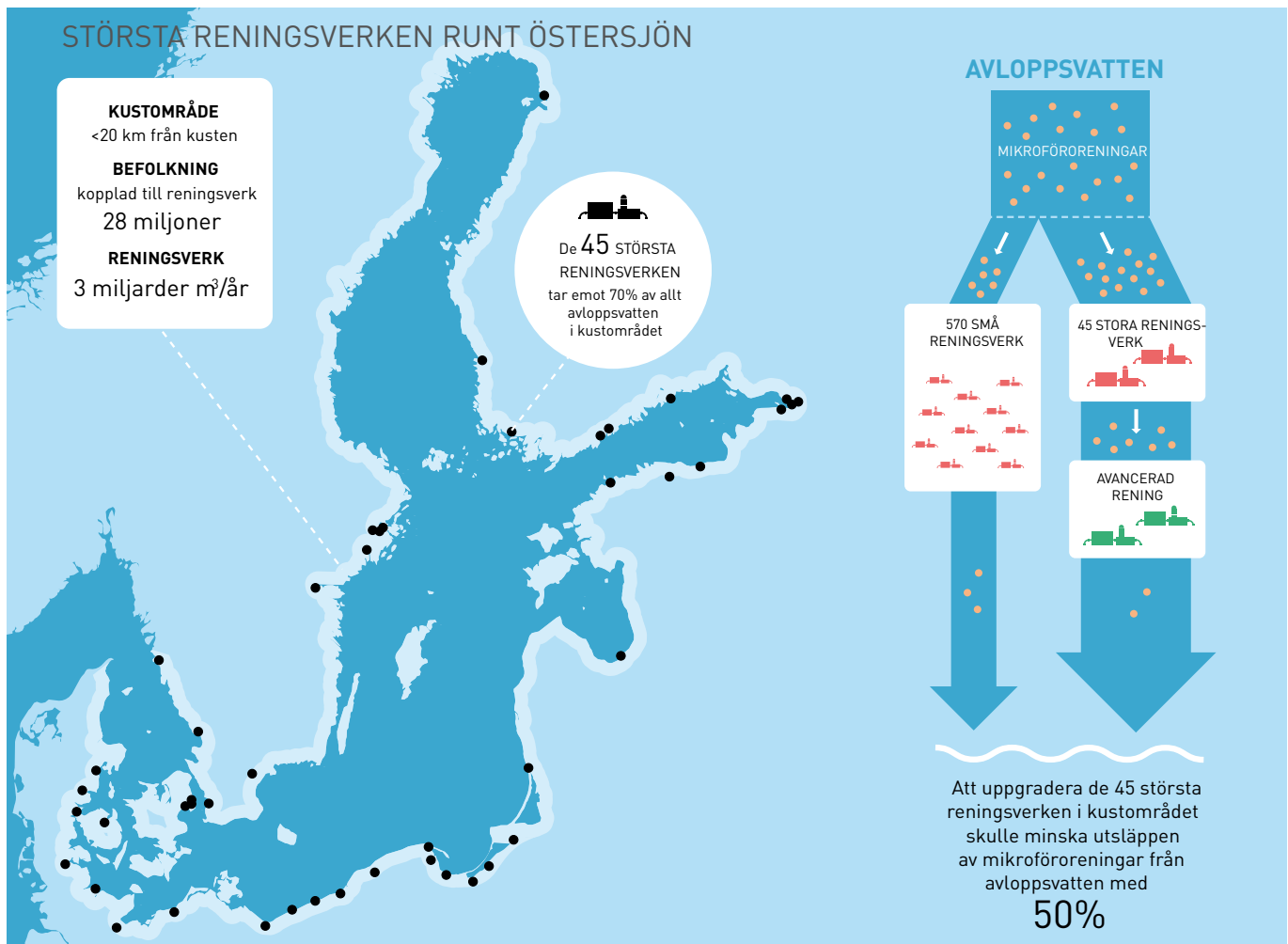
Ur ett Östersjöperspektiv är det viktigt att rena vatten från stora och kustnära reningsverk. Kustnära verk kan genom kontinuerlig tillförsel upprätthålla förhöjda koncentrationer i kustzonerna även av relativt lättnedbrytbara substanser som exempelvis paracetamol och ibuprofen.

Främmande kemikalier som hittas ända ute i öppet hav är tillräckligt vattenlösliga och stabila för att överleva transporten via vattenvägar i avrinningsområdet och ut till havs. Ett par exempel är karbamazepin och diklofenak. För att minska halter av den typen av läkemedel krävs en generell minskning av de totala utsläppen, vilket sker effektivast genom att rena avloppsvattnet från de absolut största reningsverken, egentligen oavsett var i avrinningsområdet de är belägna.

## Halvera mängderna

Att investera i avancerade reningsmetoder i alla kommunala reningsverk är i dagsläget alltför dyrt. Men vi har räknat på vad det skulle innebära om man satsade på de allra





▲ Runt Östersjön tar de 45 största reningsverken i kustområdet, här definierat som inom 20 km från kustlinjen, emot avloppsvatten från mer än 100 000 anslutna personer. Tillsammans renar de omkring 70 procent av den totala volymen avloppsvatten som genereras i kustområdet.

största verken. De renar ju en relativt stor andel av den totala volymen avloppsvatten.

I kustzonen runt Östersjön finns totalt 615 större reningsverk, varav ungefär 45 har fler än hundra tusen anslutna personer. Dessa anläggningar renar tillsammans 70 procent av allt avloppsvatten i kustzonen. Med ett extra reningssteg tas minst 70 procent av de oönskade kemikalierna bort ur denna delmängd avloppsvatten. Det innebär att utsläppen av mikroförureningar från reningsverk belägna nära kusten i snitt skulle minska med 50 procent. En utbyggnad av endast 45 reningsverk runt Östersjön skulle alltså halvera mängden kemikalier som tillförs vårt innanhav från reningsverk i kustzonen.

### Ännu inga lagkrav

I dagsläget finns inga specifika lagkrav på rening av mikroförureningar i kommunalt avloppsvatten på varken EU- eller Östersjönivå, men diskussioner som berör ämnet förs i flera olika sammanhang:

- En översyn av Avloppsvattendirektivet pågår.
- Risken med mikroförureningar lyfts i samband med EU:s arbete för att stimulera återanvändning av avloppsvatten exempelvis inom jordbruket.
- EU:s strategi för läkemedel i miljön som är under utveckling berör även rening av avloppsvatten som en möjlig åtgärd för att minska utsläppen.

- Ett antal läkemedel finns på Vattendirektivets ”Watch List” och flera av dem finns på Sveriges nationella lista över Särskilt Farliga Ämnen. Det kan medföra krav på åtgärder om halterna överstiger gränsvärden för god kemisk status. Exempelvis ställde Länsstyrelsen nyligen krav på Skövdes reningsverk att utreda rening av läkemedelsrester, något kommunen överklagat.
- Ett antal forskningsprojekt om utveckling och utvärdering av avancerade reningstekniker pågår.
- I Sverige har regeringen beslutat att ge bidrag till kommuner som frivilligt vill införa avancerad vattenrening.
- I Schweiz har man börjat implementera en lag som ställer krav på ett fjärde reningssteg i reningsverk med fler än 80 000 anslutna personer eller verk som släpper ut avloppsvatten till vattendrag med låg utspädning eller till särskilt känslig vattenmiljö.

Vilka krav som kommer ställas i framtiden i Sverige eller EU är svårt att förutspå, men det finns anledning att vara förberedd på striktare regler.

### LÄS MER:

*Policy Brief – Avancerad rening av avloppsvatten,*  
 Stockholms universitets Östersjöcentrum  
<https://bit.ly/2uLE5VY>

# Skärgårdsstiftelsen

## – anrik organisation med modern idé

❖ *Ulrika Palmblad, Skärgårdsstiftelsen*

**Skärgårdsstiftelsen bildades 1959 under en tid när fisket minskade, skärgårdens jordbruk lades ner och många öbor flyttade till stan. Istället kom stadsbornas behov av rekreation och friluftsliv att stå i fokus. Grundtanken var att köpa upp skärgårdsområden, öppna dem för allmänheten och bevara dem för framtiden. Den idén visade sig vara ovanligt framsynt.**

**A**tt bevara kulturarvet, skydda naturen och hålla delar av skärgården öppen och tillgänglig för alla ligger helt rätt även i nutiden.

### Stor markägare

Skärgårdsstiftelsen äger och förvaltar tolv procent av Stockholms skärgård. Sammanlagt fyrtio områden mellan Örskär i norr och Landsort i söder, från Grinda i väst till

Skärgårdsstiftelsen har ett omfattande naturvårdsengagemang. Här är Karin Strandfager, naturvårds- och miljöchef, vid arbetet med ringmärkning av kustfåglar.



Foto: Tom Åkesson

Svenska Högarna i öst är naturreservat som genom stiftelsens försorg finns tillgängliga för alla. På stiftelsens områden finns också omkring två tusen byggnader från tre sekler att ta hand om.

– I vårt arbete ingår flera ansvarsområden, berättar Karin Strandfager som är naturvårds- och miljöchef på Skärgårdsstiftelsen. Från att hålla landskapet öppet och levande till att förvalta hus och byggnader, hålla ett öga på djur och natur och se till att vår verksamhet får minsta möjliga påverkan på miljön.

Huvudfinansier för verksamheten är Stockholms Läns Landsting som står för cirka hälften av intäkterna. Resten kommer från hyror, arrenden, förvaltningsuppdrag och inte minst vänbidrag från engagerade personer och organisationer.

## För en levande skärgård

Ett av Skärgårdsstiftelsens huvudsyften är att bevara skärgårdens unika naturmiljö. Att utveckla områdena för besökare och göra skärgården tillgänglig är ett annat. Ett fyrtiotal tillsynsmän, naturvårdare och driftstekniker gör en stor insats för att bevara de stora natur- och kulturvärdena i skärgården.

– Vi har också hjälp av arrendatorerna på de småskaliga jordbruken, och alla deras betesdjur som bidrar till att hålla kulturlandskapet öppet och levande. På många ställen flyttas djuren omkring mellan öar och holmar för att bokstavligen beta av dem en i taget – precis som det gick till förr i tiden, berättar Karin.

Dessutom tillkommer en mängd entreprenörer som driver olika verksamheter i våra byggnader, vilket skapar förutsättningar för turism och friluftsliv. Att de kan leva och verka i skärgården ökar tryggheten också för andra.

## Stora marina värden

I Skärgårdsstiftelsens innehav ingår förutom 11 tusen hektar mark även 20 tusen hektar vatten.

– På land vet vi vilka naturvärden som finns och vad som ska göras, men för vattenmiljön saknas i stort sett helt beskrivningar kring vad som döljer sig under ytan.

Karin Strandfager efterlyser därför naturvårdsplaner och reservatsföreskrifter som även omfattar skärgårdens vatten och vikar. Inte minst viktigt är detta i tider när fisken hotas och antalet båtar i skärgården ökar i takt med att Stockholms befolkning växer.

– Vi vill gärna veta mer om vilka marina värden vi har att ta hänsyn till, och hur dessa ska skyddas och bevaras, förklarar hon.

## Naturvårdsengagemang

Inom projektet Levande skärgårdsnatur bedriver Skärgårdsstiftelsen ett riktat arbete för att följa ett antal växt- och djurarter i Stockholms skärgård.

– Vi bedriver ingen egen forskning, berättar Karin. Däremot har vi i över trettio års tid bevakat och inventerat olika arter både över och under ytan. Tanken är att vår fältpersonal ganska enkelt kan hålla koll på naturmiljön och snabbt upptäcka förändringar.

Genom Havstulpanprojektet kan båtägare få reda på när havstulpanerna sätter sig fast på båtskroven i Östersjön. Då är skalen fortfarande mjuka, och de är lätta att skrubba bort själv eller vid en båtbottevätt. ▶

FOTO: HENRI KOSKINEN/SHUTTERSTOCK



Varje år sammanställs resultaten i en rapport för att öka kunskapen om vilken unik naturmiljö som finns i vår vackra skärgård.

– Tyvärr klarar vi inte längre att själva stå för hela finansieringen. Vi hoppas nu att fler vill bidra så att projektet kan fortsätta minst lika länge till.

Ett annat arbete som stiftelsen dragit igång är Havstulpanprojektet. Genom det kan båtägare få reda på när havstulpanerna sätter sig fast i Östersjön. Syftet är att få båtägare att sluta använda giftiga båtbottefärger och på så sätt minska spridningen av miljöfarliga ämnen. Det finns flera giftfria metoder som fungerar och projektet har lagt stort fokus på information om alternativen.

Idag har båtägare goda kunskaper och stor vilja att skydda miljön och i år lämnar Skärgårdsstiftelsen över projektet till Svenska båtunionen som ska fortsätta att driva dessa frågor.

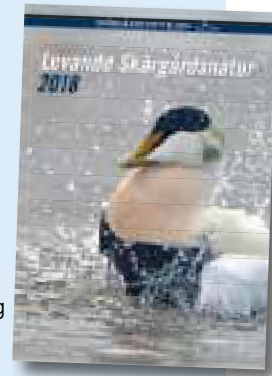
Sammantaget spelar Skärgårdsstiftelsen en viktig roll i arbetet för omsorg om naturen och en långsiktigt hållbar miljö i skärgården.

## FAKTA

### Projekt Levande skärgårdsnatur

Dessa delprojekt pågår inom projektet **Levande skärgårdsnatur**:

- inventering av skärgårdens vanligaste kustfågelarter
- inventering och märkning av alkfågelbestånden
- inventering av ejderbon i Lygne skärgård var tredje år
- samarbete vid forskning och bevakning av havsörn
- inventering, märkning och utsättning av berguv
- inventering av mellanskarvens boplatser
- samarbete vid forskning på gråsäl
- uppföljning av minkens utbredning i skärgården samt även skydds jakt på mink
- inventering av blåstång
- inventering- och naturvårdsinsatser för några hotade växtarters överlevnad; guckusko, majviva, hartmanstarr och gulyxne



Projektet drivs av Skärgårdsstiftelsen. Delprojekten genomförs i samverkan med engagerade ornitologer, Länsstyrelsen i Stockholms län, forskare vid Naturhistoriska riksmuseet och Stockholms universitet.

Stöd projektet **Levande skärgårdsnatur** genom att Swisha till 123 320 46 33 eller gå in på [www.skargardsstiftelsen.se/gava](http://www.skargardsstiftelsen.se/gava)



# Blåstång – den viktigaste algen

❖ *Susanne Qvarfordt & Ellen Schagerström, Stockholms universitet*

Den långlivade blåstången är i Svealand ensam om att bilda de artrika brunalgsbälten som utgör livsmiljö för många andra djur och växter. Övergödningen har minskat blåstångens djuputbredning, vilket inneburit att den totala ytan av dessa havets skogar minskat påtagligt.

Det finns få undersökningar från 1950- och 60-talet, men genom att använda långtidsövervakningen vid Askö och resultat från Singö, där en av de tidigaste dykinventeringarna gjordes redan 1942, kan vi visa att läget för blåstången har förbättrats åtminstone sedan 1980-talet.

Längs de flesta av världens kallvattenskuster skapar stora brunalger skogsliknande livsmiljöer i områden med hårda bottenar. Där finner mängder av olika djur livsrum, skydd och mat.

I Östersjön skapas dessa havets skogar främst av blåstången, som är en av få stora brunalger som klarar av den låga salthalten. Andra arter är sågtång, men den förekommer endast sporadiskt norr om Hanöbukten, och smaltång som främst finns i Bottenhavet. I Svealand är det därför nästan uteslutande blåstång som skapar dessa viktiga livsmiljöer.



Stora mängder små snäckor och musslor fanns på blåstången i Asköområdet under sommaren 2017. Framför var det ett mycket bra år för hjärtmusslor. I tången fanns tusentals unga mussellarver som just avslutat planktonstadiet för att påbörja ett mer stillasittande liv. I bakgrunden Stockholms universitets fältstation Askölaboratoriet med alla resurser som krävs för att underlätta den nationella miljöövervakningen av växtsamhällen, liksom annan havsforskning.

FOTO: JERKER LOKRANTZ/AZOTE (ASKÖ), SUSANNE QVARFORDT (BLÅSTÅNG).

## Beskriver miljötillståndet

Utöver att vara en grundläggande byggsten i skapande av havets skogar, och därmed en förutsättning för mycket av den biologiska mångfalden, kan blåstång även fungera som en indikator för miljötillståndet. Den är, tillsammans med ytterligare ett antal fleråriga alger, en så kallad referensart vars djuputbredning används för att beskriva ett områdes ekologiska status.

Hur djupt vegetationen växer bestäms av hur djupt ljuset når, vilket i sin tur beror på hur klart vattnet är. Övergödning innebär generellt en ökad grumlighet i och med att mängden växtplankton i vattenmassan ökar. När grumligheten ökar minskar vegetationens djuputbredning. Fleråriga arter speglar ljusstillingen på botten över en längre tid eftersom de finns där året om. Blåstången som växer vid ytan skrapas ofta borta av isen under stränga vintrar, ibland flera meter ner, vilket gör att djuputbredningen har stor inverkan på den totala ytan för växtsamhället i ett område.

## Långa tidsserier från Askö

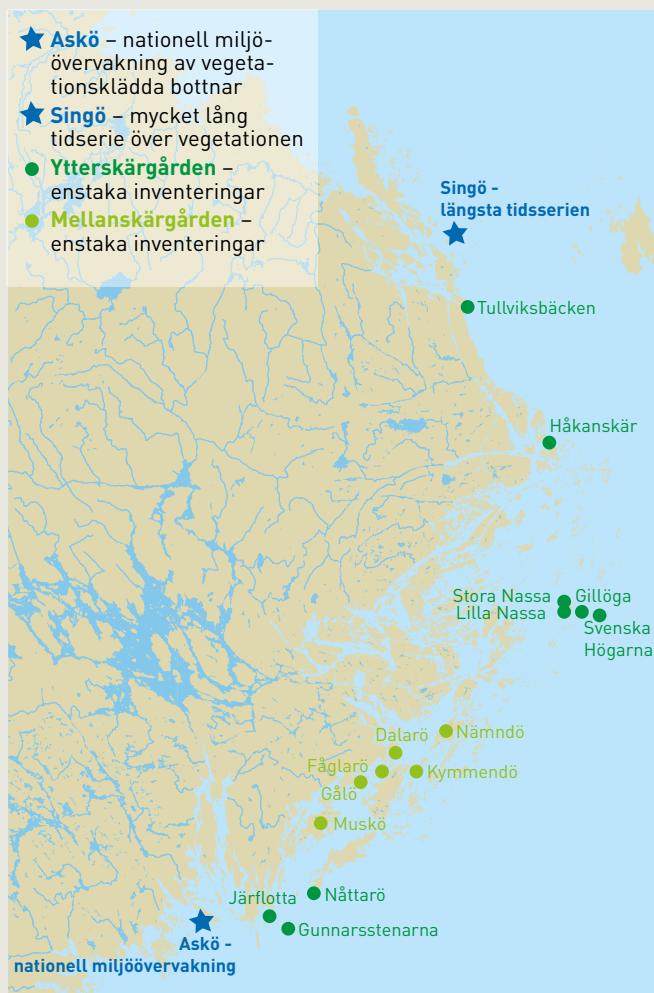
I Asköområdet, i södra delen av Svealands kust, utförs den nationella miljöövervakningen av de hårda bottenarnas växtsamhället för vårt havsområde. Här har bottenvegetationen inventerats årligen sedan 1993 och tidserien är en av de längsta i Sverige.



Foto: Privat

▲ Redan 1942 gjorde forskaren Mats Waern en ordentlig dyk-inventering vid Singö. Denna tidiga undersökning har visat sig oerhört värdefull för att få en bild av hur det såg ut under ytan innan övergödningen tog fart.

## BLÅSTÅNG I SVEALAND



## TÅNGBÄLTEN I SVEALAND

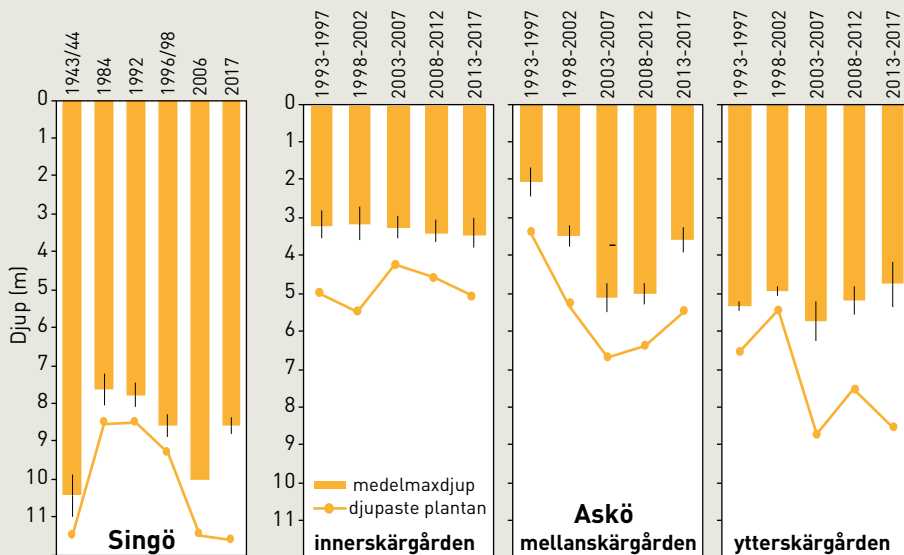


▲ Ett urval resultat från olika dykundersökningar i Svealands skärgårdar under 2000-talet. Tångbältet utgör en viktig livsmiljö för många olika arter, och den djupast växande plantan indikerar hur långt ner tången kan leva.

Staplarna visar hur djupt det sammanhängande tångbältet sträcker sig (25% yttäckning), och prickarna visar den djupaste observationen av blåstång på varje lokal (1%). Notera hur staplarna för Singö och Askö skiljer sig från staplarna på nästa sida.



## BLÅSTÅNGENS DJUPUTBREDNING



Staplarna visar medelvärdet av den djupaste observationen på varje lokal, inklusive Standard Error. Prickarna visar den djupaste observationen under respektive inventering.

◀◀ Blåstångens djuputbredning på sex lokaler utanför Singö vid inventeringar från 1942–2017. En sjuttio år lång tidsserie som visar övergödningens effekter på livsrummet för denna viktiga art. Utbredningen har ökat igen på 2000-talet. Åren 1996/98 och 2006 inventerades endast fem av de sex lokalerna.

◀ Blåstångens djuputbredning i Asköområdet under tidsperioden 1993–2017. Utbredningen har ökat framför allt i de yttre delarna av skärgården. Inner- och mellanskärgård representeras av två lokaler vardera och ytterskärgården av tre lokaler.



Undersökningarna görs med dykare som simmar längs en linje från ytan tills det blir för mörkt för växterna att leva. Anteckningar görs hela tiden om vilka arter som finns och hur stor del av bottenytan de täcker.

Askö ligger i ett område som är relativt opåverkat av punktutsläpp och de diffusa utsläppen från landavrinning är mycket små. Det gör att miljötillståndet där kan fungera som en baslinje att jämföra med när man gör undersökningar i andra områden. Undersökningarna av växtsamhället görs också uppdelat på inner-, mellan- och ytterskärgård för att spegla de skillnader som närheten till land och öppet hav ger.

Resultaten visar att blåstångens djuputbredning som väntat minskar inåt i skärgården eftersom vattnet på grund av avrinning generellt är grumligare ju närmare fastlandet man kommer. I mellan- och ytterskärgården växer blåstången numera på allt större djup vilket tyder på att vattenkvaliteten har förbättrats sedan år 1993. I innerskärgården är situationen oförändrad.

### Stor skillnad sedan 1942

År 2017 återbesökte vi även sex lokaler utanför Singö, i norra delen av Svealandskusten. Här gjorde forskaren Mats Waern redan 1942 en av de tidigaste dokumenterade dykinventeringarna i Sverige. Samma områden har därefter återbesökts i olika omgångar under åren. Därmed har vi en lång och övertygande tidsserie som sträcker sig över mer än 70 år, som pedagogiskt visar hur övergödningen av vårt hav påverkat blåstångens djuputbredning.

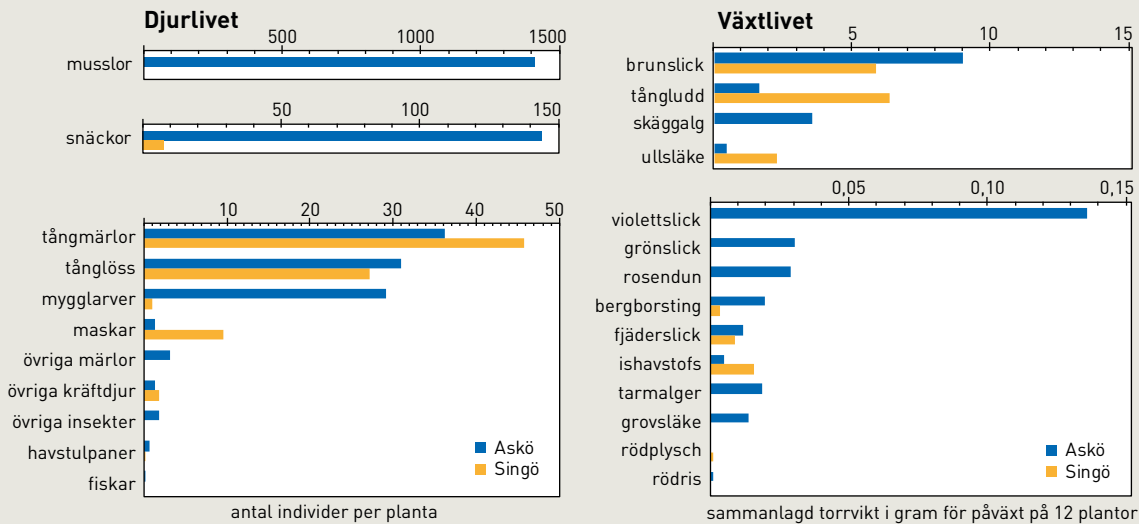
Singöområdet motsvarar Asköområdets ytterskärgård, men här är salthalten lägre, vattnet klarare och det är generellt mer exponerat för vågor. När Waern undersökte området på 1940-talet så växte blåstången ända ner till över 11 meters djup. Det är de djupaste observationerna av blåstång som gjorts i Svealand. Vid det första återbesöket år 1984 hade djupet minskat betydligt, då noterades blåstång som djupast på drygt 8 meter. Det gör tre meters skillnad i djupled, och utgör en avsevärd minskning av livsutrymme för blåstång och alla andra arter som trivs i dessa skogar.

Under 2000-talet har blåstång glädjande nog åter note-





## LIVET I EN TÅNGRUSKA



◀ Figurerna visar hur många olika djur och hur mycket påväxtalger som man hittar på en tångruska från Askö respektive Singö. Notera de olika skalorna. Det finns betydligt fler både djur och växter i Askötången. Det beror sannolikt på att salthalten är lägre vid Singö, och att området är hårdare utsatt för vågor.

Värdena baseras på 12 blåstångsruskor insamlade i vardera Asköområdet och Singöområdet under 2017. Växter och djur har delats in, efter art eller grupp, i olika taxa, och vägts eller räknats. För växterna visas den sammanlagda torrvikten. För djuren ett medelvärde per planta.

rats på samma djup som på 1940-talet, men det rör sig nu endast om enstaka plantor. Generellt är djuputbredningen av blåstång på de sex lokalerna fortfarande mindre än på 1940-talet, även om det går åt rätt håll.

### Många enstaka undersökningar

I många andra områden runt om i Svealand har det gjorts enstaka inventeringar för att undersöka hur växtsamhället ser ut, vilka arter som finns och hur djupt de växer. Blåstången är ofta i fokus. I figurerna visas hur djupt det sammanhängande tångbältet breder ut sig, även vid Askö och Singö, och hur långt ner man hittar den djupaste plantan. Som framgår av figurerna är skillnaderna ganska stora mellan olika områden. Det beror i stor utsträckning på salthalt och på hur nära fastlandet samt hur skyddat området ligger. Direkt påverkan från olika mänskliga verksamheter ger naturligtvis stora effekter och är det som man i första hand försöker skydda mot. Övergödning är en viktig orsak, men även fysisk påverkan som byggnationer, muddring och båthamnar gör det svårt för blåstången, liksom påverkan från giftiga båtbottnfärger och andra otrevliga utsläpp.

### Blåstången som livsmiljö

Inom miljöövervakningen har man anpassat provtagningsmetoden för att mer specifikt studera vilka djur och växter som lever på och i tången. Tidigare har man skrapat rent en yta i tångbältet för att i laboratoriet kunna detaljstudera vilka organismer man hittat. Nu samlar man istället in ett antal tångplantor från samma djup men från olika lokaler, och jämför både tångens storlek och dess djur- och algsamhälle.

Från både Askö och Singö samlades således 12 blåstångsruskor, och antalet olika djur och växter på varje planta har sedan omsorgsfullt dokumenterats.

### Artrikt vid Askö

Blåstången från Askö hade betydligt mer artrika djursamhället än tången utanför Singö. Totalt hittades 31 olika djurgrupper i tångexemplaren från Askö men endast 13 djurgrupper från Singöområdet.

Vid Askö var musslor, främst unga hjärtmusslor, mycket talrika och en planta hyste i snitt 1400 individer. Även snäckor var vanliga på Asköblåstången men, liksom musslor, betydligt mer ovanliga på Singöområdets blåstång. De betande kräftdjuren tångmärlor och tånglöss förekom däremot i ungefär samma utsträckning.

Skillnaderna i artsammansättning och förekomst beror sannolikt på vågexponering och salthalt. Singöområdet har lägre salthalt jämfört med Asköområdet och är generellt mer vågexponerat. Kraftiga vågrörelser påverkar framförallt förekomsten snäckor och musslor som har svårt att sitta kvar på tången när kraftiga vågor ruskar om dem. Tångmärlor och många andra kräftdjur är duktiga på att klamra sig fast för att inte svepas bort av vågorna.

### Mindre påväxt vid Singö

Blåstången hyser också ofta ett artrikt algsamhälle i form av olika påväxtalger. De är oftast ettåriga och förekommer främst under vissa perioder på året, några på våren och andra på sensommaren, precis som blommor på landbacken. De flesta gynnas av övergödning, eftersom de är mycket bra på att ta upp näring ur vattnet. Dessa påväxtalger kan bidra till en mer komplex livsmiljö för djuren, men alltför mycket är inte bra eftersom de även tynger ned och skuggar tången och därigenom hämmar fotosyntesen.

Singötången hade generellt mindre påväxt än Askötången. Totalt noterades 14 taxa, arter eller artgrupper, av påväxtalger men fyra taxa dominerade. Skillnaderna mellan områdena förklaras delvis av den högre vågexponeringen i Singöområdet, men säkert har det klara och relativt näringsfattiga vattnet en del i förklaringen.

# Hur påverkar fritidsbåtar undervattensnaturen?

• Sofia Wikström, Josefin Sagerman & Joakim Hansen, Stockholms universitet

**Fritidsbåtar orsakar utsläpp till havet och fysiska skador på ängar av sjögräs och andra vattenväxter. Men behöver det vara en konflikt mellan båtliv och en god havsmiljö? Kunskap om hur och var de värdefulla ängarna under vattnet påverkas kan hjälpa oss att undvika miljöpåverkan från fritidsbåtar.**

Sveriges långa kust ger utmärkta förutsättningar för båtliv och många utnyttjar möjligheten att uppleva kusterna från fritidsbåt. Ungefär var elfte svensk äger en fritidsbåt, vilket är en hög andel av befolkningen om man jämför med de flesta andra länder. Båtlivet vid kusterna värdesätts mycket högt av många svenskar och tillresta turister.

## Stadig utbyggnad

Samtidigt frågar sig forskare och miljöförvaltare vad båtlivet har för effekter på havsmiljön. Fritidsbåtar är en viktig drivkraft för småskalig exploatering av kusten. Flera forskare har pekat på att det sker en långsam men stadig utbyggnad av bryggor och småbåtshamnar i många kustområden, tillsammans med småskaliga muddringar för att öka tillgängligheten.

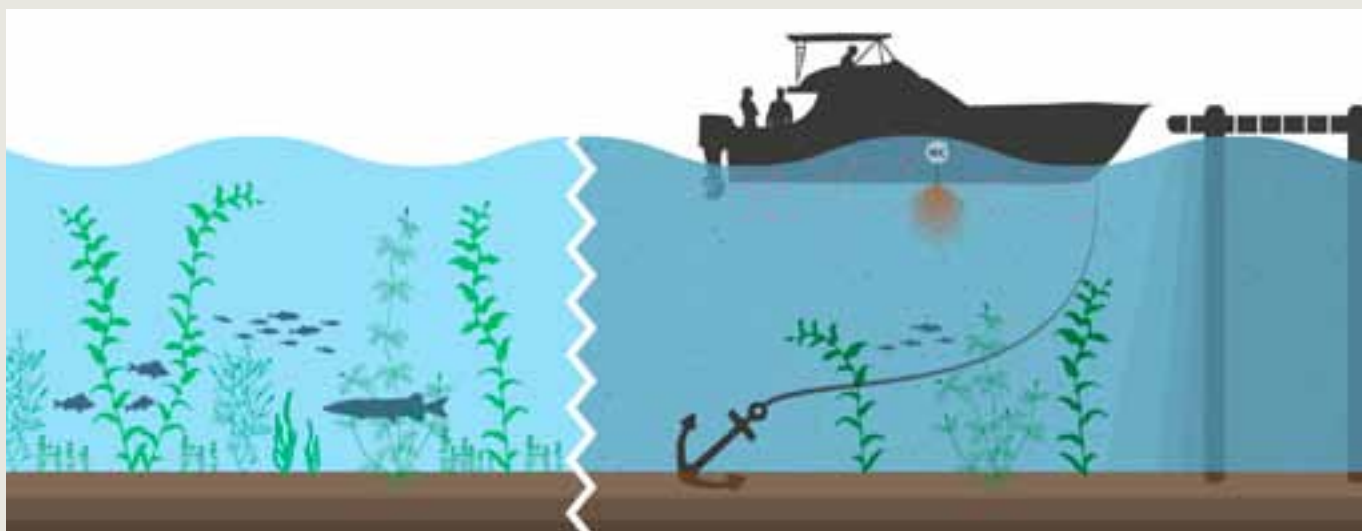
Frågan om effekter av fritidsbåtar blir högaktuell när det gäller förvaltning av marina naturreservat och andra skyddade områden. En stor del av de marina naturreservaten längs Svealandskusten är inrättade för att ge allmänheten tillgång till kust- och skärgårdsnatur, samtidigt som de ska skydda naturen. Då måste vi veta om, och i så fall när, det finns en konflikt mellan målsättningarna om att gynna rörligt friluftsliv och att skydda undervattensmiljön.

## Viktig miljö

Så frågan är om det finns en motsättning mellan båtliv och en god havsmiljö. För att hjälpa till att besvara den frågan har vi gjort en kunskapsammanställning om effekter av fritidsbåtar på undervattensväxter i grunda områden. Vi har letat upp de studier som finns från hela världen, från kustområdena men även från sjöar och stora vattendrag, där forskare har mätt effekterna av båttrafik på undervattensväxter.

Varför har vi då valt att fokusera på hur fritidsbåtar kan påverka undervattensväxter? Den första anledningen är att undervattensängar har pekats ut som en av de miljöer som är känsligast för påverkan från båttrafik. Ängarna finns framförallt i riktigt grunda områden, där risken för direkt påverkan från båtar är som störst. Och eftersom växterna

## FRITIDSBÅTARS PÅVERKAN PÅ VATTENMILJÖN







▲ Södra delen av Älvsalaviken i Stockholms skärgård – ett typiskt exempel på en skyddad vik där båtar och bryggor breder ut sig.

är beroende av klart vatten är de extra känsliga för den uppgrumling som båtar kan orsaka.

En annan anledning är att ängar av undervattensväxter fyller en viktig funktion i grunda kustområden. Genom att dämpa vattenrörelser och binda botten med sina rötter

kan de förhindra bottenerosion. När ängarna glesas ut eller försvinner ökar risken för att sediment rörs upp från botten, så att vattnet blir grumligt.

Undervattensängar är också en viktig livsmiljö för många djur. I Östersjöns grunda kustområden är de en viktig barnkammare för många fiskar med sötvattensursprung, exempelvis abborre och gädda. Abborren lägger gärna sin rom på växterna och ängarna erbjuder en skyddande miljö för ynglen under deras första månader.

## FAKTA

### Så påverkar fritidsbåtarna undervattensängarna

Fritidsbåtar påverkar undervattensängarna på flera sätt:

- Utsläpp av giftiga ämnen från båtbottnfärger och båtmotorer skadar växterna eller djuren som lever i ängarna.
- Båttoaletter släpper ut näringsämnen som bidrar till övergödning av kustvattnet, ett av de största hoten mot dessa miljöer.
- Båtskrov och propellrar skapar svall och vattenströmmar som eroderar botten och rör upp sediment och näring. Det gör att vattnet blir grumligare och att mindre ljus når ned till botten, vilket försämrar miljön för bottenlevande växter.
- Båtarna kan också orsaka fysiska skador på ängarna, om växter fastnar i propellrar och slits loss, eller om ankare rycker med sig växter från botten.
- Fritidsbåtlivet bidrar till utbyggnad av bryggor och småbåtshamnar i grunda kustområden. Bryggor skuggar botten och försämrar därmed förhållandena för växterna.

### Flera saker påverkar

Vår kunskapssammanställning visar att både bryggor och båttrafik påverkar undervattensängar i grunda områden. Anläggandet av bryggor leder till att växtligheten glesas ut kraftigt och i många fall försvinner helt direkt under och precis intill bryggan. En viss utglesning av ängarna kan ses så långt som åtta meter från kanten på bryggan.

Men en intressant slutsats är att det går att minska den negativa påverkan på undervattensängarna genom att välja en bryggkonstruktion som skuggar botten så lite som möjligt. Några studier visar exempelvis att förlusten av undervattensväxter är mindre under en fast brygg, som placeras en bit över vattenytan, jämfört med en flytbrygga. Bryggans storlek och i vilket väderstreck den är orienterad kan också påverka skuggningseffekten.





Den här typen av undervattensängar är en viktig livsmiljö för många djur.

Effekten av själva båttrafiken kan också variera, beroende på flera faktorer. Det finns studier som visar att 75–80 procent av växterna försvinner i områden med båttrafik jämfört med ofrafikerade områden. Men det finns också exempel där skillnaden är så liten som 10 procent.

En faktor som styr påverkan är trafikintensiteten – hur många båtar som rör sig i ett område och hur snabbt de kör. En ensam båt ger inte mycket uppgrumling eller utsläpp och den största effekten kan förväntas i områden som är hårt trafikerade under den varma årstiden. Studier från inlandsvatten i England visar att i områden med över 1 500 fritidsbåtpassager per år är det vanligt att ängarna är mycket glesa eller saknas helt. Vi har inte tillräckligt med kunskap för att ge ett motsvarande mått för Östersjöns kustområden. Men de studier som finns från Sverige tyder på att det krävs mer än bara gles trafik av fritidsbåtar för att se en tydlig effekt på undervattensängarna.

### Fart och mängd styr

Förutom skillnader i trafikintensitet är det troligt att vissa miljöer är känsligare än andra för båttrafik. Effekten av uppgrumling kan exempelvis förväntas vara störst i naturligt vågskyddade områden, där botten täcks av fin sediment och organiskt material som rörs upp lätt och tar lång tid på sig att sjunka till botten igen. Direkt fysisk påverkan från propellrar är störst i riktigt grunda områden och i ängar med högväxta vattenväxter. Effekten av giftiga utsläpp från båtbottnfärger och båtmotorer är störst i områden med många båtar och begränsad vattenomsättning.

### Det går att minska effekter

Allt det här pekar på att grunda, mer eller mindre avsnörda havsvikar är lite extra känsliga för påverkan från fritidsbåtar. Det är också i sådana vikar vi ofta hittar de rikaste och mest värdefulla undervattensängarna längs Svealandskusten. Samtidigt erbjuder dessa vikar en skyddad förankringsplats och väljs ofta ut för anläggning av bryggor och småbåtshamnar, eller används som naturhamnar.

Forskningen pekar alltså på att det är i grunda vikar vi har störst risk för en konflikt mellan fritidsbåtar och skydd av värdefulla miljöer. Men den visar också att det finns sätt att minska risken för konflikt. Ett sätt är att väga in kunskap om var det finns värdefulla undervattensängar i fysisk planering och vid beslut om strandskydd och strandnära byggande. Både för att minska risken för skuggning från bryggor och för att undvika att placera bryggor så att de leder till ökad trafik i känsliga områden

Om vi undviker att köra båt, ankra och anlägga bryggor i de mest skyddade, och därmed mest känsliga, vikarna så kan vi fortsätta med vårt båtliv utan att skada dessa värdefulla ängar!

---

#### LÄS MER:

Faktasammanställning med råd till förvaltare:

*Så påverkar båtlivet kustens bottenväxter*,  
Stockholms universitets Östersjöcentrum

<https://bit.ly/2GuuAQB>



# ReFisk – nya fiskeregler längs ostkusten

✦ Henrik C Andersson, Länsstyrelsen Stockholm

I Svealand pågår projektet ReFisk. Det syftar till att ta reda på om fredningsområden för fisk är ett bra sätt att skapa ett hållbart fiskbestånd. Dessutom undersöker vi vad mer rovfisk ger för konkreta effekter på ekosystemet och passar på att lära oss mer om den viktiga rovfisken gäddan. Resultatet av projektet ska bli ett väl regionalt förankrat och kunskapsbaserat förslag till bättre fiskeregler.

**H**avs- och Vattenmyndigheten har påbörjat en översyn och revidering av fiskeregler för kustområden i Sverige. För att underlätta det arbetet för mellersta ostkusten har Länsstyrelsen i Stockholm tagit initiativet ReFisk.

## Fiskar med problem

Översynen av reglerna berör vad som brukar kallas nationellt förvaltade fiskarter. Till dessa hör exempelvis alla de sötvattensarter som finns i ostkustens skärgårdar. De huvudsakliga målarterna är gädda, gös, abborre, sik och havsöring.

När det gäller bestånden av gädda och gös har det varit kraftiga nedgångar under senaste 30-årsperioden och det krävs både en skärpning av fiskeregler, skydd av lekombåden, fiskevård, förvaltning av gräsäl och skarv samt åtgärder för att förbättra miljösituationen i hela Östersjön för att stärka dessa bestånd.

I ostkustens skärgårdar är merparten av alla vatten enskilda fiskevatten med begränsad fri fiskerätt för allmän-

Det är viktigt att nå ut med information om projektet till alla fiskeintresserade. Möten, artiklar, facebook, fiske-tävling och en film på youtube är några exempel på viktiga insatser.





▲ I Stockholmsvikarna genomfördes även provfiske med översiktsnät. Där rovfisk, som exempelvis gädda, saknades kunde det vara stora mängder småfisk som har en negativ påverkan på miljön. I detta fall storspigg som kunde förekomma i mycket stora mängder. FOTO: JOHAN PERSSON



▲ För att undersöka betningstrycket på botten djur sattes det ut små pinnar med levande gammarus fastlimmade på en tunn lina som sedan räknades en gång i timmen. FOTO: HENRIK C. ANDERSSON



▲ Inom Refisk har det märkts närmare 500 gäddor för att få reda på mer om hur de rör sig. Den som fångar och rapporterar flest märkta gäddor vinner ett fint pris. FOTO: HENRIK C. ANDERSSON

heten. Fisket utgörs i princip enbart av handredskapsfiske. För att fiskereglerna ska gälla alla måste de införas i Havs- och vattenmyndighetens författningssamling. De regler som kan komma att ändras är minimimått och maximimått, fångst- och redskapsbegränsningar, fredningstider och fredningsområden. Målet är att bidra till en mer hållbar fiskeförvaltning för området.

### Lyckat samarbetsprojekt

I början av 2000-talet arbetade Länsstyrelsen i Stockholm med att avsätta fredningsområden för fisk i skärgården. Det genomfördes som ett samarbetsprojekt med Skärgårdsstiftelsen, Sportfiskarna, Stockholms läns fiskareförbund och Stockholm läns fiskevattenägarförbund.

Projektet resulterade i 27 fredningsområden med totalt fiskeförbud under perioden 1 april–15 juni. Det var resultatet av en omfattande samrådsprocess och områdena var föreslagna av fiskevattenägarna själva.

En stor del av 2017 års verksamhet inom ramen för projektet Refisk har bestått av en utvärdering av dessa fred-

ningsområden. Har de gett resultat i form av mer fisk? Och har ekosystemet i de fredade vikarna påverkats? Samtidigt har det varit viktigt att fortsätta det lyckosamma förankringsarbetet, och få med alla intressenter i diskussionerna. Två informationsfilmer har spelats in och många möten har hållits för att diskutera möjliga regelförändringar.

### Provfisken och undersökningar

Under 2017 har det genomförts provfisken efter gädda i totalt 30 vikar längs ostkusten. Vi valde ut 15 fredningsområden och en närbelägen vik för varje. Dessa referensområden hade samma grundförutsättningar, men fiske var tillåtet. De flesta vikarna var belägna i Stockholms skärgård. Där utfördes även andra undersökningar för att studera om de förhoppningsvis ökade bestånden av rovfisk gett några andra effekter på ekosystemet. Undersökningarna omfattade provfisken med översiktsnät, vattenkemi, botten djur, djurplankton och växtlighet. Utöver detta undersöktes betetrycket av småfisk på bottenfauna.





## GÄDDFOKUS

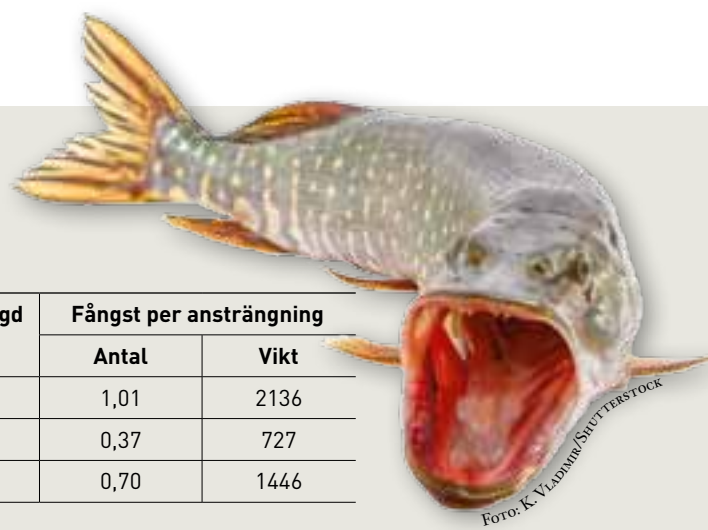
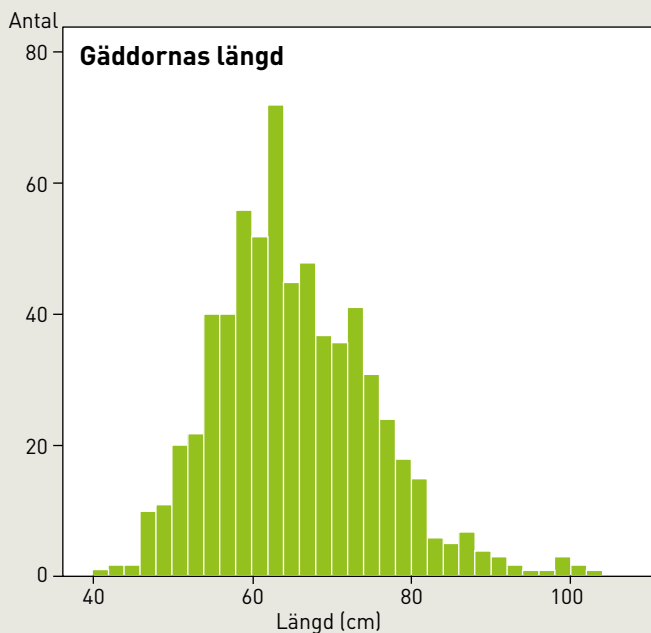


Foto: K. Vladimirov / SHUTTERSTOCK

### PROVFISKE EFTER GÄDDA

Status	Vikar (antal)	Spötimmrar	Fångst (antal)	Medelvikt (g)	Medellängd (cm)	Fångst per ansträngning	
						Antal	Vikt
Skyddad	15	482	486	2118	65,3	1,01	2136
Oskyddad	15	462	172	1952	64,0	0,37	727
Totalt	30	944	658	2075	64,6	0,70	1446

▲ Provfisket i sammanlagt 30 vikar visade att det fanns betydligt mer gädda i de fredade områdena. Där fångades i medeltal 1 gädda per timme medan det i referensområdena fångades färre än 0,4 gäddor per timme.



◀ Sammanlagt fångades 658 gäddor. Medellängden var 65 cm och endast tre stycken var över 1 meter långa. Det får anses som anmärkningsvärt dåligt eftersom ostkusten tidigare har ansetts som ett av världens bästa fiskevatten för stor gädda.

### FAKTA

#### Re-Fisk

Länsstyrelsen i Stockholm driver projektet Refisk. Det ska ta fram underlag för en revidering av fiskereglerna längs ostkusten från Gävleborgs- till och med Östergötlands län. Projektet löper under 2017 och 2018.

Refisk är ett samarbetsprojekt mellan Länsstyrelserna i Gävleborgs, Uppsala, Södermanlands och Östergötlands län, Havs- och vattenmyndigheten, SLUAqua, Stockholms universitet och University of Groningen i Nederländerna.



### Gäddan i fokus

Resultatet visar att fredningsområden har en tydlig positiv effekt på gädda. Fångsten per ansträngning var mer än dubbelt så stor i fredningsområdena jämfört med referensområdena.

Merparten av alla gäddor som fångades märktes före återutsättning och det togs även genetiska prover på ett stort antal fiskar. Syftet med genproverna är att öka kunskapen om gäddbestånden i Stockholms skärgård. När det gäller de märkta fiskarna har Länsstyrelsen utlyst en tävling där den som fångar flest märkta gäddor vinner ett fint pris. Resultaten från detta kommer att hjälpa oss att kartlägga hur gäddorna rör sig mellan vikar och fjärdar och om de, liksom lax och havsöring, återvänder till de lekvikar där de en gång är födda.

### Mycket arbete återstår

Under 2018 återstår ett omfattande arbete med analyser och utvärdering. Dessutom kommer samrådsprocessen med fiskets intressenter och med enskilda fiskerättsägare och föreningar att intensifieras ytterligare.

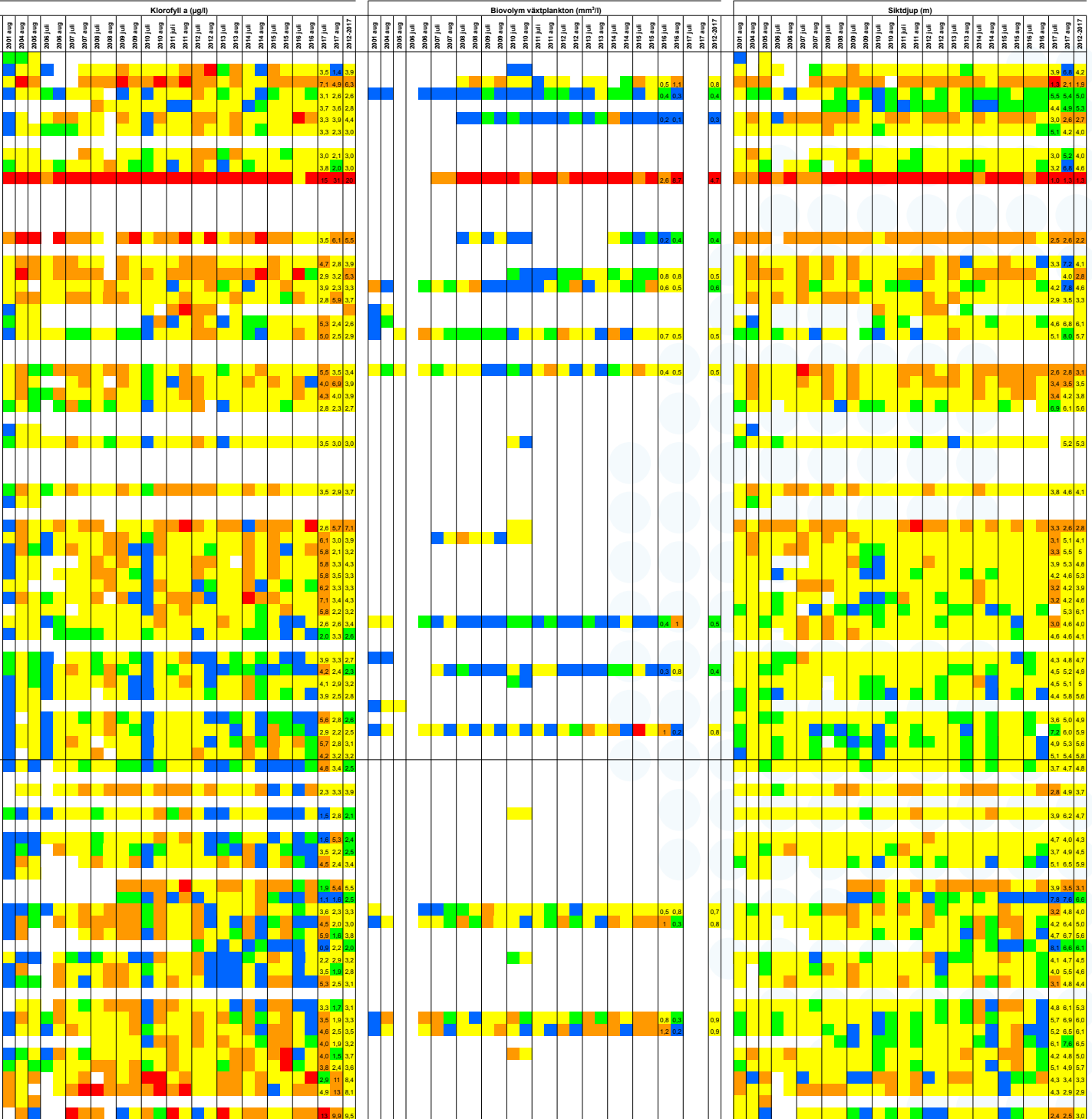
I december ska det finnas ett färdigt förslag på ändrade regler som ska presenteras för Havs- och vattenmyndigheten. Det förslaget ska bli mycket väl regionalt förankrat, och baserat på bästa möjliga kunskap om hur man åstadkommer ett hållbart fiske och friska kustekosystem.





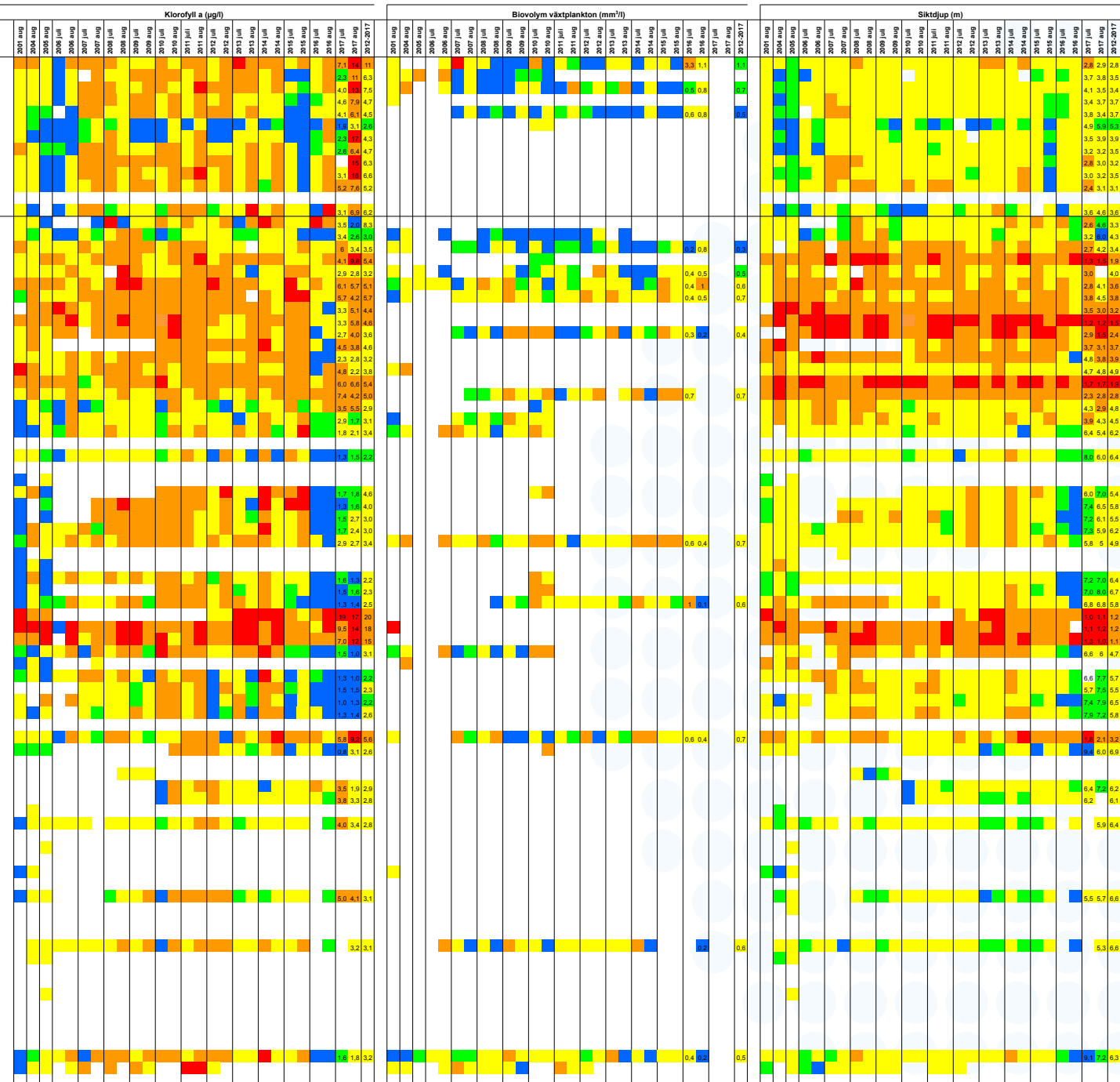
### Ekologisk status

- hög
- god
- måttlig
- otillfredsställande
- dålig









U3  
U4 U4b

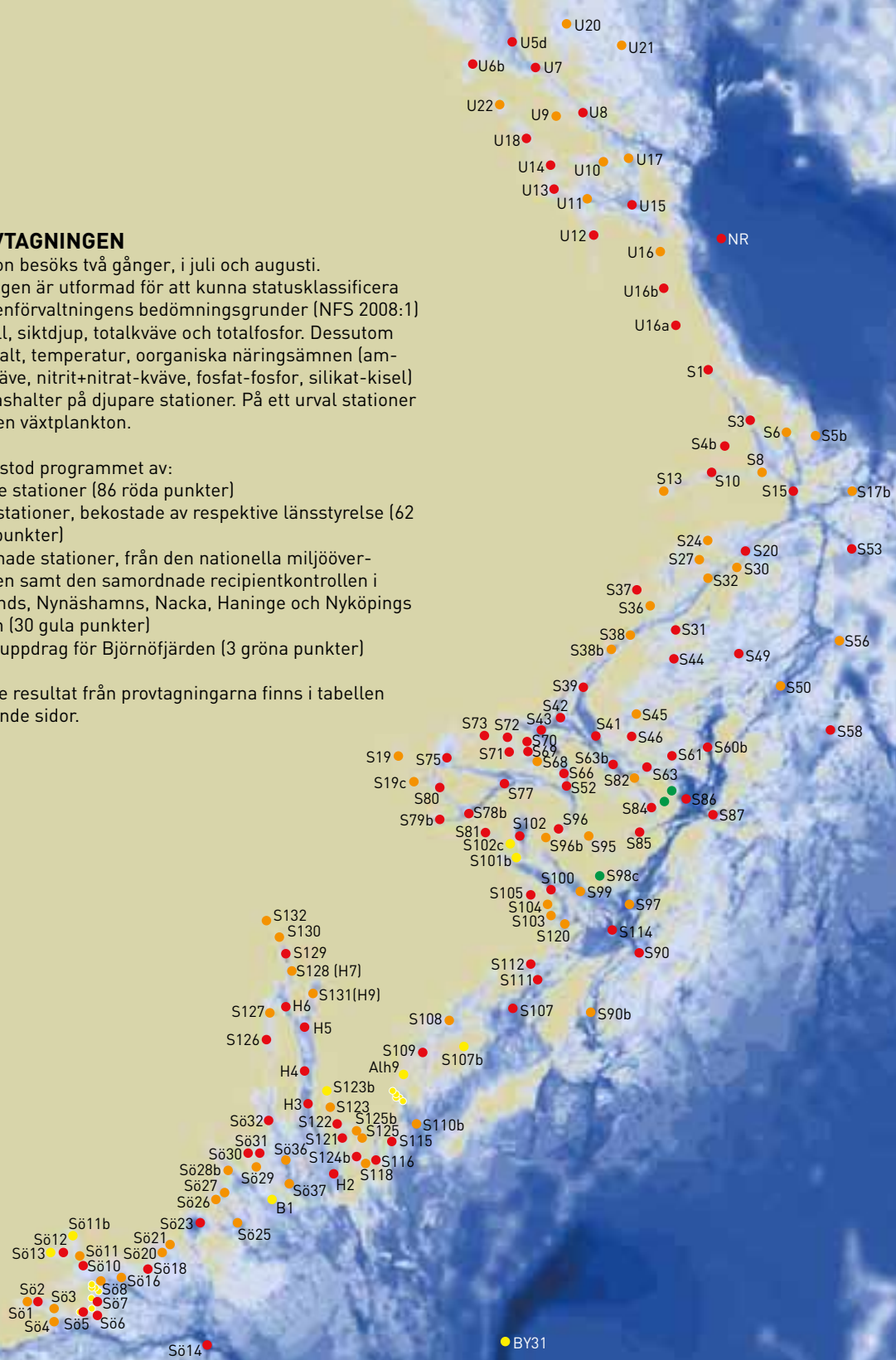
**OM PROVTAGNINGEN**

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 2017 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  
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  
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  
Himmerfjärdens naturvårdsförening  
Håll Sverige Rent  
SIKO (Skärgårdens Intresseföreningars Kontaktorganisation)  
Skärgårdsstiftelsen  
Östra Svealands Fiskevattenägareförbund  
Stockholms universitets Östersjöcentrum  
VAS-rådet (Rådet för vatten- och avloppsamverkan i Stockholms län)

### KONTAKTA FÖRBUNDET:

Svealands kustvattenvårdsförbund  
Box 381 45  
100 64 Stockholm  
[www.skvwf.se](http://www.skvwf.se)  
Frida Eik Kvarnström, förbundssekreterare  
08-580 021 01 / [frida.eik-kvarnstrom@storsthlm.se](mailto:frida.eik-kvarnstrom@storsthlm.se)



**SVEALANDSKUSTEN 2018** 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 egen regi och artiklar från andra aktörer i regionen.

Förbundets omfattande undersökningar av miljötillståndet längs kusten redovisas i år extra utförligt med detaljerade kartor, texter och statusbedömningar. En ny analys visar glädjande nog att gamla lager av fosfor nu äntligen är borta från Stockholms innerskärgård. Det bådär gott för framtiden då Henriksdal investerar i en avancerad ny avloppsreningsteknik. Framtida möjligheter att också rena vattnet från läkemedel och miljögifter diskuteras också.

Skärgårdsstiftelsen presenterar sin betydelsefulla verksamhet i årets medlemsartikel. I Svealand driver länsstyrelserna tillsammans projektet ReFisk som syftar till att ta reda på om fredningsområden för fisk är ett bra sätt att skapa ett hållbart fiskbestånd. Målet är ett väl regionalt förankrat förslag till bättre fiskeregler.

Forskare från Stockholms universitet berättar om blåstången som utgör en viktig livsmiljö för många andra djur och växter. Därför är det glädjande att denna viktiga art börjar återta allt större djup i Svealand. Vi får också veta hur de värdefulla sjögräsängarna i skärgårdens grunda vikar kan skyddas från fritidsbåtarnas ibland förödande inverkan.

