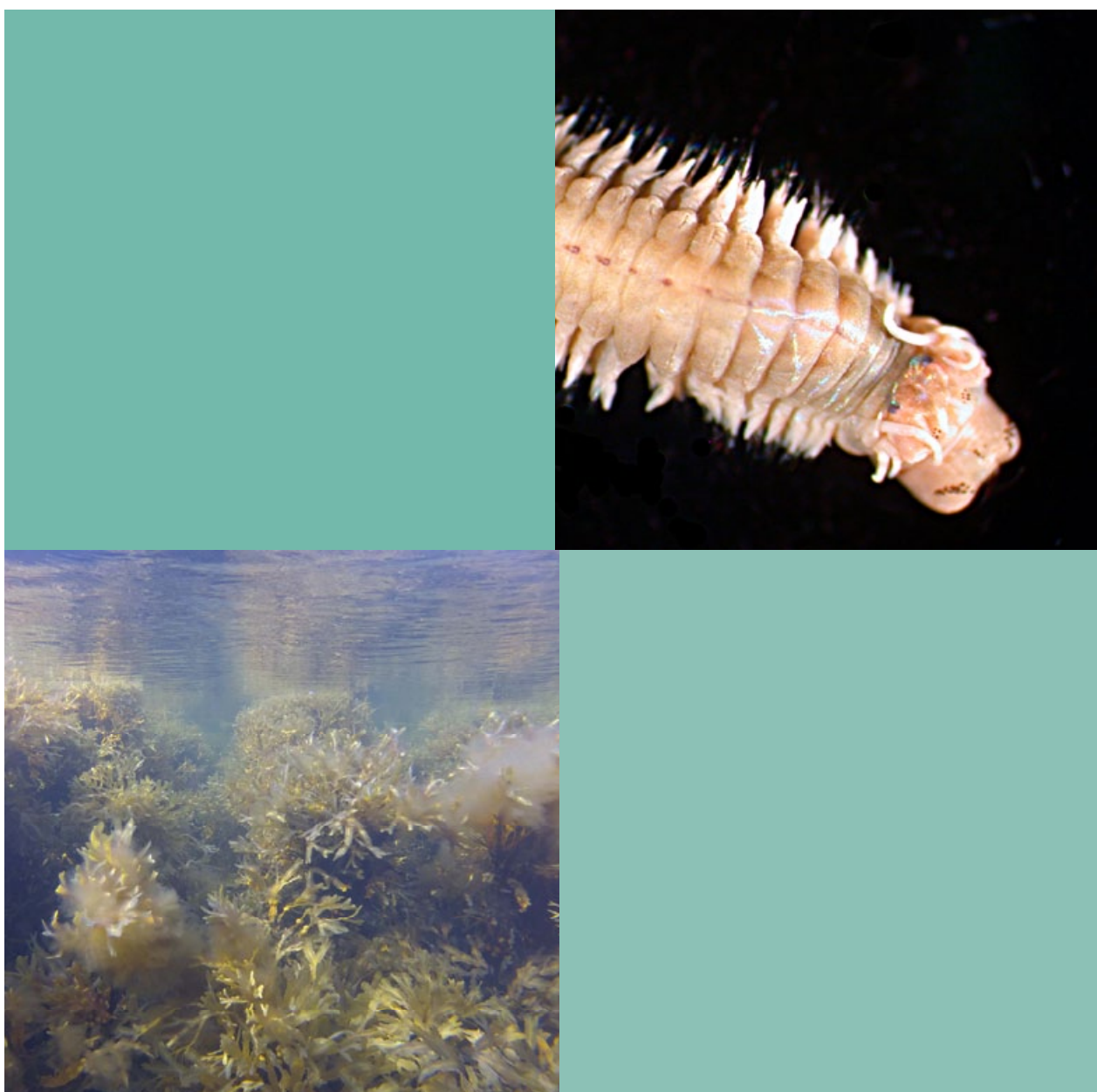


Kalmar läns kustvattenkommittée

Sammanfattande rapport av recipientkontrollen
i Kalmar läns kustvatten 2017



Toxicon rapport 017-18
Härslöv maj 2018

TOXICON AB



Linnéuniversitetet



Föreliggande rapport är en sammanställning av 2017-års mätningar längs Kalmar-kusten inom Kustvattenkommittén i Kalmar Län. Den är baserad på separata rapporter av Linnéuniversitetet (Kalmar), Calluna AB och Toxicon AB. Samtliga diagram och beräkningar är hämtade från dessa rapporter. Alla bedömningar som redovisas är gjorda av respektive rapportförfattare. För fullständiga metodbeskrivningar samt databilagor, hänvisas till respektive delrapport.

Fotot på havbortsmasken *Hediste* på framsidan är taget av Fredrik Lundgren, medan fotot på frodigt tångbälte vid Simpevarp är taget av Stefan Tobiasson.

Beställare: Kustvattenkommittén i Kalmar Län
Regionförbundet i Kalmar län

Utförare: Per Olsson, Toxicon AB

Härslöv 2018-05-15

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	4
INLEDNING	8
HYDROGRAFI	9
BOTTENVEGETATION	15
BOTTENFAUNA.....	22
KUSTFISKÖVERVAKNING	31
MILJÖGIFTER I BIOTA	37
FISKFYSIOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR I TÅNGLAKE	45

Sammanfattning

Kommuner och industrier med avloppsvattenutsläpp i kustvattenområdena inom Kalmar län har sedan 1984 genomfört en samordnad recipientkontroll för hela kustområdet. Kontrollen omfattar moment som svarar mot såväl närings- som miljögiftsbelastning. För att ge möjlighet till jämförelse har ett antal referensstationer undersökts regelbundet. Programmet har löpt med årliga provtagningar samt utvidgade sedimentprovtagningar vart femte år. Undersökningar inom programmet för 2017 omfattar hydrografi, bottenvegetation (makroalger och ålgräs), bottenfauna, beståndsundersökningar av kustfisk och fiskhälsoundersökningar samt undersökningar av miljögifter i blåmussla och blåstång.

Denna rapport är en sammanfattande årsrapport för 2017, baserad på rapporter från de olika ingående momenten med dess utförare.

Hydrografi

Under 2017 utförde Calluna AB i samarbete med Eurofins Environment Testing Sweden AB, recipientkontrollprogrammet för Kalmar läns kustvatten.

De fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna näringsämnen, siktdjup samt klorofyll a (som ingår i den biologiska kvalitetsfaktorn växtplankton) utvärderades enligt gällande bedömningsgrunder för kustvatten. Syreförhållandena i bottenvattnet undersöktes kvalitativt då provtagningsintensiteten var lägre än vad som krävs för statusklassning enligt ovanstående bedömningsgrunder. Därutöver visualiseras och kommenteras utvecklingen av undersökta parametrar sedan 2011. Utöver analys av Kalmar läns kustvattenstatus har kustvattenvårdsförbundets medlemmars punktutsläpp längs kusten redovisats och jämförelser har gjorts med närliggande kustvattenområden.

Den sammanvägda bedömningen av kvalitetsfaktorn näringsämnen visar att status längs Kalmar läns kust var otillfredsställande till måttlig. Ingen av de 21 provtagna stationerna uppvisade god status med avseende på näringsämnen. Samtliga fem stationer i närheten av Västerviks kommun samt stationer nära Oskarshamn, Kalmar, Mönsterås och Borgholm uppvisade otillfredsställande status. Otillfredsställande status med avseende på näringsämnen noterades också vid en referensstation (Ref-V2) i Kalmarsund. Generellt för alla stationer var att halterna av fosfor, särskilt sommartid, var höga vilket drog ner den sammanvägda statusen av näringsämnen, medan halterna av kväve generellt avvek mindre från referensvärdena.

Kvalitetsfaktorn växtplankton (klorofyll a) indikerade i många fall högre status än kvalitetsfaktorn näringsämnen. Detta beror troligen på att kvävehalterna generellt var förhållandevis låga jämfört med fosfor-

halterna. Tillgången på kväve begränsade således växtplanktontillväxten medan de höga halterna av fosfor försämrade statusbedömningen av näringsämnen. Sju stationer inom fyra vattenförekomster längs Kalmar läns kust bedömdes uppnå god eller hög status med avseende på växtplankton (klorofyll a) medan övriga 14 stationer bedömdes uppnå måttlig eller otillfredsställande status.

Även vad gäller kvalitetsfaktorn siktdjup uppnådde sju stationer god eller hög status, medan 14 stationer uppnådde otillfredsställande till måttlig status. För tre av stationerna med måttlig siktdjupsstatus (M3-V och O1-V) är dock klassificeringen osäker och troligen underskattad eftersom siktdjupet vid flera tillfällen var större än bottendjupet. En station kunde inte bedömas då den var för grund.

Genomgående sämst status (otillfredsställande för två eller tre kvalitetsfaktorer) uppvisade vattenförekomsterna Inre Gamlebyviken, Vivassen, Västrumsfjärden, Gåsfjärden, Mönsteråsområdet, S n Kalmarsund och Västra sjön. Bäst var situationen i Simpevarpsområdet, Emområdet, Ödänglaområdet och S Kalmarsunds utsjövatten. Där uppvisas god eller hög status för kvalitetsfaktorerna växtplankton (klorofyll a) och siktdjup (måttlig siktdjupsstatus för S n Kalmarsund).

Återkommande låga syrgashalter uppmättes i bottenvattnet vid samtliga stationer i Västerviks kommun. Under 2017 uppvisade station V1-V dock inga syrekonzentrationer under 3,5 ml/l. Vid övriga stationer ses inga tecken på syrgasbrist.

Bottenvegetation

Växtsamhällen längs Kalmar läns kust har studerats sedan 1984 genom årlig dyk-inventering längs utlagda transekter. Under 2017 inventerades totalt 28 transekter med tillhörande stödprofiler. Sammantaget besöktes 92 platser.

Enligt bedömningsgrunderna var den ekologiska statusen för växtklädda botten längs Kalmar läns kust överlag god eller hög 2017. Undantag utgörs av några transekter vid Södra Cell och i Västra sjön vid Kalmar där statusen var måttlig. Utanför bruket beror den lägre statusen främst på frånvaro av blåstång medan Västra sjön uppvisar tecken på hög näringsnivå.

Undersökningarna av växtsamhällen i Kalmar län 2017 visar att tångsamhällena hade avsevärt bättre utbredning och täckning än 2016 och de närmast föregående åren. Speciellt vid Oskarshamn men även i området norr om Kalmar och vid Södra Cell innebar 2017 en märkbar förbättring av tångens situation. Trots detta fanns tångbälten (över 25 % täckningsgrad) bara på 54 av de 92 besökta platserna. Västervik är ett av få områ-

den i länet som uppvisade tydliga försämringar jämfört med 2015 och 2016. Undantag utgör stationen V15H i Skeppsbrofjärden där tången sedan 2016 växer så tätt att ett bälte har bildats för första gången sedan undersökningarna startade 1984. Även om tångens utveckling har varit positiv i mellersta kalmarsund de senaste åren kan man konstatera att stationer med långsiktigt positiv utveckling främst ligger i skärgården medan de med sämst utveckling ligger i mer vågexponerade lägen, främst i södra och centrala delarna av länet. Analys av smårutor visar att förekomsten av främst trådformiga grönalger, men även i viss mån rödalger har ökat i Kalmar län. Samtidigt har mängden tång i tångbältena minskat.

Studier på ålgräs visar att det finns många täta och fina ängar ner till 5 meters djup i Kalmarsund medan det är svårare att hitta utbredda ålgräsbestånd på östra sidan av Öland. Utvecklingen för ålgräsets täckning har mestadels varit positiv under de 16 år som undersökningarna har pågått och det finns inga tecken som antyder påverkan från föroreningar. Ålgräsbestånden både i Kalmarsund och på östra sidan av Öland var 2017 något tätare än 2016 och 2015.

Bottenfauna

Programmet för övervakning av mjukbottenfauna längs Kalmar läns kust reviderades inför provtagningen 2016. Totalt 130 stationer fördelade på 14 kluster och 21 havsområden ingår i det nya programmet. Därutöver tillkommer ett kluster med 10 stationer i Lindödjupet på gränsen till Östergötland. Två utsjökluster (NAT Öland och NAT Västervik) provtas av Stockholms Universitet på uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten (HaV). Resultatet från resterande 120 provtagningsstationer redovisas i denna rapport. Under våren 2016 provtogs 70 av stationerna med ett hugg vardera och 2017 provtogs resterande stationer.

Endast hälften av de 22 provtagna havsområdena längs Kalmar läns kust uppnådde god ekologisk status vid undersökningarna 2016 och 2017. I Oskarshamns- och Paskallavikområdet liksom runt Kalmar och Färjestaden var statusen otillfredsställande eller dålig. Även i Misterhults skärgård var statusen otillfredsställande. Många av de 24 stationer som även tidigare ingick i provtagningsprogrammet uppvisar sjunkande medelvärden för BQI. Även stationer belägna i områden som rimligen borde vara relativt opåverkade av föroreningar hade förhållandevis låga BQI-värden. Mönsteråsviken och i viss mån Fågelöfjärden uppvisar till skillnad från andra havsområden ökande trend för BQI och ökad status från otillfredsställande till god.

Djur påträffades på samtliga 120 undersökta stationer men antalet arter var en aning lägre än tidigare år. Under perioden 1995-2017 har medelartantalet minskat signifikant. Föroreningskänsliga arter som fjällborstmask och vitmärta fanns i väldigt liten mängd vid provtagningen 2016 och 2017. På några stationer antyder låg biomassa för östersjömusslor problem med syretillgången. Rovborstmasken *Hediste diversicolor* har stadigt minskat i antal sedan mitten på 1990-talet och förekomsten var även 2016/17 väldigt liten. Den totala biomassan på stationerna var också ovanligt liten 2016/17 och uppvisar en minskande trend, främst beroende på mindre mängd östersjömusslor. Mängden fjädermygglarver var däremot väldigt stor. Denna grupp dominerade djursamhällena i Paskallavik men var väldigt vanliga även i Oskarshamnsområdet, Lusärnafjärden och runt Kalmar och Färjestaden. Även i Misterhults skärgård utgjorde fjädermygglarverna en betydande del av biomassan.

Sammantaget visar undersökningarna att situationen för djurlivet i bottenarna längs Kalmar läns kust har blivit något sämre de senaste 20 åren. De visar också att flera havsområden har sämre status än önskat.

Kustfiskövervakning

Fisksamhället i området kring Mönsterås bruk, samt i referensområdet Vinö i Misterhults skärgård har studerats sedan 1995 genom provfiske med nätlänkar under sommaren. Totalfångsten vid Mönsterås har varierat under perioden 1995-2017, men någon säkerställd förändring kan inte ses. Vid Vinö noteras däremot en minskad totalfångst sedan 1995.

En förändring av fisksamhällets artsammansättning vid Mönsterås bruk kan ses från slutet av 1990-talet då fångsten av mört minskade och ersattes av framförallt björkna och sarv. Den invasiva arten svartmunnad smörbult dök upp i södra delen av Mönsteråsområdet (Ödängla) 2016. År 2017 fångades den även vid Svartö. Totalt fångades drygt 100 individer, vilket är en stor ökning jämfört med tidigare år. De senaste fem åren har även fångsten av gers ökat tydligt i Mönsteråsområdet, något som också noterats i andra provfisken längs östersjökusten.

I Östersjön används abborre som modellart inom miljöövervakningen. Någon säkerställd långtidsförändring för abborre kan inte ses vid Mönsterås, där abborrfångsten varierat stort under perioden 1995-2017. En minskande trend för abborre noteras däremot vid Vinö.

År 2011 fångades relativt mycket abborre runt Mönsterås bruk, både små och stora individer förekom. Sedan dess har fångsten av abborre gradvis minskat och 2017 stod abborre för mindre än 5 % av fångsten. Av

de abborrar som analyserades med avseende på ålder dominerade ettåringar antalsmässigt. Vid Vinö var vattentemperaturen under provfisket 2017 relativt låg, 15,6 grader, vilket gjorde att abborrfångsten där var lägre än normalt, men trots detta ca sju gånger större än i respektive sektion utanför Mönsterås.

Abborrens tillväxttakt var fortsatt hög vid Mönsterås och de få individer som fångades där var generellt av samma längd som ett år äldre individer från referensområdet. 20 % av abborrarna som fångades vid Mönsterås var 25 cm eller större, vid Vinö var motsvarande andel 3 %.

Miljögifter i biota

Undersökningar av metaller och organiska miljögifter i blåmussla (*Mytilus edulis*) samt metaller i blåstång (*Fucus vesiculosus*) genomfördes hösten 2017 längs Kalmar läns kuststräcka på uppdrag av Kalmar läns kustkommitté. På sjutton stationer samlades blåmusslor in och på fyra av dessa samlades dessutom blåstång in. Metaller analyserades i blåmussla och blåstång från stationerna och dessutom analyserades polyaromatiska kolväten (PAHer) i blåmussla från fyra av de sjutton stationerna.

Blåmussla

I blåmussla uppvisade metallhalterna generellt sett ingen eller liten avvikelse från Naturvårdsverkets jämförvärde (bakgrundsvärde). Undantaget var de högre halterna av kadmium, bly och zink i gradienten ut från Oskarshamn där avvikelsen var "tydlig" till "stor" jämfört med jämförvärdet (tabell 1).

Halten kvicksilver, kadmium och bly har också jämförts med HELCOMs bakgrundsgrensvärde (gräns för god status) och effektgränsvärde (gräns för dålig status) för blåmussla. Halten kvicksilver låg på samtliga stationer under eller precis över gränsvärdet för god status. God status uppfylldes endast för tre stationer med avseende på kadmium medan sex stationer uppnådde god status med avseende på bly. Dålig status noterades enbart för bly på tre Oskarshamnstationer (N1Me, N3Me och N4Me) och för kadmium på den innersta Oskarshamnstationen (N1Me).

Generellt sett förelåg för hela undersökningsperioden nedåtgående trender för kadmium och krom på stationerna (tabell 1). Nedåtgående trender fanns för nickel på referensstationerna och stationerna i Oskarshamnsområdet medan koppar och zink uppvisade nedåtgående trender på stationerna i Verkebacksviken (tabell 1). Halten av koppar från Kläckebergaviken (L2MeS) samt halten av bly och zink från Kalmarområdet (K9Me) uppvisade nedåtgående trender (tabell 1).

Detekterbara halter av tre icke-cancerogena PAHer noterades på referensstationen (RefMe1) medan detekterbara halter av fyra cancerogena PAHer hittades på

L2MeS. Inga PAHer detekterades på Oskarshamnstationen N6Me medan 11 av de 16 analyserade PAHerna hittades på Oskarshamnstationen N3Me.

PAHerna fluoranten och benzo(a)pyren uppvisade god miljöstatus i enlighet med vattendirektivet på samtliga stationer. Jämfört med HELCOMs gränsvärde för fluoranten uppvisade N3Me dålig status medan krysen uppvisade dålig status på N3Me och L2MeS. Inga detekterbara halter av krysen och indeno(1,2,3)pyren noterades på övriga stationer men då rapporteringsgränsen är högre än respektive ämnes gränsvärde går det inte att fastställa om gränsvärdet överskreds eller ej. På station N3Me noterades tydligt högre PAH-halter än vad som tidigare noterats på stationen.

Blåstång

I blåstång uppvisade samtliga metaller undantaget zink ingen eller liten avvikelse från Naturvårdsverkets jämförvärde (bakgrundsvärde) (tabell 2). Halten zink överskreds dock på station G1MeS i Verkebacksviken ("tydlig avvikelse").

Halten av kadmium och zink uppvisade över hela undersökningsperioden nedåtgående trender i blåstång både på referens- och recipientstationerna. Dessutom uppvisade halten krom och nickel nedåtgående trend för en av referensstationerna. I recipienten Verkebacksviken uppvisade halten koppar och kvicksilver nedåtgående trend på en av recipientstationerna.

Hälsotillstånd hos tånglake

Under hösten 2017 har en studie av hälsotillstånd och fortplantning hos tånglake genomförts i Mönsterås bruks recipient. De parametrar som ingick i studien var: 1) Fett- och hartssyror samt steroler i galla 2) PAH-metaboliter i galla 3) Enzymet CYP1A's halt och aktivitet (EROD) samt aktiviteten av enzymerna glutathiontransferas (GST) och glutathionreduktas (GR) i lever 4) Histopatologi på lever, njure och gäle 5) Morfometri 6) Fortplantning 7) Könskvotbestämning av yngel 8) Makroskopisk bedömning.

Likt föregående fiske 2014 (Sjölin 2015) fångades få individer vid referenslokalen Slakmöre jämfört med recipientlokalerna, vilket försvårar utvärderingen av data och statistiska analyser. Vid undersökningen 2014 gjordes slutsatsen att populationen minskat på grund av virus- och bakterieinfektion, dock observerades inga sådana tecken under årets fiske. En undersökning av tånglakar i Hanöbukten 2016 indikerade också att arten återhämtat sig efter den infektion som drabbade hela ostkustpopulationen 2014 (Liungman m.fl. 2017). Vid årets fiske fångades, vid samtliga lokaler, många individer av den invasiva arten svartmunnad smörbult i olika storleksklasser, vilket kan tyda på en etablerad population. Arten fångades första gången under 2016 års kustfiskövervakning, vid framförallt recipientloka-

len Svartingskär, och misstänktes kunna konkurrera ut etablerade arter (Olsson 2017). En annan möjlighet är att skarv har haft en stor lokal påverkan på ett fiskebestånd.

Inga skillnader kunde fastställas statistiskt mellan recipientlokalerna och referensen avseende varken påverkansparametrarna (extraktivämen och PAH-metaboliter i galla, EROD-aktivitet), hälsotillståndet eller reproduktionen hos fisken, vilket tyder på att tånglakarna vid recipientlokalerna är inte påverkade av industriella utsläpp. Dock visade resultaten från den histopatologiska undersökningen att recipientlokalerna hade en högre andel nekrotiska celler samt att sämre näringsstatus råder för dessa lokaler jämfört med referenslokalen. Då resultaten inte är helt samstämmiga mellan de olika parametrarna är det dock svårt att dra några mer definitiva slutsatser. Jämförelser med tidigare år försvåras av att olika analysmetoder använts. Eftersom de histopatologiska undersökningarna påvisar

förändringar av en mer kronisk karaktär än de övriga undersökningarna (Naturvårdsverket 2006) finns det ändå en misstanke om att någon form av påverkan skett vid recipientlokalerna.

Då det vid de senaste två fiskena infångats relativt få tånglakehonor vid referenslokalen Slakmöre föreslås att referenslokalens lämplighet för undersökningen utreds, exempelvis genom att studera om alternativa referenslokaler ger liknande resultat. En samordning med provtagningsprogram i närliggande områden skulle kunna möjliggöra nyttjande av gemensamma referenslokaler samt jämförelser längs längre kuststräckor. Förslagsvis skulle också placeringen av recipientlokalerna kunna utredas i samband med detta. Då dagens två recipientlokaler ligger norr respektive söder om utsläppspunkten har dessa olika förutsättningar att visa eventuell påverkan på grund av den dominerande strömriktningen längs kusten.

Inledning

Kommuner och industrier med avloppsvattenutsläpp i kustvattenområdena inom Kalmar län har sedan 1984 genomfört en samordnad recipientkontroll för hela kustområdet. Kontrollen omfattar moment som svarar mot såväl närhalts- som miljögiftsbelastning. För att ge möjlighet till jämförelse har ett antal referensstationer undersökts regelbundet. Programmet har löpt med årliga provtagningar samt utvidgade sedimentprovtagningar vart femte år.

För att samordna recipientkontrollen har Kalmar läns kustvattenkommitté bildats. Kommittén är gemensamt organ för följande företag och organisationer:

- Borgholm Energi AB
- Kalmar Vatten AB
- Kalmar Hamn AB
- Mönsterås kommun
- Mörbylånga kommun
- Oskarshamns kommun
- Oskarshamns Hamn AB
- Torsås kommun
- Västerviks kommun
- ABB AB
- SAFT AB
- Södra Cell AB
- OKG AB
- Gunnebo Industrier AB
- KLS Ugglarps AB
- Kommittén för Ljungbyåns vattenförbund
- Alsteråns vattenråd
- Emåförbundet

Undersökningar inom programmet för 2017 omfattar hydrografi, bottenvegetation (makroalger och ålgräs), bottenfauna, beståndsundersökningar av kustfisk, undersökningar av miljögifter i blåmussla, samt för 2017 undersökningar av fiskfysiologi. För perioden 2015-17 har kommittén upphandlat hydrografiska undersökningar av Calluna AB i samarbete med Eurofins, för bottenvegetation, bottenfauna och beståndsundersökningar av kustfisk av Linnéuniversitetet, Kalmar samt miljögifter i biota av Toxicon AB, Landskrona. Fiskfysiologiundersökningarna 2017 är upphandlade av Calluna AB. Kommittén har även upphandlat uppdraget att sammanställa de olika delundersökningarna i en sammanfattande årsrapport och för 2015-17 har Toxicon detta uppdrag.

Föreliggande rapport är sålunda en sammanfattande syntes av de olika undersökningarna längs Kalmars kust under 2017 och den baseras på årsrapporter från de specifika delundersökningarna. Slutsatser och bedömningar som framförs i denna sammanställning är därför baserad på de olika rapportförfattarnas arbete.

Hydrografi

UTFÖRARE: CALLUNA AB

FÖRFATTARE: JENNIE BARTHEL SVEDÉN

Hydrografiska mätningar omfattar fysikaliska och kemiska parametrar. Till de fysikaliska hör temperatur, salt- och syrehalt, strömmar, och siktdjup. Till de kemiska hör olika närsalter (t.ex. fosfat, nitrat, kisel) och klorofyll. Hydrografins syfte är bl.a. att förstå och förklara skeenden i vattenpelaren, t.ex. omsättning av närsalter eller uppkomst av syrebrist. Eftersom vattenomsättningen i kustområden är ganska hög krävs det att prover tas med hög frekvens (ofta 12 gånger per år) och på flera olika djup (minst var 5:e meter). Data från hydrografi är till mycket stor hjälp, och nödvändiga, för att förklara bl.a. växtplanktonens utveckling och även bottenfaunans. Temperatur och salthalt, och till viss del syre, är s.k. konservativa parametrar, d.v.s. de påverkas inte av några biologiska eller kemiska processer. De styrs helt av väder och vind (solinstrålning, strömmar). Närsalter är icke-konservativa, d.v.s. de styrs till stor del av både biologiska och kemiska processer i vattnet och på botten. De oorganiska närsalterna fosfat, nitrat, nitrit, ammonium och kisel tas upp aktivt av växtplankton för sin tillväxt vilket kan förändra halterna av dessa ämnen. Vid planktonens död bryts deras biomassa ned i vattenpelaren och på bottenarna varvid närsalterna på sikt återförs till vattnet för ny tillväxt. En stor del av det totala kvävet består inte av de oorganiska fraktionerna utan av lösta organiska kväveföreningar. De kan till viss del tas upp av plankton men utgör i huvudsak näring åt de mängder av bakterier och virus som finns i vattnet. Den näring som inför varje säsong finns tillgänglig för havets växter kommer till största del från återförd näring från havsbottenarna. Till detta kommer ett nytillskott genom tillförseln från land. Ju närmare land vi befinner oss, desto större del är nytillskott.

Inledning

Provtagningsområdet sträcker sig från Bergkvara i söder upp till Loftahammar vid norra länsgränsen. Totalt ingår 21 mätstationer i delprogrammet (Figur 1). Av dessa är två stationer referensstationer som provtas en gång per månad 10 gånger om året, (januari-december förutom februari och oktober). 17 stationer provtas 5 gånger per år, januari alternativt februari, juni-augusti samt december och två stationer provtogs 3 gånger (juni-augusti). Resultaten från provtagningarna rapporteras till kustvattenkommittén, länsstyrelsen i Kalmar län samt till den nationella databasen för vilken SMHI är datavärd.



FIGUR 1. Karta över provtagningsstationer och punktutsläpp längs Kalmar läns kust år 2017. Observera att alla förekommande punktutsläpp inte finns med i kartan. Punktutsläppen är A) Helgenäs avloppsreningsverk (ARV), B) Loftahammar ARV, C) Gamleby ARV, D) Almviks ARV, E) Lucerna ARV, F) Blankaholm ARV, G) Figeholms ARV, H) Byxelkroks ARV, I) Ernemar ARV, J) Södra Cell Mönsterås, K) Sandviks ARV, L) Nynäs ARV, M) Gaddenäs ARV, N) Borgholms ARV, O) Kalmar ARV, P) Bergkvara ARV och Q) Oskarshamns kärnkraftverk.

De variabler som mätts och analyserats är temperatur, salthalt, siktdjup, totalhalter av kväve och fosfor, oorganiska kväve-, fosfor- och kiselhalter, syre, totalt organiskt kol (TOC), och klorofyll a. Vattenprover för kemiska analyser togs med Ruttnerhämtare på 0,5 meters djup samt en meter ovanför botten på varje station och vid varje provtagningstillfälle. Analyser av klorofyll a har endast utförts på vattenprover från ytvattnet. Vid varje station bestämdes även siktdjupet med en siktskiva. I sammanställningen nedan har ett urval av figurer tagits med. Alla mätdata finns sammanställd på www.kalmarlanskustvatten.org.

Under provtagningarna 2017 mättes temperatur med sond i fält, medan salinitet mättes på laboratorium av SMHI. Övriga parametrar analyserades av Eurofins Environment Testing Sweden AB vid laboratorium i Lidköping, Uppsala och Vejen, Danmark.

Alla tillståndsbedömningar och statusklassningar har gjorts med hjälp av bedömningsgrunderna framtagna av Naturvårdsverket 2007 (handbok 2007:4) och med senare tillägg/rekommendationer 2013 (HaV 2013).

Resultat

Väderåret 2017

Temperatur- och nederbördsdata (månadsmedelvärden) för Kalmar har hämtats från Klimatdata, SMHI (2018). Referensdata som visas i anslutning till 2017 års värden är, i enlighet med rekommendationer av SMHI, medelvärdet för åren 1961–1990.

Vädret i Kalmar 2017 var i förhållande till referensåren varmare under största delen av året, särskilt under vintermånaderna. Endast juli var kallare än referensåren (figur 2a). Februari och mars skiljde sig mest från genomsnittet 1961–1990 (skillnad 3,3 °C, figur 2a). I

huvudsak följde temperaturkurvan över året kurvan för referensperioden, men var i medeltal 1,5 °C varmare.

Stora fluktuationer sågs i nederbörds mängden mellan månaderna (figur 2b) och det nedkom på årsbasis 64 mm mer nederbörd än under referensperioden. Mest nederbörd (88 mm) noterades i september, men även i juni och oktober nedkom riklig nederbörd (79 mm). Februari och maj uppvisade lägst nederbörds mängd (15 mm). En stor nederbördsvariation kan antas orsaka större variationer i sötvattenspåverkan längs kusten, jämfört med ett år med mer jämn fördelning över året. Detta kan även påverka belastningen av näringsämnen från tillrinnande vattendrag och dagvatten.

Punktutsläpp

Punktutsläpp under 2017 av fosfor, kväve och totalt organiskt kol (TOC) längs Kalmar läns kust från respektive verksamhet redovisas i tabell 1.

TABELL 1. Punktutsläpp längs eller i anslutning till Kalmar läns kust 2017. ARV är en förkortning av avloppsreningsverk.

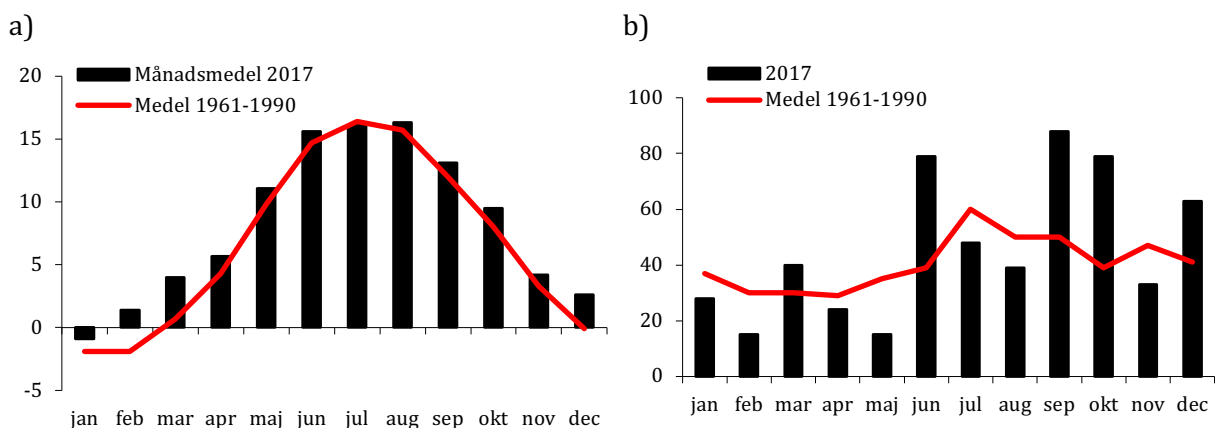
Verksamhet	Volym (m ³ /år)	Totalkväve (kg/år)	Totalfosfor (kg/år)	TOC (kg/år)
Byxelkrok ARV ¹	86 465	3 300	41	1 700
Sandvik ARV ¹		1 570	17	767 ⁴ (2 300)
Borgholm ARV ¹	1 071 800	11 394	206	11 090
Ememar ARV ¹	3 244 000	55 500	690	47 500
Fiegholms ARV	445 000	4000	48	6 360
Kalmar ARV	6 221 919	76 000	1300	107 000
Almvik ARV ²	47 544	1065	5,4	592
Blankaholm ARV ²	22 712	212	8,4	433
Garnleby ARV ²	468 239	2 473	126	7 989
Helgenäs ARV ²	28 618	687	2,2	188
Loftahammar ARV ^{2,3}	59 974	1 682	21,1	599
Lucerna ARV ²	2 926 966	29 200	520	40 000
Simpevarp/Oskarshamns kärnkraftverk	53 474	1 286	9	642
Nynäs ARV ¹	843 234	3 310	130	11 520
Gäddenäs ARV ¹	529 867	7 960	79	2 167 ⁴ (6 500)
Södra Cell Mönsterås	18 600 000	30 100	2 400	1 932 000

¹Inklusive bräddningar

²Tillfälliga värden, kan skilja från slutlig rapport då årsrapport inte var färdig då denna rapport sammanställdes

³Av de redovisade mängderna har 20 061 m³ vatten med 8,4 kg fosfor och 670 kg kväve använts för att bevattna en golfbana och därmed inte direkt belastat Vivassen.

⁴Beräknat från COD-Cr (COD/TOC = 3; Schebel 2012), uppmätt COD-Cr inom parantes



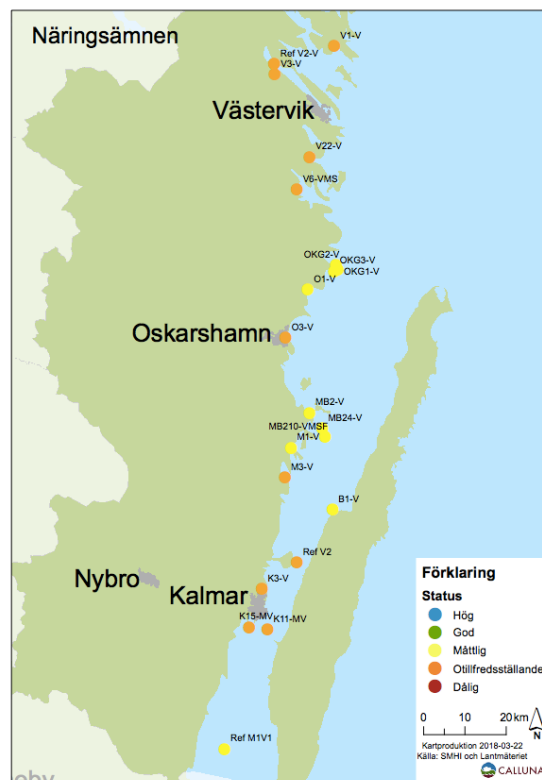
FIGUR 2. Månadsmedeltal av a) temperaturer (°C) och b) nederbörd (mm) i Kalmar under 2017. Den röda linjen markerar för samma mätstation en interpolerad kurva av månadsmedelvärdena under referensåren 1961-1990 (Klimatdata, SMHI).

Liksom föregående år skedde de största punktutsläppen av kväve och fosfor under 2017 från Kalmar ARV, Lucerna ARV, Ernemar ARV och Södra Cell Mönsterås (tabell 3). Vad gäller TOC kommer det största utsläppet från Södra Cell Mönsterås. Station O3-V ligger nära Ernemar ARV (I), MB2-V ligger nära Södra Cell Mönsterås (J) och K15-MV ligger i närheten av Kalmar Vatten (O). Ingen provtagningsstation finns i närområdet kring Lucerna ARV vid Västervik (figur 1).

Näst efter jordbrukets diffusa utsläpp av fosfor och kväve, står punktutsläpp från industrier och reningsverk för de största externa antropogena närsaltskällorna i södra Östersjön. På ett regeringsuppdrag (beslut 2006-09-07; uppdraget beskrivet i Naturvårdsverkets "Aktionsplan för havsmiljö", Rapport 55634) tog Vattenmyndigheten (2009) i södra Östersjön fram en rapport där bland annat punktutsläpp kartlades. Där framgår att de största utsläppen i Kalmar län sker i anslutning till de större städerna. Punktutsläppen från de olika verksamheterna kan också ses i relation till transporten av näringsämnen till havet via vattendrag. Under 2016 transporterades 7,7 ton fosfor och 453 ton kväve via Emån till Östersjön (Nydén 2017). Dessa transporter var lägre än tidigare år på grund av låga flöden. Treårsmedelvärden (2014–2016) för transporten från Emån var 14,9 ton fosfor och 697 ton kväve. Från Ljungbyån transporterades 2016 ca 1,9 ton fosfor, 160 ton kväve och 2100 ton TOC till Östersjön (Olofsson 2017).

Näringsämnen

I likhet med resultaten i föregående årsrapport uppnådde ingen av stationerna eller vattenförekomsterna god status med avseende på näringsämnen (figur 3, tabell 2-4). Drygt hälften av stationerna (11 av 21) uppvisade otillfredsställande status. Stationerna inom typområde



FIGUR 3. Näringsämnesstatus för stationer utmed Kalmar läns kust, 2015-17.

12s (Västerviks kommun) hade alla otillfredsställande status. Inom typområde 8 uppnådde åtta av stationerna måttlig status medan fyra bedömdes ha otillfredsställande status. För två av stationerna med måttlig status (OKG-2 och OKG-3) saknas dock data på näringsämnen under vinterperioden (december–februari), vilket innebär att statusklassning ej kan göras för vinterhalvåret (tabell 4). Hälften av de fyra stationerna inom typområde 9 klassades som otillfredsställande. Sett till vattenförekomst-nivå var den sammanvägda sta-

TABELL 2. Bedömning av status för respektive station för kvalitetsfaktorerna näringsämnen, växtplankton (klorofyll a) och siktdjup, 2015-2017.

Typ	Station	Näringsämnen		Växtplankton (Klorofyll a)			Siktdjup		
		Nklass	Status	EK	Nklass	Status	EK	Nklass	Status
12s	REF V2-V	1,25 ²	Otillfredsställande	0,27	1,60	Otillfredsställande	0,30	1,48	Otillfredsställande
	V1-V	1,67 ³	Otillfredsställande	0,28	1,65	Otillfredsställande	0,36	1,79	Otillfredsställande
	V22-V	1,79 ^{1,2}	Otillfredsställande	0,38 ¹	2,08 ¹	Måttlig	0,37 ¹	1,83 ¹	Otillfredsställande
	V3-V	1,23 ²	Otillfredsställande	0,29	1,71	Otillfredsställande	0,28	1,40	Otillfredsställande
	V6-VMS	1,48	Otillfredsställande	0,23	1,41	Otillfredsställande	0,41	2,05	Måttlig
8	K15-MV	1,62	Otillfredsställande	0,33	1,88	Otillfredsställande	0,32	1,59	Otillfredsställande
	K3-V	1,82	Otillfredsställande	0,30	1,73	Otillfredsställande	Kan ej bedömas		
	M1-V	2,22 ²	Måttlig	0,28	1,63	Otillfredsställande			
	M3-V	1,94	Otillfredsställande	0,56	2,65	Måttlig	0,29*	1,44*	Otillfredsställande
	MB2-V	2,40	Måttlig	0,85	4,26	Hög	0,49*	2,31*	≥ Måttlig ⁴
	MB210-VMSF	2,10	Måttlig	0,79	3,94	God	0,76	3,46	God
	MB24-V	2,12	Måttlig	0,82	4,11	Hög	0,78	3,61	God
	O1-V	2,00	Måttlig	0,54	2,60	Måttlig	0,76*	3,50*	God
	O3-V	1,62	Otillfredsställande	0,38	2,09	Måttlig	0,52*	2,41*	≥ Måttlig ⁴
	OKG1-V	2,31	Måttlig	0,84	4,22	Hög	0,43	2,11	Måttlig
	OKG2-V	2,20	Måttlig	0,89	4,47	Hög	0,87	4,22	Hög
	OKG3-V	2,10	Måttlig	0,83	4,14	Hög	0,77*	3,55*	God
9	B1-V	2,03 ²	Måttlig	0,59	2,76	Måttlig	0,87	4,24	Hög
	K11-MV	1,94	Otillfredsställande	0,59*	2,64*	≥ Måttlig ⁴	0,59*	2,64*	≥ Måttlig ⁴
	REF M1V1	2,16 ²	Måttlig	0,64	2,92	Måttlig	0,63	2,77	Måttlig
	REF V2	1,93	Otillfredsställande	0,71	3,33	God	0,76	3,50	God
				0,52	2,55	Måttlig	0,69	2,96	Måttlig

TABELL 3. Bedömningar av status för respektive vattenförekomst på kvalitetsfaktorerna näringssämnen, växtplankton (klorofyll a) och siktdjup, 2015-2017.

Typ	Vattenförekomst	Näringsämnen		Växtplankton/Klorofyll a			Sikt djup		
		Nklass	Status	EK	Nklass	Status	EK	Nklass	Status
12	Inre Gamlebyviken	1,24 ²	Ottifredsställande	0,28	1,65	Ottifredsställande	0,29	1,44	Ottifredsställande
	Vivassen	1,67 ³	Ottifredsställande	0,28	1,65	Ottifredsställande	0,36	1,79	Ottifredsställande
	Västrumsfjärden	1,79 ^{1,2}	Ottifredsställande	0,38 ¹	2,08 ¹	Måttlig	0,37 ¹	1,83 ¹	Ottifredsställande
	Gåsfjärden	1,48	Ottifredsställande	0,23	1,41	Ottifredsställande	0,41	2,05	Måttlig
8	Simpevarpsomr.	2,21	Måttlig	0,86	4,28	Hög	0,84*	4,04*	Hög
	Fågelöfjärden	2,00	Måttlig	0,54	2,60	Måttlig	0,52*	2,41*	≥ Måttlig ⁴
	Oskarshamnsomr.	1,62	Ottifredsställande	0,38	2,09	Måttlig	0,43	2,11	Måttlig
	Emområdet	2,40	Måttlig	0,85	4,26	Hög	0,76	3,46	God
	Ödänglaomr.	2,11	Måttlig	0,81	4,03	Hög	0,77*	3,56*	God
	Mönsteråsomr.	2,22 ²	Måttlig	0,28	1,63	Ottifredsställande	0,29*	1,44*	Ottifredsställande
	Lövöområdet	1,94	Ottifredsställande	0,56	2,65	Måttlig	0,49*	2,31*	≥ Måttlig ⁴
	S n Kalmarsund	1,82	Ottifredsställande	0,30	1,73	Ottifredsställande	Kan ej bedömas		
	Västra sjön	1,62	Ottifredsställande	0,33	1,88	Ottifredsställande	0,32	1,59	Ottifredsställande
9	S Kalmarsunds utsjövädden	2,05 ²	Måttlig	0,68	3,06	God	0,70	2,99	Måttlig
	M n Kalmarsunds utsjövädden	1,98 ²	Ottifredsställande	0,56	2,65	Måttlig	0,64*	2,80*	Måttlig

tusen gällande näringsämnen måttlig vid Simpevarpsområdet, Fågelöfjärden, Emområdet, Ödänglaområdet, Mönsteråsområdet och S Kalmarsunds utsjövatten. I övriga vattenförekomster uppnåddes otillfredsställande status under perioden 2015–2017 (tabell 3).

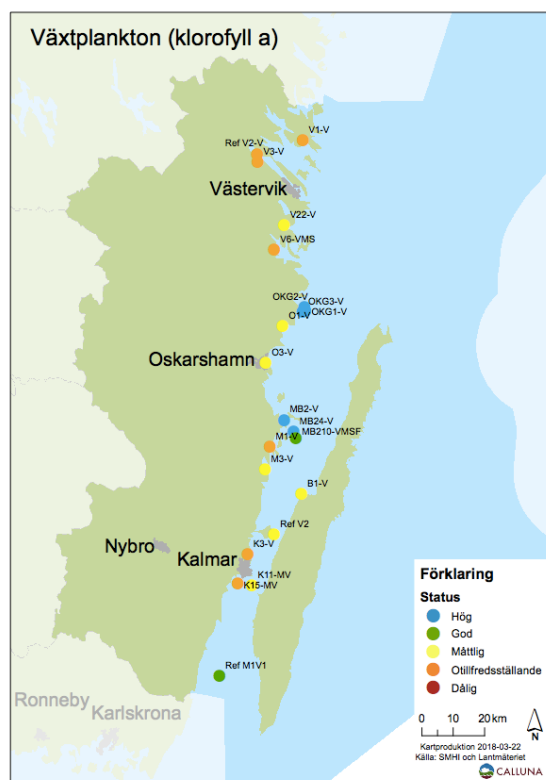
I de flesta fall är det främst de höga koncentrationerna av totalfosfor under sommaren som påverkar statusklassningen negativt (tabell 4). Inom typområde 12s uppvisas också höga koncentrationer av fosfat, totalfosfor och oorganiskt kväve vintertid.

Växtplankton (klorofyll a)

Status med avseende på växtplankton (klorofyll a) uppvisade en stor variation mellan de olika stationerna och vattenförekomsterna för tidsperioden 2015–2017 (tabell 2, figur 4). Inom typområde 12s uppvisade fyra av fem stationer (och tre av fyra vattenförekomster) otillfredsställande status. Inom typområde 8 uppnådde hälften av stationerna god eller hög status, vilket innebar att vattenförekomsterna Simpevarpsområdet, Emområdet och Ödänglaområdet uppnådde hög status. Även vattenförekomsten S Kalmarsunds utsjövatten, inom typområde 9, uppnådde god status med avseende på växtplankton (klorofyll a). I likhet med statusklassningen vad gäller näringsämnen indikerade status gällande klorofyll a alltså mest omfattande övergödningssproblematik vid stationerna kring Västervik.

Tre av de fyra vattenförekomster som för perioden 2014–2016 uppvisade god status med avseende på växtplankton (klorofyll a) har under perioden 2015–2017 uppnått en hög status (tabell 5). Antalet vattenförekomster med otillfredsställande status 2015–2017 var dock, i likhet med perioden 2014–2016, fortfarande sex stycken. Däremot har status skiftat mellan två vattenförekomster jämfört med föregående år. Oskarshamnsområdet uppnår måttlig status för 2015–2017 medan Västra sjön uppvisar otillfredsställande status. Det omvända förhållandet rådde för perioden 2014–2016.

Nklass-värdena var generellt högre för klorofyll a än för näringsämnen. Detta beror i huvudsak på de höga fosforhalterna som drar ner statusbedömningen av näringsämnen, men som till följd av kvävebegränsning inte alltid stimulerar växtplanktonproduktionen i motsvarande omfattning.



FIGUR 4. Växtplanktonstatus (klorofyll a) för stationer utmed Kalmar läns kust, 2015-17.

TABELL 4. Beräknade Nklass-värden för näringsämnen inför den sammanvägda bedömningen, uppdelade på oorganiska (vinter) och totala halter (vinter och sommar) för fosfor och kväve 2015-17. Färgerna symboliserar statusbedömningarna för respektive parameter (blått=hög, grönt=god, gult=måttlig, orange=otillfredsställande, rött=dålig).

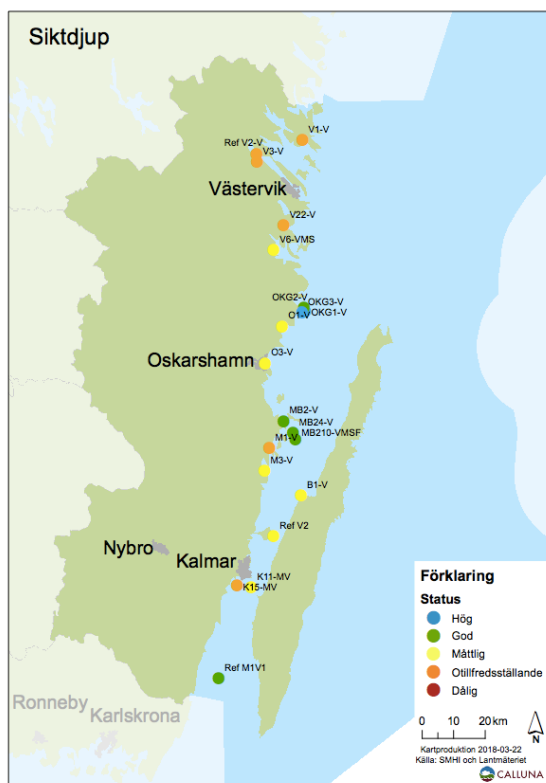
Typ	Station	Nklass Fosfor ₂₀₁₅₋₂₀₁₇			Nklass Kväve ₂₀₁₅₋₂₀₁₇		
		Vinter _{Fosfat-P}	Vinter _{Tot-P}	Sommar _{Tot-P}	Vinter _{Oorg-N}	Vinter _{Tot-N}	Sommar _{Tot-N}
12	REF V2-V	0,71 ²	0,93 ²	1,26	0,91 ²	1,14 ²	1,89
	V1-V	2,11 ³	1,72 ³	0,74	2,30 ³	1,89 ³	1,94
	V22-V	1,68 ²	1,75 ²	1,38 ¹	2,11 ²	1,84 ²	2,10 ¹
	V3-V	0,72 ²	0,90 ²	1,21	0,92 ²	1,11 ²	1,89
	V6-VMS	1,12	1,44	0,95	1,95	1,79	1,83
8	K15-MV	2,55	2,37	0,78	1,35	1,20	1,97
	K3-V	2,49	2,59	0,95	2,01	1,58	2,00
	M1-V	4,44 ²	2,71 ²	0,80	3,65 ²	1,54 ²	1,91
	M3-V	2,34	2,40	0,95	2,51	1,82	2,30
	MB2-V	1,80	2,30	1,24	4,05	2,65	2,97
	MB210-VMSF	1,52	2,21	1,14	2,60	2,45	2,86
	MB24-V	1,66	2,23	1,17	2,65	2,38	2,84
	O1-V	1,67	2,18	0,91	2,82	2,24	2,65
	O3-V	1,23	1,89	0,93	1,53	1,74	2,35
	OKG1-V	1,16	1,96	1,37	2,92	2,71	3,49
	OKG2-V	Endast sommarprovtagning		1,07	Endast sommarprovtagning		3,33
	OKG3-V			1,20			2,99
9	B1-V	1,87 ²	2,18 ²	1,30	2,67 ²	1,98 ²	2,47
	K11-MV	1,54	2,10	1,07	2,20	2,13	2,72
	REF M1V1	1,53 ²	2,08 ²	1,47	2,60 ²	2,22 ²	2,95
	REF V2	1,56	2,15	1,10	2,16	2,03	2,65

Siktdjup

Statusklassningen gällande kvalitetsfaktorn siktdjup är i stort sett samstämmig med den för växtplankton (klorofyll a). Sju av 20 undersökta stationer hade god eller hög status med avseende på siktdjup (tabell 2). Samtliga

av dessa sju uppvisade också god eller hög status med avseende på växtplankton (klorofyll a). Två stationer (K11-MV och Ref V2) inom typområde 9, vilka uppnådde god status för perioden 2014–2016, uppvisade endast måttlig status för perioden 2015–2017. Av totalt 20 undersökta stationer uppvisade sju måttlig status och sex otillfredsställande status (2015–2017) (figur 5, tabell 2). Tre av vattenförekomsterna bedömdes ha god eller hög status med avseende på kvalitetsfaktorn siktdjup (tabell 3). Jämfört med perioden 2014–2016 har de två vattenförekomsterna inom typområde 9, S Kalmarsunds utsjövatten och M n Kalmarsunds utsjövatten, gått från god status till måttlig status. Dock har båda dessa områden Nklass-värden som ligger nära gränsen till god status.

Vid ett flertal stationer (indikerat i tabell 2–3) var siktdjupet periodvis detsamma som, eller eventuellt större än, bottendjupet. Därmed blir EK- och Nklass-värden med avseende på siktdjup för dessa stationer och berörda vattenförekomster potentiellt underskattade. Fyra av de berörda stationerna (O1-V, M1-V, M3-V och B1-V), uppnådde inte god status. Vid M1-V var siktdjupet större än bottendjupet vid ett mättillfälle. Nklass-värdet för siktdjup vid M1-V var dock långt från gränsen till måttlig status (tabell 4) och därmed vidhålls bedömningen som otillfredsställande vad gäller siktdjupsstatus. Vid O1-V och B1-V var siktdjupet större än bottendjupet vid fyra respektive tre tillfällen per station under 2015–2017 (av totalt nio mättillfällen). Vid M3-V var siktdjupet större än bottendjupet vid fem tillfällen, alltså vid mer än hälften av mätningarna. Det förefaller därför sannolikt att de beräknade Nklass-värdena för dessa stationer är underskattade och att status med



FIGUR 5. Siktdjupsstatus för stationer utmed Kalmar läns kust, 2015-17. Notera att bedömning ej gjorts för K3-V, då stationen är för grund.

avseende på siktdjup i själva verket är god. På grund av det ringa vattendjupet har station K3-V (S n Kalmar-sund) inte statusbedömts med avseende på siktdjup.

Syrebalans och närsalter i bottenvatten

Eftersom provtagning inte skett i sådan omfattning som bedömningsgrunderna för utvärdering av syrebalans kräver har data bedömts kvalitativt.

De fem stationerna i Västerviks kommun (Ref V2-V, V1-V, V22-V, V3-V och V6-VMS) har uppvisat syrebrist sommartid under perioden 2015–2017. Under 2017 har dock station V1-V inte uppvisat syrekoncentrationer under 3,5 ml/l. Vid samtliga övriga stationer har endast syrehalter högre än 3,5 ml/l i bottenvattnet uppmätts under 2015–2017, vilket indikerar att syrebrist inte råder.

Eftersom syremätningar skett månadsvis under sommarmånaderna (juni–augusti) när skiktningen i vattenmassan är som starkast och syreförbrukningen i bottenvattnet som högst, är det osannolikt att syrebrist har förekommit under ej provtagna perioder. Syresituationen är med andra ord sannolikt god på samtliga stationer, undantaget dem i Västerviks kommun. De enskilda stationernas och vattenförekomsternas syreförhållanden under perioden 2011–2017 visas och diskuteras i den fullständiga rapporten för hydrografi (Barthel Svedén, J. Calluna AB, 2018).

Jämförelser med andra delar av Östersjön

De statusbedömningar som har gjorts för Kalmar läns kust kan jämföras med statusbedömningar för närliggande områden. Status med avseende på samma kvalitetsparametrar som i föreliggande rapport bedömdes 2016 för kusten i Motala ströms avrinningsområde (Svärd 2017). Näringsämnesstatus vid tolv kuststationer Motala ströms avrinningsområde var genomgående otillfredsställande, vilket är samstämmigt med bedömd status i närliggande Västerviks kommun (tabell 2–3, typområde 12s). Säsongsmässig syrebrist förekom vid åtta stationer. Status gällande siktdjup och växtplankton (klorofyll a) vid kuststationerna i Motala ströms avrinningsområde bedömdes som otillfredsställande eller måttlig, vilket också speglar situationen i den norra delen av Kalmar läns kust (typområde 12s). Den södra och mellersta delen av Kalmar kust uppvisar dock generellt högre status än kuststationerna i Motala ströms

avrinningsområde. Den samordnade recipientkontrollen i Hanöbukten (Liungman m.fl. 2017) uppvisade övervägande måttlig status med avseende på näringsämnen och genomgående hög status med avseende på syrebalans. Siktdjupsstatus var god eller hög vid sex av de 15 stationerna och fyra stationer uppnådde minst god status beträffande växtplankton (klorofyll a). Dessa statusklassningar har stora likheter med dem för Kalmarkustens södra och mellersta delar.

Referenser

- Caruso m.fl. (2013) Kokbok för kartläggning och analys 2013–2014 – Hjälpreda för klassificering av ekologisk status i ytvatten. Vattenmyndigheterna i samverkan.
- Danielsson (2014) Influence of hypoxia on silicate concentrations in the Baltic proper (Baltic Sea). *Boreal Environmental Research*, vol. 19
- Ekeröth m.fl. (2016) Effects of oxygen on recycling of biogenic elements from sediments of a stratified coastal Baltic Sea basin. *Journal of Marine Systems*, vol 154.
- Ekeröth, N. (2017). Recipientkontroll av vattenkemi längs Kalmar läns kust – Årsrapport 2016. Calluna AB.
- HaV (2013) Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19.
- Jäntti & Hietanen (2012) The effects of hypoxia on sediment nitrogen cycling in the Baltic Sea. *Ambio*, vol. 41
- Naturvårdsverket (2007). Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. Handbok 2007:4, utgåva 1. Inklusive bilaga B.
- Nydén (2017). Recipientkontroll Emån – Treårsrapport 2014–2016 för fysikaliska-kemiska analyser i sjöar och vattendrag inom Emåns avrinningsområde. Emåförbundet.
- Liungman m.fl. (2017) Hanöbuktens kustvattenmiljö 2016. Medins Havs- och Vattenkonsulter AB.
- Olofsson (2017). Ljungbyån 2016. Kommittén för samordnad recipientkontroll i Ljungbyån. ALcontrol AB.
- Schebel (2012) Bestämning av organisk halt i avloppsvatten med Total Organic Carbon (TOC)- analys. Examensarbete vid Sektionen för Lärande och Miljö, Biomedicinsk laboratorievetenskap, Högsolan i Kristianstad.
- Vahtera m.fl. (2007) Internal ecosystem feedbacks enhance nitrogen-fixing cyanobacteria blooms and complicate management in the Baltic Sea. *Ambio*, vol. 36
- Vattenmyndigheten (2009). Regeringsuppdrag: Finn de områden som göder havet mest i Södra Östersjöns vattendistrikt. Vattenmyndigheten för Södra Östersjöns vattendistrikt.
- SMHI (klimatdata): <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/ars-och-manadsstatistik-2.1240>, besökt 2017-03-23.
- Svärd (2017) Motala ströms vattenvårdsförbund 2016. ALcontrol AB.

Bottenvegetation

UTFÖRARE: LINNÉUNIVERSITETET

FÖRFATTARE: STEFAN TOBIASSON

Makroalger delas in i gröna, bruna och röda alger beroende på deras pigmentammansättning. Alger saknar rotsystem och behöver därför ett fast underlag för sina häftorgan. De är i regel makroskopiska men mikroskopiska släkten och livsfaser finns. Algernas utbredning påverkas, förutom av förekomst av ett fast underlag, även av tillgången på närsalter, ljus, temperatur, salthalt och vågexponering. Många arter är fleråriga, dvs de finns på plats säsonger igenom. Hit hör t.ex. de stora tångarterna blåstång, sågtång och fingertare. Andra arter är annuella, dvs de tillväxer under en säsong och försvinner sedan, åtminstone synligt.

Algbälten med en varierad sammansättning av stora tångarter (sågtång, blåstång, tare, knöltång) och mindre undervegetationsarter ger en miljö som skapar olika livsmiljöer för en rad olika djur (småfisk, kräftdjur, musslor, snäckor). Detta drar i sin tur till sig större djur som jagande fisk och säl.

Längs en opåverkad kuststräcka är artsammansättningen varierad men efterhand som mängden närsalter ökar kan snabbväxande arter, f.f.a. fintrådiga annuella arter, öka allt mer. Många fintrådiga arter kan dessutom växa friflytande och kan bilda stora sammanhängande algmattor som täcker och kväver både andra algar och bottendjur. En ökad näringsnivå ökar även växtplanktonmängden vilket ger sämre ljusstillgång för de stora tångarterna.

Allt som allt gör friska och opåverkade algbälten att den biologiska mångfalden är hög och att tillväxten i fiskpopulationer är hög.

Ålgräs (*Zostera marina*) har en stor ekologisk betydelse i grundare havsområden. Ålgräsängar erbjuder föda och livsrum åt många organismer, förhindrar sedimenterosion samt har en viktig roll i närsaltskretsloppet. Ålgräsplantan består av en underliggande rhizomdel (jordstam) med tillhörande rotsystem som löper horisontellt i sedimentet samt skott med gräsliknande blad. Ålgräs har en hög salttolerans och växer i salthalter mellan 5 och 35 ‰. Utbredningen i djupled (ca 1-6 m), begränsas i de djupare delarna av ljuset. Med ökat djup avtar skottantalet, skotten blir längre och bladen bredare, och de underjordiska delarna kraftigare. På större djup försöker växterna att komma närmare ljuset genom att öka bladlängden samtidigt som avsaknaden av kraftiga vågrörelser gör det möjligt för större plantor att hålla sig kvar i substratet.

Rhizomet är upplagringsorgan för bl. a. kolhydrater. Kolhydrater ackumuleras främst under sensommaren och hösten. Mängden upplagrad kolhydrat bestämmer tillväxtpotentialen för kommande säsong. Trots en begränsad tillgång på ljus, kan tillväxten med hjälp av de upplagrade kolhydraterna påbörjas under våren. Rottrådarna, som utgår från rhizomet (jordstammen), står för upptaget av näringsämnen från bottensedimentet och förankrar växten i underlaget. Som hos de flesta vattenväxter, kan också bladen ta upp näring från vattnet. Blomningen sker i juni månad, men mindre än 10 % av skotten blommar. Efter avslutad blomning dör delar av de gamla skotten och sidoskott bildas vis skottbasen. Skottbiomassan av ålgräs når sin topp i augusti-september medan de lägsta värdena i regel förekommer i december månad.

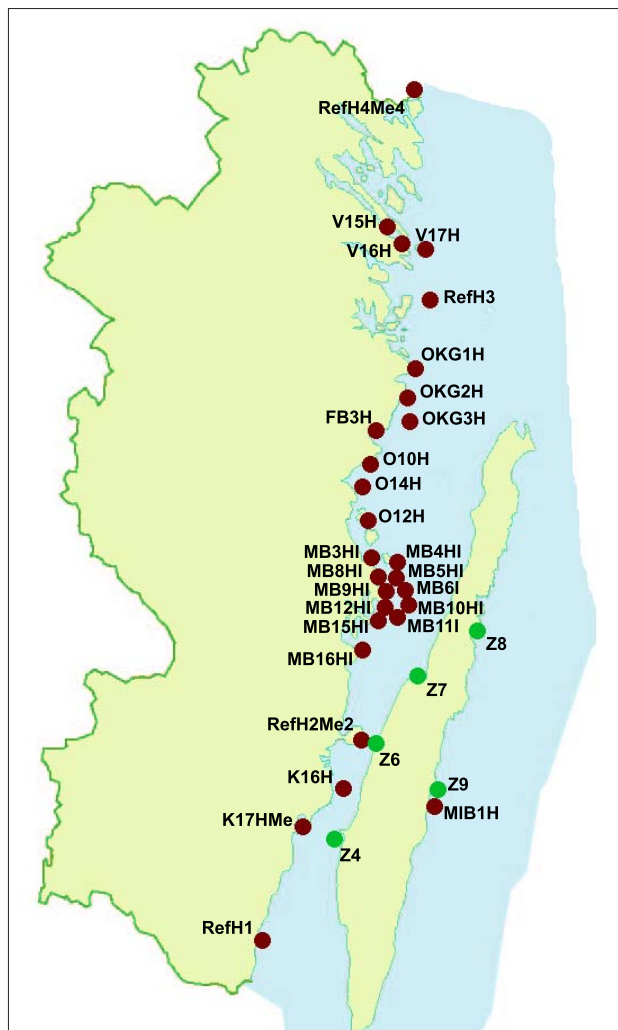
Inledning

Det finns flera olika sätt att utföra studier på växtsamhällen i vatten. I Kalmar län, liksom längs många andra kuststräckor i Östersjön, utförs undersökningarna på hårda bottenar (häll, block och sten) genom att dykare simmar längs ett utlagt måttband och skattar täckningsgraden av olika växtarter i en korridor på 5-10 m bredd beroende på sikten i vattnet. Skattningarna görs kontinuerligt längs transekten och nya noteringar görs vid förändringar av arternas täckningsgrad och vid förändring av substratet. Djup och avstånd från nollpunkt noteras vid varje ny skattning. Täckningsgraden anges i en sjugradig skala; 1, 5, 10, 25, 50, 75 och 100 %. Speciellt intresse ägnas tången och av detta skäl har varje ordinarie transekt förstärkts med minst två stödprofiler där tångens utbredning och täckning studeras. Förutom studier längs transekter görs även undersök-

ningar av olika algers täckningsgrad i utslumpade rutor (0,5 x 0,5 m) på tre olika djup.

Kontroll av ålgrässets status utförs i tre 10x10 m stora rutor på varje lokal. Inom rutorna bedöms täckningsgraden av olika växtarter och i en av rutorna räknas antalet ålgrässkott inom 10 utslumpade smårutor (25x25 cm). Skotträkningen utförs i ålgräsängens tätaste del. På varje lokal bestäms om möjligt även ålgrässets maximala djuputbredning.

Under 2017 (30 aug-21 sept) besöktes totalt 92 algstationer i Kalmar län. 28 av dessa undersöktes genom transektutläggning (se karta 1) och är ordinarie stationer för kontroll av algsamhällen som samtliga har undersökts årligen sedan 1991. Tolv av dessa har undersökts sedan den samordnade provtagningen inleddes 1984. Utöver detta undersöks sedan 2001 totalt 64 stödprofiler för att ge ett bättre underlag för att kunna bedöma om eventuella förändringar på de 28 ordinarie



KARTA 1. Översiktskarta för vegetationsstudier 2017. Bruna punkter är algrästransekt och gröna är stationer för ålgräs.

stationerna är allmänna och representativa för ett större område.

Ålgräsundersökningar återupptogs i kontrollprogrammet för Kalmar län under 2001. Sedan dess övervakas ålgräs på tre lokaler i Kalmarsund och på två öster om Öland (se karta 1). Ålgräsundersökningarna 2017 genomfördes mellan 23 och 28 augusti.

För metodbeskrivningar avseende provtagning, analys och statistiska bearbetningar hänvisas till den fullständiga vegetationsrapporten av Linnéuniversitetet.

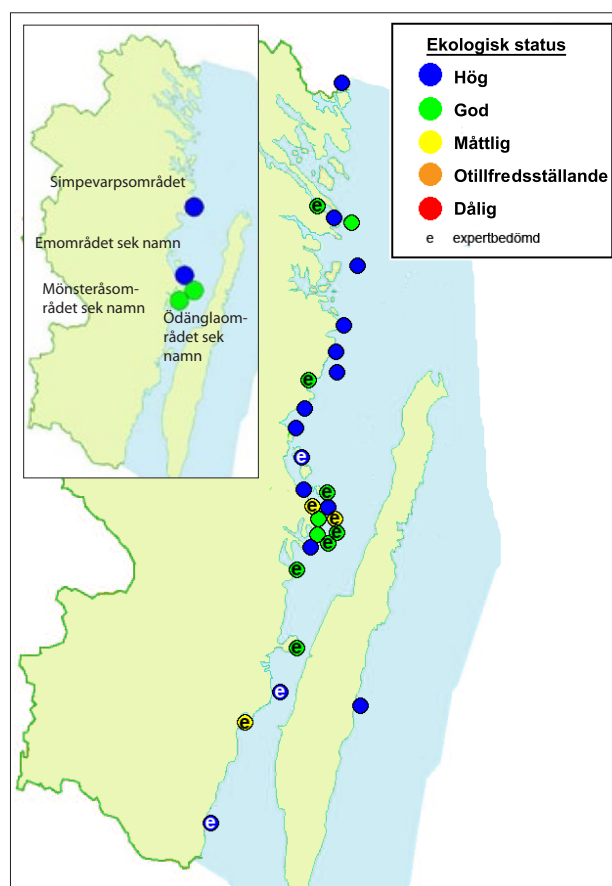
Resultat

Mest god status

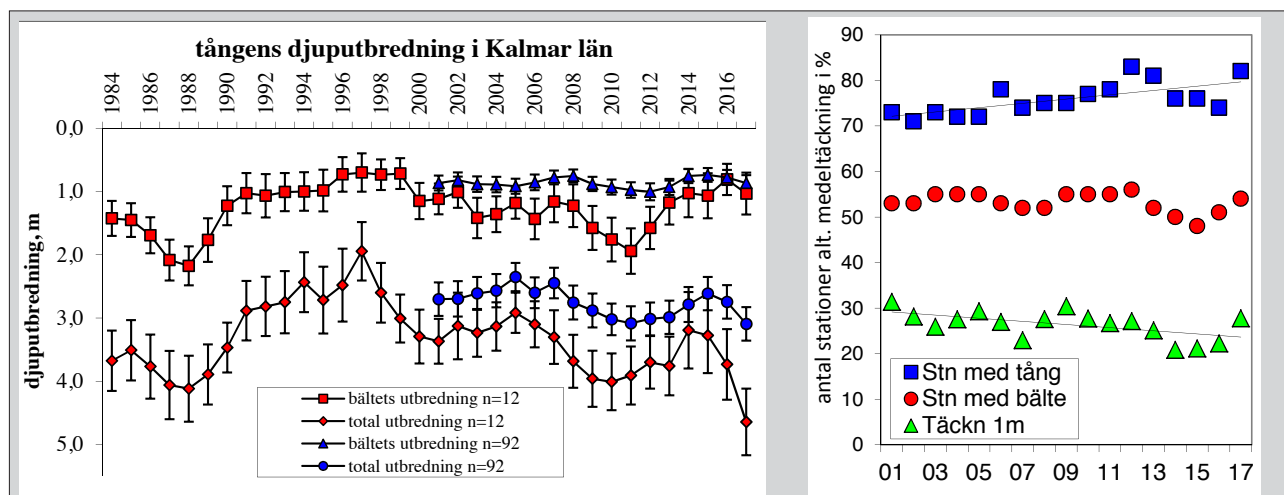
Statusklassning av vegetation ska enligt fastställda bedömningsgrunder ske med resultat från minst tre av varandra oberoende lokaler/transekt i varje vattenförekomst. Resultatet av fyra klassade vattenförekomster visas i figur 1. Både i Simpevarps- och i Emområdet var den ekologiska statusen hög medan den klassas som god i Mönsterås- och i Ödänglaområdet. Den lägre klassningen beror huvudsakligen på att blåstång saknas i flera transekt.

Eftersom statusklassning inte kan göras i alla vattenförekomster redovisas istället resultaten från varje enskild transekt enligt samma klassindelning. Resultatet av statusklassning och EQR-beräkning (EQR=Ecological Quality Ratio) framgår förutom i kartbilden även av bilaga 6 i huvudrapporten för vegetation.

Klassningen visar att flertalet platser hade relativt höga EQR-värden vid undersökningen 2017. Bara en station i Kalmarområdet och ett par vid Södra Cell Mönsterås bedömdes ha måttlig ekologisk status. De senare saknar i stor utsträckning blåstång och har även i övrigt en tämligen artfattig algvegetation vilket resulterade i lägre status. I snitt för hela länet låg EQR-värdena på en ganska god nivå. Dessvärre kan några av länets undersökta stationer inte utvärderas med upp-mätta djuputbredningsuppgifter eftersom det inte finns lämplig botten som sträcker sig tillräckligt djupt, eller beroende på att vi inte fann tillräckligt många arter att använda vid klassningen. I dessa fall har klassningen istället gjorts med en sk. expertbedömning utifrån erhållna resultat, dels från den aktuella stationen, men också från närliggande stationer.



FIGUR 1. EQR (ekologisk kvalitetskvot) uttryckt i motsvarande ekologisk status (se text) för algrästransekt 2017. På några transekt, kan inte EQR beräknas p.g.a. substratbrist. Dessa stationer har istället expertbedömts och är i kartan markerade med ett "e".



FIGUR 2. Till vänster medelvärden för tångens djuputbredning på 12 stationer 1984-2017 samt på 92 stationer 2001-2017. Spridningsmättet är standarder-ror (SE). Till höger medelvärdet för antalet stationer med tång, med tångbälte samt dess täckningsgrad på 1 m djup för samtliga 92 stationer i Kalmar län 2001-17. Signifikanta trender markeras med en heldragen linje.

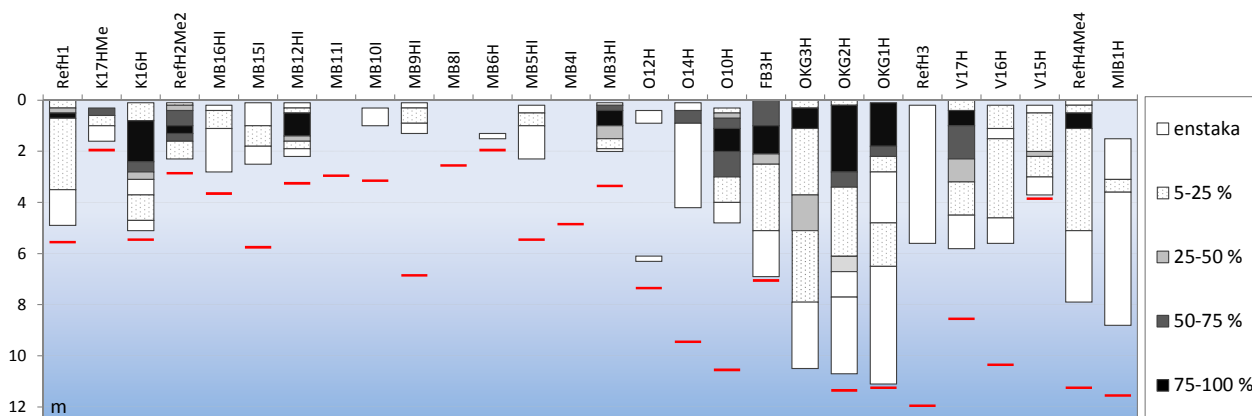
Bättre tångutbredning än 2016

Under första halvan av 90-talet förlorade flera av de undersökta stationerna i Kalmar län mycket av sina tångbestånd. Både tångens djuputbredning och dess täckningsgrad minskade vilket innebar att den totala mängden tång (mätt som täckningsindex) blev betydligt mindre. På några platser försvann nästan all tång.

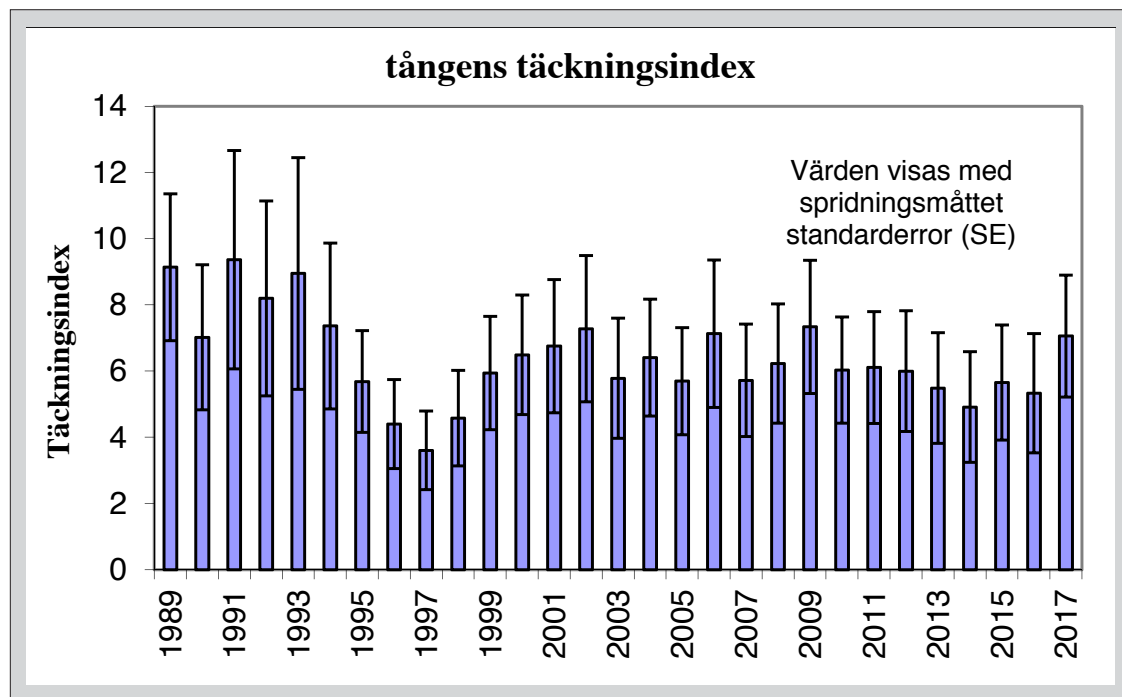
Analys av insamlad data visar att mängden tång i länet minskade fram till 1997 för att sedan åter öka till 2011, speciellt i den norra delen av länet. Djuputbredningen för både tångbälte och djupaste tångplanta var då nästan lika stor som i slutet på 1980-talet (se figur 2). Täckningsgraden i tångbältet var däremot lägre vilket gör att mängden tång, trots större utbredning, var något mindre. Utvecklingen under första halvan av 2010-talet var tydligt negativ, speciellt i de mellersta delarna av länet, men har de senaste åren varit bättre. Tångens djuputbredning uppvisar signifikant ökande trender under perioden 2001-2017 både för de 12 ursprungliga transekterna och för de 92 platser som besökts under perioden. Även antalet stationer med tångförekomst har ökat signifikant under samma period.

Resultaten från 2017 visar att tångens utbredning och täckning var avsevärt bättre än 2016 (figur 4). På 15 av de 28 ordinarie stationerna fanns ett mer eller mindre väl utvecklat tångbälte (>25 % täckning) vilket är en mer än 2016. Av alla de 92 lokalerna i länet som besöktes var det 54 som hade tångbälte vilket också är fler än 2016. På 10 stationer saknades tång helt och hållet vilket är en klar förbättring jämfört med 2016 då motsvarande siffra var 18. Tångens täckningsgrad på 1 m djup var högre än 2016 men uppvisar trots detta en signifikant minskning under perioden 2001-2017. På stationer med tångbälte sträckte sig detta i medeltal ned till 1,9 m djup vilket i stort sett är oförändrat.

I figur 3 visas tångens täckningsgrad vid olika vattendjup på samtliga ordinarie algtransekter i Kalmar län 2017. Både täckningsgrad och djuputbredning varierade stort mellan olika transekter och områden. I några fall är djuputbredningen begränsad av substratbrist, ex vis vid Bergkvara och i Kalmarområdet samt även i viss mån vid Simpevarp. Jämför man årets resultaten med de från 2016 kan man konstatera att 16 transekter uppvisar en märkbar förbättring medan bara



FIGUR 3. Tångens täckningsgrad på olika djup vid de 28 transekterna i Kalmar län 2017. Förutom tångens täckningsgrad anges också till vilket djup det finns lämpligt substrat för tång att växa på (rött streck).



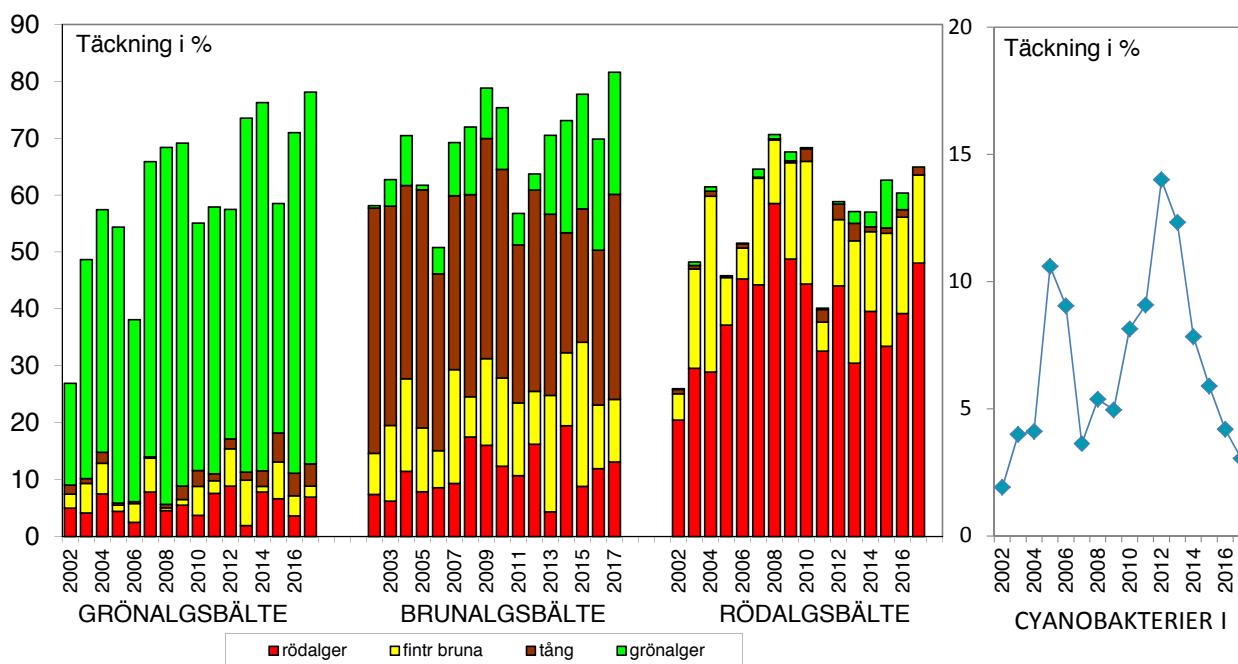
FIGUR 4. Medelvärden för mängden tång på 21 stationer 1989-2017. Mängden tång uttrycks som tångindex. Spridningsmålet är standard error (SE).

en hade sämre täckningsgrad eller utbredning. Det kan vara värt att notera att trots att tångens situation överlag var något bättre än 2016 hade endast 13 av de 28 ordinarie stationerna tångbestånd som täckte 50 % eller mer.

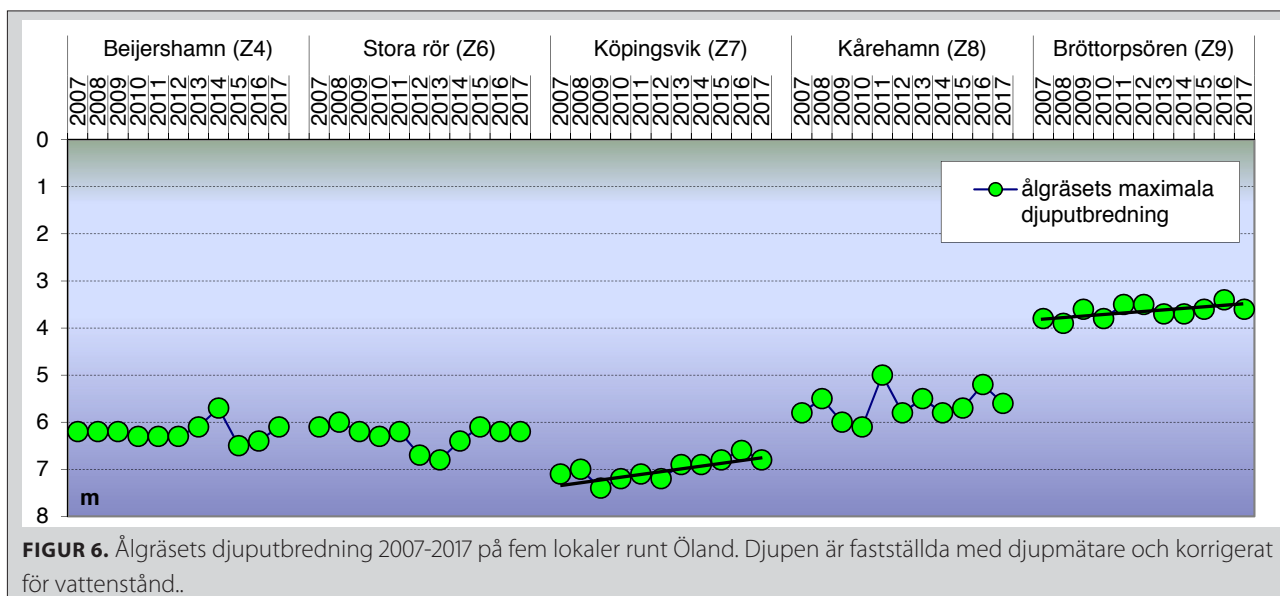
Tångens långsiktiga utveckling bäst i norr

Resultatet av statistiska analyser framgår av bilaga 5 i huvudrapporten. Analyserna visar att sju stationer har

haft en positiv utveckling av mängden tång (täckningsindex) under perioden 1989-2017 och lika många har utvecklats negativt. På åtta stationer har tångbältets djuputbredning ökat medan det minskat på sex. Analyserar man tångens täckningsgrad på 1 m djup ser man att den har ökat på fem stationer och minskat på nio. Analyseras däremot utvecklingen bara under 2000-talet har täckningen minskat på nio stationer men bara ökat på två. Generellt kan man säga att stationer med en



FIGUR 5. Täckning av olika alggrupper i utslumpade rutor i tre olika djupintervall. Medelvärden av samtliga 28 ordinarie stationer för åren 2002-2017. Observera att täckningen från 2010 endast beräknats på 22 stationer vartannat år.



positiv utveckling under de senaste 30 åren främst ligger i skärgården medan de med sämst utveckling ligger i mer vågexponerade lägen, främst i södra och centrala delarna av länet.

Grönslick ökar i slumprutor

Resultaten från utslumpade rutor (0,5 x 0,5 m) i grön-, brun- och rödalgsbältena redovisas i bilaga 7 och 8 i huvudrapporten samt i figur 5. Mängden trådformiga grönalger ökade under perioden 2001-2017, speciellt yt-nära men faktiskt även på större djup. Nästan 80 % av grönalger utgörs av grönslick (*Cladophora glomerata*). Täckningen av cyanobakterier (blågröna alger, Rivularia) har varierat mycket över tid, även om de senaste åren har inneburit allt lägre täckningsgrader. Noterbart är också att mängden små tångplantor nära ytan har ökat, möjligen en effekt av milda vintrar med lite isskav.

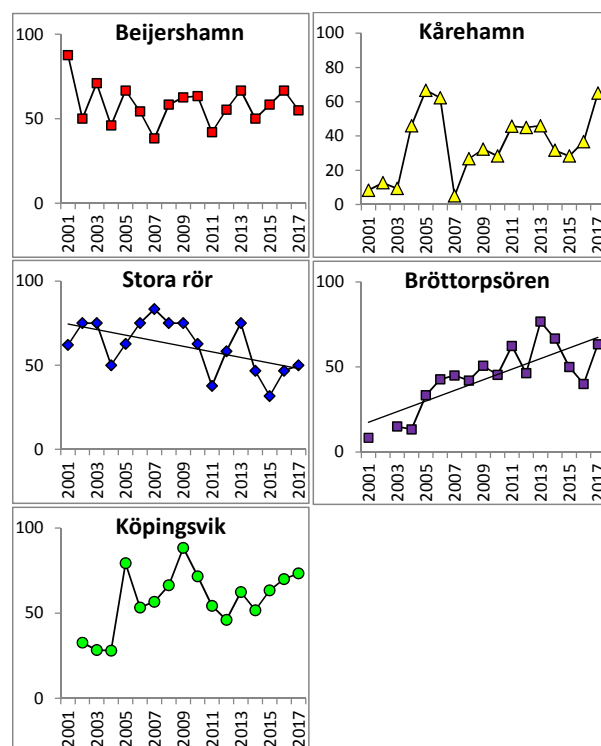
Mängden tång i brunalgsbältena har minskat under provtagningsperioden men uppvisar de senaste åren en markant ökning. Resultaten stämmer väl med de observationer som gjorts på 1 m djup i transektundersökningarna (bilaga 5 i huvudrapporten).

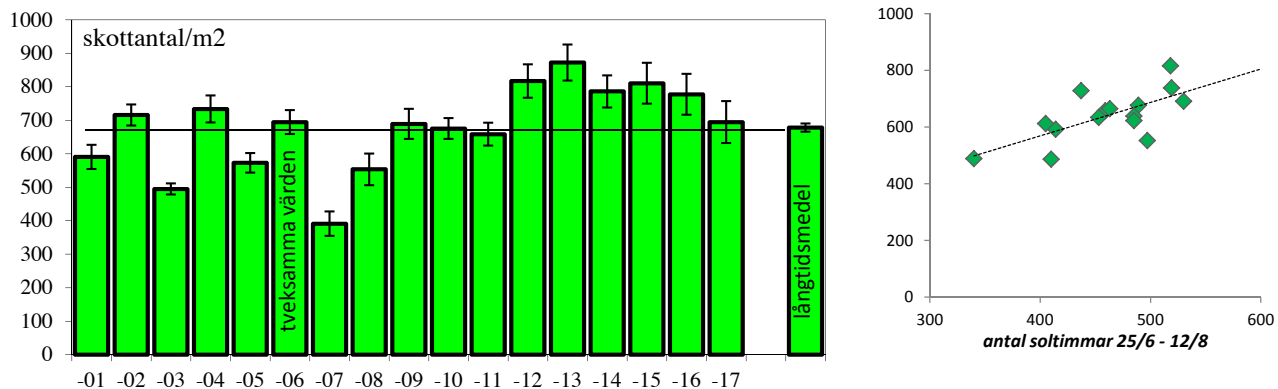
I rödalgsbältet domineras täckningsgraden av fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*) och gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) som båda har ökat, samt ullsläke (*Ceramium tenuicorne*) som tvärtom har minskat. Vilka rödalger som dominerar på en plats beror till stor del på provtagningsdjupet vilket varierar en del beroende på substrattillgång.

I tångbältet är det vanligtvis ullsläke som helt dominerar.

Mängden ålgräs på östra Öland ökar

Undersökning av ålgräsbestånd längs Ölands kust utfördes i augusti och visar att ålgräsets täckning överlag var något högre än 2016. Resultat från 17 års undersökningar visar att det fortfarande finns gott om ålgräs, framför allt längs Ölands västra kust i Kalmarsund, men även på en del platser längs östra kusten. Andra undersökningar, som basinventeringen 2007-2008, visade att det då fanns ålgräs ner till minst 8,3 m i Kalmarsund.





FIGUR 8. Ålgräsets skottäthet på de fem stationerna runt Öland under åren 2001-2017. Medelvärde för alla mätvärden respektive år. Spridningsmåttet är standarderror (SE). I den högra figuren visas sambandet mellan antalet soltimmar (Ölands norra udde) och skottätheten på tre lokaler i Kalmarsund samt en vid Bröttorpsören. Eftersom data från två lokaler saknas 2006 finns detta år inte med i analysen.

På en del platser med så hög täckning som 25 % ner till 7,7 m djup och 50 % ner till 6,2 m. På de tre stationer som undersöks i kalmarsund förekommer ålgräsbestånd med en täckning på mer än 50 % ner till nästan 5 m djup. Huvudutbredningen är annars mellan 2,5 och 4 m djup.

Den maximala djuputbredningen på de tre stationerna varierade 2017 mellan 6,1 och 6,8 m (se figur 6). Stationen vid Köpingsvik uppvisar minskad djuputbredning under perioden 2007-16. Vid Stora rör finns ett välutvecklat ålgräsbestånd som dock har blivit något glesare och mer uppblandat med borstnate (*Stuckenia pectinata*) under perioden. Även vid Beijershamn finns ett välutvecklat ålgräsbestånd, men detta uppvisar inga tecken på förändring, varken då det gäller utbredning eller täckningsgrad.

På östra sidan av Öland undersöks två stationer med avseende på ålgräsets utbredning och status, Kårehamn och Bröttorpsören (figur 7). Det har varit betydligt svårare att hitta välutvecklade ålgräsbestånd längs denna kuststräcka och såväl utbredning som täckning verkar dessutom variera mycket mellan åren. Antagligen påverkar såväl förekomst av lösdrivande algmattor som kraftig vågexponering ålgräsängarnas utveckling. Fram till 2006 ökade mängden ålgräs på båda stationerna men 2007 kunde vi konstatera att nästan allt ålgräs vid Kårehamnsstationen hade försvunnit, synbarligen på grund av att ett tjockt lager lösa, fintrådiga alger under längre tid täckt ålgräset. Redan 2008 hade en viss återetablering skett och därefter har mängden ålgräs ökat ytterligare och täckningen var 2017 lika hög som före 2007. Vid Bröttorpsören var täckningen lägre än vid toppnoteringen 2013, men stationen uppvisar trots det en signifikant ökning av mängden ålgräs. Djuputbredningen på båda stationerna är svårbedömd beroende på substratbrist. Vid Kårehamn fann vi ålgräs ner till 5,2 m djup.

Jämför man årsmedelvärden för ålgräsets skottäthet på samtliga lokaler under de 16 åren ser man att 2013 års

mätning ligger högst hittills, betydligt över "långtidsmedelvärde" på 678 skott/m² (se se figur 8). Även 2014-16 uppmättes höga värden men 2017 låg skottätheten ungefär i nivå med långtidsmedelvärde. Vid Bröttorpsören och Kårehamn uppvisar skottätheten en tydligt ökande trend (bilaga 11 i huvudrapporten). Skotten sitter tätt och är både smalare och mer kortvuxna än på de mindre vågexponerade stationerna i Kalmarsund. Vid Kårehamn fanns, som konstaterats ovan, väldigt lite ålgräs kvar 2007 och skottätheten var då mycket låg. Till 2009 hade tätheten i de återetablerade ålgräsfläckarnas tätaste delar åter ökat till samma nivå som före ålgräset försvann och 2015 uppmättes det hittills högsta värdet. Överlag finns det en ökande trend för skottäthet på de fem undersökta ålgräsängarna under perioden 2001-2017. Ålgräsängarna runt Öland var 2003 och 2007 glesa, vilket åtminstone för 2007 sammanfaller med en blåsig och ostadig sommar. Det finns ett signifikant samband mellan antalet soltimmar och ålgräsängarnas skottäthet (se figur 8).

Referenser

- Fonseca, M.S., Zieman, G.W., Thayer, G.W. & Fischer, J.S. 1983. The role of current velocity in structuring eelgrass (*Zostera marina* L.) meadows. *Est. Cost. Shelf Sci.* 17: 367-680.
- Fredriksson, S. 2016. Undersökning av undervattens- miljöer utanför Ölands södra udde. Linneuniversitetet Rapport 2016:6.
- Lindvall B. 1984. The condition of a *Fucus* -community in a polluted archipelago area on the east coast of Sweden. *Ophelia* 3: 147-150.
- Naturvårdsverket, 2007. Bedömningsgrunder för kustvatten och vatten i övergångszon”; Bilaga B till handbok 2007:4.
- Persson, L-E., Engkvist, R. & Tobiasson, S. 1989. Samordnad recipientkontroll i Kalmar län. Resultat 1988. Delrapport Mörbylånga Sockerbruk AB. Högskolan i Kalmar.
- Rasmussen, E. 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark) with the the survey of the eelgrass (*Zostera*) vegetation and its communities. *Ophelia* 11: 1-495.
- Tobiasson, S. 2017. Vegetationsövervakning längs Kalmar läns kust. Årsrapport 2016 Kalmar läns kustkontroll. Linneuniversitetet Rapport 2017:2.
- Tobiasson, S. 2010. Marin inventering i områdena Ottenby, Grankullavik och Viråns mynningsområde 2009. Linneuniversitetet.

Bottenfauna

UTFÖRARE: LINNÉUNIVERSITETET

FÖRFATTARE: STEFAN TOBIASSON

Bottenfauna innefattar djur som lever på eller i bottensediment i havet. Den grundläggande födoresursen för bottenfaunan är plankton. Därför är det vanligt bland bottendjuren att söka skaffa föda genom att filtrera vattnet. Andra bottendjur gräver i och äter själva sedimentet och andra är rovdjur som livnär sig på andra bottendjur. Faunan kan indelas i större systematiska (taxonomiska) grupper såsom borstmaskar (*Annelida*), blötdjur (*Mollusca*), kräftdjur (*Arthropoda*) och tagghudingar (*Echinodermata*). De flesta djuren är stationära, dvs de flyttar inte på sig något nämnvärt. Detta betyder att djur i och på botten inte kan fly undan då förhållandena blir ogynnsamma. Därför kan tillståndet hos bottenfaunan sägas tala om hur situationen är och har varit under en längre tid vid bottnarna.

Faktorer som påverkar bottenfaunan är framför allt salthalten i vattnet, syretillgången i vattnet och i sedimentet, födotillgång och miljögifter. Övergödningen (eutrofieringen) av våra vatten bidrar till en onormalt hög planktonproduktion. När all plankton så småningom dör och skall brytas ned vid botten konsumeras mycket syre vid processen. I vissa fall kan då syrehalten bli så låg att djuren där tar skada. På detta sätt påverkas bottenfaunan indirekt av för höga utsläpp av näringsämnen från t ex jordbruksmarker och reningsverk.

Bottenfaunan kan undersökas på olika sett. Den vanligaste metoden är att ta prover med en bottenhuggare. Denna plockar upp en bestämd mängd av bottensedimentet, och antal arter och individer samt vikt av alla organismer i provet bestäms. Sedimentet undersöks ofta parallellt med faunan med hjälp av sedimentproppar.

Inledning

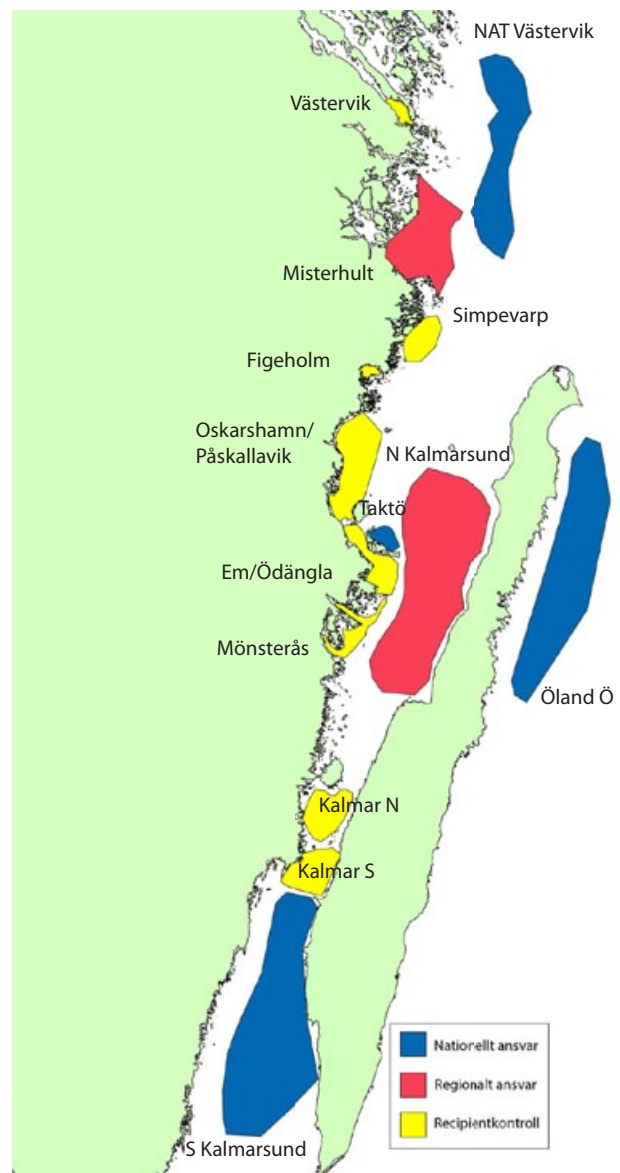
Ny provtagningsstrategi 2016

Inför 2016 fastställdes ett nytt program för bottenfaunaprovtagningar i Kalmar län (Tobiasson 2015b). Ambitionen var att bättre än tidigare tillgodose behoven i vattendirektivet, men också att ge ett bättre underlag för att följa eventuella trender. I korthet innebär programmet att ett antal kluster/ vattenområden provtas med vardera fem eller tio stationer vart eller vartannat år. Ekonomiskt ligger ansvaret för dessa kluster på nationell (HaV), regional (Länsstyrelsen) eller lokal nivå (recipientkontrollprogram).

Programmet innebär att totalt 130 stationer fördelade på 14 kluster och 21 havsområden provtas längs länets

kust (se karta 1). Av dessa stationer ingick 27 i det tidigare programmet för sam- ordnad kustvattenkontroll. Provtagningen av de 14 klustren fördelas jämt mellan två år. Några kluster är så små att stationernas inbördes avstånd blir orimligt litet med tio stationer, varför de istället provtas med fem stationer. Utsjöklustren öster om Öland och Västerviks skärgård provtas av Stockholms universitet på uppdrag av HaV. Utöver de kluster som ligger i Kalmar län tillkommer havsområdet Lindöfjärden som ligger på gränsen till Östergötland och som också provtas på uppdrag av HaV.

Ökningen av antalet stationer och den större geografiska spridningen innebär att ekologisk status kan beräknas för 22 av 58 havsområden, istället för som tidigare ett enda.



KARTA 1. Översiktskarta med 14 provtagningskluster för bottenfaunaundersökning i Kalmar län 2017. .

Under 2017 provtogs ungefär hälften av de stationer som ingår i det nya programmet. Endast 14 av dessa har provtagits i det tidigare programmet men tillsammans med de stationer som provtogs 2016 finns nu data från 26 återbesökta stationer vilket ger ett betydligt bättre underlag för att göra generella slutsatser om utvecklingen över tid. Av de 26 stationerna har 24 funnits med i provtagningsprogrammet ända sedan 1995 (16 från 1984). Det finns ett tydligt samband mellan närliggande år (Lindegarh 2014) vilket innebär att trendanalys kan göras på resultat samlat från de två åren.

Det som undersöks på varje station är:

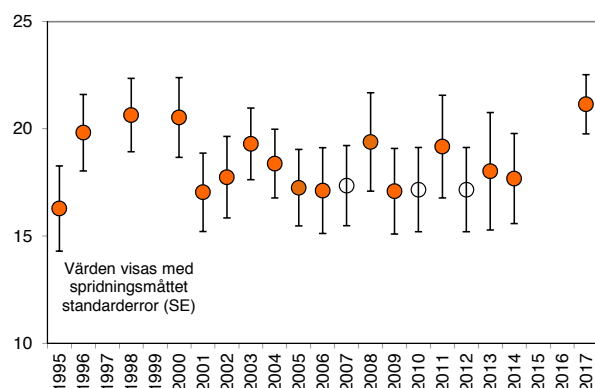
- antalet arter
- antalet individer per art och totalt
- våtbiomassan per art och totalt
- sedimentets organiska halt och kornstorlekssammansättning

För metodbeskrivningar avseende provtagning, analys och statistiska bearbetningar hänvisas till den fullständiga bottenfaunareporten av Linnéuniversitetet.

Resultat

Små förändringar i sedimentstatus

Av de totalt 120 provtagna stationerna hade 58 ackumulationsbotten (organisk halt över 10 %) medan 15 hade sk transportbotten (organisk halt 4-10 %). De återstående 37 stationerna ligger i huvudsak ute i sundet söder om Kalmar, utanför Mönsterås Bruk eller i Simpevarpsområdet och hade erosionsbottnar med lägre organisk halt. På dessa platser är det mindre sannolikt att få en tydlig effekt av ett utsläpp. Sedimentens innehåll av organiskt material på de 14 gyttebottnar som även tidigare ingått i programmet var 2016 och 2017 en aning högre än 2014. Statistisk analys av stationernas sediment visar ingen förändring av glödförlusten (figur 1). Mellan 2001 och 2016 var glödförlusten relativt oförändrad men vid tre mättillfällen i början av perioden samt vid



FIGUR 1. Medelvärden från sedimentets organiska halt på 14 bottenfaunalokaler med ackumulationsbotten i Kalmar län 1995-2017. Resultat från provtagningar 2016 och 2017 visas i en punkt (2017). Vid provtagningarna 2008, 2011 och 2013 provtogs bara 7 av stationerna.

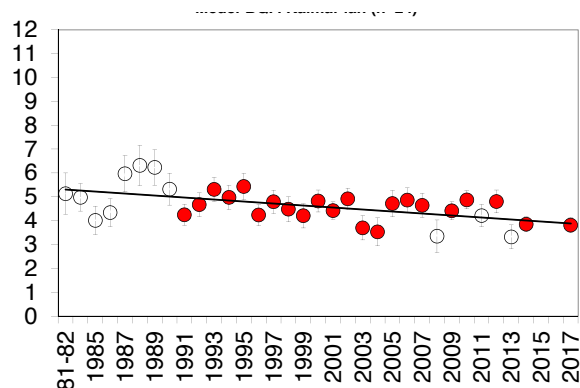
den senaste mätningen uppmätte vi högre värden.

På flera stationer utanför Oskarshamn och Påskallavik, vid Västervik, Figeholm samt på några stationer runt Kalmar var bara en halv till en centimeter av sedimentets ytskikt oxiderat (syresatt) och det luktade starkt av svavelväte. Det innebär att djur som lever på dessa platser riskerar att försvinna om situationen blir sämre. Även i Misterhults skärgård luktade sedimenten starkt av svavelväte även om det oxiderade skiktet var en aning tjockare.

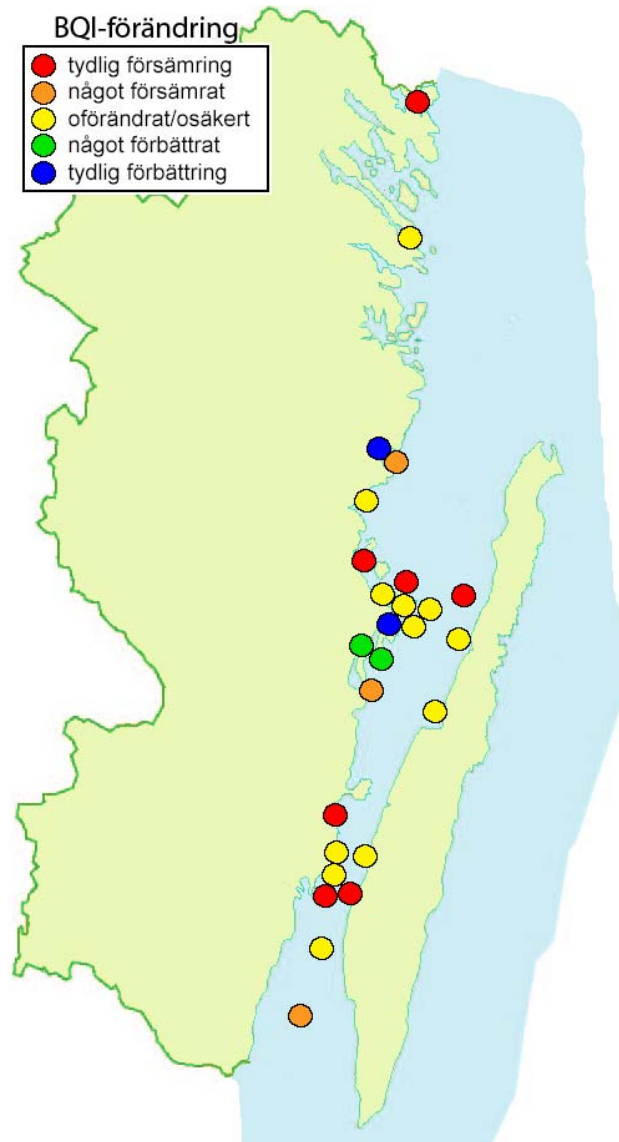
Sediment från stationer med erosionsbottnar har liksom tidigare år analyserats med avseende på kornstorlek. Av analysen framgår att i södra Kalmarsund dominerar välsorterade sandbottnar som är vidsträckta och lämpar sig väl för provtagning. Bottnarna i Simpevarpsområdet innehåller däremot både grus och småsten som försvårar provtagningen. Utanför Mönsterås Bruk är bottnarna mer varierade och det förekommer såväl blandbottnar med grus och småsten som mer välsorterade sandbottnar. Tidigare års kornstorleksbestämning har visat att undersökta erosionsbottnar har haft relativt oförändrad sammansättning mellan åren (Tobiasson 2015 a).

Sämre ekologisk status i Kalmar län

Biologiskt kvalitetsindex (BQI-värde) var på många stationer i mellersta delen av länet och runt Kalmar måttligt höga eller t o m låga vid provtagningen 2016 och 2017. Även i Lindöfjärden på gränsen till Östergötland och vid Västervik fanns stationer med måttligt höga BQI-värden, liksom lite mer förvånande några stationer utanför Simpevarp. Bara en handfull stationer i södra Kalmarsund och utanför Mönsterås Bruk hade BQI-värden som var relativt höga. Värdena varierar ibland en del mellan olika stationer i ett havsområde men också mellan olika år. Bara en station vid Figeholm (FB2MS) och en utanför Mönsterås Bruk (MB3MS) samt i viss mån stationerna i Mönsteråsviken uppvisar



FIGUR 2. Medelvärden för BQI på 24 stationer i Kalmar län provtagna 1982-2017. 1982-1990, 2008, 2011 och 2013 provtogs bara 12-16 av stationerna. Resultat från provtagningar 2016 och 2017 visas i en punkt (2017). Heldragen linje innebär att trenden är signifikant ($p < 0,05$).

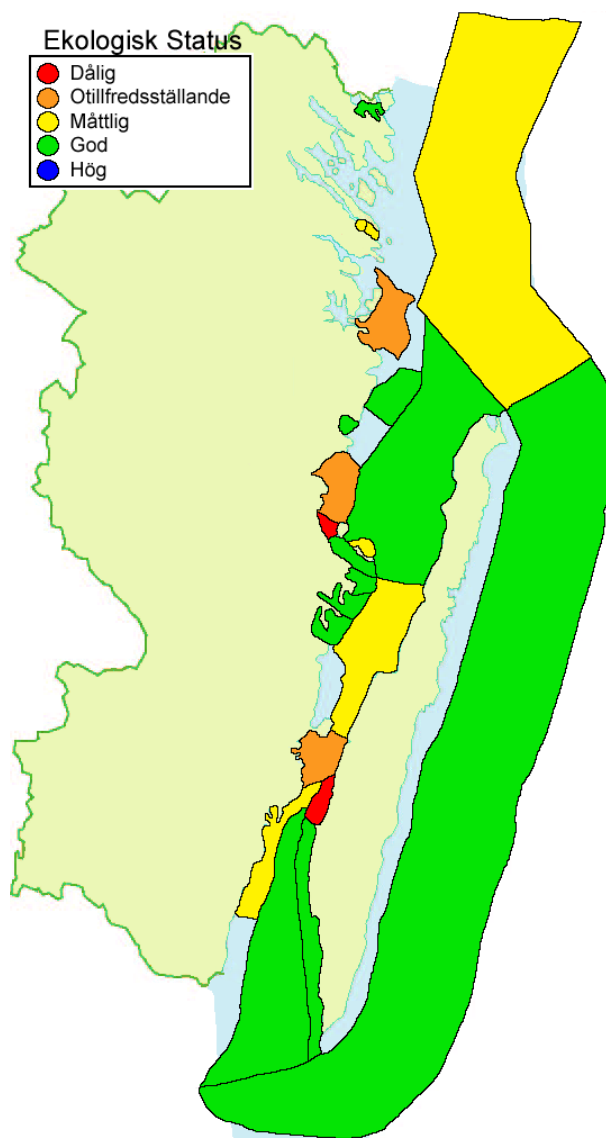


FIGUR 3. Förändring av BQI-värden på 26 återbesökta bottenfaunastationer ingående i Kalmar läns kustvattenkontroll samt i den nationella och regionala miljöövervakningen. .

ökande BQI-värden (figur 3).

Däremot uppvisar ett ganska stort antal stationer sjunkande värden för BQI. Som exempel kan nämnas flera stationer runt Kalmar, O6MS vid Påskallavik samt MBY12MS i norra Kalmarsund. Även i Lindöfjärden (RefM4S4) finns en sjunkande trend för BQI. Sammantaget har medelvärde för BQI i Kalmar län minskat signifikant (figur 2).

BQI-värden från enskilda stationer ligger till grund för statusklassningen av havsområden som enligt vattendirektivet ska göras med resultat från minst fem oberoende lokaler. I Kalmar län finns i och med det nya provtagningsprogrammet 22 områden som uppfyller detta krav, Lindöfjärden på gränsen mot Östergötland inräknat. Resultatet visas i figur 4. Endast 11 av de 22 havsområdena uppnår god status. I Oskarshamns- och Påskallavikområdet, i Misterhults skärgård samt runt Kalmar och Färjestaden var den ekologiska statusen t o m otillfredsställande eller dålig.

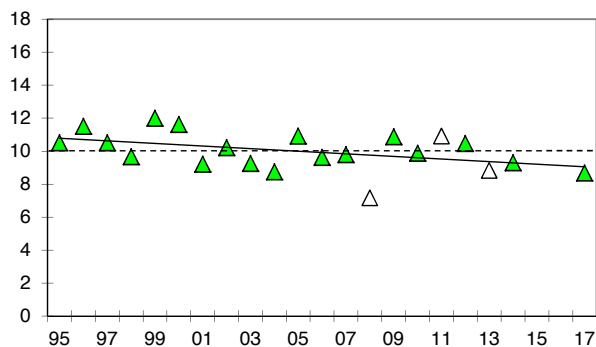


FIGUR 4. Ekologisk status i 22 havsområden ingående i Kalmar läns kustvattenkontroll samt i den nationella och regionala miljöövervakningen 2016 och 2017. Klassningar baseras på bottenfaunadata från minst fem stationer i varje havsområde. Provtagning i havsområdena Del av Gotlands-havets utsjövatten (2 havsområden) har utförts av Stockholms universitet.

Sedimenttypen viktig

Liksom tidigare år har bottenfaunadata analyserats med hjälp av statistiska, multivariata metoder som MDS.

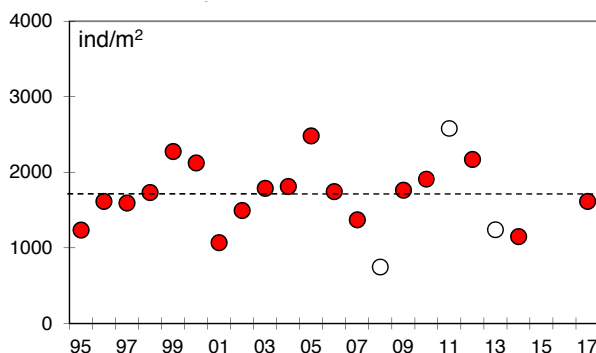
Analysen visar att vattendjupet och sedimentets organiska halt är de främsta förklaringsfaktorerna då det gäller att strukturera bottenmiljöerna. Även vilket geografiskt område stationer ligger i är en viktig variabel. I analysen framträder en grupp av stationer som verkar ha problem med syretillgången och där fjädermygglarver (Chironomidae) helt dominerar. Det gäller framför allt lokaler i Påskallaviksområdet och i närheten av Oskarshamn samt runt Kalmar och Färjestaden. En annan grupp utgörs av djupa stationer i norra länsdelen och utmärks av mer föroreningskänsliga arter som vitmärkla



FIGUR 5. Medelantal arter på 24 bottenfaunastationer i Kalmar län under åren 1995 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 12 stationer i beräkningen. Resultat från provtagningar 2016 och 2017 visas i en punkt (2017). Streckad linje anger medelvärdet för perioden. Heldragen linje innebär att trenden är signifikant ($p < 0,05$).

(*Monoporeia*) och korvmask (*Halicryptus*).

Resultaten från bottenfaunaundersökningarna i Kalmar under åren 1995-2017 har även analyserats och redovisas i en sk Traffic Plot (tabell 1 nästa sida). Av analysen framgår att flera arter som tidigare varit vanliga har minskat signifikant, både i antal och biomassa. Det gäller t ex vitmärla och rovborstmasken *Hediste diversicolor* men även den för dessa bottenar så typiska östersjömusslan (*Limecola baltica*, tidigare *Macoma baltica*). Minskningen av östersjömusslor innebär att även den totala biomassan på stationerna har minskat signifikant. De arter som har ökat tydligast är den relativt nyligen invandrade borstmasken *Marenzelleria* och sandmussla (*Mya arenaria*), men även i viss mån fjädermygglarver. Sammantaget ger analysen en bild av ett djursamhälle som successivt förändrats mot ett med mer föroreningståligheter arter.

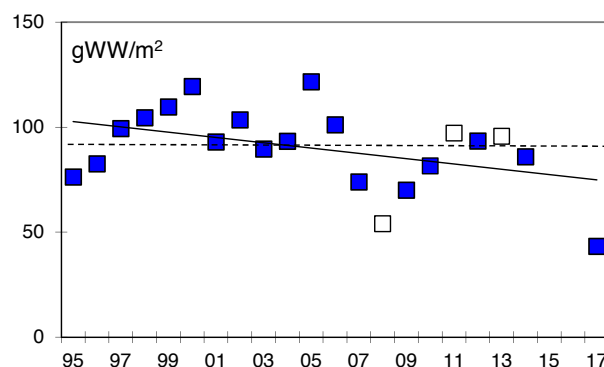


FIGUR 6. Medelabundans på 24 bottenfaunastationer i Kalmar län under åren 1995 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 12 stationer i beräkningen. Resultat från provtagningar 2016 och 2017 visas i en punkt (2017). Streckad linje anger medelvärdet för perioden.

Artantal och biomassa minskar

Djur påträffades på samtliga 120 bottenfaunastationer som provtogs 2016 eller 2017. Antalet arter eller högre taxa var totalt 42 och det förekom inga nya arter jämfört med tidigare års provtagningar. 15 av arterna fanns bara på en eller två av stationerna och då endast i få exemplar. Artantalet i länet varierade mellan 2 och 18 per station och 28 av stationerna hade 10 arter eller mer. I medeltal för samtliga 120 stationer var artantalet 8,2. Om man bara analyserar de 24 stationer som har provtagits sedan 1995 kan man dels konstatera att medelartantalet är i samma storleksordning (8,8) men också att det har minskat signifikant under perioden 1995-2017 (figur 5). I ett längre perspektiv (1984-2017) ökade antalet arter fram till mitten av 1990-talet, såväl för hela länet som på flertalet av de enskilda stationerna. Ökningen fram till 1995 kan till viss del förklaras med metodförändringar när det gäller provtagning och konservering av prover, men också med en förbättrad syresituation i några vikar under 80- och 90-talet. Sedan 2001 har totalt 70 arter förekommit på bottenfaunastationerna i Kalmar läns kustrecipientkontroll.

Totalabundansen på de 120 stationerna varierade mellan 125 och en bit över 11 000 individer/m² och det var 17 stationer som hade förhållandevis höga värden (> 3000 ind/m²). På de stationer i södra Kalmarsund med högst abundans fann vi mängder med sandmusslor som antyder en riktigt lyckad rekrytering för arten 2016. I övrigt var det i huvudsak fjädermygglarver, småmaskar och snäckor som bidrog mest till höga abundansvärden. I medeltal för alla 120 stationerna var abundansen 1718 ind/m² vilket är i samma storleksordning som för de 24 tidigare undersökta stationerna (1618 ind/m²). Det finns ingen trend för abundansen på bottenfaunalokalerna i Kalmar län under perioden 1995-2017 (figur 6). Abundansen 2016/2017 var väldigt nära långtidsmedelvärdet men betydligt högre än 2014.



FIGUR 7. Medelbiomassa på 24 bottenfaunastationer i Kalmar län under åren 1995 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 12 stationer i beräkningen. Resultat från provtagningar 2016 och 2017 visas i en punkt (2017). Streckad linje anger medelvärdet för perioden. Heldragen linje innebär att trenden är signifikant ($p < 0,05$).

TABELL 1. Urval av vanliga arter vid mjukbottenprovtagningar på 24 stationer i Kalmar län 1995-2017. Analysresultat med sk. "TrafficPlot". Färgen indikerar hur vanlig arten varit ett visst år jämfört med dess förekomst under samtliga år (mörk färg = högre förekomst, vit = ingen förekomst). Medelabundans anges för respektive art för hela perioden 1995-2017. Arterna är sorterade så att de som ökar mest finns i den övre delen av tabellen och de som minskar mest i den nedre delen. "Trend" anger om förändringen är signifikant ($p < 0,05$).

Art	Medel-abund	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Trend
Fjädermygglarver	327,5																								
Borstmask "Marenzelleria"	69,7																								+
Fåborstmaskar	329,3																								+
Sandmussla	40,0																								
Sandmärla	43,8																								
Småsnäckor "Potamopyrgus"	66,7																								
Småsnäckor "Hydrobia"	103,7																								-
Rovborstmask "Hediste"	39,2																								-
Östersjömussla	383,1																								-
Vitmärla	158,8																								-
Totalt antal arter	16,6	17	16	17	16	16	18	18	18	18	18	18	17	16	15	16	16	15	18	16	18	15	15	15	-

Främst beror de högre abundansvärdena på en markant ökning av mängden fjädermygglarver (Chironomidae), men även på att småsnäckor som Hydrobiidae och Potamopyrgus hade ökat. Arter som minskade i antal var vitmärla (Monoporeia) och olika arter av borstmaskar. Även antalet musslor minskade något.

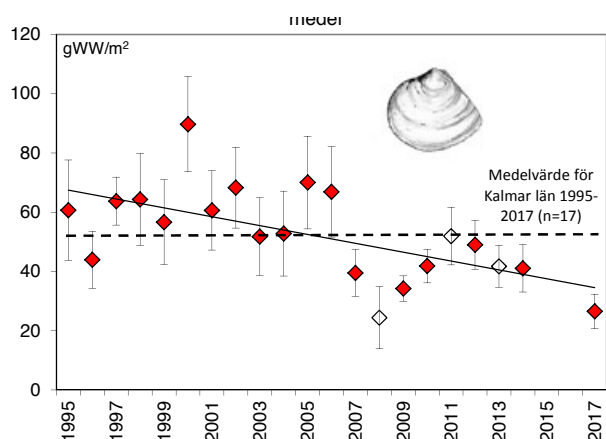
Förändringar i abundans har ofta inte någon självklar koppling till eutrofiering, men i kraftigt störda system tenderar stora, fleråriga arter som t ex musslor att ersättas av små, kortlivade arter som förekommer i mycket hög täthet och som dessutom varierar mycket mellan åren. Flera av dessa arter växlar dock i antal på ett sätt som är svårt att knyta till faktorer som närings-tillgång och det är svårt att dra några säkra slutsatser om förändringens bakgrund.

Biomassan varierade mellan 0,42 och nära 520 gWW/m² (fig 7) och så mycket som 27 av de 120 stationerna hade förhållandevis låga värden (<20 gWW/m²). Några av stationerna hade troligen låg biomassa till följd av perioder med syrebrist och därmed dominans av fjädermygglarver. Anmärkningsvärt är också de sta-

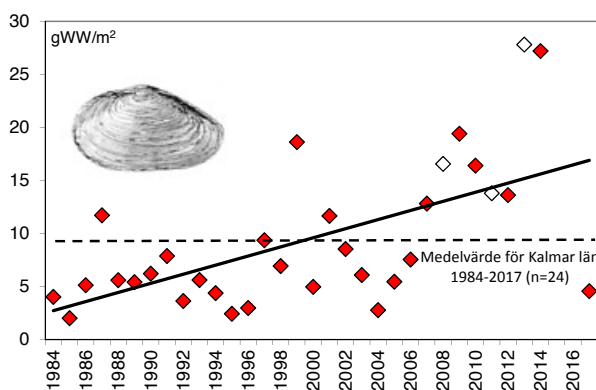
tioner i Simpevarpsområdet och vid Taktö som nästan inte hade någon bottenfauna alls. Områdenas grusiga botten är uppenbarligen inte någon bra miljö för stabila djursamhällen. Flera stationer i södra Kalmarsund hade tvärtom riktigt hög biomassa till följd av stor mängd sandmusslor. I medeltal för alla 120 stationerna var totala biomassan 60 gWW/m².

Biomassan i bottenfaunasamhällen varierar normalt inte alls lika mycket mellan åren som individtätheten. Medelvärden för de 24 stationer som provtagits sedan 1995 var 43,2 gWW/m² vid provtagningarna 2016/2017 vilket är betydligt under medelvärdet för hela perioden och det i särklass lägsta hittills (figur 7). Minskningen förklaras huvudsakligen av mindre mängd östersjömusslor. För perioden 1995-2017 ser vi en signifikant minskad totalbiomassa vilket även stämmer väl med TrafficPlot-analysen (tabell 1).

Långvarig syrebrist i bottenarna kan påverka djurbio-massan avsevärt om musslorna dör. 2008 hade minst fem av de 15 stationer som då provtogs väldigt låg biomassa, sannolikt på grund av syreproblem. Åren därefter



FIGUR 8. Medelbiomassa för Östersjömusslor på 17 bottenfaunastationer med gyttjiga sediment i Kalmar län under åren 1995 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 9 stationer i beräkningen. Streckad linje anger medelvärdet för perioden. Heldragen linje innebär att trenden är signifikant ($p < 0,05$).



FIGUR 9. Medelbiomassa för sandmusslor på 16-24 bottenfaunastationer i Kalmar län under åren 1984 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 12 stationer i beräkningen. Streckad linje anger medelvärdet för perioden. Heldragen linje innebär att trenden är signifikant ($p < 0,05$).

ter förbättrades situationen på flera stationer vilket bl a resulterade i stigande biomassor. Provtagningen 2016 och 2017 antyder dessvärre en återgång till en situation liknande den 2008.

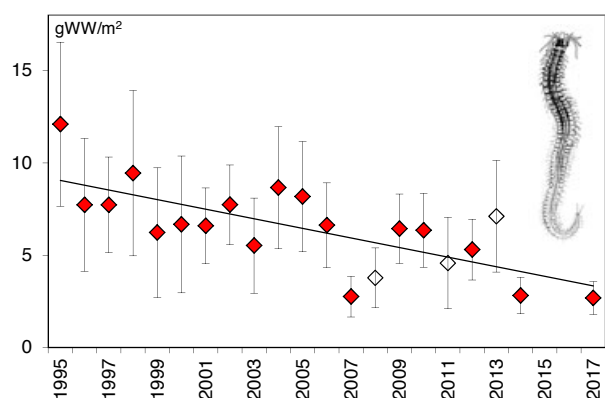
Fler fjädermyggor och färre borstmaskar

Här följer en översiktlig beskrivning av hur några av de vanligaste och mest betydelsefulla djuren i Kalmar läns mjukbotten har utvecklats över tid. På grund av det nya provtagningsprogrammets utformning har trendanalyser gjorts genom att slå ihop resultaten från 2016 och 2017 till ett samlat medelvärde.

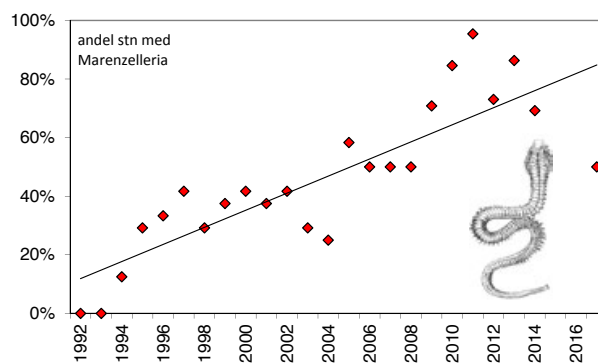
Östersjömusslan (*Limecola baltica*) är ett vanligt djur på mjuka botten i Kalmar län och i resten av Östersjön. Arten står ofta för merparten av djursamhällets biomassa i mjuka sediment (gyttjor och gyttjeleror). På exponerade sandbotten i södra Kalmarsund har den inte samma särställning utan där bidrar ibland andra musslor, ex vis sandmusslor, med lika mycket vikt eller mer.

Östersjömusslan är förhållandevis föroreningstålighet och 2016/2017 fanns arten på 111 av 120 provtagna stationer. På 11 av stationerna var dock antalet musslor väldigt lågt ($<25/\text{m}^2$) och på så många som 26 var artens biomassa lägre än $10\text{ g}/\text{m}^2$, vilket måste betraktas som mycket lite. Flera av dessa stationer uppvisar tydliga tecken på dålig syretillgång, men även i Simpevarpsområdet och vid Taktö finns stationer som nästan helt saknade Östersjömusslor. Som tidigare konstaterats verkar inte områdenas grusiga botten vara någon bra miljö för mjukbottenarter. Antalet stationer med låg biomassa av Östersjömusslor har ökat under perioden 1995-2017 vilket kan ses som ett tecken på försämrade förutsättningar för arten.

Östersjömusslor kan bli uppemot 10-15 år gamla och avspeglar därmed de förändringar som sker i havsmiljön under en längre tid. Biomassan för arten kan



FIGUR 10. Medelbiomassa för rovbormasken *Hediste diversicolor* på 15 gyttjiga bottenfaunastationer grundare än 30 m i Kalmar län under åren 1995 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 9 stationer i beräkningen. Helledragen linje innebär att trenden är signifikant ($p < 0,05$).



FIGUR 11. Andelen stationer med havsbormasken *Marenzelleria* spp i Kalmar län från det år den först förekom 1992 till 2017. Totala antalet stationer var 24. Helledragen linje innebär att trenden är signifikant ($p < 0,05$).

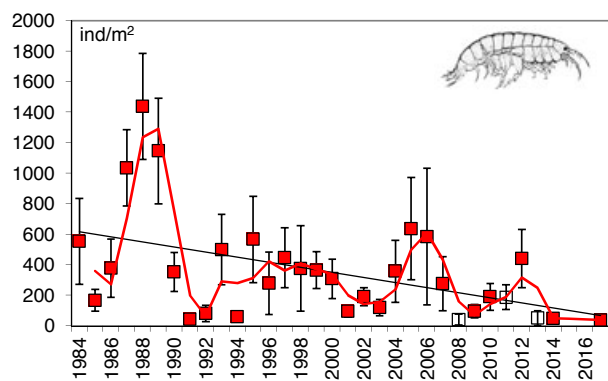
användas som en indikation på näringstillgången. Även andra musslor skulle kunna användas på samma sätt men de är inte lika vanligt förekommande och uppvisar dessutom större variation mellan åren vilket försvårar en trendanalys. Biomassan för östersjömusslor i gyttjiga sediment, sk ackumulationsbotten, har minskat under provtagningsperioden 1995-2017 (figur 8). Dessvärre verkar detta inte främst vara en effekt av minskad näringstillgång utan snarare av att fler stationer har väldigt lite musslor till följd av syrebrist.

Sandmussla (*Mya arenaria*) förekommer som namnet antyder främst på sandbotten och kan i gynnsamma fall bli uppemot 70 mm lång längs vår kust och bidrar då i allra högsta grad till en hög djurbiomassa. Sandmusslor lever liksom östersjömusslor nedgrävda i bottenarna och de riktigt stora exemplaren kan sitta så djupt i sedimentet att man inte lyckas få dem i proverna, åtminstone inte vid provtagning med standardutrustning. Sandmusslor fanns 2016/2017 på 55 av 120 stationer vilket är relativt mycket. På 12 stationer var artens biomassa över $25\text{ g}/\text{m}^2$. Biomassan var väldigt hög på ett antal stationer i södra Kalmarsund och utanför Mönsterås Bruk. Arten dominerade här stort över östersjömusslan. I övrigt förekom sandmusslor bara i låga tätheter. Av de 24 stationer som provtagits tidigare fanns arten på 14 stationer. Medelbiomassan var betydligt lägre än under perioden 2007-2014 och låg mer i nivå med tidigare. Däremot antyder figur 9 att det fortfarande finns en trend mot ökande biomassor för arten om hela perioden 1984-2017 beaktas. Mycket talar dock för att de låga värdena i början av provtagningsserien beror på att vi före 1995 använde en lättare huggare som inte gräver lika djupt i de kompakta sandbottenarna.

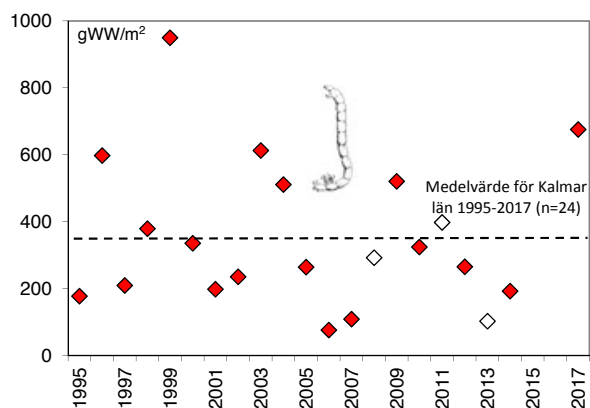
Borstmasken *Hediste diversicolor* (tidigare *Nereis diversicolor*), även kallad rovbormask, fanns på 65 av de 120 provtagna stationerna 2016/2017. Arten har ofta en framträdande roll på gyttjiga botten som inte ligger på alltför stort djup. Den livnär sig på att äta små organismer och partiklar i sedimentet men kan även fånga lite större byten. Om tillgången på föda är riklig kan

maskarna bli förhållandevis stora. Eftersom de kan ta upp syre effektivt klarar de sig relativt bra även vid låga syrehalter. I Kalmar län har arten tidigare varit en av de dominerande arterna i många områden, men 2016/2017 hade den enbart på två av de 120 stationerna en biomassa över 10 g/m². På 20 av stationerna utgjorde arten mer än 10 % av den totala biomassan. Speciellt vanlig var arten i området runt Kalmar och Färjestaden där den i genomsnitt utgjorde 21 % av biomassan, på några stationer t o m över 50 %. Av de 24 stationer som provtagits tidigare fanns *Hediste* på 15 vilket är lite fler än de senaste åren. På längre sikt visar dock antalet stationer med förekomst och utvecklingen på enskilda stationer att arten har minskat signifikant. Störst är förändringen på stationer med gyttjigt sediment, som i Mönsteråsviken. Sammantaget är förändringen mest markant under perioden 1995 till 2017 (figur 10). Motsvarande trend för arten finns i Blekinge men även på andra håll i Östersjön (Liungman m fl 2016). På sandiga bottenar kan *Hediste* också förekomma i täta bestånd, men maskarna är då oftast så små att de bara bidrar med några bråkdelar av gram till den totala biomassan.

Havsborstmasken *Marenzelleria* spp hittades första gången i Östersjön 1985 och i Sverige noterades den 1990 vid Blekinge-kusten (Persson 1991). I Kalmar län upptäcktes den första gången vid Bergkvara 1992 och fanns vid undersökningar tre år senare så långt norrut som till Västervik. Masken har fortsatt att spridas till nya områden och den finns nu i nästan hela Östersjön. Den fanns 2016/2017 på 63 av de 120 provtagna stationerna och var därmed lika utbredd som rovborstmasken *Hediste*. *Marenzelleria* är dock vanligtvis lite mindre och bidrog bara på två av stationerna med mer än 10 % av totalbiomassan. Utvecklingen över tid är tydligt ökande även om den 2016/2017 var mindre vanlig än på många år (figur 11). Det är känt att den relativt nyetablerade havsborstmasken kan konkurrera om utrymmet med andra arter (Kotta m fl 2001). Vid höga tätheter kan man inte utesluta att masken tränger undan andra



FIGUR 12. Medelabundans för vitmärlor (*Monoporeia affinis*) på 15 bottenfaunastationer i Kalmar län djupare än 12 m under åren 1984 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 6 stationer i beräkningen. Streckad linje anger medelvärdet för perioden. Röd linje visar glidande 2-årsmedelvärden

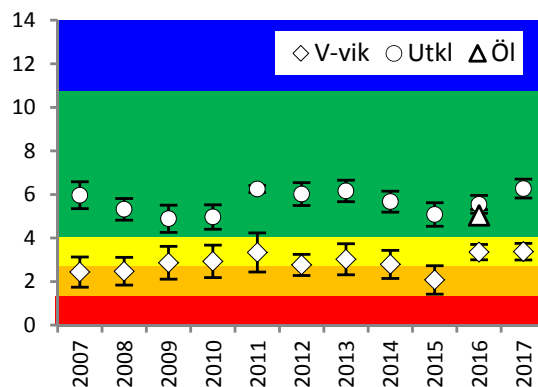


FIGUR 13. Medelabundans för fjädermygglarver på 24 bottenfaunastationer i Kalmar län under åren 1995 till 2017. Åren 2008, 2011 och 2013 ingick bara 12 stationer i beräkningen. Streckad linje anger medelvärdet för perioden.

arter som ex vis vitmärlan och rovborstmasken.

En tredje havsborstmask längs länets kust är fjällborstmasken (*Bylgides sarsi*) som främst förekommer på slambottenar på djupt vatten. Den betraktas som känslig mot föroreningar och syrebrist. Vid provtagningen 2016/2017 fanns den bara på 9 av de 120 stationerna, varav 5 i Simpevarpsområdet. Bara två av de 9 stationerna hade fler än en mask per hugg. Bara på en av de 24 stationer som provtagits sedan 1995 hittade vi arten. Fjällborstmasken har generellt blivit ovanlig under senare år, vilket skulle kunna tolkas som ett tecken på sämre miljö. Flest fjällborstmaskar fann vi under 1980-talet och arten uppvisar därmed ett snarlikt mönster som den likaledes kallvattenberoende vitmärlan. Ökad vattentemperatur under höst och vinter kan därför vara en annan förklaring till minskningen (jfr vitmärla nedan).

Mängden av den lilla vitmärlan (*Monoporeia affinis*) kan variera mycket mellan åren. Vitmärlan är en ishavrelikt som föredrar kallt vatten och den betraktas allmänt som relativt känslig mot föroreningar (Leppäkoski 1975). Arten är därför vanligast på djupt vatten och på bottenar som inte har så hög organisk belastning. Arten



FIGUR 14. Medianvärden för BQI i de nationella klustren NAT Öland och NAT Västervik i Kalmar län samt NAT Utklippan i Blekinge 2007-2017. Färgen anger ekologisk status. Observera att NAT Västervik bara provtogs med 3 stationer 2016..

förekom 2016/2017 på 51 av de 120 besökta stationerna i Kalmar län. Abundansen var väldigt låg och bara fyra stationer hade över 100 vitmärlor/m². På 13 av de 24 stationer som besöktes även 1995-2014 fanns vitmärlor vilket är det näst lägsta antalet under alla år. Det har varit en tydlig tillbakagång för vitmärlorna under provtagningsperioden, främst beroende på stora populationer under 80-talet och trots att populationerna har varierat mycket mellan åren finns det en minskande trend. Dessutom kan man med lite god vilja se populationstoppar med 6-9 års mellanrum (figur 12) vilket stämmer bra med det populationsmönster som beskrivs i litteraturen (Hill 1991). Medelvärde för 2016/2017 är det lägsta i hela tidsserien.

Eftersom vitmärlan betraktas som känslig för eutrofiering ligger det nära till hands att tolka förändringen som en effekt av försämrade havsmiljö. En alternativ förklaring är att vattentemperaturen har ökat under höst och vinter då arten är som mest känslig för just temperaturhöjningar (Albashir 2003). Ytterligare en förklaring kan vara minskad födotillgång då växtplanktonsamhället under våren har förändrats från att domineras av kiselalger till ett samhälle med mest di-noflagellater (Havsmiljöinstitutet m. fl., 2011).

Gruppen fjädermygglarver (*Chironomidae*) består av ett stort antal arter som är svåra att bestämma till art, och som kan ha helt olika miljökrav. Många har dock en stark ställning på organiskt förorenade bottenar och betraktas som de mest tåliga av alla vad avser hög organisk belastning och dåliga syreförhållanden. Gruppen var representerad på 99 av länets 120 stationer och av dessa hade 66 fler än 100 mygglarver/m². Trots att de inte väger så mycket bidrog de med mer än 10 % av den totala biomassan på 47 av stationerna. Eftersom populationerna har varierat mycket mellan åren finns ingen signifikant trend, men man kan konstatera att det med undan- tag för 1991 fanns mer fjädermygglarver 2016/2017 än något tidigare år på de 24 återbesökta stationerna (figur 13). I Påskallaviksområdet bestod över 90 % av den totala biomassan av fjädermygglarver på tre av de fem stationerna. Den station i havsområdet som även tidigare provtagits i kontrollprogrammet hade

2016 det hittills högsta medelvärdet. Även i Misterhult samt i området runt Kalmar och Färjestaden utgjorde denna grupp en stor del av biomassan (37 resp 40 %).

Jämförelse med nationell miljöövervakning i utsjön

Provtagning och analys av de nationella utsjöområdena utfördes av Stockholms universitet. Bottenfaunaklustret öster om Öland provtogs 2016. Den ekologiska statusen var då god (figur 14) och det förekom flera arter som anses vara känsliga för syrebrist, även om bara två av dessa fanns i mer än enstaka exemplar. Totalt förekom det fler arter öster om Öland än på stationerna i Kalmarsund men i medeltal var ändå artantalet per station högre i södra Kalmarsund. Även biomassan var avsevärt högre där. Då det gäller BQI-värdena så var även dessa högre i S Kalmarsund medan de var lägre i N n Kalmarsunds utsjövatten jämfört med öster om Öland.

Provtagningsklustret NAT Västervik utanför Västervik har provtagits årligen mellan 2007 och 2015. Området besöktes även 2016 för lokalisering av nya stationer men provtogs då bara med 3 stationer. Artantalet var lågt liksom individtätheten men det fanns mycket östersjömusslor vilket innebar att bio- massan var hög. Under 2017 provtogs klustret med 10 stationer och även denna gång var artantalet lågt vilket, trots förekomst av några känsliga arter, resulterade i låga BQI-värden. Mängden östersjömusslor var även denna gång ganska hög vilket resulterade i relativt höga biomassor. Även om statusen de senaste två åren endast har varit måttlig så har den ändå varit högre än tidigare, då några av provtagningsstationerna låg på väldigt stort djup.

Utklippan NAT i Blekinge provtas varje år sedan 2007. Bottenarna i området består omväxlande av sand och mer leriga sediment. Djupet är ungefär detsamma som i NAT Västervik liksom biomassa och abundansvärden. Antalet arter är däremot vanligtvis betydligt högre och den ekologiska statusen brukar därför ligga i klassen god. Här förekommer vanligtvis flera arter som anses vara känsliga för syrebrist.

Referenser

- Albashir, A., 2003. Effects of size growth and survival in a deposit feeding amphipode, *Monoporeia affinis*, in the Gulf of Bothnia (N. Baltic Sea). Akademisk avhandling Umeå univ.
- Field, J.G., Clarke, K.R. & Warwick, R.M., 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8:37-52.
- Havsmiljöinstitutet, Havs- och Vattenmyndigheten & Naturvårdsverket. Havet 2011. Om miljötillståndet i svenska havsområden.
- Hill, C., 1991. Mechanisms influencing the growth, reproduction and mortality of two co-occurring amphipode species in the Baltic Sea. Department of Zoology, Stockholm University.
- Håkansson, L. & Rosenberg, R., 1985. Praktisk kustekologi. Naturvårdsverket. SNV pm 1987.
- Kotta, J., Orav, H., Sandberg-Kilpi, E., 2001. Ecological consequence of the introduction of the polychaete *Marenzelleria cf. viridis* into a shallow-water biotope of the northern Baltic Sea. *J. Sea Res.* 46:273-280.
- Leppäkoski, E., 1975. Assessment of degree of pollution on the basis of macrozoobenthos in marine and brackish-water environments. *Acta Academiae Aboensis*, ser B Vol. 35 nr 2.
- Lindgarth, M. Monitoring of benthic fauna for the MSFD on the Swedish west-coast: Modelling precision and uncertainty of current and future programs using WATERS uncertainty framework. WATERS Report no. 2014:3. Havsmiljöinstitutet, Sweden.
- Liungman, A., Palmkvist, J., Scherer, A., Christensson, M., Nilsson, P.-A., Jonatan Johansson, J., Rådén, R., Mattsson, M., Wallin, A., Qvarfordt, S. & Borgiel, M., 2016. Hanöbukten Kustvattenmiljö 2015. Blekingekustens Vattenvårdsförbund och Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten. Medins biologi.
- Naturvårdsverket, 2007. Bedömningsgrunder för kust- vatten och vatten i övergångszon; Bilaga B till handbok 2007:4.
- Persson, L.-E., 1991. Naturvårdsverket Rapport 3937. Övervakning av mjukbottenfauna vid Sveriges Sydkust. Rapport från verksamheten 1990.
- Tobiasson, S., 2015. Mjukbottenövervakning längs Kalmar läns kust. Årsrapport 2014. Kalmar läns kustvattenkommitte. Linneuniversitetet. Rapport 2015:2.
- Tobiasson, S. 2015. Nytt bottenfaunaprogram längs Kalmar läns kust 2015 - förslag till strategi. Linneuniversitetet Rapport 2015:5.
- Tobiasson, S. 2015. Nytt bottenfaunaprogram längs Kalmar läns kust 2016. Linneuniversitetet Rapport 2015:8.

Kustfiskövervakning i recipienten för Mönsterås Bruk

UTFÖRARE: LINNÉUNIVERSITETET

FÖRFATTARE: SUSANNA FREDRIKSSON

Tillståndet i kustfisksamhället är en viktig parameter för bedömning av miljö kvalitet och ekologisk status i kustvatten och uppföljning av biologisk mångfald.

Provfiske i kustområden görs för att beskriva hur fisksamhället i det undersökta området är sammansatt avseende artsammansättning och relativ förekomst av arter i antal och/eller vikt per ansträngning. För enskilda arter följer man bestånden genom längdfördelningen i fångsten. Funktionella grupper i fisksamhället kan identifieras och relationen mellan dem beskrivas.

För modellarten abborre beskrivs könsfördelning och kondition. Då åldersprov tas på abborre beräknas åldersfördelningen hos abborrhonor.

Resultaten kan användas för att bedöma kustfiskbeståndens variation i tid och rum, dels inom varje provfiskeområde och dels mellan provfiskeområden och kusttyper.

Inledning

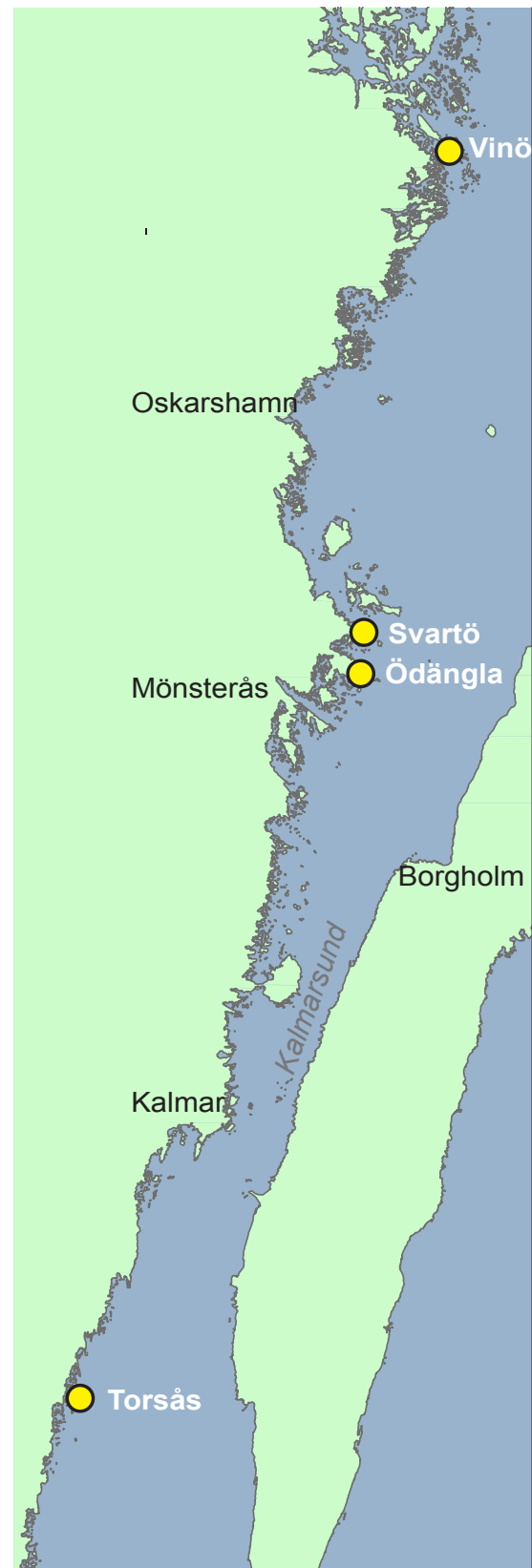
Fisksamhällena undersöks sedan 1995 årligen i Kalmar-kustens övervakningsprogram. Nätprovfiske med länkar utfördes i två delområden utanför Mönsterås bruk, Svartö och Ödängla, samt vid referensområdet Vinö i Misterhults skärgård (figur 1). Från 2015 är ett delområde, Vällö, borttaget från programmet. Varje delområde (sektion) fiskades med nätlänkar sex nätter på sex fasta stationer enligt Naturvårdsverkets metodik (NV 2009). Ytvattentemperatur, vindriktning och vindstyrka registrerades i varje delområde både vid läggning och upptag. Djup och vattentemperatur vid botten noterades på varje enskild station. Siktdjup noterades i varje delområde vid upptag.

Abborre används i Östersjön som modellart inom miljöövervakningen. För att kunna beskriva tillväxthastighet, kondition och årsklasstyrka undersöktes ca 300 abborrar i respektive område med avseende på ålder, somatisk vikt (g) och längd (mm). Åldern bestämdes genom att tolka årsringar avsatta på fiskens hörselstenar (otoliter). Även könsfördelningen bestämdes för abborre i respektive längdgrupp.

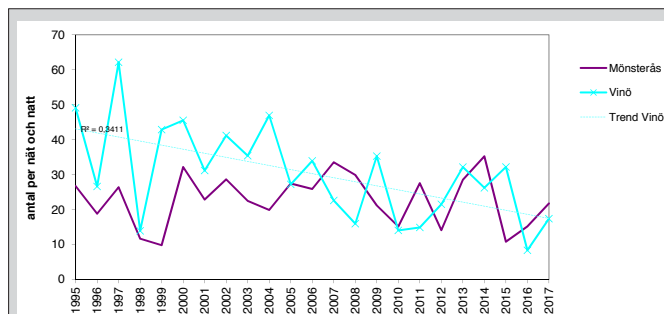
Resultat

Vattentemperatur

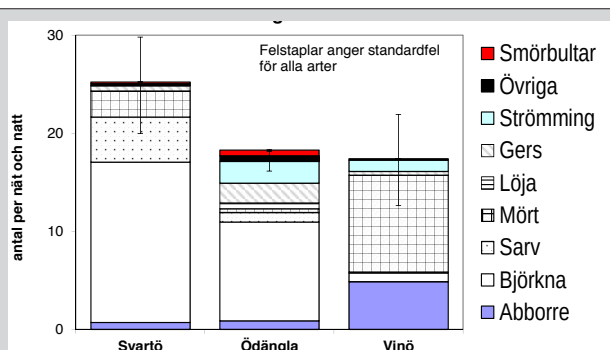
Temperaturen i bottenvattnet vid redskapen var efter två kalla år (2015-2016) mer normal vid Mönsterås, med



FIGUR 1. Översiktskarta med provfiskade delområden 2017. OBS att området Torsås ej provfiskades 2016-17.



FIGUR 2. Fångstens storlek vid Mönsterås (medel av två sektioner) och Vinö under perioden 1995-2017. Streckad linje visar att det finns en minskande trend vid Vinö.



FIGUR 3. Fångstens storlek och artsammansättning i de olika sektionerna 2017. Smörbult i legenden avser svartmunnad smörbult.

en medeltemperatur mellan 18 och 19 grader. Vid Vinö var det även 2017 relativt kallt i vattnet för årstiden. Under provfisket var medeltemperaturen 15,6 grader, vilket påverkar såväl fångstens storlek som dess artsammansättning. Vid lägre temperaturer blir varmvattenarter som abborre och mört mindre aktiva, medan kallvattenarter, som t ex strömming och havsöring kan komma in på grundare vatten. Klarheten i vattnet, siktdjupet, var vid Vinö generellt något större än vid Mönsterås, vilket kan vara kopplat till temperaturen. Inga störningar noterades vid årets fiske.

Liten fångst vid Mönsterås och Vinö

Totalt fångades 18 arter i området runt Mönsterås bruk, vilket är normalt jämfört med medelvärdet för åren 1995-2016. Vid Svartö fångades 14 fiskarter, och vid Ödängla 17. Vid Ödängla och Vinö förekom vimma, en art som klassas som nära hotad i Artdatabankens rödlista.

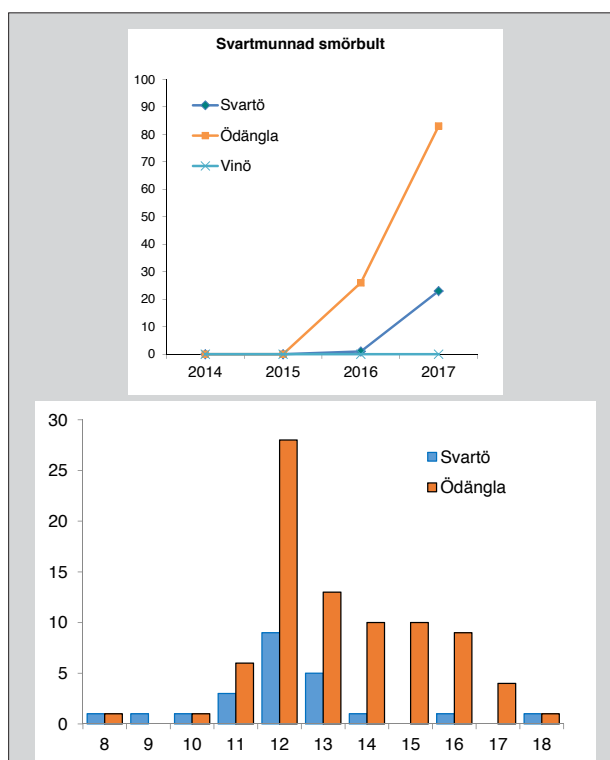
2016 fångades för första gången den invasiva arten svartmunnad smörbult vid Mönsterås och då framförallt vid Ödängla. 2017 fångades den även vid Svartö, och förekomsten vid Ödängla var märkbart högre än 2016 (figur 4). Individerna vid Ödängla var generellt större än vid Svartö (figur 4). Svartmunnad smörbult är en främmande art i våra vatten, och farhågor finns om att den kan konkurrera ut arter som redan är etablerade här. Arten registrerades i svenska vatten för första gången i Karlskrona skärgård 2008 och har därefter spridit sig upp längs ostkusten. Ännu har inga exemplar av arten fångats i provfisket vid Vinö.

Fångstens storlek utanför Mönsterås var i nivå med medelfångsten för åren 1995-2016 (figur 2). Fångsten vid Svartö var något större än den vid Ödängla, framförallt på grund av mer björkna och sarv (figur 3). Vid Svartö dominerade som tidigare dessa två arter. 2016 och 2017 fångades även relativt mycket mört jämfört med långtidsmedelvärdet för de senaste 10 åren. Den totala fångsten vid de två sektionerna vid Mönsterås uppgick till drygt 5 800 fiskar, vilket motsvarar drygt 20

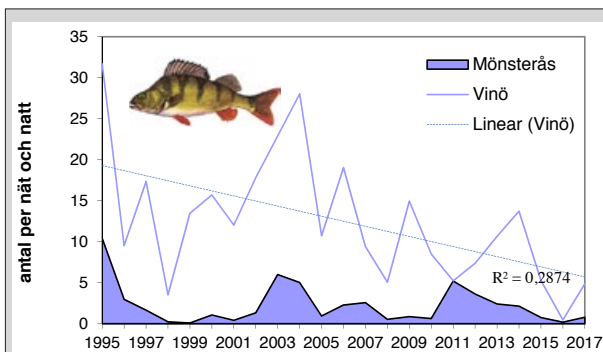
individer per nät och natt (figur 2 samt bilaga 1). Björkna stod för över 60 % av fångsten i båda sektionerna (figur 3). Vid Svartö bidrog sarv och mört med 19 resp. 11 % till totalfångsten. Vid Ödängla stod strömming och gers för 12 respektive 11 % (figur 3). Fångsten av gers var den största som noterats under perioden 1995-2017.

Abborrens andel av fångsten var vid Mönsterås mindre än 5 %. Det totala antalet fångade abborrar var högre än närmast föregående år, men betydligt lägre än vid Vinö (figur 4), trots den lägre vattentemperaturen där.

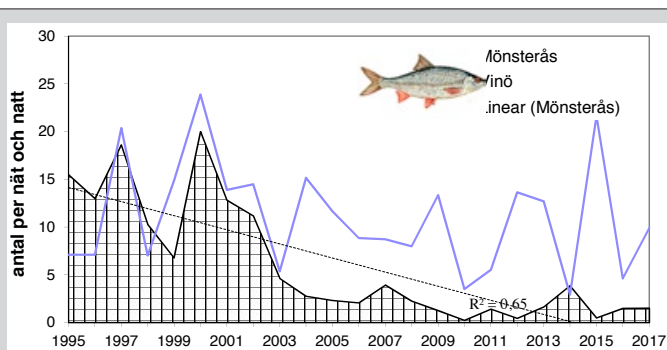
Vid Vinö uppgick den totala fångsten till drygt 2 500 fiskar fördelade på 14 arter, vilket motsvarar 17 fis-



FIGUR 4. Fångst och storleksfördelning för svartmunnad smörbult. Förekomsten av svartmunnad smörbult har ökat i fångsten vid Mönsterås. Arten har ännu inte fångats vid provfisket vid Vinö. I diagrammen redovisas det totala antalet fångade individer på Y-axeln och årtal respektive längdgrupp (cm) på x-axeln



FIGUR 5. Fångst av abborre vid Mönsterås bruk och Vinö 1995-2017. Vid Vinö märks en minskande trend.



FIGUR 6. Fångst av mört vid Mönsterås bruk och Vinö 1995-2017. Streckad linje visar att det finns en minskande trend vid Mönsterås.

kar per nätt (figur 3). Jämfört med långtidsmedelvärdet för åren 1995-2016 var fångsten liten, sannolikt beroende på relativt kallt vatten. Mört och abborre var de vanligaste arterna, och stod för 57 respektive 28 % av fångsten, medan andelen strömming var 7 % (figur 3).

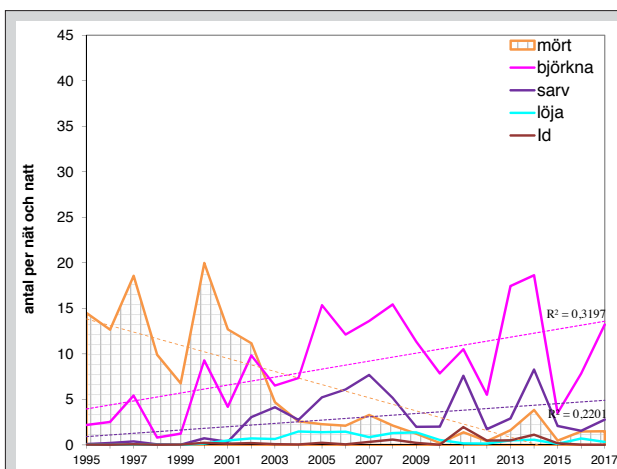
Långtidstrender

I delområdena kring Mönsterås bruk har den totala fångsten varierat mellan olika år (figur 2). Inga trender kan påvisas vad gäller totalfångstens storlek. Vid referensområdet Vinö har totalfångsten däremot minskat sedan 1995 (figur 2). Artantalet har ökat över tid i båda områdena.

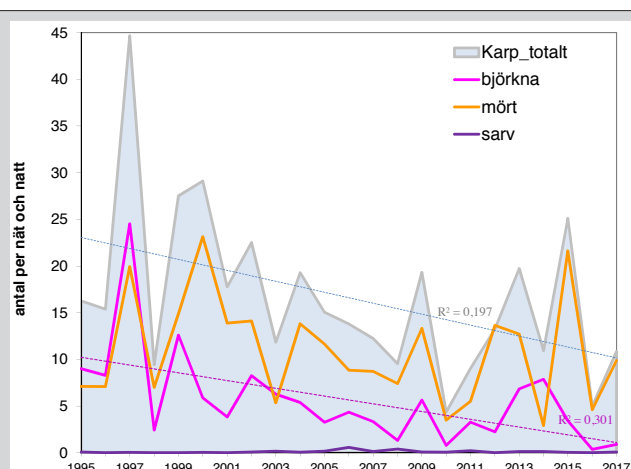
Fångsten av abborre har varierat stort mellan olika år, såväl i Mönsteråsområdet, som vid Vinö (figur 5). Faktorer som kan påverka abborrbeståndets storlek är vattentemperaturen under vår och försommar då leken sker, samt under tillväxtsången (maj-oktober) under det år ynglen kläcks. Temperaturen varierar ofta likartat över större områden, vilket kan förklara samvariationen i abborrbeståndets storlek mellan de två områdena

åren 1995-2010. Fångstresultaten sedan 2011 skiljer sig dock från detta mönster. 2011 förekom mycket abborre utanför Mönsterås, medan relativt lite fångades vid Vinö. Resultaten från 2012 till 2014 visar en ökning av abborrbeståndet vid Vinö, medan dessa år uppvisade minskande fångster vid Mönsterås (figur 5). 2015 och 2016 var fångsterna små, sannolikt delvis kopplat till låg vattentemperatur. 2017 fångades mer abborre vid Vinö, trots de relativt låga temperaturerna där, medan fångsten vid Mönsterås var fortsatt låg trots mer normala vattentemperaturer under fisket. Analyseras hela tidsserien från 1995 till 2017 finns ingen signifikant trend utanför Mönsterås, däremot vid Vinö, där trenden är minskande (figur 5).

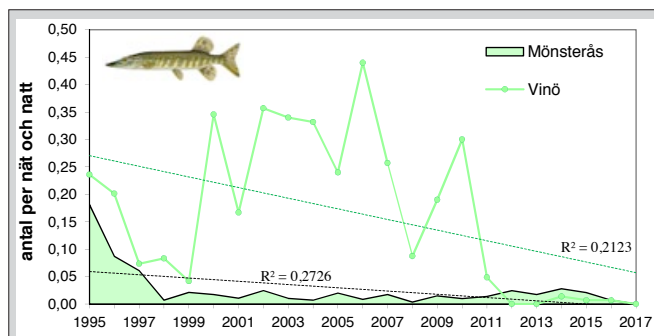
Vid Mönsterås finns en tydligt minskande trend för mört under perioden 1995-2017 (figur 6). I samband med att mörtens minskat vid Mönsterås noteras ökande fångster av andra karpfiskar, bland annat björkna och sarv, vilka uppvisar en ökande trend i Mönsteråsområdet mellan 1995 och 2017 (figur 7). Vid årets fiske var fångsterna av karpfisk normala, jämfört med långtidsmedelvärdet för åren 2007-2016. Vid Mönsterås finns



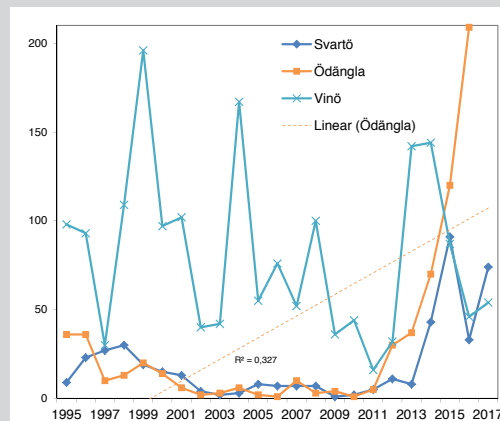
FIGUR 7. Medelfångst av mört, björkna, sarv och löja vid två sektioner utanför Mönsterås bruk 1995-2017. Streckade linjer visar att det finns signifikanta trender, minskande för mört och ökande för björkna, sarv och id.



FIGUR 8. Fångst av karpfisk vid Vinö 1995-2017. Helledragen linje visar att det finns en minskande trend för björkna samt även för den totala fångsten av karpfisk under perioden 1995-2017..



FIGUR 9. Fångst av gädda vid Mönsterås bruk och Vinö 1995-2017. Streckad linje visar att det finns en minskande trend både vid Mönsterås och Vinö under perioden.



FIGUR 10. Fångst av gers vid Mönsterås bruk (Svartö och Ödängla) samt Vinö 1995-2017. Streckad linje visar att det finns en ökande trend vid Ödängla under perioden.

ingen trend för karpfiskar totalt men förändringar kan ses i fördelningen mellan olika arter. Vid Vinö finns däremot en minskande trend för karpfiskbeståndet (figur 8). Även fångsten av björkna minskar under perioden 1995-2017. Även i Kvädöfjärden som provfiskas inom den nationella kustfiskövervakningen finns en minskande långtidstrend för karpfisk (Förlin m fl 2017a).

Fångsten av gädda uppvisar såväl i Mönsteråsområdet som vid Vinö en tydligt negativ trend för perioden 1995-2017 (figur 9). 2017 fångades ingen gädda varken vid Mönsterås eller Vinö. Provfiskemetoden är inte optimerad för arten, men de tydliga resultaten antyder ändå att en förändring har skett i gäddbeståndet.

En art som ökat påtagligt i området runt Mönsterås sedan 2011 är gers. 2017 fångades rekordmycket gers vid Ödängla (figur 10). Storleksklasserna 14-15 cm dominerade. Även vid Svartö tenderar arten att öka. Vid Ödängla och Vinö finns även en ökande trend för strömming. Fångsten av gers och strömming ökar även utanför Torhamn i Blekinge där årliga provfisken genomförs sedan 2002 inom det nationella programmet för kustfiskövervakning (Förlin m fl 2017b).

Vid Vinö ökar också fångsterna av skrubbskädda, storspigg, löja och vimma, även om fångsterna av dessa arter generellt är små.

Få små abborrar vid Mönsterås men unga finns!

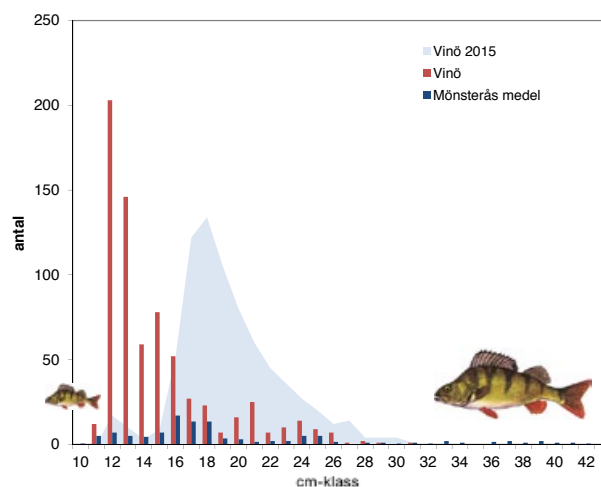
Efter en mycket liten fångst av abborre 2016 var abborrfångsten något större 2017 både vid Mönsterås och vid Vinö. Fiskar i längder mellan 10 och 42 cm förekom i fångsten. Vid normal rekrytering dominerar abborrar i de mindre storleksklasserna antalsmässigt, vilket var fallet vid Vinö (figur 11). Även vid Mönsterås fångades små individer vid årets provfiske. Andelen stor fisk har generellt varit hög vid Mönsterås, och 20 % av de fångade abborrarna var 25 cm eller större 2017. Vid Vinö var

andelen 3 %. Den snabba tillväxten vid Mönsterås (se nedan) är en förklaring till att den procentuella andelen stora abborrar var så mycket högre här, då många både två- och treåriga individer vuxit sig så stora att de blivit mer än 25 cm långa.

Åldersanalysen visade att 1-7 åriga abborrhonor fångades vid Mönsterås. Ettåriga individer dominerade bland de som analyserades med avseende på ålder (figur 12). Även vid Vinö var ettåringar vanligast. Abborrar i åldersspannet 1-4 år fångades vid Vinö.

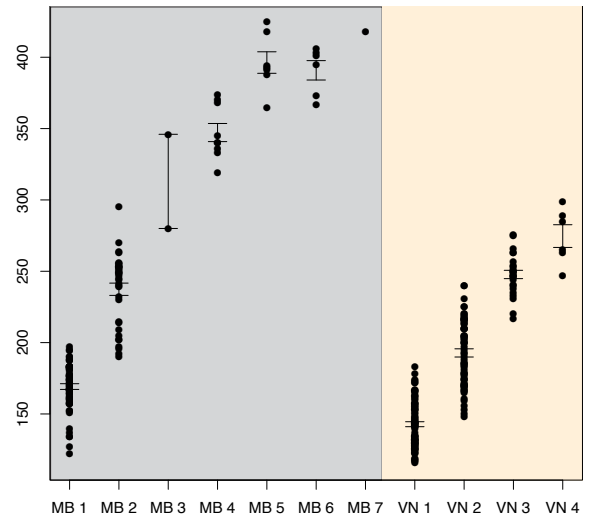
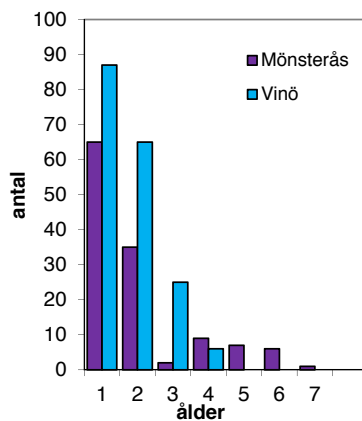
Abborren växer snabbt vid Mönsterås

Liksom tidigare år fanns även 2017 en skillnad i abborrens tillväxtmönster mellan de provfiskade områdena. Vid Vinö är individerna inom en årsklass generellt mer jämt fördelade kring medelvärdet, medan de vid Mönsterås varierar mer (figur 12). Åldersanalysen visar också att fiskar i åldersgrupperna 2-4 år var längre vid Mönsterås.



FIGUR 11. Abborrens storleksfördelning vid Mönsterås bruk och Vinö 2017 (totalt för ett område vid Vinö, och medel av två områden i Mönsterås). Den skuggade ytan visar abborrfångstens storleksfördelning vid Vinö 2015.

Abborrens åldersfördelning hos individer från stickprov enligt metodens urval (15-20 st/ lgrupp). Totalt åldersanalyserades 125 abborrhonor från Mönsteråsområdet och 183 från Vinö.

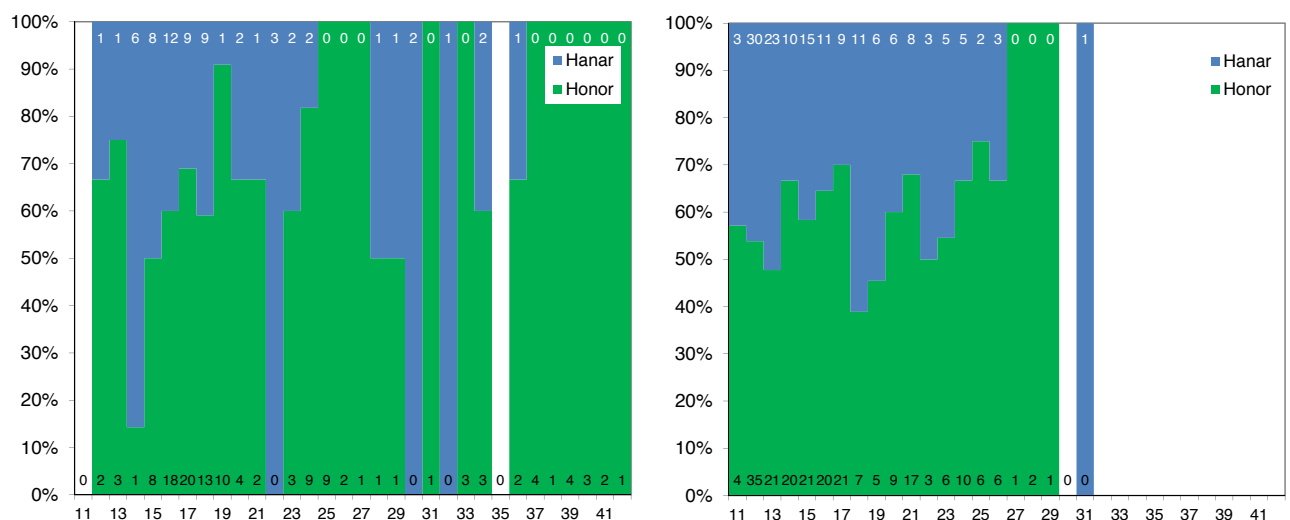


FIGUR 12. Abborrhonors storlek (längd i mm) vid olika ålder (1-7 år) vid Mönsterås bruk (MB) och Vinö (VN) 2017. I figuren representerar varje punkt en individ. Medelvärde och standardfel (SE) redovisas för varje åldersgrupp i respektive område. Totalt analyserades 308 individer..

terås än vid Vinö ($p < 0,05$ ANOVA, Tukeys posthoc). Medellängden för en tvåårig hona var vid Mönsterås 23,7 cm och 19,3 cm vid Vinö. En medellång treåring var 31,3 cm vid Mönsterås och 24,8 cm vid Vinö. Enligt analysen var honor vid Mönsterås lika långa som ett år äldre honor vid Vinö ($p > 0,05$ ANOVA, Tukeys posthoc), se figur 12.

Dominans av honor

Från områdena kring Mönsterås bruk könsbestämdes totalt 196 abborrindivider. Av dessa var 67 % honor. Honor dominerade i de flesta längdgrupperna, med något undantag (figur 14). Vid Vinö, där 366 individer könsbestämdes, var fördelningen mellan hanar och honor något mer jämn, 59/41 % (figur 13).



FIGUR 13. Abborrens könsfördelning vid Mönsterås bruk vänster) och Vinö (höger) vid provfisket 2017. I figurerna redovisas längdgrupp (cm) på x-axeln och könsfördelning (%) på y-axeln. Antalet könsbestämda individer inom respektive kön och längdgrupp varierar stort och redovisas i staplarna..

Referenser

- ArtDatabanken 2015. Rödlistade arter i Sverige 2015. ArtDatabanken SLU, Uppsala.
- Field, J.G., Clarke, K.R and Warwick, R.M., 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8:37-52.
- Fredriksson, S. 2017. Kustfiskövervakning i recipienten för Mönsterås Bruk 2016. Rapport Linnéuniversitetet 2017:4
- Förlin, L., Larsson, Å., Parkkonen, J., Ericson, Y., Ek, C., Faxneld, S., Danielsson, S., Nyberg, E., Olsson, J., Franzén, F. 2017a. Faktablad från integrerad kustfiskövervakning 2017:3. Kvädöfjärden (Egentliga Östersjön) 1988-2016.
- Förlin, L., Larsson, Å., Parkkonen, J., Ericson, Y., Ek, C., Faxneld, S., Danielsson, S., Nyberg, E., Olsson, J., Franzén, F. 2017b. Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2017:4. Torhamn (södra Egentliga Östersjön) 2002-2016.
- HaV 2015. Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp Provfiske med kustöversiktsnät, nätlänkar och ryssjor på kustnära grunt vatten, [http:// www.havochvatten.se](http://www.havochvatten.se)
- R Development Core Team. 2007. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>.
- Söderberg, K. och M. Bergenius. 2010. Regionala provfiskeområden- något att räkna med. Om miljötillståndet i svenska havsområden. Havet 2010. 52- 55. <http://www.havsmiljoinstitutet.se>
- Information om svartmunnad smörbult: <http://www.slu.se/svartmunnadsmorbult>

Miljögifter i biota

UTFÖRARE: TOXICON AB

FÖRFATTARE: ANDERS SJÖLIN

Metaller förekommer naturligt i havs- vatten, sediment och organismer. Genom mänsklig aktivitet har halten av flera tungmetaller dock ökat i en del områden vilket är allvarligt då redan en liten förhöjning kan ge biologiska störningar. De tungmetaller som hittills visat sig ha de starkaste biologiska effekterna är kvicksilver, kadmium, bly, koppar och arsenik. Musslor tar främst upp och anrikar de tungmetaller som finns bundna till partiklar i vattenmassan medan alger tar upp det som finns i löst form. Den mussla som vanligtvis används för övervakning är blåmussla. I Naturvårdsverkets bedömningsgrunder används båda arterna för att bedöma avvikelse från angivna jämförvärden. Mätning av tungmetaller i svenska kustområden har utförts under lång tid och det finns därmed ett ganska stort bakgrundsmaterial att tillgå.

För flertalet organiska miljögifter saknas jämförvärden, men generellt kan man dock utgå från att de förindustriella halterna låg kring noll för flertalet ämnen med undantag för PAH'er (polyaromatiska kolväten) som även bildas vid naturliga processer som vulkanutbrott och skogsbränder. Annars bildas PAH'er mest som en oönskad biprodukt vid olika typer av förbränning. Vanligen är de fettlösliga och relativt stabila och flera anses vara cancerogena.

Klorerade organiska föreningar som klorfenoler, klorguajakoler mm förknippas ofta med tillverkning av blekt pappersmassa. Utvecklingen av nya tekniker för massaframställning under 80- och 90-talet innebar ett väsentligt minskat utsläpp av dessa ämnen men de finns fortfarande kvar i miljön även om halterna successivt avtar.

För några av de analyserade miljögifterna finns istället för jämförvärden bakgrunds- och effektgränsvärden framtagna av HELCOM (Helsingfors- konventionen) och EU.

Inledning

Undersökningar av organiska miljögifter och metaller i blåmussla (*Mytilus edulis*) samt metaller i tång (*Fucus vesiculosus*) har genomförts åt Kalmar läns kustvattenkommitté hösten 2017. Mätningarna är en del av den samordnade recipientkontroll som alltsedan i början av 1980-talet utförts längs Kalmar läns kuststräcka. De stationer där biota provtas för analys av miljögifter och metaller utgörs både av referensstationer och av recipientstationer. Vartannat år provtas endast referensstationer och vartannat år provtas samtliga stationer. År 2017 provtogs samtliga stationer, blåmusslor på fem referensstationer och 12 recipientstationer medan blåstång provtogs på två referensstationer och två recipientstationer (figur 1).

Avvikelse- och tillståndsklassningar för metaller i mussla och tång gjordes enligt "Bedömningsgrunder för miljökvalitet – kust och hav" (NV, 1999). Här jämfördes erhållna data med sk jämförvärden som anger bakgrundshalter för Östersjön.

Erhållna data jämfördes även med HELCOMs (Helsingforskommissionen) statistiskt framtagna bakgrunds- och effektgränsvärde (BAC- och EAC) för kvicksilver, kadmium och bly (HELCOM, 2013a) samt för PAH'er (HELCOM, 2013b). För metaller rekommenderar HELCOM att BAC-värdet används som gräns för god miljöstatus (GES=Good environmental status) medan EAC-värdet (vilket här är gränsvärdet för födointag enligt EU/1881/2006) används som gräns för "dålig status" gällande mussla. För 9 PAH'er rekommenderas att EAC-värdena används som gräns för att GES

uppfylls. För två PAH'er (indeno(1,2,3-cd)pyren och krysen) rekommenderas att, i avsaknad av EAC-värde, BAC-värdet används som gräns för att GES uppfylls i mussla. Även gränsvärden från EU-direktivet 2013/39/EU (HVMFS 2015:4) har använts som referensmaterial för miljögifter i mussla. I direktivet presenteras gränsvärden, i form av miljökvalitetsnormer (EQS) för av EU prioriterade substanser, där några EQS gäller halten i biota.

Alla kemiska analyser har utförts av ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB).

Resultat

Metaller i blåmussla

Halten av arsenik, kvicksilver, koppar, krom, mangan och nickel på recipientlokalerna låg i nivå med halterna på referenslokalerna. Högre halt av kadmium, bly, zink och kobolt noterades däremot på vissa av recipientstationerna (figur 2 och 3). Halten kadmium var högre på den innersta stationen i Oskarshamnsgradienten (N1Me) jämfört med övriga stationer. Halten bly, zink och kobolt var tydligt högre i Oskarshamnsområdet än på referensstationerna och med högst halt på de inre stationerna (N1Me och N3Me). Halten zink var jämfört med referensstationerna något förhöjd på den innersta stationen i Verkeäcksviken (G1Me). De förhöjda halterna av kadmium, bly och zink i Oskarshamnsområdet noterades också i undersökningarna 2013 och 2015 (Tobiasson, 2014 och Sjölin, 2016).

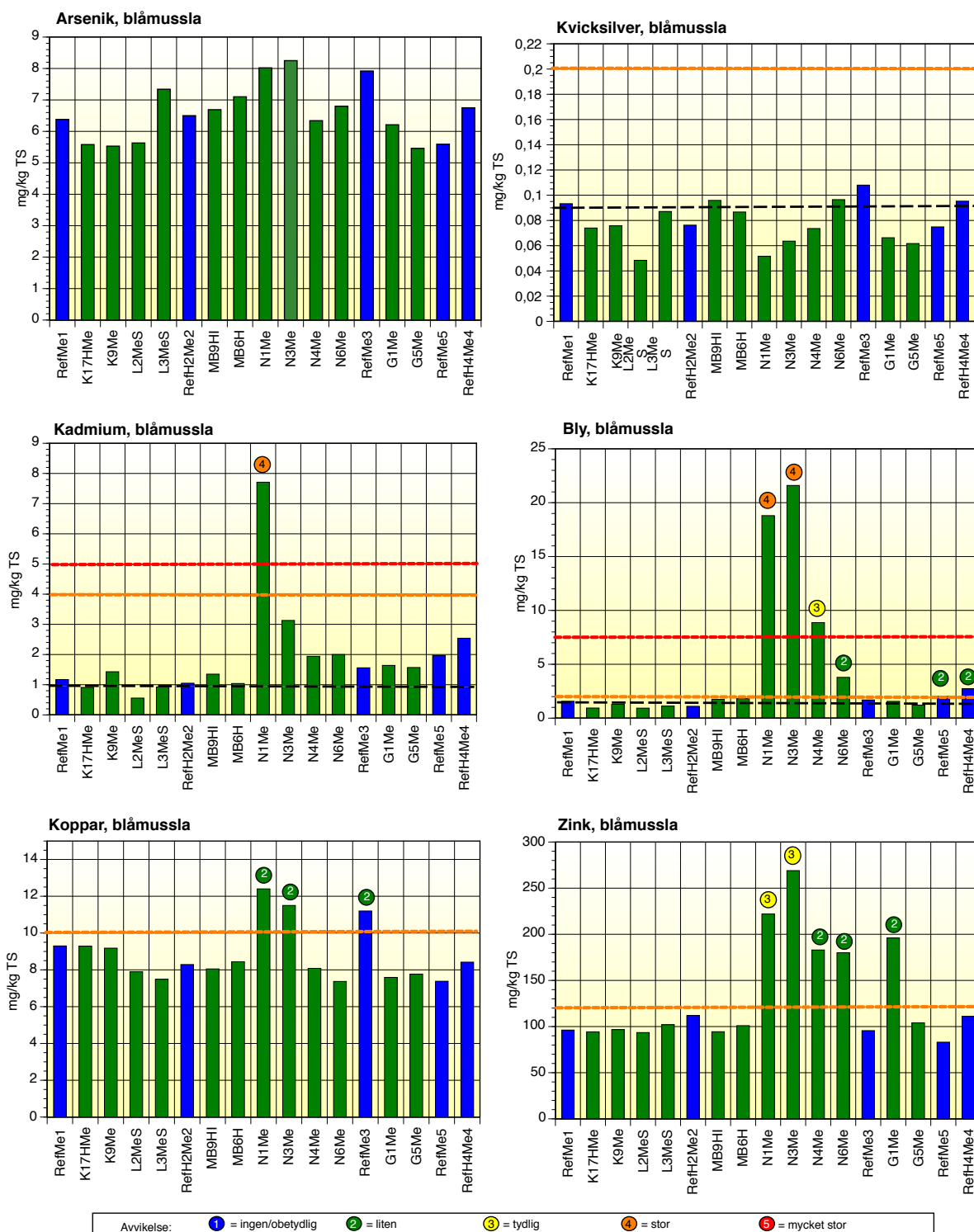
Avvikelseklassning

Naturvårdsverkets klassning baseras på en statistisk fördelning av uppmätta halter i blåmussla. Gränsen för de lägsta fem procenten av halterna (5%-percentilen) utgörs av jämförvärdet, vilken kan ses som en bakgrundshalt. Hösten 2017 överskreds inte jämförvärdet för krom och kvicksilver på stationerna. Halten bly, koppar, zink och nickel uppvisade däremot en "liten" avvikelse relativt jämförvärdet på några stationer (fi-

gur 2). En stor belastning av metaller noterades för de innersta delarna av Oskarshamnsområdet (N1Me och N3Me) där bly och zink uppvisade en "mycket stor" respektive "stor" avvikelse mot jämförvärdet. På lokal N1Me var avvikelsen för kadmium "mycket stor" relativt jämförvärdet (figur 2).



FIGUR 1. Stationer som provtogs år 2017 längs Kalmar läns kuststräcka för undersökning av miljögifter i biota.

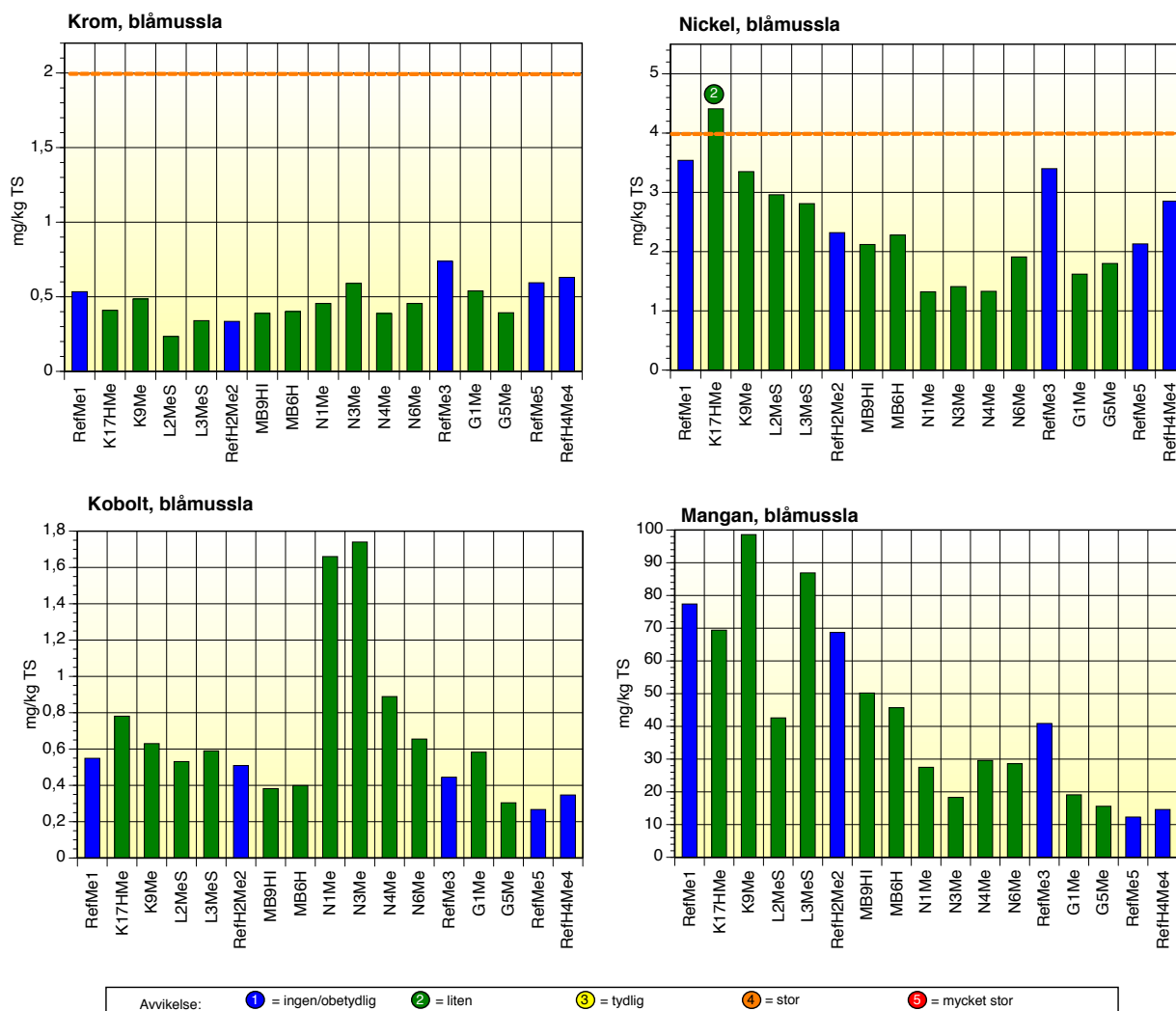


FIGUR 2. Halt av arsenik, kvicksilver, kadmium, bly, koppär och zink i blåmussla på stationerna 2017. Referensstationer är markerade med blå färg och övriga stationer är grönmärkade. Svart streckad linje anger i förekommande fall HELCOMs BAC-gräns och röd streckad linje anger HELCOMs EAC-gräns (EAC anges inte för kvicksilver). BAC-gränsen föreslås av HELCOM (2013a) som gräns för god miljöstatus. Orange streckad linje anger Naturvårdsverkets bakgrundshalt (jämförvärde). Avvikelseklassningar anges enligt legend. Avvikelseklass 1 är inte angiven i figuren.

Gränsvärden

HELCOM har föreslagit gränsvärden för god respektive dålig miljöstatus för bly, kvicksilver och kadmium i blåmussla (HELCOM, 2013a). Halten av kadmium i Oskarshamns hamn (N1Me) samt blyhalten på de tre innersta Oskarshamnstationerna (N1Me, N3Me och N4Me) uppvisade dålig status. God miljöstatus upp-

nåddes på majoriteten av stationerna för kvicksilver medan majoriteten av stationerna inte uppnådde god miljöstatus med avseende på bly och kadmium (figur 2). EUs gränsvärde för god miljöstatus (2013/39/EU) avseende kvicksilver (20 µg/kg VS) överskreds inte på någon station.



FIGUR 3. Halt av krom, nickel, kobolt och mangan i blåmussla på stationerna 2017. Referensstationer är markerade med blå färg och övriga stationer är grönmärkade. Orange streckad linje anger Naturvårdsverkets bakgrundshalt (jämförvärde). Avvikelseklassningar anges enligt legend. Avvikelseklass 1 är inte angiven i figuren.

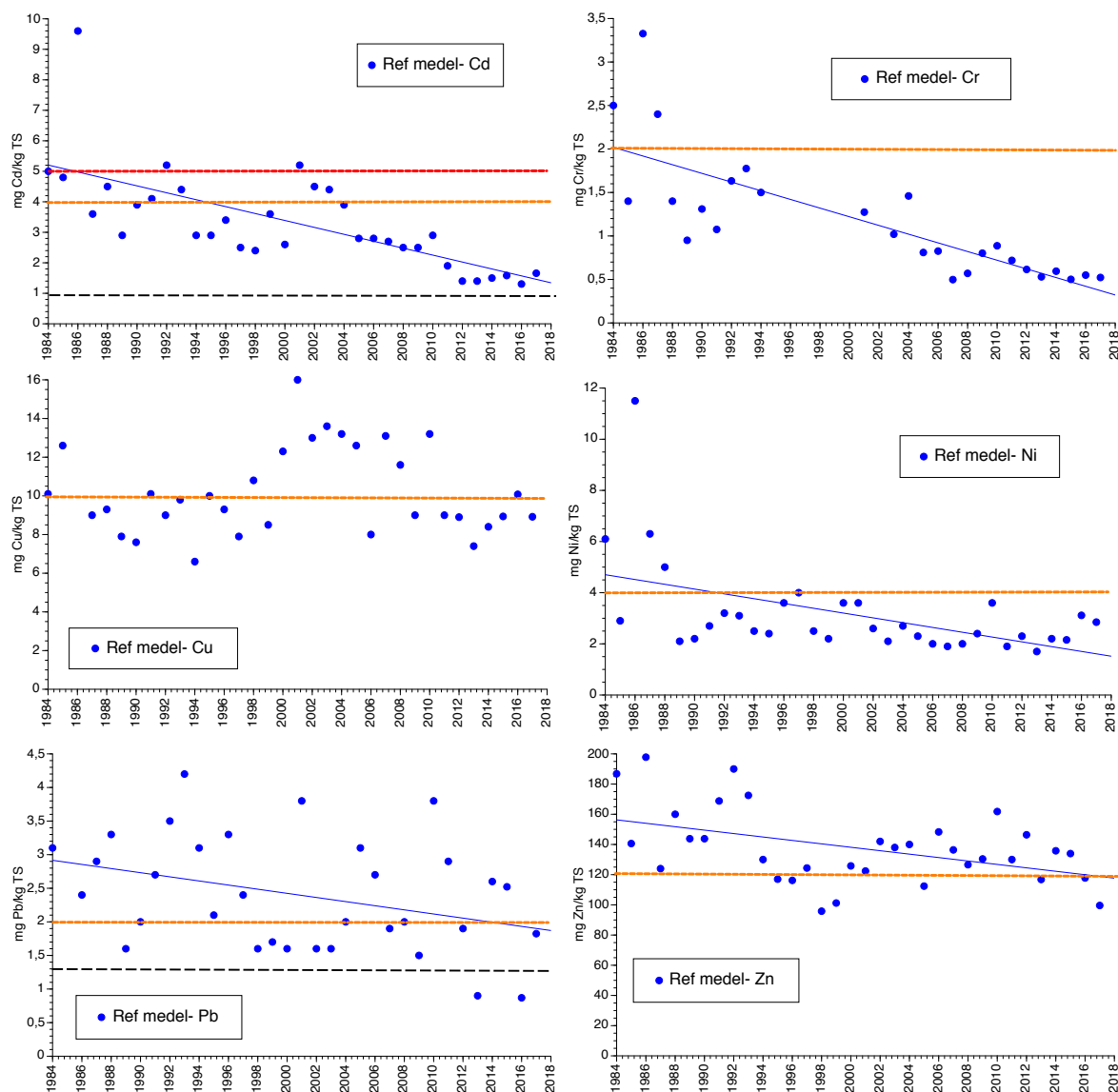
PAH

På referensstationen var den totala PAH-halten låg (endast tre PAHer förekom i halter precis över rapporteringsgränsen). En låg totalhalt PAH₁₆ noterades också på L2MeS men i motsats till referensstationen detekterades cancerogena ämnen här. Inga detekterbara halter av PAHer noterades däremot på station N6Me. Elva av de sexton analyserade PAHerna detekterades på station N3Me och totalhalten var minst 7 gånger högre än på övriga stationer. Halterna på station N3Me var betydligt högre än vad som noterades 2013 och 2015 (Tobiasson, 2014 och Sjölin, 2016).

Gränsvärden

HELCOM har gränsvärden för 11 av de 16 analyserade PAHerna (HELCOM, 2013b). Förutom fluoranten, indeno(1,2,3-cd)pyren och krysen uppfylldes god

miljöstatus för PAHerna. Halten fluoranten på station N3Me överskred tydligt HELCOMs gränsvärde. För indeno(1,2,3-cd)pyren och krysen utgörs gränsen för god miljöstatus, av BAC-värdet, i motsats till övriga PAHer som har EAC-värdet som gräns. Då gränsvärdena ligger under rapporteringsgränsen för ämnena går det många gånger inte att fastställa om gränsvärdet överskreds eller ej. Detta är fallet också i föreliggande undersökning med undantag för att en detekterbar halt av krysen förekom på station L2MeS och N3Me. Därmed överskreds också gränsvärdet för ämnet på dessa stationer. Gränsvärdena från EU-direktiv 2013/39/EU (fastställt i HVMFS 2015:4 också) för fluoranten (30 µg/kg VS) och benzo(a)pyren (5 µg/kg VS) underskreds på stationerna 2017.



FIGUR 4. Halten av kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn) i blåmussla på referensstationerna (medelvärdet av alla referenslokaler) 1984-2017. Svart streckad linje anger i förekommande fall HELCOMs gräns för god miljöstatus medan röd streckad linje anger gräns för dålig miljöstatus. Orange streckad linje anger Naturvårdsverkets jämförvärde. Helt dragen linje anger signifikanta trender (bilaga 2).

Tidstrender för blåmussla

Metaller

Samtliga referensstationer och medelvärdet av referensstationerna uppvisade för hela undersökningsperioden signifikanta nedåtgående trender för kadmium, krom och nickel i blåmussla (figur 4). Trenderna var överlag starkare för kadmium och krom än för nickel. Halten kadmium, krom och nickel har sedan minst tio år tillbaka legat under Naturvårdsverkets jämförvärde. Inga signifikanta nedåtgående trender fanns för halten av koppar och kvicksilver på referensstationerna (ej ill.). Koppar har senaste åren legat precis på eller under jämförvärdet (figur 4) medan kvicksilver legat under jämförvärdet i 30 år. Halten bly uppvisade en (svag) signifikant nedåtgående trend för medelvärdet av refe-

rensstationerna och halten har legat något över eller något under jämförvärdet 1984-2017 (figur 4). Halten zink uppvisade en signifikant nedåtgående trend för medelvärdet av referensstationerna (figur 4) och halten zink låg i föreliggande undersökning under Naturvårdsverkets jämförvärde på referensstationerna. Övriga metaller uppvisade inga signifikanta trender.

På recipientstationerna minskade några metaller signifikant under perioden som metallerna undersöktes, speciellt kadmium och krom. För övriga metaller förelåg generellt inga signifikanta trender, och det förekom inga trender med ökande halter för någon metall eller station.

PAH

Halten av summaparametern PAH₁₆ i föreliggande undersökning var den högsta på RefMe1 och N₃Me sedan PAH började analyseras 2007 (ej ill.). På station N₆Me detekterades inga PAH'er vilket är i linje med att halterna här sjunkit under perioden 2007-2017 (ej ill.).

Metaller i tång

Halten av metallerna på recipientstationerna låg i nivå med halten på referensstationerna med undantag för att halten krom och zink på station G₁Me låg ca 2-4 gånger högre än på referensstationerna (figur 5).

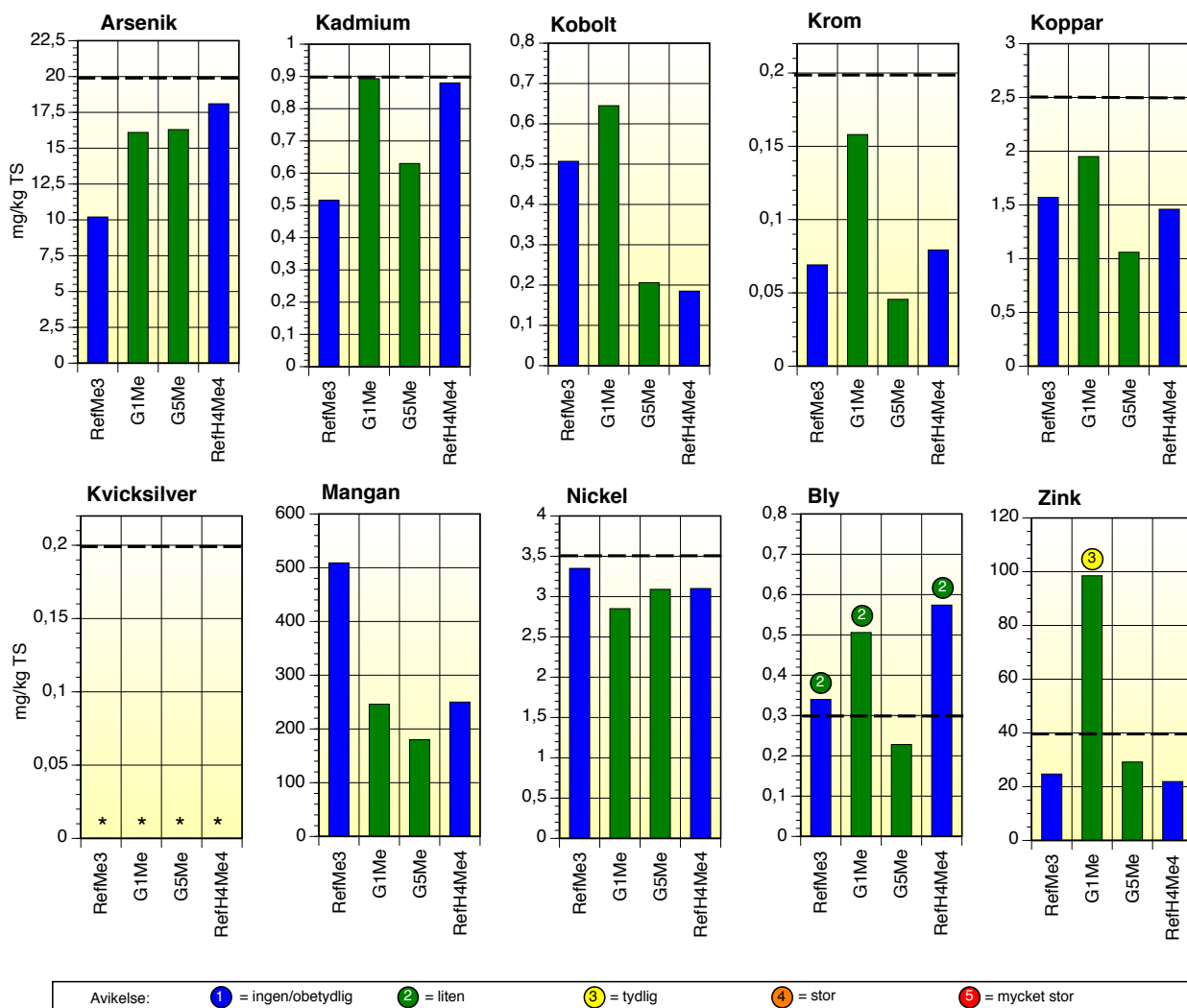
Avvikelseklassning

Halten av zink uppvisade en "tydlig" avvikelse på station G₁Me jämfört med jämförvärdet. Samtliga stationer (undantaget G₅Me) uppvisade en "liten" avvikelse med avseende på halten bly. Halterna 2017 var överlag lägre än de som noterades 2015-2016 på stationerna (Sjölin, 2016 och Sjölin, 2017).

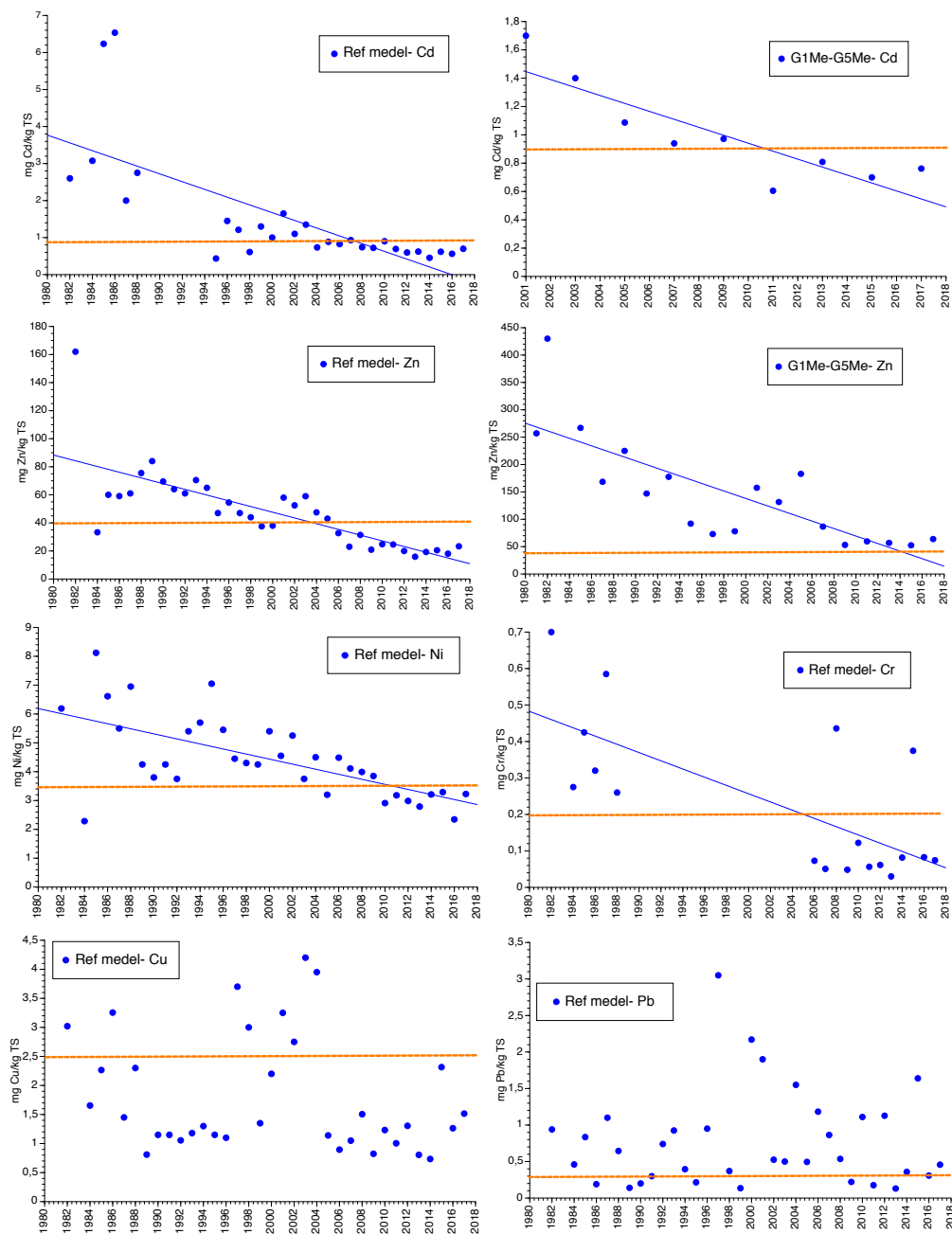
Tidstrender metaller i tång

Trenden för medelvärdet av referensstationerna och medelvärdet av stationerna i Verkebacksviken anges i figur 6 för några metaller.

Halten av kadmium och zink uppvisade över hela undersökningsperioden nedåtgående trender på referens- och recipientstationerna (figur 6). Halten krom och nickel uppvisade en nedåtgående trend för medelvärdet av referensstationerna (figur 6). I recipienten Verkebacksviken uppvisade halten koppar och kvicksilver nedåtgående trend på en recipientstation samt för medelvärdet av recipientstationerna. Inga trender noterades för bly på stationerna. För medelvärdet av referensstationerna har halten av kadmium, nickel, krom, koppar och zink i de senaste undersökningarna legat under eller precis över Naturvårdsverkets jämförvärde medan bly har uppvisat värden både över och under jämförvärdet de senaste åren (figur 6).



FIGUR 5. Halt av metaller i tång på stationerna 2017. Referensstationer är markerade med blå färg och övriga stationer är grönmarkerade. Svart streckad linje anger i förekommande fall Naturvårdsverkets jämförvärde. Avvikelseklassningar anges enligt legend. Avvikelseklass 1 är inte angiven i figuren. Stjärna indikerar halt under rapporteringsgräns..



FIGUR 6. Medelhalten av kadmium (Cd) och zink (Zn) i blåstång på referens- och recipientstationerna samt på referensstationerna för nickel (Ni), krom (Cr), koppar (Cu) och bly (Pb) 1982-2017. Orange streckad linje anger i förekommande fall Naturvårdsverkets jämförvärde. Helt dragen linje anger trenden.

Referenser

- EG-förordning nr 1881/2006. Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 av den 19 december 2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel.
- EU-Directive 2013/39/EU of the european parliament and of the council- of 12 August 2013- amending Directives 2000/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy.
- HELCOM 2013a. HELCOM Core indicator of Hazardous Substances. Metals (lead, cadmium and mercury). Authors: Elisabeth Nyberg, Martin M. Larsen, Anders Bignert, Elin Boalt, Sara Danielson and the CORESET expert group for hazardous substances indicators.
- HELCOM 2013b. HELCOM Core indicator of Hazardous Substances. Polyaromatic hydrocarbons (PAH) and their metabolites. Authors: Elisabeth Nyberg, Ulrike Kammann, Galina Garnaga, Anders Bignert, Rolf Schneider, Sara Danielson and the CORESET expert group for hazardous substances indicators.
- HVFMS 2015:4. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVFMS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.
- NV 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet - Kust och hav.- Naturvårdsverkets rapport 4914
- Sjölin, A. 2016. Miljögifter i biota. Undersökning av organiska miljögifter och metaller i blåmusslor samt metaller i tång längs Kalmar läns kust hösten 2015. Rapport 059-15. Toxiconrapport.
- Sjölin, A. 2017. Miljögifter i biota. Undersökning av organiska miljögifter och metaller i blåmusslor samt metaller i tång längs Kalmar läns kust hösten 2016. Rapport 057-16. Toxiconrapport.
- Tobiasson, S. 2014. Övervakning av tungmetaller och miljögifter i biota längs Kalmar läns kust. Årsrapport 2013. Rapport 2014:4.
- Tobiasson, S. 2015. Övervakning av tungmetaller och miljögifter i biota längs Kalmar läns kust. Årsrapport 2014. Rapport 2015:4.

Hälsotillstånd hos tånglake

UTFÖRARE: CALLUNA AB

FÖRFATTARE: ANDERSSON, T., BARTHEL SVÉDEN, J., KOKIC, J. OCH HÄRDIG, J.

Tånglaken (*Zoarces viviparus*) har i NV:s allmänna råd föreslagits som modellart för studier av skogsindustriella utsläpp på väst- och sydkusten (SNV, 1994). Fisken har också föreslagits som indikator i marin övervakning av de internationella organisationerna HELCOM, OSPAR och ICES (OSPAR, 1997, ICES, 2004 och HELCOM, 2006).

Tånglaken har en ålliknande kropp med ett trubbigt huvud och en sammanhängande fena bestående av rygg- stjärt och analfenor. Arten är vanligtvis ca 25-30 cm men den kan bli upp till 50 cm lång och väga upp till 0,6 kg. Fisken är relativt stationär, vilket innebär att olika tånglakepopulationen befinner sig inom ett begränsat område, och den är vanligt förekommande vid kusten från Bohuslän till Norrbotten. Tånglaken föredrar blandade bottenar i tång- och algbältet nära stränderna. Födan utgörs av mindre djur såsom kräftdjur, snäckor, musslor och mindre fisk. Tånglaken har inre befruktning och föder i december till mars levande ungar. Parningen sker under högsommaren och äggen kläcks under sensommaren varefter ynglen befinner sig i en yngelkammare tills dess att de frisläpps. På sommaren lever tånglaken på lite djupare vatten men då temperaturen sjunker på senhösten kommer den in på grundare områden.

Inledning

Undersökningar av fiskhälsa på tånglake har utförts i recipienten för Mönsterås bruk sedan 1997. Från och med 2008 provfiskas det på två recipientlokaler, Ödängla och S Gåsö samt på en referenslokal, Slakmöre (se karta 1). Från och med 2009 ska 25 gravida tånglakehonor per lokal användas för undersökningar av:

Exponeringsparametrar

- fett- och hartssyror samt steroler i galla
- PAH-metaboliter i galla
- Enzymet CYP1A's halt och aktivitet (EROD) och aktiviteten av enzymerna glutathiontransferas (GST) och glutathionreduktas (GR) i lever

Effektparametrar

- histopatologi i lever
- morfometri
- fortplantning
- könskvotsbestämning av yngel
- makroskopisk undersökning

För fullständig metodik hänvisas till Callunas rapport.



KARTA 1. Översiktskarta med lokalernas placering 2017..

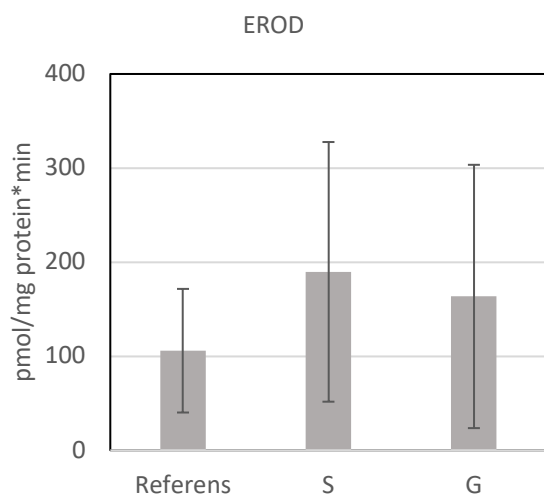
Resultat

Hösten 2017 erhöjs endast 12 fiskar erhöjs på referenslokal Slakmöre trots ett omfattande provfiske. Fiskmaterialet var tillräckligt stort på samtliga lokaler för statistiska analyser (undantaget för statistik på extraktivämnen i galla).

Exponeringsparametrar

Extraktivämnen i galla

Eftersom endast 12 fiskar fångades vid referenslokalen erhöjs bara tillräckligt med galla till två poolade prov från referenslokalen för analys av extraktivämnen. Koncentrationerna av fettsyror samt steroler varierade kraftigt mellan dessa (figur 2a och c). De två proverna från referenslokalen uppvisade mer likvärdiga halter gällande hartssyror och fytosteroler (figur 2b och d). Medelhalten av hartssyror var högre vid Svartingskär jämfört med referenslokalen och Gåsö (figur 2b). Dock var standardavvikelsen vid Svartingskär stor med avseende på hartssyror. Även fytosteroler uppvisade en något högre medelkoncentration vid Svartingskär jämfört med referensstationen och Gåsö (figur 2d). Däremot hade Svartingskär något lägre medelhalter av fettsyror och steroler än referensstationen och Gåsö (figur 2a och c). Eftersom endast två replikat erhöjs från referensen har inga statistiska test utförts. Vi kan därför inte säga om skillnaderna mellan lokalerna är signifikanta. Resultaten gällande extraktivämnen i galla är mycket varierande med några prover som avviker kraftigt. Detta skulle eventuellt kunna tyda på att fiskarna är lokalt rörliga. Vid föregående undersökning i området (2014) hade referensstationen något lägre medelkoncentrationer av fettsyror, hartssyror, steroler och fytosteroler än Svartingskär och Gåsö (Sjölin 2015) (ej statistiskt testat). Resultaten i föreliggande rapport tyder inte på att högre halter extraktivämnen skulle förekomma vid recipientstationerna jämfört med referensstationen.



FIGUR 1. Medelvärde $\pm$ SA för EROD-aktivitet på referenslokalen Slakmöre, samt Svartingskär och Gåsö år 2017.

PAH-metaboliter i galla

Halten av de flesta PAH-metabolerna var lägre än kvantifieringsgränsen, och därav har inga statistiska analyser utförts. Endast pyren detekterades i fyra prov, varav ett från referenslokalen Slakmöre, två från Svartingskär och ett från Gåsö. Högst halt uppmättes i provet från referenslokalen (12 ng/ml galla) medan 5,5–9,4 och 6,1 ng/ml galla uppmättes vid Svartingskär respektive Gåsö. Likt föregående undersökning 2014 (Sjölin 2015) bedömdes därav inga skillnader i exponering av PAH:er föreligga mellan lokalerna.

EROD-analyser

EROD-aktiviteten var i medeltal lägre vid referensstationen än vid Svartingskär och Gåsö (figur 1). I likhet med den föregående undersökningen från 2014 (Sjölin 2015) uppvisade Svartingskär i medeltal den högsta EROD-aktiviteten. Resultaten visar dock på en mycket stor variation mellan individer inom samma grupp och inga statistiskt signifikanta skillnader mellan lokalerna förelåg med avseende på EROD-aktivitet.

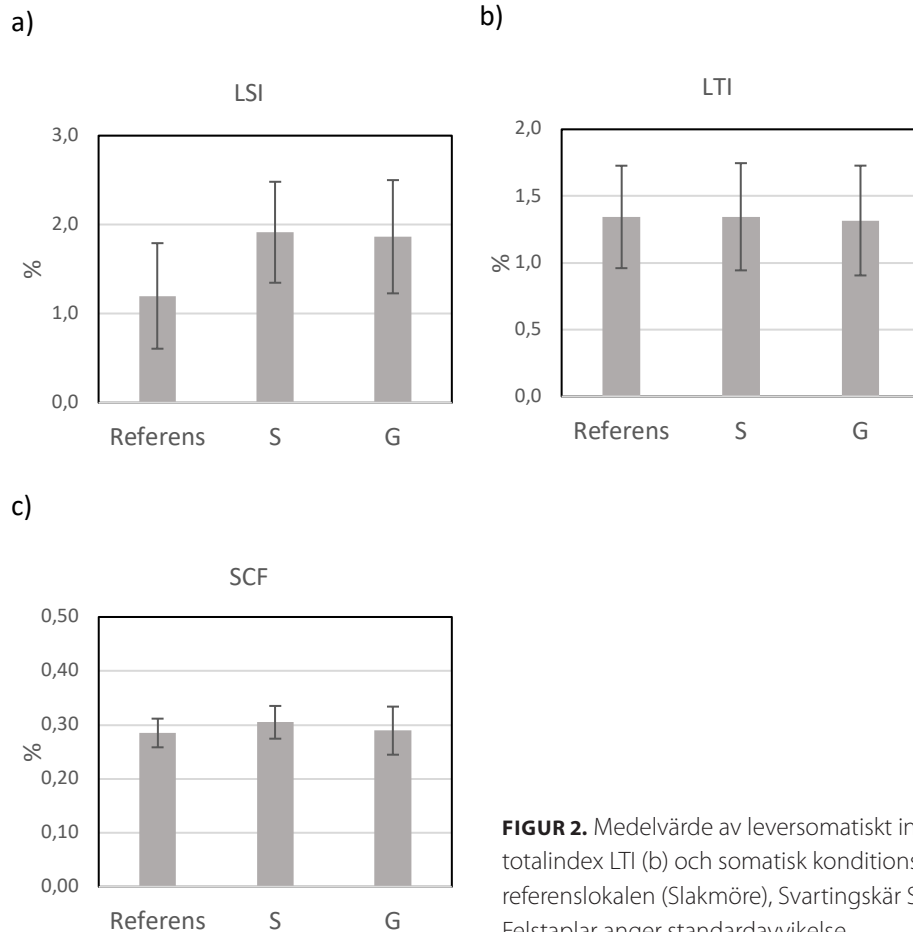
Vid Svartingskär fångades ett antal individer med en EROD-aktivitet som var jämförbar med referensstationens lägre värden, medan huvuddelen var jämförbar med referensstationens högre värden. Ett antal individer uppvisade mycket höga nivåer, vilket tyder på exponering av någon form av utsläpp av miljöföroreningar. Individerna som fångats vid Gåsö visade en liknande sammansättning; en lågaktivitetsgrupp jämförbar med referensstationen och 5–6 individer med mycket hög aktivitet. Det är möjligt att dessa, trots att arten är av stationär typ, har vistats i något annat område än de övriga och där blivit exponerade för någon form av utsläpp. Exempelvis kan EROD-aktivitet induceras av oljeförorening (Naturvårdsverket 2006).

Effektparametrar

Histopatologi

Resultaten visar på varierande förekomst av nekrotisering och vakuolisering av leverceller inom alla grupper. Recipientstationerna Svartingskär och Gåsö uppvisade en högre andel (%) nekrotiska celler i lever än referensstationen. Båda recipientstationerna var signifikant skilda från referensstationen vad gäller denna parameter. Andelen nekrotiska celler varierade mellan 3,8 och 11,2 % på referensstationen. Vid Svartingskär och Gåsö varierade andelen mellan 7,4 och 14,9 % respektive 9,6 och 17,6 %.

Uppskattningen av vakuolisering uppvisade stor variation med representation av hela skalan (1–5) vid alla stationer. En högre frekvens av enskilda och små vakuoler (1 på den femgradiga skalan) uppvisas i leverpreparaten från Svartingskär och Gåsö, jämfört med referensstationen. Resultaten ger en indikation på att sämre näringsstatus råder för individer fångade vid dessa stationer. Dock finns en osäkerhet i att färre in-



FIGUR 2. Medelvärde av leversomatiskt index LSI (a), lever-totalindex LTI (b) och somatisk konditionsfaktor SCF (c) från referenslokalen (Slakmöre), Svartingskär S och Gåsö G år 2017. Felstaplar anger standardavvikelse..

divider fångats vid referensstationen. En spekulativ förklaring skulle också kunna vara att tånglaken använder olika lokaler för födosök respektive yngelfödsel, vilket skulle kunna återspeglas i näringsstatusen. Sammanfattningsvis indikerar resultaten att recipientstationerna har utsatts för exponering av någon/några substanser som påverkat förekomsten av nekrotiska leverceller och deras inlagring av fett och glykogen. Inga övriga avvikande leverstrukturer har observerats. Vid undersökningen 2014 upptäcktes inga signifikanta skillnader mellan lokalerna med avseende på skadegrad i lever (Sjölin 2015).

Morfometri- och reproduktionsstudier

De undersökta honorna hade en medellängd över 21 cm för samtliga lokaler och ingen signifikant skillnad erhöles mellan lokalerna med avseende på längd. För vikt, somatisk vikt och gonadvikt visade den statistiska analysen på en signifikant skillnad mellan referenslokalen och Svartingskär, men också mellan recipientlokalerna Svartingskär och Gåsö. Honorna fångade vid Svartingskär hade högre totalvikt, somatisk vikt och gonadvikt jämfört med honor fångade vid referenslokalen och Gåsö. Antalet fångade honor vid referenslokalen var lägre jämfört med recipientlokalerna, vilket möjligtvis kan tyda på nyrekrytering vid lokalen medan de större honorna vid Svartingskär redan var etablerade. Föregå-

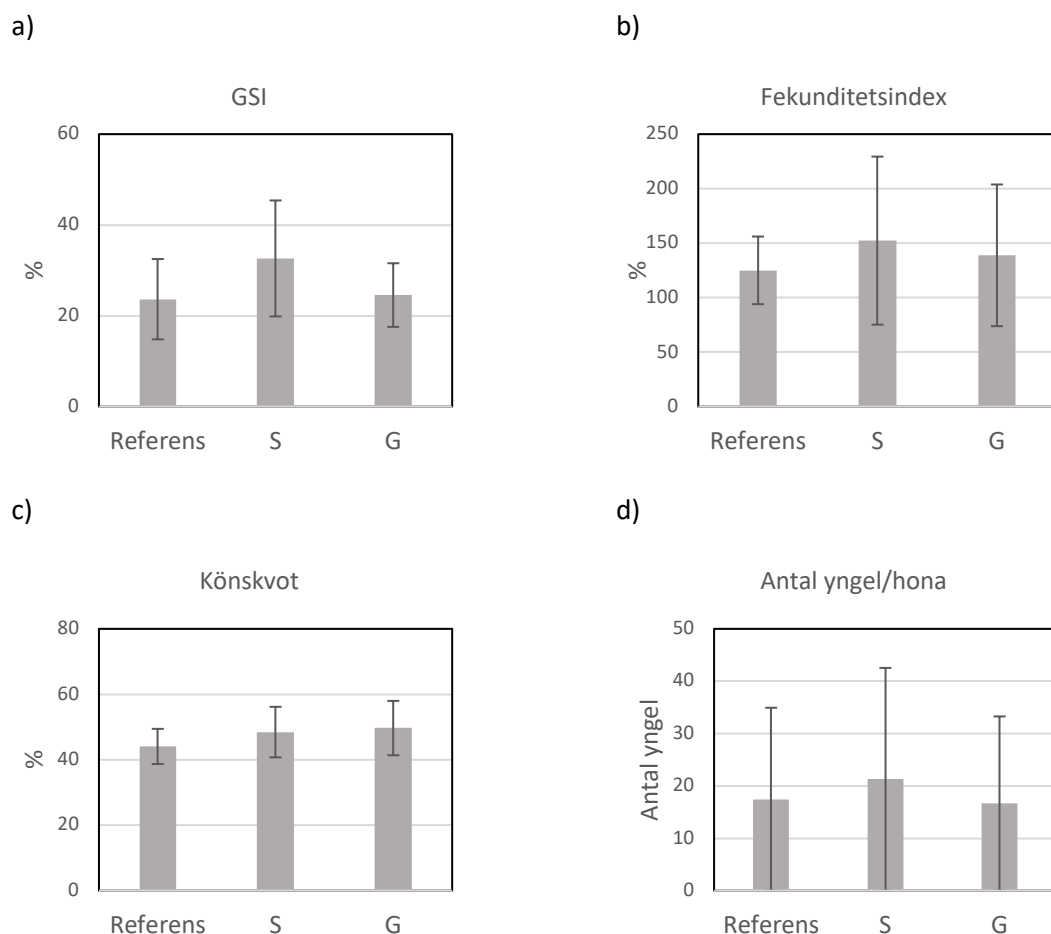
ende års undersökning (Sjölin 2015) visade inte på några skillnader mellan recipientlokalerna eller relativt referenslokalen med avseende på vikterna. Honorna som fångades 2017 vid Svartingskär var större med avseende på vikterna jämfört med den senaste undersökningen.

Inga statistiskt signifikanta skillnader mellan lokalerna förelåg med avseende på parametrarna LSI, LTI eller SCF (figur 2). Vid beräkning av SCF erhöles en konditionsfaktor mellan 0,29 och 0,30, vilket visar att fiskarnas fysiska kondition är i det närmsta identisk på de tre lokalerna, trots skillnaden i somatisk vikt och totalvikt. Det lägre antalet fångade tånglakehonor vid referenslokalen borde därmed troligtvis inte bero på födotillgången. Likt föregående år bedömdes hälsotillståndet hos tånglaken vid recipientlokalerna inte vara påverkat.

För parametern GSI erhöles en signifikant skillnad mellan recipientlokalen Svartingskär och referenslokalen samt mellan Svartingskär och Gåsö, där de fångade honorna vid Svartingskär hade högre GSI (figur 3a). Antal yngel per hona var också högre vid Svartingskär jämfört med referenslokalen (statistiskt signifikant, figur 3d, dock var standardavvikelsen stor vid samtliga lokaler). Föregående års undersökning visade inte på några skillnader mellan recipientlokalerna och referenslokalen med avseende på GSI (Sjölin 2015). Skillnaden i GSI i föreliggande rapport kan bero på att honorna

vid Svartingskär rent generellt var större med avseende på vikt. En skillnad mellan två lokaler med avseende på GSI skulle också kunna bero på skillnad i befruktnings-tidpunkt (Liungman m.fl. 2017). Inga statistiskt signifi-

kanta skillnader mellan lokalerna förelåg med avseende på parametrarna fekunditetsindex och könskvot (figur 3b-c). Sammanfattningsvis verkar reproduktionen vid recipientlokalerna inte ha påverkats.



FIGUR 3. Medelvärde av gonadosomatiskt index (a), fekunditetsindex (b) andel honyngel (c) och antal yngel per hona (d) från referenslokalen (Slakmöre), Svartingskär S och Gåsö G. Felstaplar anger standardavvikelse år 2017.

Referenser

- Andersson, T., Förlin, L., Härdig, J. och Larsson, Å. (1988). Physiological disturbances in fish living in coastal water polluted with bleached kraft mill effluents. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:1525–1536.
- Larsson, A., Haux, C. och Sjöbäck, M-L. (1985). Fish physiology and metal pollution: Results and experiences from laboratory and field studies. *Ecotox. Environ. Safety* 9:250–281.
- Liungman, A., Palmkvist J., Scherer A., Christensson M., Nilsson P-A., Johansson J., Rådén R., Mattson M., Wallin A., Qvarfordt S. och Borgiel M. (2017). Hanöbuktens kustvattenmiljö 2016. Medins Havs- och Vattenkonsulter AB.
- Naturvårdsverket (2006). Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå. Handledning för miljöövervakning, Kust och Hav, version 1:1, 2006-02-10.
- Olsson, P. (2017). Sammanfattande rapport av recipientkontrollen i Kalmar läns kustvatten 2016. Toxicon AB.
- Sjölin, A. (2015). Hälsotillstånd och fortplantning hos tånglake i recipienten till Södra Cell Mönsterås 2014. Toxicon rapport 018-15.