

Tydlig bild av tillståndet för bottenarna

Under året har förbundet genomfört en ny typ av syreprofilmätningar i våra kustområden. Dessa mätningar ger en betydligt bättre uppskattning av syresituationen än tidigare undersökningar. De nya siffrorna visar att den bottenareal som är påverkad av syrebrist totalt utgör omkring 3 procent. Något som kan låta blygsamt, men trots allt motsvarar hela 46 kvadratkilometer. Syrebristen är inte heller jämnt fördelad över kusten, och vissa områden är mycket svårt drabbade.

● Svealands kustvattenvårdsförbund har sedan starten analyserat syrehalter närmast botten med den klassiska Winkler-metoden. En ny typ av optisk syresond har under provtagningarna 2010 möjliggjort mätningar av djupprofiler från ytan till botten. Tillsammans med djupdata kan man då uppskatta hur stor bottenareal som är påverkad av syrebrist¹.

Resultaten från förbundets mätningar visas i närmare detalj i figurerna. En så god bild av situationen i olika vattenområden har man aldrig tidigare haft. Dessa data kom-

mer nu att vara en god utgångspunkt för att kunna se vad framtida utförda åtgärder får för effekt.

Syrebrist kan ha flera orsaker

Både i skärgården och i Östersjön som helhet är syrebrist i stor utsträckning kopplad till naturliga förutsättningar; såsom ett salthaltssprångskikt som försvårar omblandning med syrerikt ytvatten, samt begränsat inflöde av nytt bottenvatten. I kustvattnet bildas normalt ett temperatur-språngskikt under sommaren på 5–15 meters djup, beroende på uppvärmning och vindförhållanden. Trösklar mellan bassänger kan minska inflödet av syrerikare bottenvatten från intilliggande områden. I trösklade områden kan skiktningen dessutom bli extra stark om det kommer in ett vatten med hög salthalt. Detta kan i vissa fall bli liggande under lång tid i området, ibland flera år.

Övergödning, med hög sedimentation av organiskt material som kräver syre för sin nedbrytning, är särskilt i kustområden också en viktig faktor som påverkar syresituationen.

DE VÄRST DRABBADE OMRÅDEN



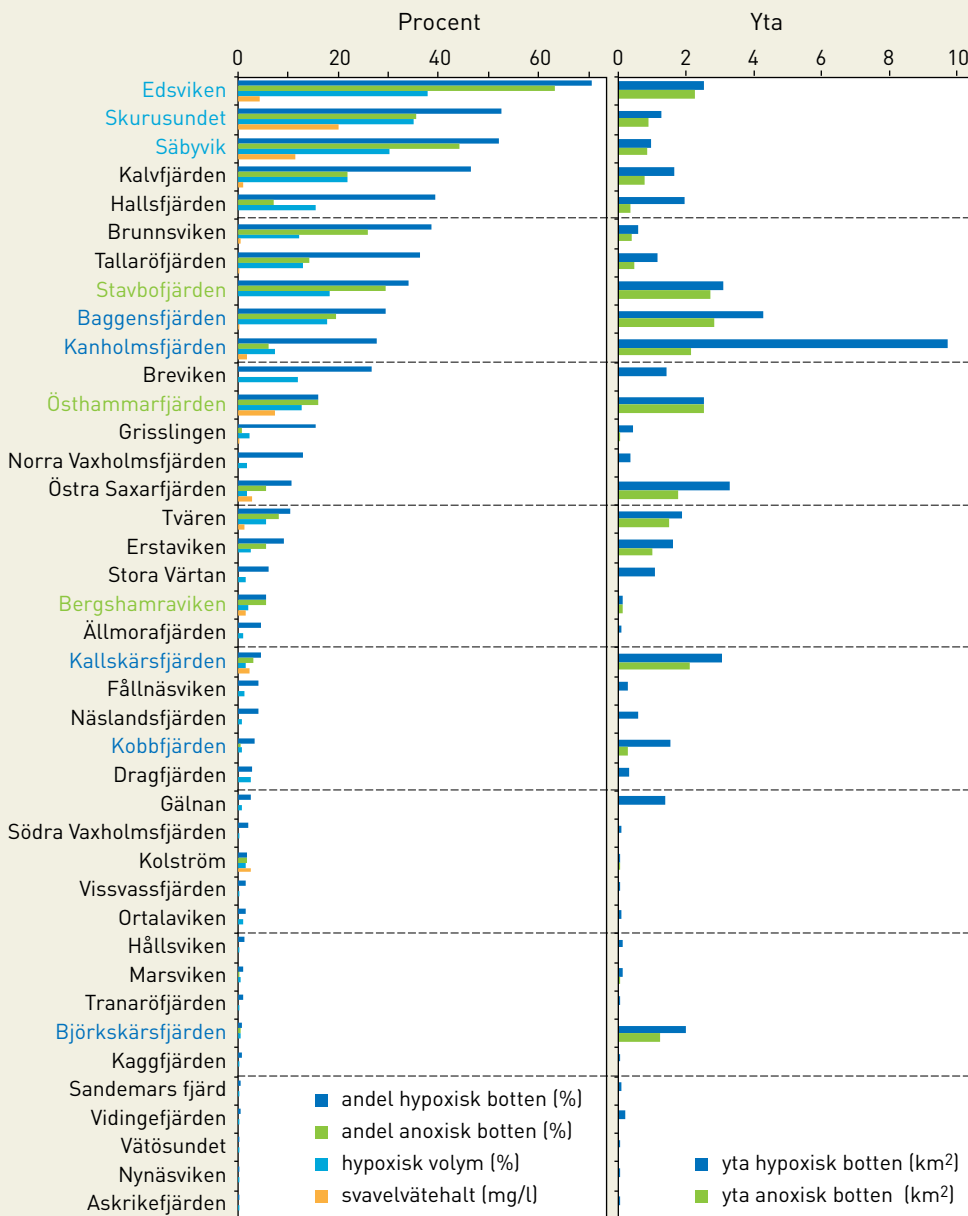
Syrebrist i kustens havsområden

Ytan påverkad av syrebrist i olika områden visad som röda punkter av olika storlek. Kartan visar den sämsta situationen under provtagningarna i juli och augusti. Det bör noteras att det ofta är ännu sämre syreförhållanden i september, särskilt om slutet av sommaren är varm, med en stabil skiktning som följd. I vissa områden kan dock syrebristen redan i juli ha nått till skiktningdjupet. Så var fallet för Edsviken detta år. Däremot kan bottenar och vattenvolymer påverkade av riktigt svår syrebrist, anoxi, och svavelväte förväntas öka i dessa fall.

Grunda påverkade områden

Stavbofjärden vid Mörkö tillförs näring lokalt från jordbruksmark och mindre avloppsanläggningar, samt mer storskaligt från avloppsreningsverket vid Himmerfjärden. Nästan 3 km² botten är drabbad av syrebrist. Området är del av ett Vattenråd som arbetar för att minska belastningen. Tillståndet undersöks dock enbart i samband med Förbundets provtagningar under sommaren.

Bergshamraviken och Östhammarsfjärden är båda belastade av näringsämnen, genom bland annat Bergshamraån respektive Östhammars avloppsreningsverk. I de djupaste delarna är det mycket låga syrehalter och förekommer ofta svavelväte. Eftersom områdena inkluderar stora grunda arealer är den drabbade andelen yta inte så stor som man kanske skulle befara, men i Östhammarsfjärden är arealen betydande, ca 2,5 km².



◀ En ny metod för undersökning av syresituationen har gett dessa första resultat för den sämsta syresituationen vid provtagningar i juli och augusti i Svealands kustområden 2010.

Den vänstra figuren anger för varje område dels hur stor andel av bottenyta och vattenvolym som är drabbad av syrebrist (hypoxisk, under 2,1 ml syre/l), dels hur stor andel av bottenytan som är nästan helt syrefri (anoxisk, under 0,5 ml syre/l). Även halten av svavelväte visas i förekommande fall. I den högra figuren visas hur stor yta som är drabbad.

De havsområden som utmärkts i kartan har markerats i motsvarande färg i diagrammen.

Trösklade vikar

Den största utbredningen av bottenar med syrebrist, liksom de högsta svavelvätehalterna, återfinns i ett antal trösklade havsområden långt inne i skärgården.

Smala, relativt grunda sund förbinder Edsviken, Skurusundet och Säbyviken med omgivande vatten. Särskilt Edsviken och Skurusundet påverkas av indirekt näringstillförsel från reningsverk och Mälaren. Eftersom de är relativt isolerade har också lokal tillförsel betydelse. I den djupa och välskiktade Säbyviken är siktdjupet däremot stort under sommaren, och växtplanktonmängderna små.

Liksom i andra områden tillförs det mesta syreförbrukande materialet i samband med blomningen av alger under våren. Det är oklart hur vinterns tillförsel av näring, som stimulerar vårbloomingen, fördelar sig mellan lokal sötvattentillrinning och vattenutbyte med utanförliggande havsområden.

Djupa fjärdar

Den djupa Kanholmsfjärden står för det största syrefattiga området i yta räknat. Över 9 km² botten räknades som hypoxiska, vilket utgör drygt 25% av bottenytan, men endast 8% av vattenvolymen. Som god tvåa kommer Baggensfjärden, också en avgränsad, djup fjärd. I Kanholmsfjärdens djupvatten är salthalten hög, vilket innebär att omblandningen begränsas av en salthaltsskiktning och sporadiska inbrott av nytt djupvatten, lite som ett Östersjön i miniatyr.

Flera andra djuphålur i ytterskärgården karakteriseras också av höga salthalter i djupvattnet och låga syrenivåer. Särskilt Kallskärsfjärden har ett stort syrefattigt område med svavelvätebildning. Andra områden är Kobbjärden och Björkskärsfjärden. Eftersom havsområdena är stora och också innehåller många grunda delar sticker de trots detta inte ut vad gäller andelen av området som är påverkad.

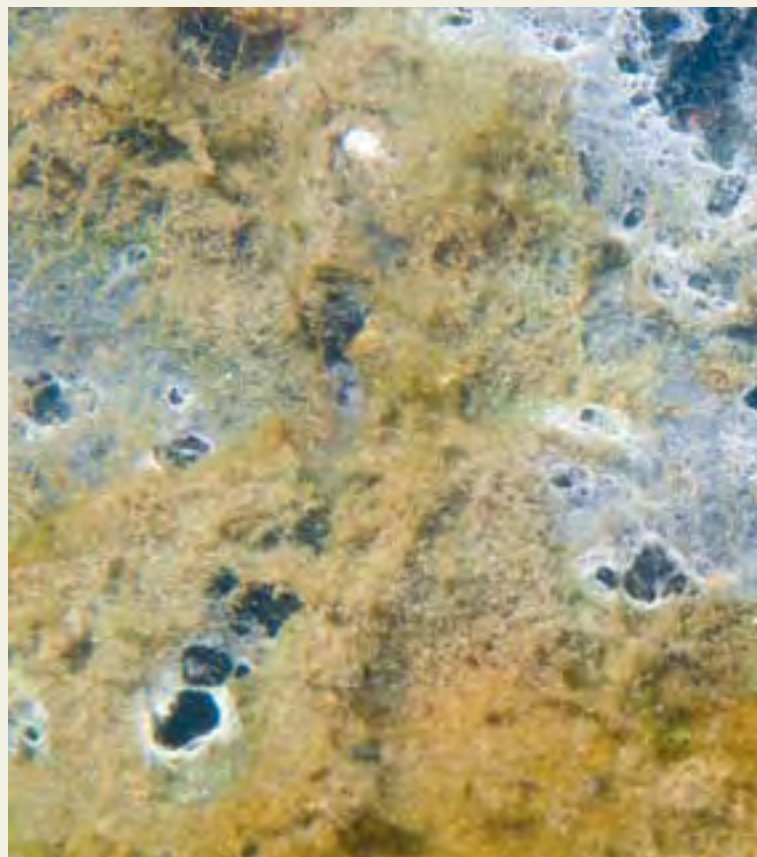
Bedömningsgrunden "Syrebalans" (Handbok 2007:4).

Bedömningsgrunden för klassning av syrestatus kräver månatlig provtagning året om. Ett första test görs utifrån medelvärdet av den fjärdedel värden från bottenvattnet som är lägst, sett till hela årets värden. Om detta medelvärde är lägre än 3,5 ml/l anses det vara syrebrist, annars är statusen hög.

Vid konstaterad syrebrist går man vidare och avgör om det är säsongsmässig eller mer permanent syrebrist genom att titta på syrehalten under januari-maj.

- Om syrehalten är högre än 3,5 ml/l anses säsongsmässig syrebrist vara fallet. Då används återigen medelvärdet av den fjärdedel värden som är lägst, sett till hela året. Syrehalten måste vara högre än 2,1 ml/l för att klassas som god.
- Om syrehalten är lägre än 3,5 ml/l anses flerårig eller ständig syrebrist råda, och andelen påverkad bottenyta under denna period får utgöra referensvärdet, dvs. naturliga syrebristförhållanden anses råda.

Därefter klassas området utifrån ytan påverkad botten under perioden juni-december utifrån en godtycklig skala i förhållande till referensvärdet. Med denna metod anges för Kanholmsfjärden att upp till 21% yta påverkad av syrebrist (<3,5ml/l juni-december) medges för god status. Motsvarande för Skurusundet är 45% påverkad yta.



Botten med syrebrist, Singöfjärden.

Bedömningsgrunden svår använd

Det är alltså fullt rimligt att naturlig syrebrist uppstår i vissa områden. Detta gör det svårt att ange generella riktlinjer för vad som ska ses som ett problem, och om det kan och bör åtgärdas. Komplexiteten av faktorer som påverkar syreförhållandena avspeglar sig delvis i bedömningsgrunden för klassning av syrestatus.

Ett praktiskt problem med bedömningsgrunden är att endast ett fåtal områden är möjliga att klassa regelrätt, eftersom det endast undantagsvis görs mätningar varje månad. Där finns också en del tveksamma antaganden. Rent principiellt kan man ifrågasätta om det är rimligt att områden där låga syrenivåer nås under kort tid ändå kan klassas till hög status. Likaså om syresituationen under januari-maj verkligen är naturlig i områden där vattenmassan är skiktad under denna period.

Troligen krävs områdesspecifika modeller, samt påvisbara samband baserade på mätdata mellan faktorer som näringsbelastning, vattenomsättning och syresituation för att mer precist kunna avgöra vad som är naturligt, och vad vi kan åtgärda genom att minska näringsbelastningen.

Undersökningar visar förändringar

I början av 1990-talet gjordes en sedimentprovtagning i Stockholms inre skärgård som visade att de flesta prov, tagna mellan 9 och 50 meters djup, bestod av svart, syrefri gytta, där det enda livet utgjordes av svavelbakterien *Beggiatoa* sp.².

I slutet av 1990-talet gjordes ytterligare en sedimentundersökning som visade att andelen laminerade sediment

ökade från 1910 fram till 1990 i innerskärgården³. Laminerade sediment bildas i frånvaro av botten djur som rör runt i bottenarna och är därför en indikation på syrebrist. En kraftfull förbättring noterades när dessa stationer återbesöktes 2008, då endast en av åtta stationer signalerade syrebrist⁴.

Även Stockholm Vattens provtagningar visar på förbättrad status för bottenlivet sedan mitten på 1990-talet⁵. Vid förbundets undersökningar har också syresituationen i den centrala delen av Stockholms innerskärgård varit förhållandevis bra.

Konsekvenser för botten djuren

I kustnära miljöer, såväl som i Östersjön som helhet, är syrebrist och botten död ett dokumenterat problem. En del av de djur som lever på och i botten sedimenten är känsliga även för måttlig och tillfällig syrebrist, och överlever ingen längre tid under sådana förhållanden. Det är således angeläget att åtgärda dessa problem, vilket huvudsakligen åstadkoms genom att minska tillförseln av näring och organiskt material till havet. Numera diskuteras även tekniska lösningar där man pumpar ner syre till bottenarna med olika metoder.

Undersökningar av botten samhällena har en lång tradition. Numera används resultaten även i förvaltningen av våra hav, exempelvis för uppföljning av lokal påverkan eller åtgärder, för utvärdering av flera miljömål och för statusbedömning enligt vattendirektivet. Arbete med urval av indikatorer för Marina direktivet pågår, och även där ingår bottenfauna i flera indikatorer.

Syretpumpning i Lännerstasundet

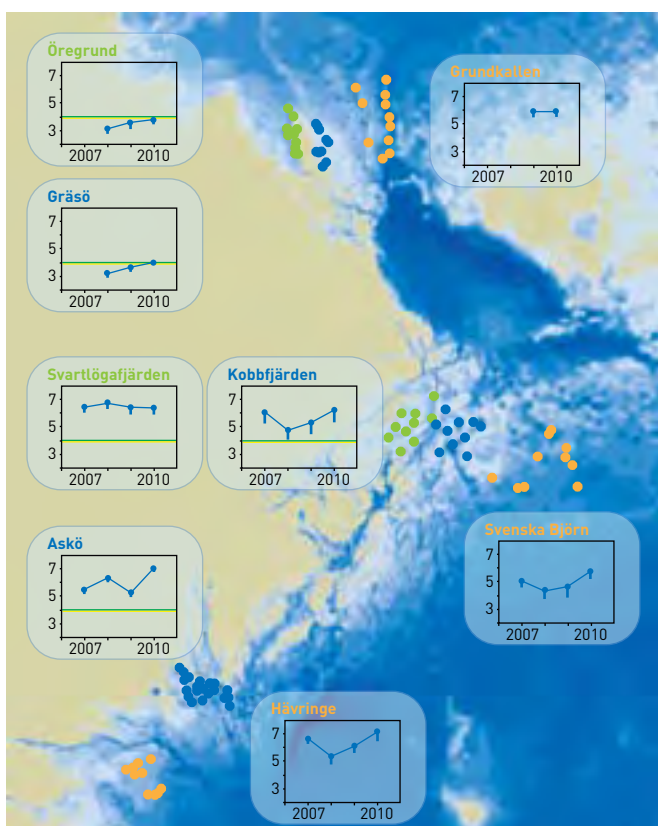
Det görs flera försök att hitta tekniska lösningar på problemet med låga syrehalter i Östersjöns bottenvatten. Ett pilotförsök i liten skala pågår nu i Lännerstasundet som ingår i havsområdet Skurusundet. Försöket utförs i samarbete mellan finska och svenska forskare och Stockholm Vatten. Ett liknande försök pågår samtidigt i Finland, i Sandöfjärden öster om Helsingfors.

Bottenvattnet tillförs syre genom nedpumpning av syrerikt ytvatten, ungefär 1 kubikmeter per sekund. Pumpen är placerad i östra delen av Lännerstasundet där djupet är drygt 20 meter. Ett försök som pågick tre veckor i juni 2010, visade att det går att syresätta ett bottenvatten som från början innehåller höga halter av svavelväte, och att innehållet av både fosfor och kväve minskar kraftigt. Effekten av syresättningen har varit förvånansvärt långvarig – syre fanns fortfarande i januari 2011, medan svavelväte förekom i bottenvattnet i övriga delar av vattenförekomsten.

En effekt av nedpumpningen och inblandningen med ytvatten är att bottenvattnet blir lättare. Det förändrar utbytet med angränsande vattenområden och försvårar tolkningen av resultaten. Försöket ska upprepas i år, med bättre kontroll av vattenutbytet.

Foto: JERRER LOKRANTZ/ÅNOTE

Nytt stationsnät för undersökning av bottenliv



Nytt program för bottenfauna

Sedan 2007 har ett nytt samordnat nationellt och regionalt program för bottenfauna successivt införts i hela Östersjön. Det bygger på en strategi med nationella och regionala trendområden som framgångsrikt tillämpats i Bottniska viken sedan 1998.

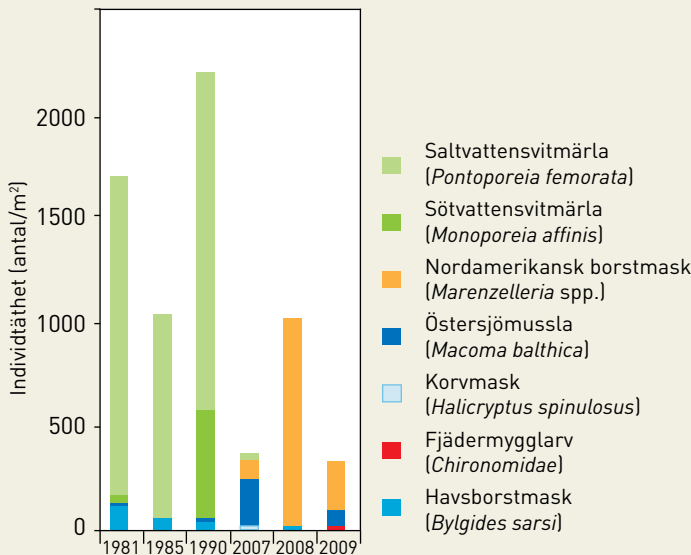
Trendområdena utgörs av kluster av 10–20 stationer som placerats i mellan- och ytterskärgård samt i utsjö. Valet av områden är gjort i samarbete med länsstyrelserna, och flera aspekter har beaktats i urvalsprocessen. Områdena ska ha levande bottensamhällen och stationerna ligger därför ovanför haloklinen i Östersjön. De ska också ligga i relativt opåverkade områden, och om möjligt innefatta äldre stationer för att inte bryta värdefulla tidsserier.

Tanken är att utvecklingen i trendområdena ska användas för att jämföra med, och underlätta tolkningen av, förändringar i påverkade områden. En förutsättning är att övervakningsprogrammen i påverkade områden är uppbyggt med liknande strategi med 10–20 stationer inom ett område och med ett bottenfaunaprov per station. Mer om tankarna bakom uppbyggnaden av programmet och hur det kan användas vid utvärdering finns att läsa i en rapport till Naturvårdsverket⁶.

▲ Kartan visar de nya nationella och regionala trendområden som införts i Svealands kustvatten. Områdena representerar mellan- och ytterskärgård samt utsjö, och kan användas som jämförelse vid analys av utvecklingen i påverkade områden.

De små figurerna visar utvecklingen av statusindikatorn benthiskt kvalitetsindex, BQI, för varje trendområde. BQI sammanfattar tillståndet för bottensamhället, och är beräknad enligt bedömningsgrunden (NFS 2008:1). För kustområdena går gränsen mellan god och måttlig status enligt vattendirektivet vid 4. Medianen och 20:de percentilen för varje år är utritade. Det lägsta måttet ska användas för att avgöra om man är under klassgränsen eller ej.

Ett förändrat bottenmiljö i Kobbjärden



▲ Långtidstrend för en station i Kobbjärden i Stockholms skärgård. Denna lokal har ingått i tidigare övervakningsprogram och data finns sedan 1981. Man kan se markanta skillnader över åren i artfördelning och dominans, vilka tydligt visar hur den nyinvandrade arten *Marenzelleria* successivt tagit över hela samhället. Möjligen började en återkolonisering av *Macoma balthica* och *Pontoporeia femorata* under 2009.

Figurunderlag från referens 7.



Marenzelleria

FOTO: JOHANNA STIGZELIUS

Stora förändringar i djurlivet på botten

Den sedimentundersökning som gjordes under 2008 visade att djurlivet hade återkommit till de flesta stationer⁴. Men artsammansättningen dominerades nu av den nyinvandrade borstmasken *Marenzelleria* spp. istället för de tidigare vanligt förekommande vitmärlorna. Denna dramatiska förändring har också observerats på de stationer som ingår i det nya samordnade programmet för bottenfauna. År 2009 noterades dock en minskning av *Marenzelleria* jämfört med tidigare år⁷.

Hur vanligt förekommande dessa nya maskar är i bottenarna i Svealands kustområde är inte möjligt att avgöra utan en storskalig bottenkartering. Men de är tåliga mot syrebrist och gräver djupa gångar med många förgreningar. Detta skulle kunna ha en kraftig inverkan på omsättning och fördelning av både miljögifter och näringsämnen.

REFERENSER

1. Hypsografiska data har erhållits från SMHI (version 2010-2).
2. Rosenberg, R., and R.J. Diaz. 1993. *Sulfur Bacteria (Beggiatoa spp.) mats indicate hypoxic conditions in the Inner Stockholm Archipelago*. *Ambio* 22: 32-36.
3. Jonsson, P. (red.), J. Persson, och P. Holmberg. 2003. *Skärgårdens bottenar*. Naturvårdsverket. Rapport 5212. ISBN 91-620-52512-8, 112 pp.
4. Karlsson O.M., Jonsson, P. O., Lindgren D., Malmaeus, J. M., Stehn, A. 2010. *Indications of Recovery from Hypoxia in the Inner Stockholm Archipelago*. *Ambio* 39: 486-495
5. Lännergren, C., B. Eriksson, och A. Stehn. 2007. *Undersökningar i Stockholms skärgård 2006*. Stockholm Vatten Rapport, Dnr 242-1039.
6. Leonardsson, K., H. Cederwall och M. Blomqvist. 2007. *Samordnat nationellt-regionalt bottenfaunaprogram för Egentliga Östersjön*. Rapport till Naturvårdsverket.
7. *Regional miljöövervakning av mjukbottenfauna i Stockholms skärgård 2009*. (2010) Rapport Länsstyrelsen i Stockholms län.



Snytenessnäcka (*Bithynia tentaculata*) på borstnate (*Potamogeton pectinatus*).



Foto: JOAKIM HANSEN/AZOTE

