

Känslig fortplantning

varslar om miljögifter

MARINA MAGNUSSON & ÅKE GRANMO, MARINE MONITORING AB / MARIE LÖF, MARTIN REUTGARD & BRITA SUNDELIN, STOCKHOLMS UNIVERSITET / INGEMAR CATO, SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Miljögifter som släpps ut i havet hamnar framförallt i sedimenten och kan påverka bottenlevande djur under lång tid. Därför är det viktigt att mäta biologiska effekter som snabbt svarar på försämringar i miljön. Att undersöka en känslig process som fortplantning hos kräftdjur och snäckor ger värdefull information om den sammanlagda giftverkan av miljögifter i sediment. Mätning av fler variabler ger bättre förståelse för orsak och verkan hos olika gifter.

■ Vilken kunskap finns om sambandet mellan halter av kemikalier som analyseras i miljön, halter i djuren och biologiska effekter? Fältstudier av bottenlevande märkräftor visar på missbildningar av embryon orsakade av organiska miljögifter

och tungmetaller. Imposex hos snäckor, där honsnäckor utvecklat hanliga könsorgan, kan kopplas till sedimenthalter av organiska tennföreningar. Genom att undersöka dessa samband ökar möjligheten att utföra riskbedömningar för olika typer av miljögifter, samt att klassa den ekologiska statusen av havsområden.

PCB och metaller skadar vitmärlans embryon

Under perioden 2009–2011 analyserades PAH:er, PCB:er och tio metaller i vitmärla *Monoporeia affinis* och sediment. Provtogs från tio stationer i Egentliga Östersjön och Bottenviken. Två stationer låg nära pappersmassaindustrier i Bottenviken, en station vid Piteå, tre referensstationer i Bottenviken samt fyra referensstationer

i Egentliga Östersjön. Undersökningen visade effekter av miljögifter genom att missbildade embryon kunde kopplas till förhöjda halter av PCB i sedimenten och metaller i vitmärlorna.

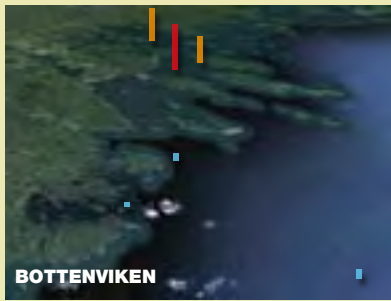
Halter i vitmärla

De fettrika vitmärlorna tar effektivt upp fettlösliga organiska miljögifter som PAH:er och PCB:er från sedimentet. Därför blir halterna mycket högre i vitmärlorna än i sedimenten. Däremot var det högre halter av de flesta metaller i sedimenten än i vitmärlorna, förutom för koppar, som istället förekom i högre halter i vitmärlorna. Även halterna av kadmium och zink var högre i vitmärlorna än i sedimentet på några av referensstationerna.

De fettrika vitmärlorna tar effektivt upp fettlösliga organiska miljögifter.

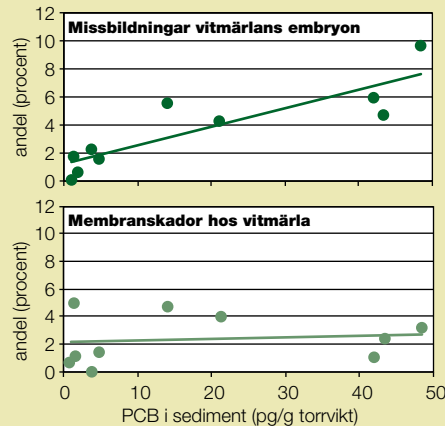


EKOLOGISK STATUS VITMÄRLA

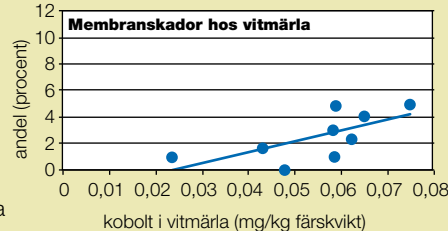


➤ I Bottenviken klassas vitmärslans ekologiska status som hög, enligt ett nyligen framtaget förslag till bedömningsgrunder. Utanför Piteå och pappersmassaindustrier försämras statusen till otillfredsställande respektive dålig. I Egentliga Östersjön klassas statusen som god vid en lokal och måttlig vid övriga tre lokaler. Staplarna anger den sammanlagda andelen missbildade och membranskadade embryon hos vitmärla.

PCB I SEDIMENT



KOBOLT



➤ PCB i sedimenten korrelerar starkare med missbildade embryon hos vitmärla än med membranskador.

Membranskador har istället ett tydligare samband med bland annat kobolt i vitmärla.



Undersökning av TBT i musslor – musslorna läggs i nätstrumpor och avgränsas från varandra med hjälp av buntband. Alla musslor får då samma exponering och chans att filtrera vatten. Musselstrumporna monteras på träramar som hängs ut på provtagningsplatsen under cirka en månads tid.

Foto: Marina Magnusson

Ekologisk status för vitmärslan

Stationerna skiljer sig åt när det gäller fekunditet (antal ägg/hona), missbildade och membranskadade embryon samt döda ägg. Lägst andel missbildade och membranskadade embryon fanns på referensstationerna i Bottenviken som har hög ekologisk status enligt ett nyligen framtaget förslag till bedömningsgrunder. En av referensstationerna i Egentliga Östersjön har god ekologisk status medan de tre andra referensstationerna i samma område anses ha måttlig status. För två av de tre förorenade stationerna i Bottenviken är statusen otillfredsställande medan statusen klassas som dålig för den tredje. Förslagen till bedömningsgrunder är i första hand framtagna att användas för hela områden och inte för enskilda stationer. Men här ger de, tillsammans med de uppmätta halterna av miljögifter i sedimenten, en tydlig indikation om havsmiljöns status.

Olika miljögifter ger olika effekter

Tidigare studier har visat tydliga samband

mellan miljögiftsexponering och summan av missbildade och membranskadade embryon. Genom att separera de olika skadorna upptäcktes ett starkare samband mellan sedimenthalter av PAH:er, PCB:er, och metaller och missbildade embryon än med membranskadade embryon. Starkast är sambandet mellan missbildade embryon, PCB i sediment samt mangan i vitmärla. Membranskador verkar istället ha en koppling till kobolt i vitmärslorna och bly i sedimenten.

Ett tydligt mönster är att lägst andel missbildade embryon observeras på stationerna med de lägsta halterna av miljögifter i sedimenten. Studien visar också att även små skillnader i halter av miljögifter ger utslag i antal missbildade embryon, vilket visar metodens känslighet för kemikalier i havsmiljön.

Tydliga gradienter för TBT vid marinor

Under perioden november till december 2009 studerades imposex hos nätsnäckor, halten TBT (tributyltenn) i vävnaden hos

snäckor samt TBT i sediment vid Fiskebäckskils och Grebbestads marina. Syftet var att se om det fanns ett samband mellan de olika variablerna och om effekterna avtog med ökat avstånd till marinorna. Från de båda marinorna syntes mycket påtagliga gradienter för de olika variablerna där påverkan var tydligast de första 1000–1500 meter ut från marinorna.

TBT dominerar

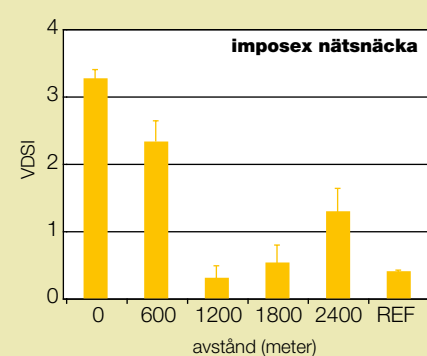
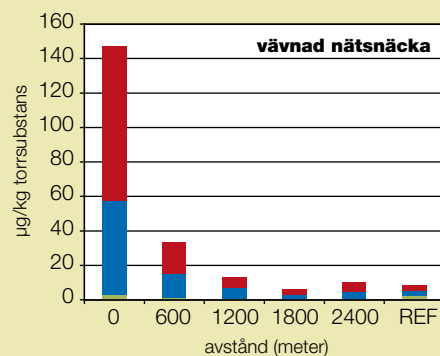
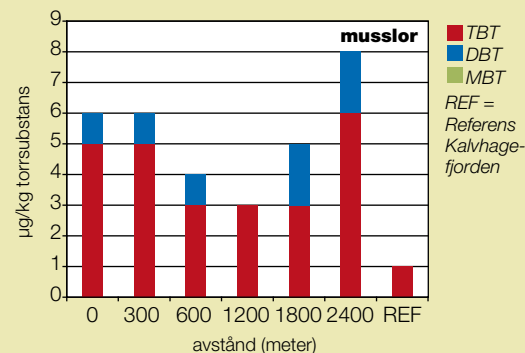
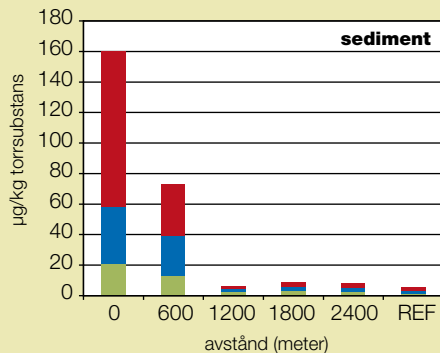
Fördelningen mellan olika organiska tennföreningar skiljde sig inte nämnvärt mellan sediment och vävnad och inte heller mellan de båda undersökningsområdena. TBT dominerar medan dess nedbrytningsprodukter dibutyltenn (DBT) och monobutyltenn (MBT) påträffas i något lägre halter. Andra tennföreningar kunde inte hittas i några vävnadsprov, varken från snäckor eller musslor.

I några sedimentprover från de inre stationerna vid Fiskebäckskil fanns låga halter av tetrabutyltenn men även av tri-, di och monofenyltenn.



FISKEBÄCKSKILS HAMN

GRADIENTEN VID FISKEBÄCKSKIL



➤ Halterna av organiska tennföreningar utanför hamnen i Fiskebäckskil sjönk i både sediment och vävnad hos nätsnäcka. För musslorna var gradienten inte lika tydlig och i likhet med imposex hos nätsnäcka ökade halterna igen vid de yttre lokalerna.

I Grebbestads inre hamn påträffades, i ett enda sedimentprov, anmärkningsvärt höga halter av monooktyltenn. Fyndet verkar vara en engångsförekomst då ämnet inte kunde hittas i övriga prover från samma station. Här fanns även låga halter av tetrabutyltenn, tri-, di- och monofenyltenn.

Sjunkande halter med ökat avstånd i Fiskebäckskil

Sedimenthalten av organiska tennföreningar vid Fiskebäckskil avtog snabbt. Redan 1200 meter ut längs gradienten närmade sig värdena de som återfanns vid referenslokalen i Kalvhagefjorden. Fördelningen av organiska tennföreningar var likartad vid samtliga lokaler; över 50 procent TBT, cirka 30 procent DBT och knappt 10 procent MBT.

Snäckorna visade imposex på alla stationer vid Fiskebäckskil men effekterna avtog gradvis cirka 600 meter ut från det inre hamnområdet. 1200 meter ut var effekterna mycket små, men ökade något

igen vid de yttersta lokalerna. Orsakerna till detta kan vara flera, till exempel annorlunda sedimentationsförhållanden eller intensivare båttrafik. Halterna av organiska tennföreningar i snäckornas mjukvävnad visade ett likartat mönster med sjunkande halter längs gradienten. Fördelningen av de olika tennföreningarna liknade den i sedimenten.

Svag gradient i musslor

Vid Fiskebäckskil analyserades organiska tennföreningar även i musslor. Musslorna i försöket hade hängt ute i träramar under ungefär en månad, men här kunde endast en svag antydning till gradient spåras. Liksom hos snäckorna noterades en ökning på de yttre lokalerna.

Den svaga gradient som ändå sågs kan delvis förklaras av att den framförallt återspeglar förhållandena i vattenmassan. Organiska tennföreningar förekommer antingen lösta i vattnet eller på partiklar som musslorna filtrerar, oftast inte i några högre koncentrationer. Eftersom under-

sökningen gjordes under november-december var musslornas aktivitet mycket låg, vilket även återspeglas i de låga halter som ackumulerats. Fördelningen av ackumulerade organiska tennföreningar hos musslorna liknade den hos snäckor och sediment. Det fanns även en klar skillnad mellan musslorna på referenslokalen och Fiskebäckskilgradienten.

Tydlig gradient vid Grebbestad

Vid Grebbestad syntes en mycket snabbt avtagande gradient av organiska tennföreningar i sedimenten. Redan 300 meter ut från den innersta lokalen var koncentrationerna halverade och efter 600 meter var de nere på referenslokalens nivå.

Effekter på snäckorna syntes i en tydlig gradient ända ut mot den yttersta lokalen, cirka 2400 meter från den inre hamnbassängen. En särskilt hög påverkan av TBT som orsakar imposex fanns vid den innersta lokalen med ett så kallat VDSI index på 3,5 (4 är maxvärde). Det betyder att honorna här är kraftigt påverkade och



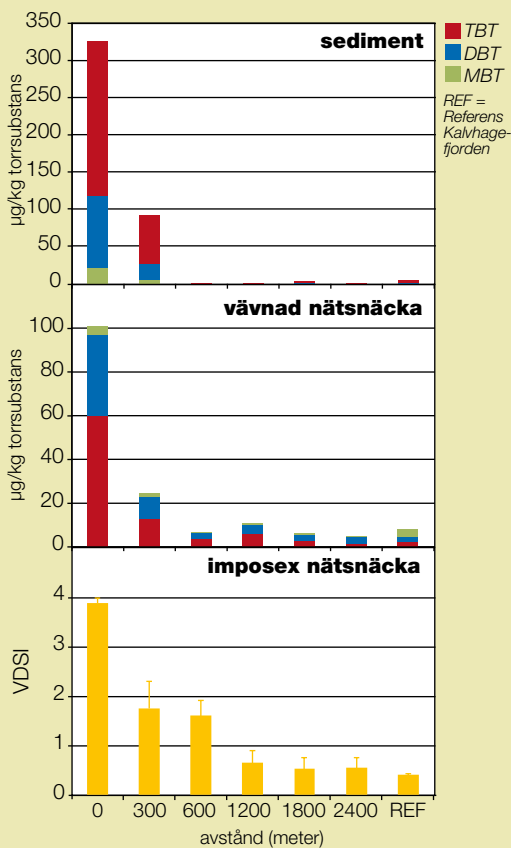
Bild: Metria



Foto: Marina Magnusson

Grebbestads marina. Längst in i hamnen ligger den första lokalen för provtagning och analys av TBT och imposex hos nätsnäcka.

GRADIENTEN VID GREBBESTAD



➤ Vid Grebbestad syntes en mycket snabbt avtagande gradient av organiska tennföreningar i sedimenten liksom i snäckornas vävnad. En särskilt hög påverkan av TBT i form av imposex fanns vid den innersta lokalen med ett så kallat VDSI-index på 3,5 (4=max). Honorna här är kraftigt påverkade.

bedöms ha en ekologisk status klassad som otillfredsställande. Fördelningen av TBT, DBT och MBT liknar den i Fiskebäckskil men domineras av TBT.

Halterna av organiska tennföreningar i snäckornas vävnad var liksom i sedimenten snabbt avtagande, 600 meter ut var koncentrationerna mycket låga. Även här liknade fördelningen av organiska tennföreningar den vid Fiskebäckskil.

Att koppla belastning till effekt

Det finns ett stort behov av att kunna koppla en uppmätt belastning av kemikalier i sedimentet till potentiella effekter. Halmätningar kan begäras in som underlag, men hur ska dessa "översättas" till något

som är relevant för en tillståndsprövning? Är gifterna tillgängliga för organismer? Hur samverkar de? Kan man addera deras toxicitet? Effektstudier av känsliga organismer ger svaren på dessa frågor och underlättar beslutsfattande. Kombinerade analyser av kemiska, biokemiska och biologiska variabler kan ge värdefull information om miljögifters sammantagna effekter. Analyserna kan fungera som beslutsunderlag för vad som är acceptabla halter i havsmiljön eller vilka typer av åtgärder som kan behövas. Det kan gälla allt ifrån storskaliga bedömningar av miljötillståndet i ett havsområde till lokala frågor, till exempel konsekvenser av muddring av förorenade sediment. 🐟

FAKTA

HELCOM:s Coreset projekt

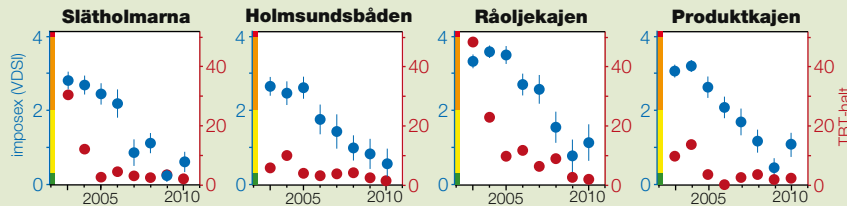
Ett optimalt övervakningsprogram för hela Östersjön innebär att effektmätningar utförs på flera olika arter i näringsväven, inkluderar tidiga (early warning) signaler och mäter risken för skador på populationer.

Därför startade HELCOM år 2010 Coreset-projektet. Avsikten är att harmonisera övervakningsmetoderna för alla länder kring Östersjön och välja ut indikatorer för biologisk mångfald och farliga ämnen. Dessa kan sedan användas för att regelbundet bedöma om strategiska och ekologiska mål har uppnåtts i Östersjön. Indikatorerna ska vara helt och hållet förenliga med statusklassningarna enligt definitionen i EU:s ramdirektiv och de riktlinjer och kriterier som har utvecklats enligt denna. Imposex/intersex hos snäckor föreslås exempelvis som en "core biomarker" – en indikator för exponering och effekter av TBT.

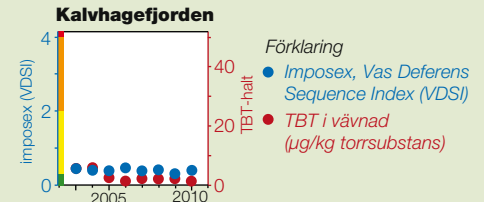
Effekter på fortplantning hos märkräfter och/eller tånglake föreslås som en generell metod för biologiska effekter av miljögifter.

Marina Magnusson, Anders Borgegren, Sandra Andersson & Åke Granmo, Marine Monitoring AB

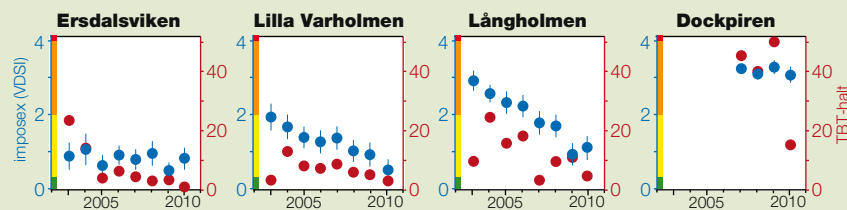
GRADIENTEN BROFJORDEN UTANFÖR LYSEKIL



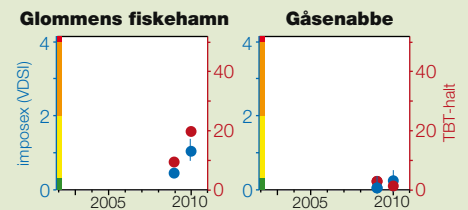
REFERENSOMRÅDE I BOHUSLÄN



GRADIENTEN GÖTEBORGS HAMN



FALKENBERG



låg ————— hög
påverkan i de båda gradienterna ovan

➤ Svenska bedömningsgrunder saknas. De bedömningsgrunder som är framtagna av OSPAR kan endast användas för lokalerna på västkusten. Enligt dessa klassas två lokaler som goda, en som otillfredsställande och övriga som måttliga. Gränsen för måttlig status hos nätsnäckor går vid 0,3 VDSI. Vertikala staplar anger 95 % konfidensintervall.

Västerhavet

Graden av imposex hos nätsnäckor visar på en nedåtgående trend vid de flesta stationerna. Undantagen är Glommens fiskehamn och Dockpiren i Göteborg. Snäckor fångade i Glommens fiskehamn visade fortfarande på relativt låga effekter av organiska tennföreningar men både imposex och TBT-halten i vävnaden har fördubblats sedan 2009.

Indexet för imposex (VDSI) för Dockpiren ligger på samma höga nivå som tidigare och klassas som otillfredsställande. Däremot minskade TBT i vävnaden kraftigt från 49,7 till 15,0 µg/kg.

Vid två stationer, bland annat referensstationen, kunde inget TBT i vävnaden hittas. Det kan kanske bero på bytet av analyslaboratorium eftersom känsligheten hos analysmetoderna kan skilja sig något. Lokalen Gåsenabbe utanför Falkenberg, visar på fortsatt låga imposexvärden och status klassas som god, bara 5 av 44 infångade honor uppvisade imposex.

Även prov från en lokal utanför Halmstads hamn visade låga effekter av organiska tennföreningar och status klassas som god.

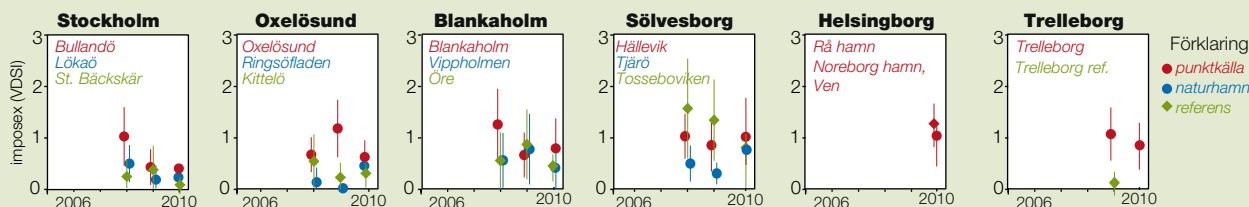
Övriga lokaler klassas som måttliga.

Foto: Marina Magnusson



➤ Nätsnäckor insamlade vid Glommens fiskehamn undersöks på lab; först mäts deras längd sedan sövs de ned för vidare analys av imposex.

ÖSTERSJÖN



➤ Bedömningsgrunder för slamsnäckor saknas men om gränsen för måttlig status hos nätsnäck (0,3 VDSI) används även för *Peringia ulvae* innebär detta att 12 av 17 lokaler klassas som måttliga eller sämre. Vertikala staplar anger 95 % konfidensintervall.

Egentliga Östersjön

Provtagningarna i Egentliga Östersjön är inne på sitt tredje år. Generellt syns effekter av TBT i form av imposex hos slamsnäckan *Peringia ulvae* (tidigare kallad *Hydrobia ulvae*) från alla lokaler. Inga tydliga skillnader i VDSI ses mellan åren, men en analys av hur många procent av honorna som är påverkade visar en ökning från år till år.

Slamsnäckorna blir bara ett par år gamla och därför är det rimligt att anta

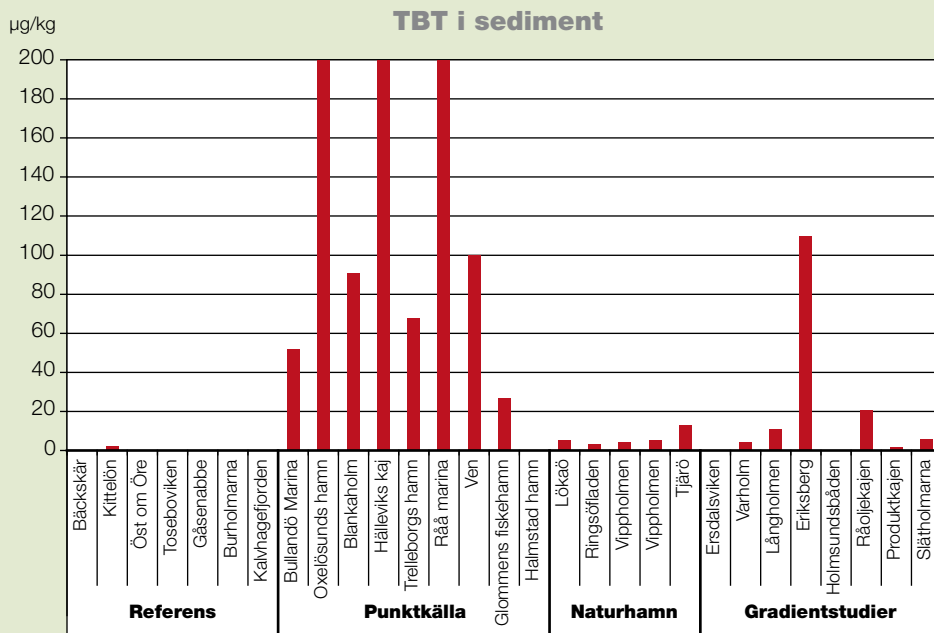
att snäckor som visar imposex kontinuerligt exponeras för TBT. Under 2010 varierande andelen påverkade honor stort mellan lokalerna, vid Stora Bäckskär var 6 procent påverkade och vid den nyttillkomna lokalen Råa hamn söder om Helsingborg 77 procent. Programmet har även kompletterats med en referenslokal till Trelleborgs hamn, cirka 1,4 sjömil väster om hamnen.

Not: *Peringia ulvae* är inte en lika känslig biomarkör som nätsnäck. Den kan ibland visa ett lågt VDSI trots att sedimenten innehåller höga halter TBT. Därför anges även påverkan i procent.

Foto: Marina Magnusson



➤ Insamling av slamsnäckan *Peringia ulvae*. Bottensubstrat hävas upp och söks igenom i jakten på snäckor.



➤ Vid 2010 års provtagningar av biologiska effekter av organiska tennföreningar provtogs också sediment vid alla lokaler. Syftet var att få ett bakgrundsvärde av TBT-halterna på samma stationer som snäckorna samlats in, samt ge underlag för uppföljning av miljömålet *Giffri miljö*.

Resultaten visar tydliga skillnader mellan punktkällor, naturhamnar och referensstationer, och i vissa fall speglas även vilket typ av substrat som finns på de olika lokalerna. Ett lerigt substrat innehåller fler partiklar och därmed en större yta som TBT kan binda till än ett sandigt, därför blir TBT-halten högre i finpartikulära substrat. De flesta referensstationerna ligger i områden med sandiga substrat medan naturhamnarna och punktkällorna vanligen har ett lerigare substrat.

Missbildade embryon visar ekologisk status

I undersökta områden i Bottenhavet och Egentliga Östersjön år 2010 råder god ekologisk status, utifrån det förslag till bedömningsgrunder som nyligen har tagits fram för missbildade embryon hos kräftdjuret vitmärla. Missbildade embryon hos kräftdjuret vitmärla används här som indikator för miljögifter i sedimentet och ger även information om miljögifternas kombinerade giftverkan och tillgänglighet.

Egentliga Östersjön har genomgående en något högre andel missbildade embryon än Bottenhavet men de senaste tre åren finns inga signifikanta skillnader mellan bassängerna. Den förhöjda andelen missbildade embryon i Egentliga Östersjön under perioden 2001–2004 beror på höga förekomster av en typ av missbildning, läckage av lipider genom äggmembranet. Orsaken till lipidskadorna är oklar, vi har inte kunnat inducera skadan i laborato-

riexperiment där vitmärslan exponerades för sediment från övervakningsstationerna trots att skadan återfanns i fält under samma period.

Vitmärslans äggproduktion, mätt som antalet ägg per hona, är ungefär lika i Bottenhavet och Egentliga Östersjön. Tidigare var äggproduktionen högre i Egentliga Östersjön men efter en kraftig minskning av populationerna i Bottenhavet har äggproduktionen där ökat under 2000-talet, troligtvis på grund av minskad konkurrens om födan. Det har jämnat ut skillnaderna mellan havsområdena.

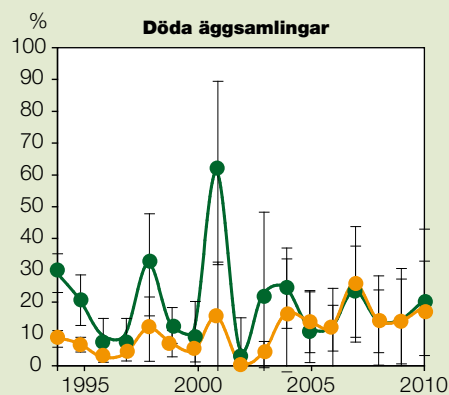
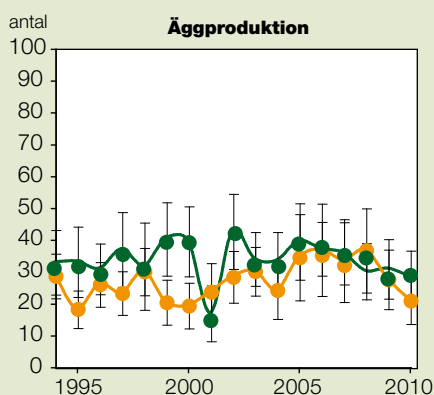
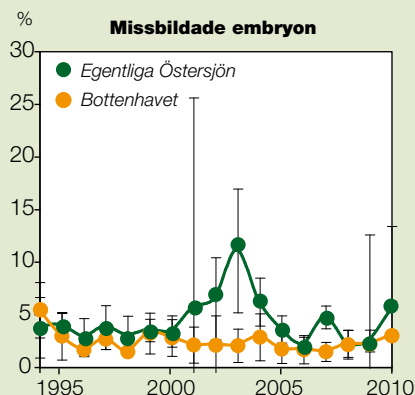
Mindre syre ger fler döda äggsamlingar i Bottenhavet

Helt eller delvis döda äggsamlingar är ett resultat av att den gravida honan utsatts för syrebrist. Andelen döda ägg varierar kraftigt över hela den undersökta perioden beroende på syreförhållandena i bottenvattnet.

I Bottenhavet ökade andelen döda äggsamlingar signifikant från år 2002 fram till 2010. Det kan kopplas till en signifikant minskning av syret i vattnet och den beror troligen i sin tur på låga syrehalter i Östersjöns medeldjupa vattenlager som bildar djupvattnet i Bottenhavet. Tidigare har andelen döda äggsamlingar varit högre i Egentliga Östersjön men efter ökningen i Bottenhavet finns det inte längre några skillnader mellan havsområdena.

Syreförhållandena har även försämrats i djupare delar av Egentliga Östersjön, men det har inte påverkat vitmärslestationerna som helt enkelt ligger grundare här än i Bottenhavet. Därför ökar inte heller de döda äggsamlingarna i Egentliga Östersjön.

VITMÄRSLA



➤ Data visar medelvärden med 95% konfidensintervall från fem bottenhugg samt ett bottenskrap.