Innehållsförteckning

1. SAMMANFATTNING 5

2. INLEDNING 10

2.1 Hydrografi 10
2.2 Biologi 10

3. VÄDER 12

3.1 Väderåret 1999 12
3.2 Väderåren 1980-1999 13

4. TILLRINNING OCH BELASTNING 14

5. FÖRHÅLLANDENA I UTSJÖN – EGENTLIGA ÖSTERSJÖN 17

5.1 Utsjön 1999 17
5.2 Utsjön 1980 - 1999 20

6. BESKRIVNING AV FÖRHÅLLANDENA I DE TRE DELOMRÅDENA 22

6.1 SÖDRA KALMARSUND 22
6.1.1 Hydrografi 22
6.1.2 Mjukbottenfauna 24
6.1.3 Hårda bottnar 25
6.2 NORRA KALMARSUND 27
6.2.1 Hydrografi 27
6.2.2 Mjukbottenfauna 28
6.2.3 Hårda bottnar 30
6.3 NORRA SKÄRGÅRDSOMRÅDET 31
6.3.1 Hydrografi 31
6.3.2 Mjukbottenfauna 32
6.3.3 Hårda bottnar 33
6.4 JÄMFÖRELSE MELLAN DELOMRÅDENA 35

7. RECIPIENTER 36

7.1 TORSÅS KOMMUN 36
7.1.1 Mjukbottenfauna 36
7.1.2 Hårda bottnar 36
7.2 MÖRBYLÅNGA 36
7.2.1 Mjukbottenfauna 36
7.2.2 Hårda bottnar 37
7.3 KALMAR KOMMUN 38
7.3.1 Hydrografi 38
7.3.2 Mjukbottenfauna 38
7.3.3 Hårda bottnar 40
7.4 LUMA METALL 40
7.4.1 Hydrografi 40
7.4.2 Miljögifter 40
7.5 BORGHOLM KOMMUN 40
7.5.1 Hydrografi 40
7.5.2 Mjukbottenfauna 41
7.5.3 Hårda bottnar 41
7.6 MÖNSTERÅS KOMMUN 42
7.6.1 Hydrografi 42
7.6.2 Mjukbottenfauna 42
7.7 MÖNSTERÅS BRUK 44

7.7.1 Belastning 44
7.7.2 Hydrografi 45
7.7.3 Mjukbottenfauna 49
7.7.4 Hårdbotten 52
7.7.5 Provfisken 55
7.7.6 Yngelkontroll hos tånglake 57
7.7.7 Fysiologi hos tånglake 58
7.7.8 Miljögifter 60
7.8 OSKARSHAMN KOMMUN 60
7.8.1 Hydrografi 60
7.8.2 Mjukbottenfauna 61
7.8.3 Hårda bottnar 61
7.8.4 Miljögifter 62
7.9 FIGEHOLMS BRUK 62
7.9.1 Hydrografi 62
7.9.2 Mjukbottenfauna 62
7.9.3 Hårda bottnar 64
7.10 OKG AB 64
7.10.1 Hydrografi 64
7.10.2 Hårda bottnar 64
7.11 GUNNEBO BRUK 65
7.11.1 Miljögifter 65
7.12 VÄSTERVIK 66
7.12.1 Hydrografi 66
7.12.2 Mjukbottenfauna 67
7.12.3 Hårda bottnar 70
8. ÅMYNNINGAR 71
8.1 BRUATORPSÅN 71
8.1.1 Belastning 71
8.1.2 Mjukbottenfauna 71
8.1.3 Högre växter 72
8.2 HALLTORPSÅN 73
8.2.1 Belastning 73
8.2.2 Högre växter 73
8.3 HAGBYÅN 73
8.3.1 Belastning 73
8.3.2 Högre växter 74
8.4 LJUNGBYÅN 74
8.4.1 Belastning 74
8.4.2 Mjukbottenfauna 74
8.4.3 Högre växter 75
8.5 ALSTERÅN 75
8.5.1 Belastning 75
8.5.2 Mjukbottenfauna 76
8.5.3 Högre växter 77
8.6 EMÅN 78
8.6.1 Belastning 78
8.6.2 Hydrografi 78
8.6.3 Mjukbottenfauna 79
8.6.4 Högre växter 80
8.7 VIRÅN 81
8.7.1 Belastning 81

8.7.2 Mjukbottenfauna 81
8.7.3 Högre växter 81
8.8 BOTORPSSTRÖMMEN 82
8.8.1 Belastning 82
8.8.2 Mjukbottenfauna 83
8.9 STORÅN 83
8.9.1 Belastning 83
8.9.2 Mjukbottenfauna 84
8.10 REFERENSLOKALEN BOTTORPSHAMN 84
8.11 MILJÖGIFTER I ÅMYNNINGAR OCH REFERENSSTATIONER 85
9. FISKODLINGAR 85
9.1 SCANDINAVIAN SEAFOOD AB, GRYTHOLMEN 85
9.1.1 Mjukbottenfauna 85
9.1.2 Hårdbotten 86
9.2 SKAVDÖ LAX AB, SKAVDÖSUND 86
9.2.1 Mjukbottenfauna 86
9.2.2 Hårdbotten 87
9.3 MALMÖNS LAXODLING AB, VIDÖ 87
9.3.1 Mjukbottenfauna 87
9.3.2 Hårdbotten 87
9.4 GÄRDSHOLMENS FISKODLING, GÄRDSHOLMEN 88
9.4.1 Mjukbottenfauna 88
9.4.2 Hårdbotten 88
10. REFERENSER 89
KARTOR
BILAGOR

1. SAMMANFATTNING

Bakgrund
SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut), Fiskeriverket och SGU (Sveriges Geologiska Undersökning) svarade under 1999 för den samordnade kustkontrollen i Kalmar läns kustvatten. Provtagningsprogrammet utfördes som tidigare år enligt de riktlinjer som har föreskrivits i kontraktet och omfattade hydrografi, bottenfauna, alger och fauna på hårdbotten, fisk och fiskfysiologi samt miljögifter.

Vädret 1999
Vintern 1998-99 var något mildare än genomsnittet 1961-90. Våren inleddes med kyligt väder men i slutet av mars och början av april blev det soligt och varmt. Maj blev kallare än normalt. Sommaren var torr och varm i de östra delarna. September blev mycket varm med 3-4 graders temperaturöverskott. Oktober var nära normal medan november blev mild. I månadsskiftet november-december 1999 kom en serie med tre stormar som bröt en svit på nästan tio stormfattiga år i södra Sverige.

Vädret 1995 – 1999
1990-talet dominerades av västvindar och mycket milda vintrar. Under 1995 började sommaren blöt men blev därefter torr men rik på åskväder. Sommaren 1996 blev lite av samma typ, medan vintern 1996 blev den enda under 1990-talet med temperaturunderskott i södra Sverige. Under 1990-talets tre sista år, 1997 – 1999, accentuerades trenden med milda och blöta vintrar. Somrarna var olika med en mycket varm 1997, en riktigt sval 1998 och så 1999, med överlägset varmast och torrast väder just i Östersjölandskapen.

Tillrinning 1999
Tillrinningen till Kalmar läns kustvatten var under januari till mars 1999 betydligt högre än normalt, i januari nästan dubbelt så hög. Däremot under juli till december var tillrinningen betydligt lägre än normalt.

Utsjön 1999
De första månaderna 1999 fram till början av mars låg närsaltskoncentrationerna på typiska vinternivåer i egentliga Östersjön. Vårblomningen startade i mars i de södra delarna väster om Bornholm och siktdjupet här var c:a 8 meter, medan det i övriga Östersjön var 12-13 meter. Närsalthalterna sjönk snabbt i hela ytlagret, oorganiskt kväve ned under detektionsgränsen, medan det fanns kvar en del fosfat samt gott om silikat. Generellt sett följde samtliga närsalter långtidsmedelkurvan ovanligt väl under hela året. Under första halvåret var syrehalterna i djupvattnet i området mycket låga. I juli uppmättes svavelväte vid Landsortsdjupet (BY31). Under augusti månad hade området med svavelväte brett ut sig även till Karlsödjupet (BY38). Generellt sett var syrekoncentrationerna under hela året lägre än 2 ml/l på djup överstigande 70 till 80 meter.

Utsjön 1980 – 1999
Salthalten i djupvattnet (Karlsödjupet BY38) sjönk från c:a 10 psu 1980 till 8 psu 1994. Efter ett kraftigare inflöde 1993 steg salthalten snabbt till c:a 9.5 psu och har sedan legat på ungefär samma nivå. Under 90-talet har mängden fosfat i ytvattnet vintertid minskat i samtliga delbassänger i egentliga Östersjön, från c:a 0.8 µmol/l till c:a 0.5 µmol/l. Även vinterkoncentrationerna av nitrit och nitrat har minskat markant i alla delområden sedan mitten på 90-talet från 5 –6 µmol/l till omkring 4 µmol/l. Åren 1990 – 1993 var syrehalterna 1 - 2 ml/l i Karlsödjupet (BY38). Efter inflödet med salt och syrerikt vatten 1993 steg syrehalterna till c:a 4 ml/l. Syrehalterna har sedan minskat och under slutet av 1999 uppmättes återigen svavelväte närmast botten.

Delområdena
Siktdjupet blir mindre när man går norrut i de tre delområdena. TOC-värdena och klorofyllhalterna ökar successivt. Detta beror på att några stationer ligger mycket öppet i södra Kalmarsund, något fler ligger nära kusten i norra Kalmarsund och statio-

nerna i norra skärgårdsområdet ligger oftast långt inne i vikar. Det innebär att närmre land och mer instängda områden ger låga siktdjup, samt högre TOC och klorofyllhalter. Medelvärden av fosfatfosfor i ytan har skapats för perioden 1990 till 1999 för alla delområden. Man kan se att vinterhalterna sjönk markant vintern 1997/1998 (utom i norra skärgårdsområdet) jämfört med åren innan. Detta kan jämföras med förhållandena i egentliga Östersjön, där vinterhalterna i ytskiktet började sjunka vintern 1995/1996. Att detta inte syns i kustområdet kan bero på att färre vinterprovtagningar utförts före 1995/1996, och att de vintermaxima som fanns tidigare inte kommit med. Beträffande kväve ser man att norra skärgårdsområdet kan ha betydligt högre halter än de andra delområdena. Fler stationer ligger mycket kustnära i norra skärgårdsområdet, så det är inte oväntade resultat. Den förbättring som erhölls för kväve i utsjön från vintern 1995/1996 syns inte i mätdata i delområdena. Det kan dock bero på att färre vinterprovtagningar utförts tidigare, varför dessa maxima inte kom med före vintern 1995/1996. Någon trend kan därför inte heller utläsas i något av delområdena utan vintervärdena är likartade 1996 – 1999.

Mönsterås Bruk

De tre mätstationerna utanför bruket visar inte något samband med årsmedelvärden av belastningen från bruket. Det krävs tätare provtagning för att påvisa eventuella samband.

Information om utsläppen från Mönsterås Bruk finns för perioden 1990 – 1999. De variabler som betraktas här är BOD7, COD-Cr, totalkväve och totalfosfor. För totalkväve gäller att en viss ökning ägde rum 1990 till 1998, totalt sett en dubblering, medan 1999 års värden visar en kraftigt sjunkande tendens. Totalfosfor har minskat från 40 ton/år 1990 till 6 ton/år 1999.

De fyra stationernas syrehalter följer varandra mycket väl åt vilket visar att förhållandena i området är homogena. Halter under 4 ml/l förekom endast i MB2, där minimum var hösten 1995, när 1.5 ml/l erhölls. Lokala effekter av syreförbrukande material och närsalter är svåra att se i MB24, MB210 och MB1. Några trender hos syrehalten vid bottnen kan inte utläsas.

Klorofyllkoncentrationen ger ett grovt mått på växtplanktonbiomassan i vattnet. Några trender kan inte utläsas.

Vid de tre tillfällena med extremt höga kvävevärden i MB2 var det sötare kväverikt vatten från Emån som fanns här.

Vintertid ligger nitrat- och nitrithalterna normalt mellan 5 och 10 µmol/l, medan totalkväve vintertid är 20 – 30 µmol/l. Det går inte att utläsa någon trend.

Vinterinnehållet av oorganiskt fosfor visar ingen tydlig trend, men en minskning kan skönjas. Sommarminimat visar en minskande trend som ger minskande halter från omkring 0.2 µmol/l 1991 – 1995 till cirka 0.1 µmol/l 1996 – 1999. Vintertid är fosfathalterna 0.4 – 0.7 µmol/l och totalfosfor är vintertid 0.8 – 1.3 µmol/l.

Siktdjupet är alltid bättre i MB210 och ofta lågt i MB1. Detta är naturligt då det blir bättre sikt när man fjärmar sig från kusten.

Miljögifter

Blåmusslor från fyra stationer i inloppet till Oskarshamn har analyserats med avseende på kadmium och nickel. Kadmiumhalten är avsevärt högre i den inre stationen N1Me och minskar sedan kraftigt i station N3Me för att sedan uppvisa en svag minskande gradient mot den yttre stationen N6Me. Resultaten pekar på ett visst läckage av kadmium från den inre hamnbassängen. I blåstång ligger halten av koppar och bly avsevärt högre i station N3Me än i den yttre stationen N4Me. På samma sätt som för kadmium tyder resultaten på ett läckage av även koppar och bly från Oskarshamns hamnbassäng.

Emån
Emåns årliga variation av flöde vad gäller totalkväve, totalfosfor och vatten följer varandra mycket väl. Det visar att ju mer vatten desto större mängder närsalter transporteras det ut.

Salthalten är ofta lägre i MB2 än i de tre provtagningspunkterna utanför Mönsterås. Vid dessa tillfällen går alltså Emåns vatten rakt söderut och då vet vi att det är stor andel å-vatten som provtagningen av övriga variabler ger information om i MB2. Syrgashalten vid botten är under hösten 1995 betydligt lägre i MB2, c:a 1.5 ml/l, än i någon av de tre mätpunkter som är belägna utanför Mönsterås Bruk. Klorofyll har vid vårblomningen 1996 och 1999 betydligt högre värden i MB2 än i de närliggande stationerna.

Mjukbottenfauna 1999
Avrinningen från land var långt utöver det normala 1998, speciellt mot slutet av året. Tillskottet av näringsämnen och organiskt material fick effekter på både högre växter och alger samt många organismer i ekosystemet. De mjukbottendjur som i första hand kunde utnyttja påslaget var fjädermygglarver, akvatiska glattmaskar och tusensnäckor och rekordhöga ökningar 1999 noterades på flertalet provtagningslokaler med väletablerade bestånd. Likaså märktes en relativt allmän förhöjning 1999 av slammärlor, vilken dock inte var lika stor som 1997, och decenniets högsta antal av detta kräftdjur påträffades i Kalmar vid västra sjön Arv. Även den nyligen invandrade havsborstmasken *Marenzelleria cf. viridis* gynnades på många platser. Däremot var ökningen av antalet unga Östersjömusslor inte så stort som kunde förväntas och antalet lokaler som uppvisade ökningar var lika stort som antalet med minskningar.

Delområden - mjukbottenfauna 1989-1999
Samhällena i delområdena uppvisar olika karaktär något som bl a är avhängigt respektive områdes skilda geomorfologi. En jämförelse mellan delområdena kan därför bli något skev. Beroende på om vattenomsättningen är god eller dålig i ett område kan eutrofieringseffekterna antingen uppvisa förhöjda värden för art-, individantal och vikt eller minskade värden för dessa parametrar. Detta innebär således att djursamhällena kan utformas på helt olika sätt med samma grad av närsaltbelastning. En metod som främst används i det följande att avläsa eutrofieringsgraden i de olika delområdena, är att redovisa medelvärdena under nittiotalet för biomassan av Östersjömusslor. I merparten av djursamhällena i länet är Östersjömusslor viktsdominant. I en del undersökningar redovisas förändringarna i totalbiomassan. Detta är mindre lämpligt i Kalmar län, då blå-, sand- och hjärtmusslor i vissa fall ger ett stort bidrag. Dessa arter förekommer fläckvis eller djupt ner i sedimentet och provtagningstekniken är inte adekvat för att bestämma deras beståndsstorlek.

I södra Kalmarsund var Östersjömusslornas vikt omkring 50 g/m^2 i medeltal under hela decenniet. Vid referenslokalen, som ligger längre ut öster om Bergkvara, noterades vikande värden för de två senaste åren. Detta till trots, visade medelvärden för områdets alla lokaler ute i Kalmarsund en stigande trend sedan 1994. Detta indikerar att eutrofieringsprocessen avstannat i själva kustzonen, men fortgår längre ut i södra Kalmarsund. Artrikedomen på de grunda bottnarna i Kalmartrakten hörde till de största i länet och till övervägande del sammanföll detta även med de högsta individtätheterna.

I norra Kalmarsund märktes ett trendbrott med lägre värden för Östersjömusslornas vikt efter 1992 (ca 40, respektive 50 g/m^2 de senaste tre åren). Negativa effekter av eutrofiering noterades speciellt de senaste två åren. Då inträffade en halvering eller nästan totalt bortfall av musslornas biomassa på många lokaler inom påverkanzonen för Mönsterås Bruk, inklusive områdets referenslokal. Även flera andra faktorer,

som berodde på den ökade belastningen av organiskt material och tungmetaller torde medverka till denna negativa utveckling. I Oskarshamns hamn var faunan mycket svagt utvecklad under hela perioden och utsatt för kronisk stress orsakad av en hög belastning från tungmetaller i sedimentet.

I norra skärgårdsområdet har de negativa effekterna av eutrofieringen övervägt under hela decenniet och Östersjömusslorna vikt var omkring 20 g/m^2 i medeltal. Vid referenslokalerna märktes dock en positiv trend för musslornas biomassa, vilket indikerade annorlunda förhållanden med en god vattenomsättning och syrgasstandard. Under den aktuella perioden har fyra till fem problemlokaler utpekats som lokaler med en starkt utarmad fauna, dvs med både låga art- och individantal samt totalvikt. Den exceptionellt svagt utvecklade faunan på dessa mjukbottenlokaler, som är belägna inomskärs, var resultatet av dåligt vattenutbyte med periodiskt uppträdande syrgasproblem i bottenvattnet som följd.

Hårdbotten

Tångsamhällena i södra Kalmarsund och öster om Öland har förändrats i ringa omfattning under 1990-talet, både avseende tångens djuputbredning som bältets bredd. Beståndet vid Bläsinge på Ölands ostkust har genomgående varit svagt, medan lokalerna vid Kalmar och Bergkvara haft livskraftiga bestånd. I norra Kalmarsund har bestånden utvecklats negativt på många lokaler, i första hand genom att den totala djuputbredningen minskat, men även genom att tångbältet blivit utglesat. De största förändringarna inträffade under decenniets första hälft och de var ofta förknippade med betning av tånggråsugga. En tendens till återhämtning till följd av nyrekrytering av tångplantor och frånvaro av betning har observerats på flera lokaler under senare år. Ett antal stationer i anslutning till avloppstuben från Mönsterås Bruk skadades av kloratutsläpp under 1980-talet och har ännu inte återhämtat sig. En vikande djuputbredning har även inträffat på flera lokaler i det norra skärgårdsområdet samtidigt med tillbakagången i norra Kalmarsund. Lokalerna närmast Västervik och referenslokalen i Kvädöfjärden har genomgående haft svaga bestånd. En utglesning av bältena har observerats vid Oskarshamnsverket under 1990-talets senare hälft, men en tendens till förbättring har noterats mot slutet av perioden. Kvantitativa och kvalitativa undersökningar av rödalgsbältets växt- och djursamhällen har utförts med ny metodik sedan 1996. De rikaste samhällena har observerats vid Oskarshamnsverket och inom recipienten för Mönsterås Bruk. Rödalgssamhällena domineras oftast av fjäderslick, medan blåmusslor svarar för en dominerande andel av djurens biomassa. Fintrådiga brunalger har genomgående dominerat i skyddade områden vid Oskarshamn, Figeholm och Västervik och förknippas ofta med ett svagt utvecklat djursamhälle. Efter det nederbördsrika året 1998 dominerade brunalger även i stora delar av norra och centrala Kalmarsund.

Fiske

Fångsterna i provfisket vid Mönsterås Bruk har utvecklats starkt negativt sedan starten 1995, främst genom en tillbakagång för abborre. Karpfiskar förekom under hela perioden i normal till riklig omfattning. Utvecklingen för abborre sammanfaller i tiden med rekryteringsproblem i stora delar av Kalmarsund. Problemet har utretts under 1998 och 1999 och slutrapporten anger övergödning och skarvpredation som sannolika orsaker.

Yngelkontroll av tånglake

Yngelproduktion, tillväxt, överlevnad och förekomst av missbildningar hos tånglakeyngel har undersökts i två områden i recipienten för Mönsterås Bruk och i två referensområden. Någon signifikant påverkan på tånglakens reproduktion i recipienten har inte kunnat beläggas.

Fiskfysiologi
I studien har fysiologiska effekter hos hontånglake fångad i tre lokaler i recipienten för Mönsterås bruk och tre referenslokaler undersökts. Ett stort antal fysiologiska variabler undersöktes.

- Vita blodcellbilden, leverns EROD- och GST-aktiviteter visade svaga effekter i recipienten som troligtvis inte enbart kan förklaras av utsläpp från Mönsterås bruk.

- LSI, leverenzymerna GR och katalas, blodplasmans innehåll av klorid och blodets hematokrit verkar inte vara påverkade i recipienten. När det gäller plasmaklorid och hematokrit är det en förbättring jämför med 1998 års undersökning.

- Den leverhistologiska analysen visar ej på några signifikanta skillnader mellan lokalerna i recipienten.

- Inga östrogena effekter kunde uppmätas hos fisken i Mönsteråsrecipienten.

- Könskvoten hos fiskynglen i recipienten avvek ej från referenslokalerna. Dessa resultat skiljer sig från undersökningarna 1997 och 1998 då vi observerade en maskulinisering av könskvoten. Vi tror att den uteblivna effekten 1999 beror på att fiskarna inte blev exponerade för avloppsvatten från Mönsterås bruk under den kritiska perioden av könsdifferentieringen i månadskiftet september/oktober. I tre veckor under denna period var driften stoppad i fabriken.

- Arbetet med kemiska analyser av hartssyror och steroler i gallvätska pågår.

De flesta undersökta fysiologiska variablerna uppvisar måttliga eller inga effekter i Mönsteråsrecipienten. För några av de observerade effekterna tyder resultaten på att det kan finnas andra faktorer i Kalmarsundsområdet som bidrar till störningarna. Det är inte känt vilka dessa faktorer är.

Sammantaget antyder 1999 års undersökningar att det skett en liten förbättring av tånglakarna fysiologi i Mönsteråsrecipienten jämfört med 1998 års undersökningar. Vi anser att det är väsentligt att recipeintkontrollprogrammet kan fortsätta för att följa utvecklingen i framtiden i recipienten. Det är angeläget att bl.a. studera om den uteblivna effekten på könskvoten består och att följa utvecklingen särkilt av EROD och vita blodcellsbilden.

Högre växter vid åmynningar
Resultaten av provtagningen av växtsamhällena vid länets större åmynningar karaktäriseras av stora mellanårsvariationer utan uppenbar koppling till variationer i belastning från åarna. Alger har utgjort ett betydande inslag och en tendens till ökning för fintrådiga grönalger finns för 1990-talets senare del. Blåstång förekom rikligt söder om Kalmar inledningsvis, men har därefter gått tillbaka på flera av lokalerna.

Åmynningar - mjukbottenfauna 1995-1999
Provtagningslokalerna vid åmynningarna ligger till övervägande del på grunt vatten. Förutom att dessa bottnar är högproduktiva både vad gäller växter och djur så påverkas faunan av den växlande vattenföringen i åarna mellan olika år. Emån och Ljungbyån hade de största närsaltbelastningarna.

Utanför Emån märktes jämförelsevis högre värden för individtäthet och vikt. Den största artrikedomen i länet uppmättes vid ett flertal tillfällen utanför Bruatorpsåns mynning. Jämfört med övriga åmynningar förekom här också de största individtätheterna och vikterna. Vid Bruatorpsån fluktuerade vikten starkt mellan åren och viktsdominansen skiftade mellan olika arter t ex olika musselarter och ibland rovborstmaskar.

I allmänhet dominerade Östersjömusslor i vikt. Även vid Storåns och Alsteråns yttre del, vilka låg på djupare vatten än de övriga lokalerna, var dessa viktsdominanter. Virån och Ljungbyån hade emellertid svaga bestånd av Östersjömusslor och här utgjordes viktsdominanterna mestadels av fjädermygglarver respektive rovborstmaskar, vil-

ket indikerar sämre förhållanden än vid de andra åmynningarna.

Utanför Bottorpströmmen fanns det gott om vitmärlor precis som vid Grytholmens fiskodling i samma vattensystem, men även ett normalt bestånd av Östersjömusslor.

Fiskodlingar1995-1999
De två fiskodlingar, som ligger inom norra Kalmarsund, kännetecknades av en stark dominans av fjädermygglarver och glattmaskar. Dessutom var bestånden av Östersjömusslor små och tidvis ytterligt försvagade. Faunasamhällenas status var nästan lika dålig som i Påskallaviksfjärden i närheten, vilket visar att förutsättningarna i området inte var de bästa.

Verksamheten vid de fyra fiskodlingarna i norra skärgårdsområdet har inte gett någon påtagligt negativ effekt på mjukbottenfaunan under perioden. Östersjömusslornas vikt har dock ökat något mer än på delområdets referenslokaler vid Grytholmen och Vidös odlingar. Dessutom noterades en minskning av vitmärlor vid Grytholmen, liksom en ökning av rovborstmaskar samt individantal vid Vidö. Sammantaget indikerar detta en viss påverkan vid dessa lokaler. Vid Gärdesholmen däremot var ökningen av Östersjömusslornas vikt obetydlig och beståndet av rovborstmaskar minskade, vilket tyder på en minskad påverkan.

2. INLEDNING

2.1 Hydrografi

Årets rapport är en 5-årsrapport, som inkluderar provtagningsresultaten från 1999. För många variabler finns data för längre tidsperiod än 5 år och då har även dessa tagits med, med syftet att få en ännu bättre överblick av tidsförloppet.

SMHI tog över mätverksamheten från 1995. Det innebär att mätprogrammet gjordes om så att betydligt fler mätningar utförs per år samt att en större andel ligger på vinterhalvåret. Därför är det inte möjligt att jämföra en del variabler med varandra under hela mätperioden i form av årsmedelvärden. Det är även ett skifte av laboratorium och i något fall metod från 1994 till 1995.

Vid analys av mätresultat nedan har provtagningsområdet indelats på samma sätt som tidigare. Kalmar Läns kustvatten är indelat i södra Kalmarsund, norra Kalmarsund samt norra skärgårdsområdet. Indelningen baseras på hydrografiska förhållanden. Uppdelningen utgår från vissa olikheter med avseende på oceanografiska förhållanden. Avsikten är att reducera datamängden, och samtidigt ha sådana datamängder att olika statistiska metoder kan användas. Det är t ex inte meningsfullt att betrakta årsmedelvärden om vi inte har en geografisk indelning, då variationerna annars blir för stora. Å andra sidan är stationerna inom varje delområde belägna enligt olika principer, så att i norra skärgårdsområdet ligger många stationer inne i vikar, och i andra delområden ligger mätpunkterna mer öppet.

Hydrografimätningarna under 1999 har utförts som tidigare från en för ändamålet specialbyggd trailerburen båt. Provtagningen har skett i samband med Blekingekustens och Västra Hanöbuktens provtagningsprogram i mitten på varje månad.

På grund av ishinder med isar som varken burit eller brustit har stationerna S1 och S2, MB24 och MB210, Ref V2 samt Ref M1V1 inte mätts under februari. Årets vattenprovtagning genomfördes i SMHIs regi och provtagningsstationerna var desamma som under 1998, se kartor för hydrografisk provtagning.

2.2 Biologi

Årets rapport innefattar en presentation av tidsserier för längsta tillgängliga period för de olika delundersökningarna. För bottenfaunaundersökningarna startar serierna för merparten av stationerna 1989. Stationer tillkom dock i recipienten för Mönsterås

Bruk 1991 och vid åmynningar och fiskodlingar 1995. Samma tidsperspektiv kan läggas på merparten av hårdbottenlokalerna, men för dessa har i vissa fall data från 1984 kunnat tillföras presentationen. Kvalitativa och kvantitativa undersökningar av rödalgsbältena fick en ny utformning 1996. På grund av att tidsserien för dessa prover är kort ges enbart en presentation av förhållandena 1999.

Övervakningsprogrammets biologiska provtagningar omfattade 1999 bottenfauna på 62 lokaler, studier av algsamhällen på hårdbotten på 28 lokaler, provfisken inom fyra delområden vid Mönsterås Bruk och ett referensområde i Misterhults skärgård samt fysiologiska och yngelbiologiska studier av tånglake från tre lokaler i brukets recipient och tre referenslokaler. Dessutom genomförs årliga karteringar av högre växter och alger vid sju åmynningar i länet och i ett referensområde i södra Kalmarsund. Provtagningarna 1999 genomfördes enligt programmet.
Efter en revidering av programmet för mjukbottenfauna 1995 har ett stationsnät fastställts omfattande 65 lokaler, men därefter har en del lokaler, bl a vid fiskodlingar, fallit ifrån. Materialet presenteras för tre delområden, vars avgränsningar följer de hydrografiska. Benthosprovtagningen utfördes från u/f Ancylus under veckorna 17-21, d v s i slutet av april och i maj, liksom tidigare år. Samtidigt togs sedimentprov för bestämning av halten organiskt material från alla lokaler, utom vid de som hade ett sandigt sediment. Halten angavs som glödförlust i procent av torrvikten. Arbetet i fält och på laboratoriet har följt HELCOM:s anvisningar och materialet finns arkiverat i Kustlaboratoriets databas.

Artlistan avseende mjukbottenorganismer för 1999 upptog 52 av 68 totalt funna arter/taxa de senaste fem åren. I listan på makrofaunan återfinns vissa arter av meiofauna som tidigare ej registrerats. Musselkräftor (*Ostracoda*) och rundmaskar (*Nematoda*) förekom i så osedvanligt stora mängder på vissa platser att detta bedömdes vara en viktig information. De taxa som skrivits ut med versaler i bilagan utan auktorsnamn representerar högre taxa och innefattar en eller flera arter. Bland insekterna finns exempelvis släkt- och familjenamn i databasen, men de belastar ej denna lista. I föreliggande rapport används ”art” oavsett taxonomisk nivå och antalet arter/lokal avser summan för en halv kvadratmeter. Värden för abundans och biomassa däremot avser en kvadratmeter.

Studier av algsamhällen på hårda bottnar inleddes i början av 1980-talet och har pågått utan avbrott på huvuddelen av lokalerna sedan 1989. Flera stationer tillkom dock vid Mönsterås bruk 1991. Programmet reviderades 1995-1996, det första året genom en utökning av antalet dykprofiler per station, det andra genom en förändring av provtagningen i rödalgsamhället.

Provfiskena genomförs under högsommaren och startade 1995. Fysiologi och yngelstudier av tånglake tillfördes programmet för Mönsterås Bruk 1996 och genomförs under senhösten. Resultaten från provfisken och tånglakeundersökningar tillställs en nationell databas för kustfiskundersökningar.

Provtagning vid åmynningar inleddes 1995 och omfattar bottenfauna, högre växtlighet och miljögifter i biota. Provtagning genomförs under sensommar och tidig höst.

Fiskundersökningarna vid Mönsterås Bruk redovisas för hela femårsperioden avseende utvecklingen för dominerande arter. En mera detaljerad redogörelse ges för situationen 1999. Tånglakeprogrammet har efterhand utvidgats avseende såväl provtagningsvariabler som undersökningslokaler. Rapporten återger situationen 1999, dock med jämförande återblickar till tidigare år.

3. VÄDER

3.1 Väderåret 1999

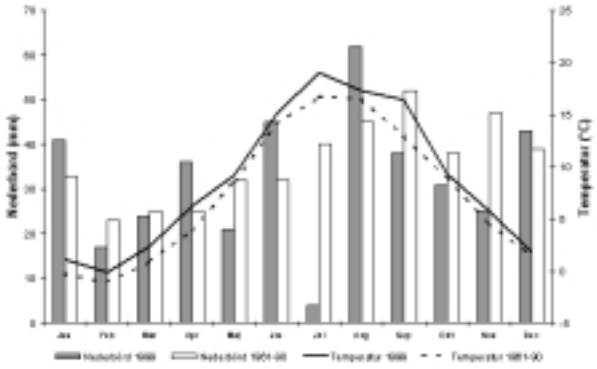
Vintern 1998-99 var något mildare än genomsnittet 1961-90. Den extrema köldknäpp som drabbade norra Sverige i slutet av januari gav bara en kortvarig temperatursänkning i söder. Vinterns lägsta temperatur i sydöstra Götaland inträffade i stället den 11 februari med som exempel -21° vid Kalmar flygplats. I övrigt bjöd vintern på en hel del dramatik, bl. a. drabbades Småland hårt av ett par oväder med storm i vindbyarna. Den 25 januari blev omkring 20000 hushåll utan ström, och sedan var det dags igen den 4 februari då c:a 15000 hushåll blev strömlösa. Vid det förstnämnda tillfället nådde den västliga medelvinden 26 m/s på Hanö och 21 m/s på Ölands södra udde.

Våren inleddes med gråmulet och kyligt väder men mot slutet av mars gjorde vårvärmen sig gällande alltmer och påsken, som inföll den 2-5 april, blev solig och varm. Därefter blev det betydligt ostadigare och ett kraftigt oväder med regn och blötsnö den 17-18 april gav åter strömavbrott, men nu främst i Västergötland. Under ovädret fick t ex Gladhammar nära Västervik 34 mm på ett dygn. Vattennivåerna i sjöarna steg och i Vättern nåddes nivån 88.95 meter över havet (m ö h) i slutet av april. Man får gå tillbaka ända till 1927 för att finna ett högre värde (89.00). Maj bjöd på en lite trist avslutning av våren med mest mulet och kyligt väder. Månaden blev också kyligare än normalt i så gott som hela landet. I Småland och Blekinge blev temperaturunderskottet omkring en grad. På Öland och längst ut i Smålands kustband blev det emellertid några tiondelars överskott.

Sommaren 1999 blev märkligt ensartad med blött och tidvis svalt i väster och norr, men betydligt torrare och varmare i de östra delarna. I juli blev det t om svår torka i Östersjöns kustområden med mindre än 10 mm regn t ex på större delen av Öland kombinerat med omkring två graders temperaturöverskott. I augusti blev det betydligt blötare även i sydöstra Sverige med kulmen den 15-16 då delar av norra Skåne fick över 100 mm. Exempelvis fick Norra Ströö nordväst om Kristianstad hela 159 mm på ett och ett halvt dygn.

September blev mycket varm med 3-4 graders temperaturöverskott i hela södra halvan av landet. Rekorden från 1949 överlevde ändå på de flesta håll i sydöstra Götaland, t ex på Ölands norra udde med två tiondelars marginal. På Hanö slogs däremot rekordet med en enda tiondel. I praktiken kan dessa två månader betraktas som lika varma i detta område. Ingen dag under månaden låg dygnsmedeltemperaturen nämnvärt under den normala. Oktober blev nära normal i temperaturavseende medan november blev ganska mild och med en mycket blåsig avslutning.

Ännu värre blev det den 3 december då ett intensivt oväder drog fram över södra Skandinavien. De kraftigaste vindarna drabbade Skåne och Blekinge skärgård. Värst var det på Hanö med 33 m/s i medelvind, d v s orkan, på kvällen den 3. I vindbyarna registrerades 43 m/s. På Ölands södra udde var motsvarande värden 23 och 33 m/s. December fortsatte med ostadigt väder och flera områden med kraftigt regn och snöfall gjorde att månaden blev synnerligen nederbördsrik. I Ronneby-Bredåkra med mätningar sedan 1946 slogs rekordet från 1985 med 6 mm marginal (från 137 till 143 mm). För att ta ett annat exempel så fick Växjö 129 mm, vilket är rekord för 1900-talet men 2 mm mindre än 1898 års värde i en mätserie som började 1860.



Figur 3.1 Temperatur och nederbördsförhållanden vid Ölands norra udde 1999 och normalperioden 1961-1990.

3.2 Väderåren 1980-1999

Grovt sett kännetecknades 1980-talet av kallt och nederbördsrikt väder, medan 1990-talet dominerades av västvindar och mycket milda vintrar. Dessa västvindar gav väldigt mycket nederbörd i västra Götaland, men mer måttliga mängder i de östra delarna som då hamnar i viss regnskugga.

Åren 1980 och 1981 kännetecknades av ganska kalla vintrar (december föregående år t o m februari aktuellt år) och ostadiga somrar. Norra Kalmarsund drabbades av ett mycket kraftigt regnväder den 16 juli 1980 med runt 80 mm i norra Kalmar län. Även i slutet av augusti förekom kraftiga regn i området. Sommaren 1981 var tämligen usel med temperaturunderskott och många regnväder. I november 1981 förekom ett flertal stormar, de värsta den 2 och 24 med 27 m/s på den norra respektive södra udden på Öland.

Under 1982 blev det åter en kall vinter medan 1983 års vinter blev betydligt mildare. Sommaren 1982 kulminerade med en mycket varm juli medan både juli och augusti var varma 1983. I juni 1982 inträffade en av periodens märkligaste väderhändelser när en stor del av västra Småland fick ett upp till decimetertjockt snötäcke under natten 13-14. Mitt på dagen den 14 låg den kallaste luften över östra Småland och i Åseda noterades den häpnadsväckande temperaturen 1.9° kl. 14. Sommaren 1983 var mycket torr i Kalmar med futtiga 33 mm.

Efter ett ganska normalt år 1984 (dock en extremt blåsig januari) kom så de tre kalla åren 1985-1987. Det var framför allt vintrarna som var bistra, men också sommaren 1987 blev riktigt dyster utan tillstymmelse till njutbart badväder. Under sommaren 1985 inträffade den s k Emmastormen. Ett mindre lågtryck fördjupades hastigt på kvällen den 23 juli. Vinden ökade till hela 28 m/s från nordnordväst på Ölands norra udde. Den överraskande stormen krävde två människoliv. Under de två mycket kalla januarimånaderna 1985 och 1987 föll stora mängder snö vid ostkusten till följd av den kalla nordostvinden och de snöbyar som bildades över Östersjön. Värst var det den 5 januari 1985 med 130 cm snö i Misterhult norr om Oskarshamn.

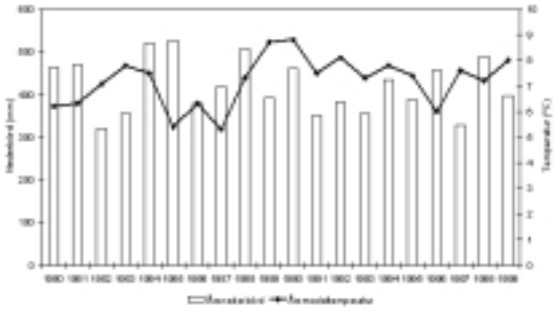
Under 1988 föll tämligen stora nederbördsmängder i området. Det var återigen sommaren som bidrog mest och då framför allt juli. Sedan följde ett torrt och varmt år med det kanske mest anmärkningsvärda vädret i januari med mycket torra och milda nordvästvindar mest hela tiden. Ölands norra udde fick då ett temperaturöverskott på drygt 4 grader samt futtiga 1 mm nederbörd. Året efter blev också mycket milt och för perioden januari-april har 1989 och 1990 åtskilliga rekord vad gäller höga temperaturer. Januari och februari 1990 tillhör periodens verkliga höjdare vad gäller höga vindstyrkor och den 26 i bägge månaderna nåddes 26-27 m/s i den västliga vinden på Ölands södra udde.

Perioden 1991-1993 blev inte fullt så mild men ändå var det inte så mycket till vintrar att skryta med. Anmärkningsvärd är den långa torkan maj-juli 1992. Ungskär i Blekinge skärgård fick ingen uppmätbar nederbörd under perioden 13 maj t o m 11

juli, och förhållandena var ungefär desamma vid Kalmarsund. Inte förrän den 21 augusti blev det en mer allmän rotblöta i sydöstra Götaland. Då var det redan för sent för många grödor. Sommaren året efter blev däremot sval och blöt med många nederbördsdagar.

Februari 1994 dominerades av ett långlivat och mäktigt högtryck som gav rejäl vinterkyla. Juli var mycket varm och torr men regnen tog desto bättre fart i augusti och september och en del platser i sydöstra Götaland har t om sitt årsnederbördsrekord från 1994. I Ronneby-Bredåkra föll 127 mm den 18 augusti, den högsta dygnsnederbörden i Blekinge på en SMHI-station. Under 1995 började sommaren blöt men blev därefter torr men rik på åskväder. Ett av dessa gav 80 mm i Föra på norra Öland den 16 juli. Sommaren 1996 blev lite av samma typ med en trevande start och en varm avslutning, medan vintern 1996 blev den enda under 1990-talet med temperaturunderskott i södra Sverige.

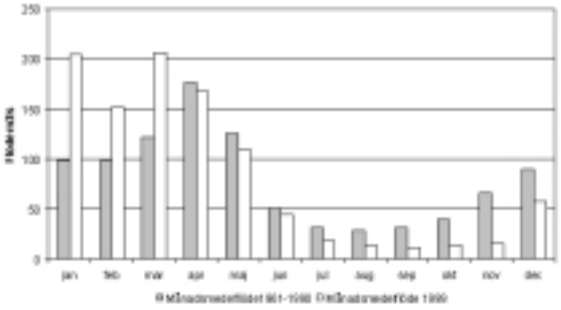
Under 1990-talets tre sista år accentuerades trenden med milda och blöta vintrar. Somrarna var desto mer olika med en mycket varm (1997), en riktigt sval eller nästan usel (1998) och så en med överlägset varmast och torrast väder just i Östersjölandskapen, i övrigt var den mer normal (1999). September 1999 blev mycket varm och den tangerade nästan 1949 års månadstemperaturer i detta område. I månadsskiftet november-december 1999 kom en serie på tre stormar som bröt en svit på nästan tio år med rätt klent med stormar i södra Sverige. På Ölands södra udde nådde medelvinden ’bara’ 23 m/s den 3 december under den s k Carolastormen som drabbade södra Skåne hårt. I Danmark, som drabbades ännu värre, fick den i stället med rätta heta århundradets orkan.



Figur 3.2 Årsmedeltemperatur från Kalmar 1980 – 1999, samt årsnederbörd vid Ölands norra udde 1980 - 1999.

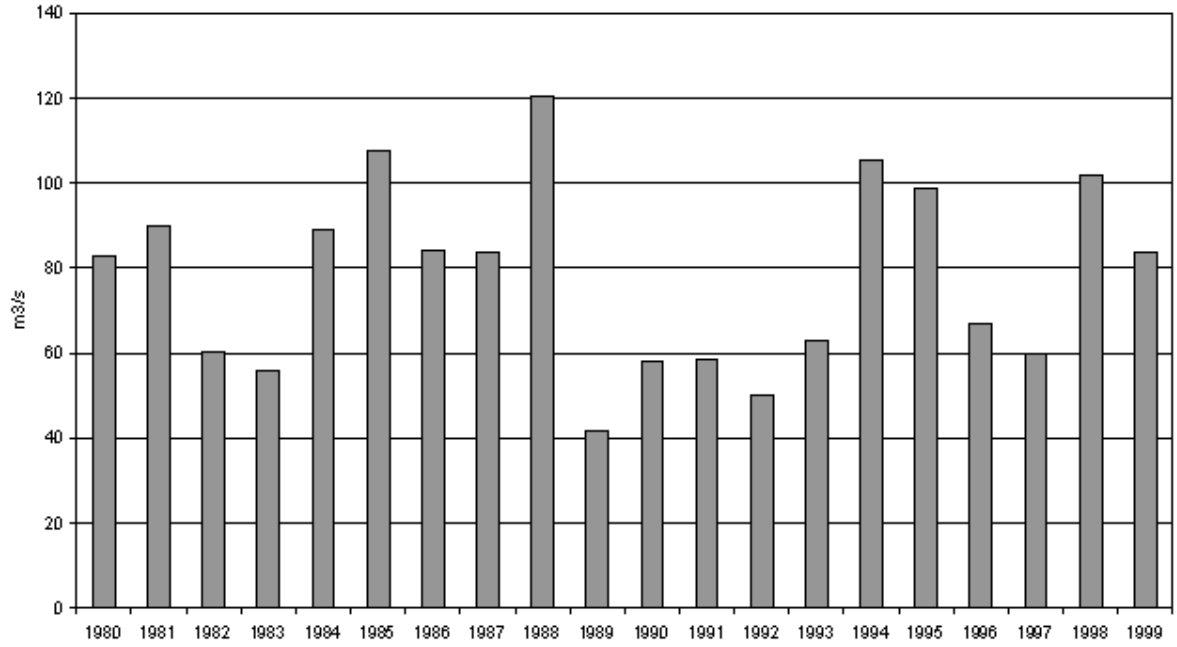
4. TILLRINNING OCH BELASTNING

Tillrinningen till Kalmar läns kustvatten var under 1999 betydligt högre än normalt under januari till mars, i januari var den nästan dubbelt så hög. Däremot under juli till december var den betydligt lägre än normalt, speciellt under augusti till november.



Figur 4.1 Tillrinning till Kalmar läns kustvatten, månadsmedelvärden, 1999 och 1980-1999.

Perioden 1980 till 1999 varierade årsmedelvärdet av tillrinningen kraftigt mellan olika år. Lägst flöden erhölls 1989 då c:a 40 m^3/s erhölls. Maximalt var det året innan med 120 m^3/s. Under 1990-talet hade 1994, 1995 och 1998 höga flöden medan 1990 – 1994 och 1996 – 1997 hade lägre flöden än normalt.



Figur 4.2 Tillrinning till Kalmar läns kustvatten, årsmedelvärden 1980 - 1999

Figur 4.3 Avrinningsområden och punktkällor i Kalmar läns kustvatten.

Tabell 4.1 Totalkväve och totalfosfor från åmynningarna.

Totalkväve (ton)																					
Vattendrag	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bruatorpsån	170	97	161	188	120	91	132	120	134	214	183	49	98	101	85	95	234	163	138	82	91
Halltorpsån	51	48	46	58	40	49	61	81	61	53	50	24	53	39	38	48	88	67	62	36	54
Hagbyån		58	64	86	48	58	82	150	97	74	74	38	71	38	63	80	123	148	99	101	106
Ljungbyån		226	226	249	215	156	300	227	200	219	390	175	190	179	161	238	381	186	245	124	226
Snärjebäcken		101	117	114	91	78	86	133	122	72	80	49	67	72	98	95	159	157	94	57	89
Alsterån		418	250	283	143	112	276	373	316	185	270	165	180	189	168	97	413	314	171	145	215
Emån		917	567	1012	665	650	967	1500	965	940	1240	430	760	706	486	613	1160	952	483	586	1068
Virån		70	57	65	40	46	54	142	71	96	70	27	52	52	51	64	121	96	40	46	94
Mörrströmmen	52	83	44	46	37	35	47	143	41	39	60	21	36	38	28	37	66	72	26	32	81
Botorpsströmmen		173	125	140	100	71	97	253	166	116	190	69	116	128	75	99	181	171	87	98	241
Storån			79	95	79	80	50	140	94	108	74	31	50	57	32	43	81	104	49	73	137

Totalfosfor (ton)																					
Vattendrag	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bruatorpsån	5,3	1,5	6,6	3,8	4,1	2,2	4,2	5,0	4,0	4,9	4,3	0,8	1,8	2,0	1,7	2,9	7,2	2,9	3,8	2,0	2,4
Halltorpsån	1,5	1,5	3,9	1,8	1,4	1,1	1,5	2,3	1,6	1,4	2,1	0,5	1,5	0,9	1,0	1,2	3,1	1,7	1,6	1,2	1,0
Hagbyån		1,3	6,7	2,1	2,7	1,3	2,0	4,5	3,2	2,1	2,6	0,7	1,7	1,1	1,4	1,4	2,7	2,0	4,6	3,3	1,4
Ljungbyån		4,1	5,3	12,5	2,3	1,8	3,4	12,4	3,1	3,6	10,0	2,7	3,1	3,2	1,9	3,5	6,8	2,9	3,4	2,5	4,6
Snärjebäcken		1,1	1,5	2,3	1,9	0,8	1,4	3,1	1,5	1,4	2,6	1,0	0,7	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1	1,4	0,7	0,8
Alsterån		11,6	7,8	9,0	5,3	3,8	9,9	17,0	12,0	10,5	11,0	3,0	3,9	3,2	3,6	2,8	5,4	4,9	4,3	3,2	4,6
Emån		22,8	29,7	25,5	21,1	12,0	18,3	31,4	20,7	22,6	29,0	8,8	17,0	16,9	10,5	10,7	26,8	22,4	9,6	13,5	23,9
Virån		1,4	5,5	1,4	1,0	0,6	1,8	5,7	3,3	1,9	3,0	3,7	0,4	1,1	0,9	0,8	1,7	1,9	1,0	0,9	1,9
Mörrströmmen	5,5	1,4	1,5	1,4	0,9	0,7	0,9	3,1	1,3	1,7	1,7	0,4	0,8	1,0	0,9	0,8	1,4	1,8	0,8	1,4	2,9
Botorpsströmmen		3,9	3,7	3,4	3,3	1,5	2,1	5,7	3,2	2,9	5,5	1,9	4,1	3,6	2,0	2,1	4,4	3,9	1,6	2,0	4,9
Storån			3,3	3,1	2,5	5,4	1,9	4,5	2,6	2,2	2,3	0,5	1,2	1,3	2,9	1,7	3,9	3,5	1,5	2,9	4,0

Belastningen från åmynningarna framgår av tabell 4.1, där totalkväve och totalfosfor är angivna.

5. FÖRHÅLLANDENA I UTSJÖN – EGENTLIGA ÖSTERSJÖN

5.1 Utsjön 1999

Hydrografi

Under vintern 1998/1999 var Östersjöns ytvatten som vanligt väl omblandat ned till haloklinen (saltsprångskiktet). Haloklinens läge är i stort sett konstant under året, i söder ligger den på 30-40 meters djup medan den återfinns på 60-70 meters djup i de centrala och nordliga delarna. Temperaturen i ytan låg i januari kring 3.5 grader, avkylningen fortsatte och de lägsta värdena, mellan 1 och 3 grader uppmättes i månadsskiftet februari/mars. I april började ytvattentemperaturen stiga och i maj hade en termoklin (temperatursprångskikt) utvecklats. Denna låg på c:a 10 meters djup och förstärktes under sommaren när temperaturen fortsatte att stiga. De högsta temperaturerna uppmättes i östra Gotlandsbassängen under början av augusti, drygt 22 grader, medan temperaturen var någon grad lägre i övriga Östersjön. Termoklinen låg då på 15 till 25 meters djup. Under hösten avkyldes sedan ytvattnet samtidigt som djupet till termoklinen ökade. I december hade temperaurskiktningen försvunnit och ytlagret var återigen homogent ned till haloklinen. Temperaturen i ytan var något över det normala under sommaren medan den låg nära långtidsmedel under resten av året.

Närsalter

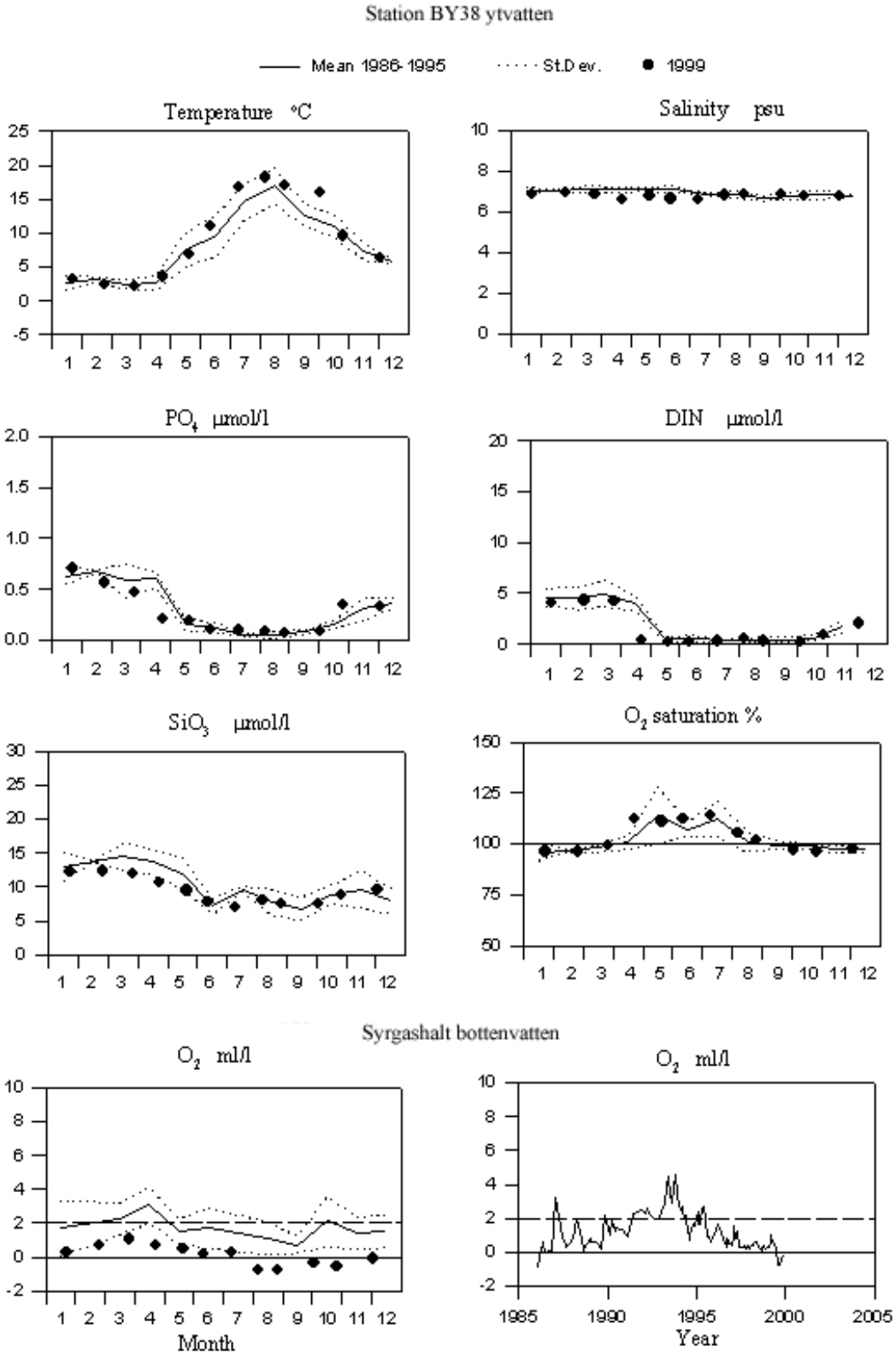
Under årets första månader fram till början av mars låg närsaltskoncentrationerna på

typiska vinternivåer. Vårblomningen startade i mars, i de södra delarna väster om Bornholm. Närsalthalterna började minska och klorfyllhalterna att öka. Sikt-djupet i detta område var c:a 8 meter medan det i övriga Östersjön var 12-13 meter. Därefter kom blomningen igång i de sydöstra delarna, sedan öster om Gotland och sist i nordväst. Närsalthalterna sjönk snabbt i hela ytlagret, oorganiskt kväve ned under detektionsgränsen medan det fanns en del fosfat samt gott om silikat kvar. Under sommaren fortsatte fosfathalterna att minska långsamt och i augusti var de som lägst. Närsaltskoncentrationerna steg sedan långsamt under hösten mot typiska vintervärden.

Generellt sett följde samtliga närsalter långtidsmedelkurvan ovanligt väl under hela året.

Syre

Under första halvåret var syrehalterna i djupvattnet i området mycket låga. I juli uppmättes svavelväte vid Landsortsdjupet (BY31). Under augusti månad hade området med svavelväte brett ut sig även till Karlsödjupet (BY38). Generellt sett var syrekoncentrationerna lägre än 2 ml/l på djup överstigande 70 till 80 m under hela året medan svavelväte huvudsakligen förekom i ett tunt skikt närmast botten, främst i djuphålorna.

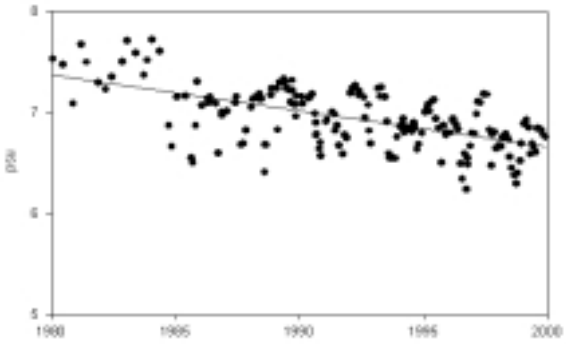


Figur 5.1 Årscykler i västra Gotlandsbassängen 1999 (Karlsödjupet BY38), samt medelvärden och standardavvikelse för perioden 1986 – 1995.

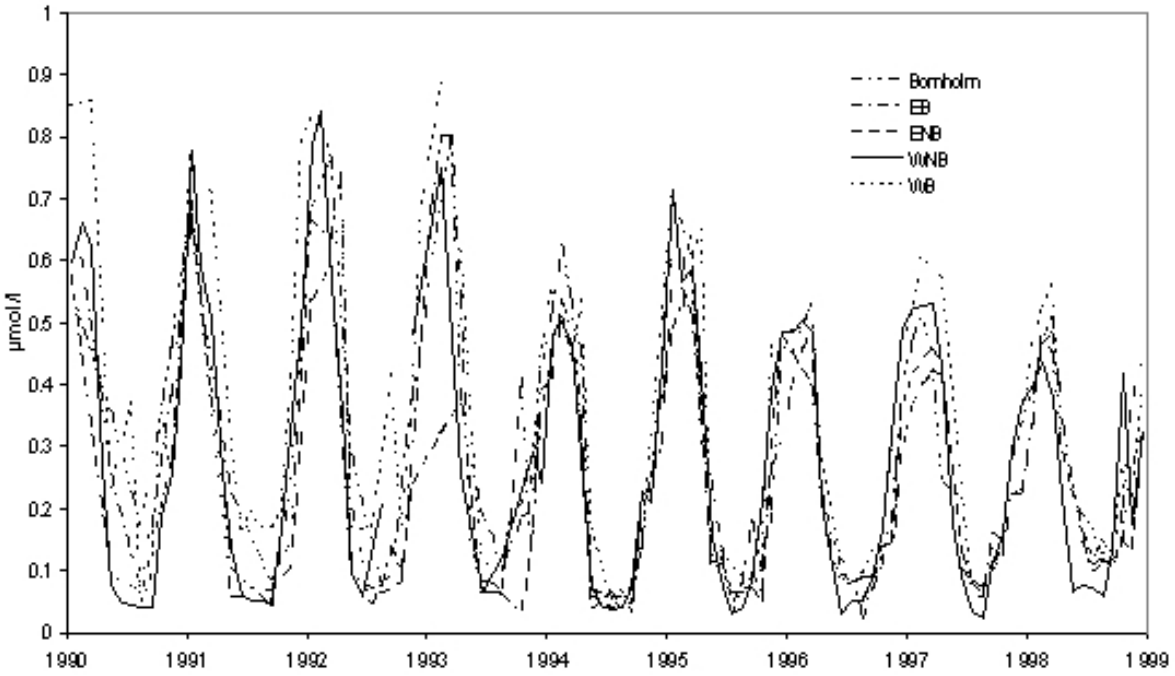
5.2 Utsjön 1980 - 1999

Hydrografi
Salthalten i djupvattnet (Karlsödjupet BY38) sjönk från c:a 10 psu 1980 till 8 psu 1994, då den var som lägst under perioden. Efter ett kraftigare inflöde 1993 steg salthalten snabbt till c:a 9.5 psu och har sedan legat på ungefär samma nivå.

Under de senaste 20 åren har ytsalthalten i Östersjön visat en sjunkande tendens. Saliniteten har minskat nära en promille i Karlsödjupets ytvatten. Den största minskningen ser ut att ha ägt rum under 1984.



Figur 5.2 Salthalt (ytvärden) i västra Gotlandsbassängen 1980 - 1999 (Karlsödjupet BY38)



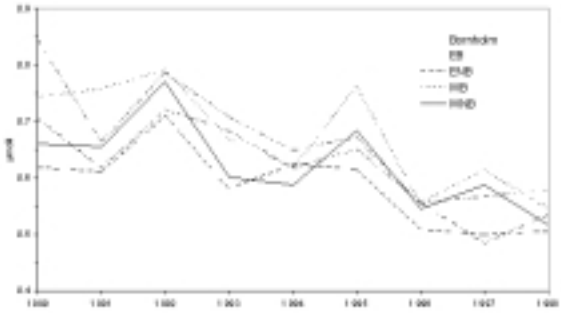
Figur 5.3 Månadsmedelvärden av oorganiskt fosfor 1990-1999 (ytskiktet) i fem delbassänger i egentliga Östersjön.

Närsalter, ur ref (1)
Under 90-talet har mängden fosfat i ytvattnet vintertid minskat i samtliga delbassänger i egentliga Östersjön, från c:a 0.8 µmol/l till c:a 0.5 µmol/l. Västra Gotlandsbassängen tycks dock ha den högsta koncentrationen av fosfat under vintern och många år även de högsta halterna under sommaren, se kurvan betecknad ’WB’ i.

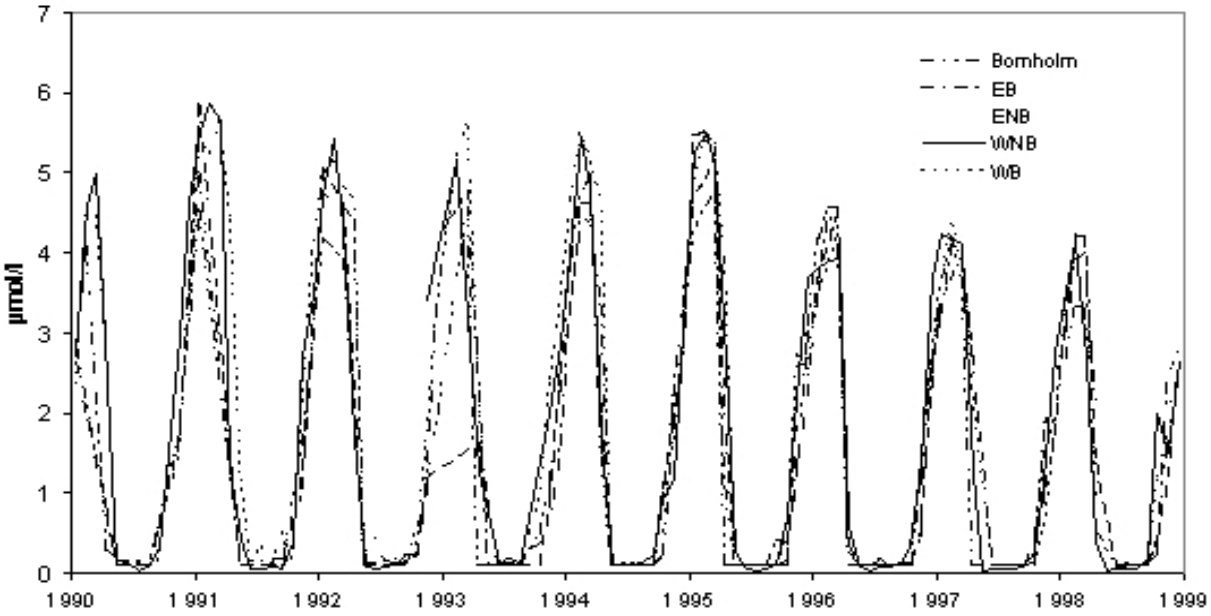
Även vinterkoncentrationerna av nitrit och nitrat har minskat markant i alla delområden sedan mitten på 90-talet från 5 –6 µmol/l till omkring 4 µmol/l.

Årsmedelvärdet av totalfosfor i ytskiktet har minskat tydligt under 90-talet i egentliga Östersjön, från 0.7 till 0.55 µmol/ l. Tidsutvecklingen har också varit likartad i alla delområden. Från 1994 har skillnaderna mellan de olika bassängerna mestadels varit små, med en tendens till något högre koncentrationer i västra Gotlandsbassängen, medan de lägsta koncentrationerna vanligen förekom i de nordöstra delarna av egentliga Östersjön.

I motsats till totalfosfor ökade årsmedelvärdet av totalkväve under första halvan av 90-talet, men har sedan sjunkit till samma nivå som i decenniets början. Utvecklingen var likartad i samtliga delområden. Årsmedelkoncentrationerna under perioden 1994 – 1998 var nära nog identisk för alla delområden utom i nordvästra egentliga Östersjön, där de var något lägre.



Figur 5.5 Årsmedelvärden av totalfosfor 1990-1999 (ytskiktet 0-15 m) i fem delbassänger i egentliga Östersjön.



Figur 5.4 Månadsmedelvärden av oorganiskt kväve 1990-1999 (ytskiktet) i fem delbassänger i egentliga Östersjön.

Figur 5.6 Årsmedelvärden av totalkväve 1990-1999 (ytskiktet 0-15 m) i fem delbassänger i egentliga Östersjön.

Syre
I början av 80-talet förekom svavelväte i bottenvattnet i Karlsödjupet (BY38) vid ett flertal tillfällen. Efter 1987 förbättrades dock syresituationen tillfälligt och 1990 – 1993 steg halterna till c:a 2 ml/l. Efter inflödet med salt och syrerikt vatten 1993, förstärktes åter salthaltsskiktningen och syrehalterna steg till c:a 4 ml/l. Syrehalterna har sedan minskat och under slutet av 1999 uppmättes återigen svavelväte närmast botten.

6. BESKRIVNING AV FÖRHÅLLANDENA I DE TRE DELOMRÅDENA

Södra Kalmarsund utgör området mellan Bergkvara och Skäggenäs.

Norra Kalmarsund sträcker sig enligt vår definition från Skäggenäs upp till och med Figeholm.

Norra skärgårdsområdet omfattar skärgårdsområdena i norra länsdelen från Simpevarp och nordvart.

Kalmar läns kustvatten är påverkade av lokala/regionala förhållanden. Kustvattnet skiljer sig från utsjön framför allt genom lägre salthalter, mindre siktdjup och högre närsaltshalter. Södra Kalmarsunds provtagningsstationer uppvisar samma värden för salthalt och siktdjup som det öppna havet. Salthalten i södra och norra Kalmarsund ligger på omkring 6.5 psu, medan den i norra skärgårdsområdet är c:a 5 psu. Detta beror på att stationerna här är belägna inne i vikar och inte lika öppet som i själva Kalmarsund. Av samma skäl är siktdjupet betydligt mindre i norra skärgårdsområdet. Totalfosfor och totalkväve är förhöjda i alla tre områdena jämfört med öppna havet.

6.1 SÖDRA KALMARSUND

6.1.1 Hydrografi

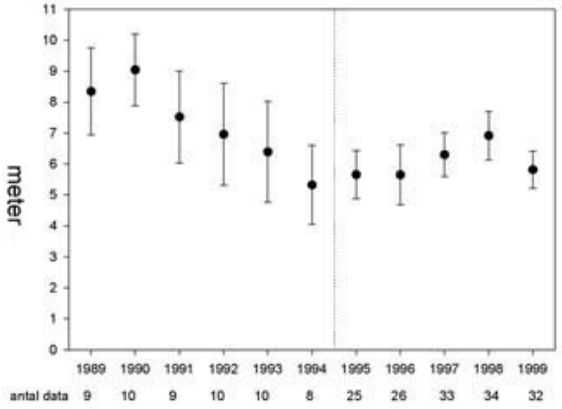
Ref M1V1 (Bergkvara), Ref V2 (Skäggenäs), K3V (Kläckebergaviken) K15MV (Stensö), K11MV (Trädgårdsgrund) ingår i delområdet.

Allmänt så visar alla stationer i södra Kalmarsund liknande förhållanden med få avvikelser. Någon temperaturskiktning finns inte, vilket beror på den kraftiga genomströmningen genom Kalmarsund. Salthalten är c:a 6.5 psu i hela området. Perioden 1989 – 1994 var det andra mätpunkter och färre mätningar per år än från 1995 ty mätprogrammet ändrades något.

Siktdjup
Siktdjupet under perioden 1989 – 1999 är beräknat som årsmedelvärden med 95% konfidensintervall. Konfidensintervallet kan tolkas så att om två olika medelvärden inte ligger inom varandras intervall så är förändringen signifikant. Perioden 1989 – 1994 mättes bara i station Ref V2, som ligger långt från kusten, därefter i fyra stationer Ref M1V1, Ref V2, K15MV och K11MV. Före 1995 mättes siktdjupet med hjälp av vattenkikare. Eftersom vattenkikare är avsedd för skyddade vatten och är svår att

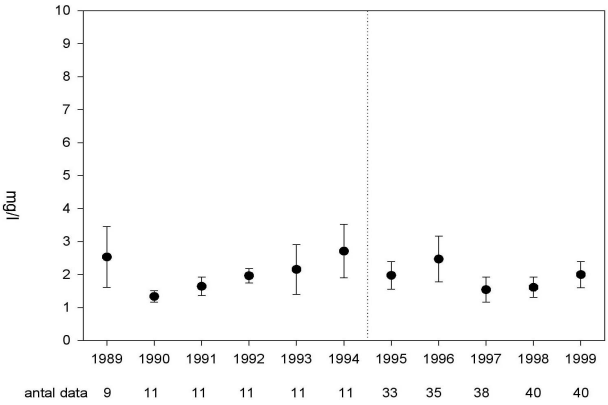
använda för att få ett rättvist resultat vid dålig väderlek togs denna bort efter 1995. Dessutom utfördes fler mätningar från 1995, främst vintertid.

Under perioden 1995 till 1999 har siktdjupets årsmedelvärde varierat mellan 5 och 7 meter. Att det är betydligt mindre än 1989 – 1994 beror dels på att det nu är fler vintermätningar, dels att det nu är två kustnära stationer med. Någon trend finns inte under den senare delperioden. Det var 25 – 34 provtagningstillfällen 1995 – 1999 och 8 – 10 tillfällen per år under perioden 1989 – 1994.



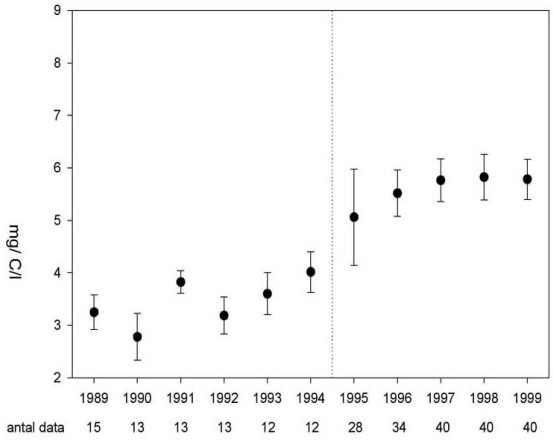
Figur 6.1 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av siktdjup i södra Kalmarsund 1989 – 1999. Det var en mätstation fram till och med 1994 därefter fyra stationer.

Klorofyll
Perioden 1989 – 1994 mättes bara i station Ref M1V1 och i K3V, därefter i fem stationer enligt mätprogrammet. Under perioden 1995 – 1999 låg halterna inom c:a 1.5 och 2.5 mg/l och då utfördes 33 - 40 provtagningar per år. En svag minskning av halten kan utläsas under denna period, främst erhölls något lägre värden (2 mg/l) åren 1997 och 1998.



Figur 6.2 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av ytvärden av klorofyllhalt i södra Kalmarsund 1989 – 1999.

Totalt organiskt kol (TOC)
TOC-halterna låg på ganska konstant nivå 1995 – 1999. De steg från omkring 5 till knappt 6 mg/l mellan 1995 och 1996 och höll sig därefter ganska konstant nära 6 mg/l. Det var 28 – 40 provtagningar per år. Under perioden 1989 – 1994 var halterna betydligt lägre, vilket hänger samman med att det då togs färre vinter-prover jämfört med perioden efter, samt att det var färre stationer nära kusten.

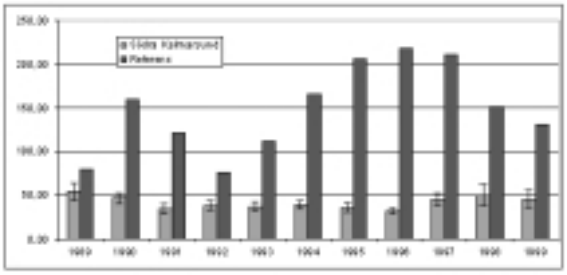


Figur 6.3 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av ytvärden av TOC i södra Kalmarsund 1989 – 1999.

6.1.2 Mjukbottenfauna

I södra Kalmarsund finns den största andelen grunda provtagningslokaler. Dessa är högproduktiva både vad gäller växter och djur. Länets högsta värde 1999 för abundans förelåg på två grunda lokaler i området, samt för totalbiomassa vid avloppstuben i Kalmar på större djup. Fem av lokalerna visade dessutom artantal utöver det vanliga. Det fanns ett stort inslag av insektslarver och många arter av snäckor och kräftdjur, som är bundna till grunda områden, inklusive ett flertal mer typiskt limniska arter (jfr åmynningarna). Ekosystemet i grundområden präglas av de olika fysikaliska faktorerna och miljön är mycket variabel. Faunan visar samma variabilitet; dess naturliga fluktuationer överskuggar vanligen en eventuell antropogen påverkan.

I de flesta fall är Östersjömusslan (*Macoma balthica*) viktsdominant. Dess vikt styr således totalbiomassan och integrerar på lång sikt de förändringar som sker i havsmiljön. Biomassan av Östersjömusslor kan användas som ett mått på graden av eutrofiering jämte totalbiomassan. Även andra musslor utgör ett väsentligt bidrag till biomassan, men de uppvisar stora mellanårsvariationer som försvårar en trendanalys. Under de fem senaste åren var viktsförändringarna hos Östersjö-musslor relativt små, om man ser till medeltalet för alla stationer inom delområdet södra Kalmarsund (n=12). I det längre perspektivet var deras biomassa oförändrad i medeltal, i och med att värdena som förekom 1989 och 1990 motsvarade de som uppträdde mot slutet av 90-talet (n=12, exkl. åmynningar). Under 90-talet ökade emellertid medeltalet för biomassan signifikant för de sju utsjölokalerna. På referenslokalen utanför Bergkvara var Östersjömusslornas biomassa genomgående mycket hög, speciellt mellan 1994 och 1997, då den var fyra och sju gånger högre än medeltalet för delområdets övriga lokaler (jfr norra skärgårdsområdet).



Figur 6.4 Medelvärden med standardfel (SE) av biomassan av Östersjömussla för bottenfaunalokaler i södra Kalmarsund och för områdets referenslokal (RefM1V1) 1989-1999.

I detta delområde ökade bestånden av detritusätande fjädermygglarver (*Chironominae*) vid alla lokaler 1999, speciellt vid S Masknaggen (K12MS). Här fanns de jämförelsevis största individtätheterna av deras rovlevande släktingar (*Tanypodinae*), vars antal också ökade detta år.

De akvatiska glattmaskarna (*Oligochaeta*), som är släkt med daggmaskarna på land, finns i alla vattendrag, sjöar och kuster. De är kortlivade och har en stor förökningspotential. För drygt 2/3 av de bottenfaunalokaler i länet, där de påträffades, ökade deras antal markant mellan 1998 och 1999 och i de flesta fall uppnåddes rekordstora abundanser. I södra Kalmarsund skedde mer än en fördubbling i medeltal sedan 1995 och den största ökningen under det gångna året noterades på grunt vatten i Västra sjön (K13M). Denna massutveckling var troligen en effekt av den exceptionellt stora landavrinningen 1998. Med ökat vattenflöde följer stora mängder organiskt material och närsalter som deponeras i kusten och gynnar glattmaskarna m fl detritusätare på kort sikt.

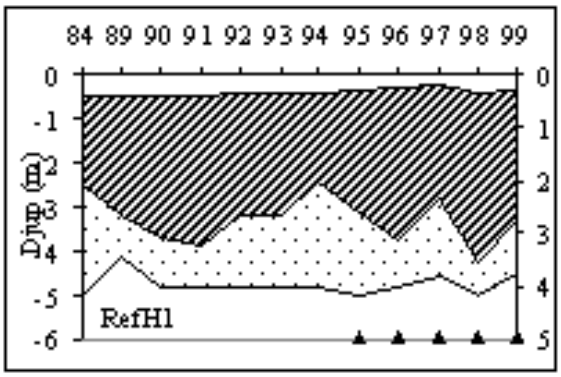
Rovborstmasken *Nereis diversicolor* uppträdde företrädesvis på 2-7 m och där sedimenten var rika på organiskt material, dvs med högst biomassa vid en glödförlust mellan 14 och 31 %. Inom detta delområdes

grundlokaler översteg dock glödförlusten vanligen inte 20 %, men rovborstmaskens biomassa var ändå hög (medeltal 1999: 19 g m^{-2}) och det högsta värdet 1999 noterades vid Väster Stensöudde (K15MV).

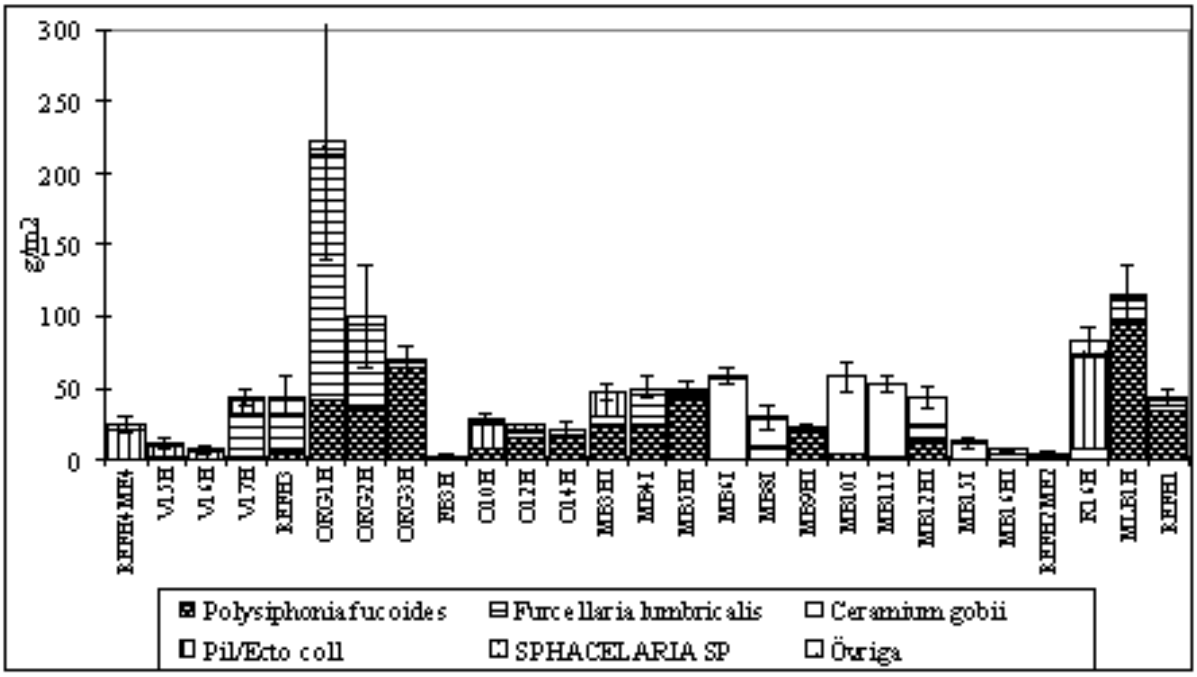
6.1.3 Hårda bottnar

Blåstångsbältet

I området finns fyra av länets stationer med övervakning av hårdbottensam-hällena, inberäknat en lokal vid Bläsinge på östra Öland (MlB1H). Övriga lokaler är belägna vid Skallö nära Ölandsbrons högbrodel (K16H), väster om Stensö (K17Hme) och vid Garpen (RefH1) utanför Bergkvara hamn. Lokalerna behandlas mera utförligt under respektive recipient, men gemensamt för dessa är att de har förändrats i relativt liten omfattning under undersökningsperioden. De tre lokalerna i Kalmarsund har alla livskraftiga bälten, medan blåstång hela tiden förekommit sparsamt vid Bläsinge. Referenslokalen vid Garpen har ett bälte som sträcker sig i djupled ner till ca 3 m djup, dock avbrutet av en lucka med lägre täckningsgrad, som under senare år omfattat intervallet 0,6-2,5 m. Bältets nedre del domineras av sågtång. Luckan i bältet uppstod 1994, sannolikt p g a betning av tånggråsugga, och har därefter bestått. Under senare år har såväl betning som nedslamning och påväxt av fintrådiga alger förekommit i svag till måttlig omfattning.



Figur 6.5 Tångens utveckling på referenslokalen vid Garpen utanför Bergkvara 1984-1999. (Mörkare raster anger >25% täckning(bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte)



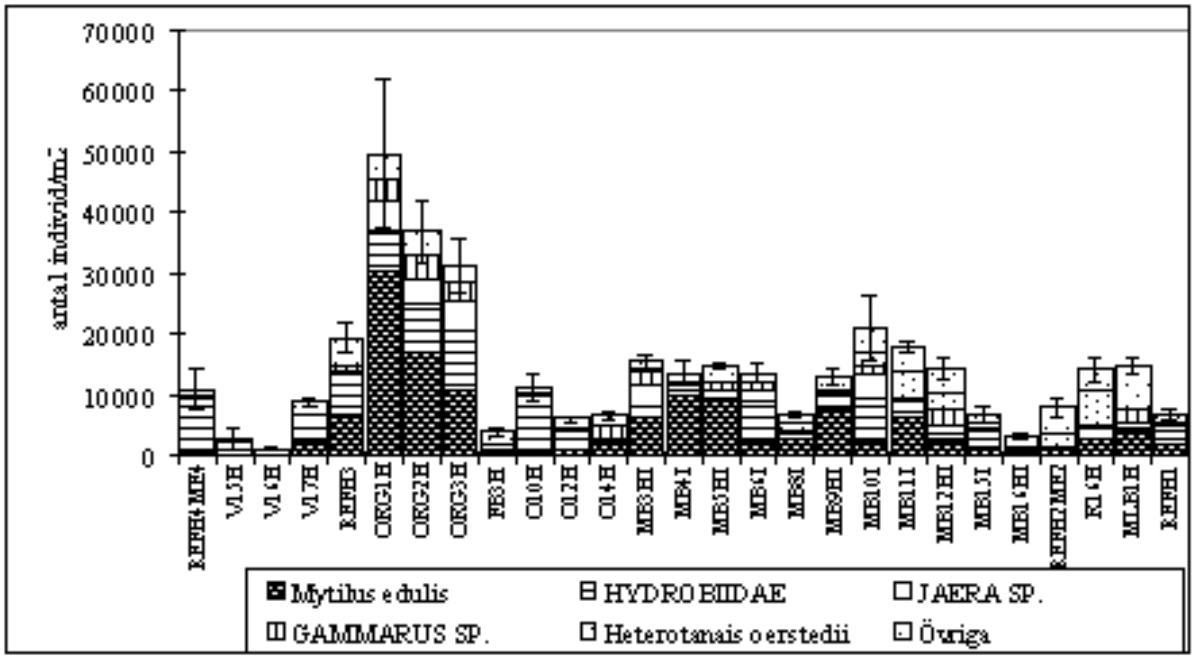
Figur 6.6 Biomassa och statistisk spridning (SE) för växter i rödalgsbältet i Kalmar län 1999.

Rödalgsbältet

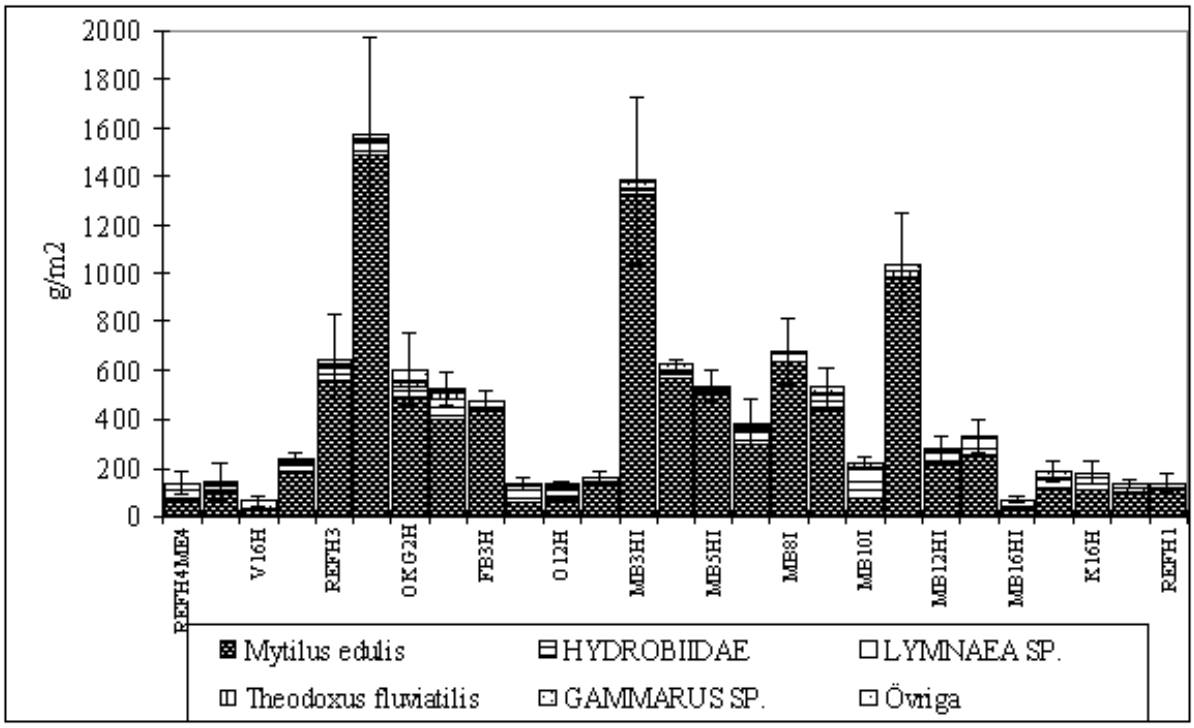
Prover från rödalgsbältet tas ej vid Stensö, p g a att mjukbotten tar vid där blåstångsbältet slutar. Övriga tre lokaler hade förändrats i mycket liten omfattning från 1998. Lokalen vid Skallö hade länets största förekomst av fintrådiga brunalger (*Ectocarpus* och *Pilayella*), medan de båda övriga dominerades av fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*) med ett mindre inslag av gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*). Biomassan för fjäderslick vid Bläsinge var länets största 1999.

Abundansen för djuren i rödalgsbältet var lägre än 1998, i synnerhet vid Garpen, där den halverats. De båda övriga lokalerna hade en individtäthet som låg nära ett medelvärde för länet som helhet. Antal registrerade arter uppgick till 17-21 och ingen enskild art dominerade markant. Vid Skallö fanns fortfarande en rik förekomst av klosaxgråsugga *(Heterotanais oerstedtii*) och en av länets största förekomster av snäckan *Lymnea peregra*. Vid Bläsinge noterades höga tätheter av de småvuxna havsborstmaskarna *Fabricia sabella* och *Pygospio elegans.*

Djurens biomassa var låg i förhållande till länet i övrigt, med dominerades som för majoriteten av lokaler av blåmussla (*Mytilus edulis*). Förändringarna från 1998 var måttliga, med en tillbakagång för Skallö och en mindre ökning för Bläsinge.



Figur 6.7 Abundans och statistisk spridning (SE) för djur i rödalgsbältet i Kalmar län 1999



Figur 6.8 Biomassa och statistisk spridning (SE) för djur i rödalgsbältet i Kalmar län 1999.

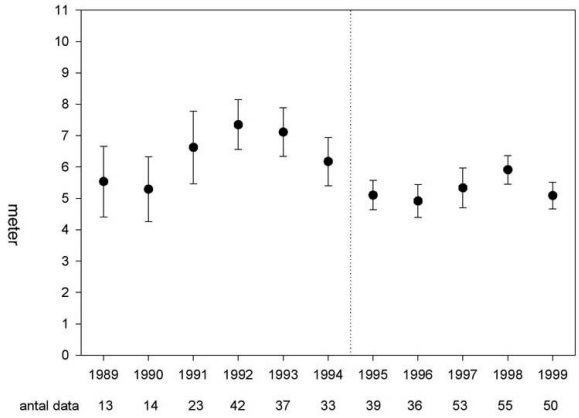
6.2 NORRA KALMARSUND

6.2.1 Hydrografi

M3V (Timmernabben), M1V (Mönsteråsviken), REF03V (Oskarshamn), MB210, MB24, MB1, MB2 (alla Mönsterås Bruk), B1V (Borgholm), O1V (Figeholm) ingår i delområdet.

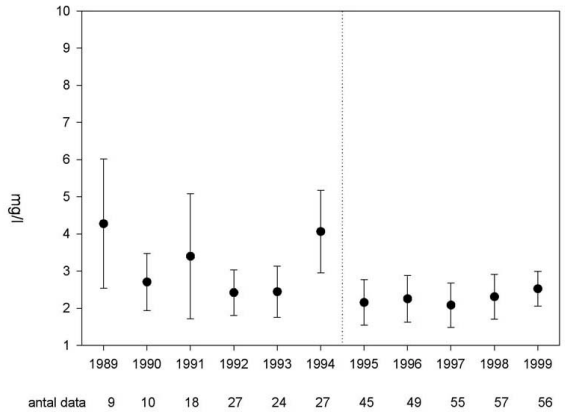
Siktdjup

Siktdjupet varierar mellan 5 och 6 meter som årsmedelvärde under perioden 1995 - 1999. Det är alltså relativt oförändrat mellan åren. Det var 36 – 55 provtagningar varje år. Perioden 1989 - 1994 var det något högre värden 5 – 7 meter som successivt sjönk under den här perioden mot de värden som sedan erhölls.



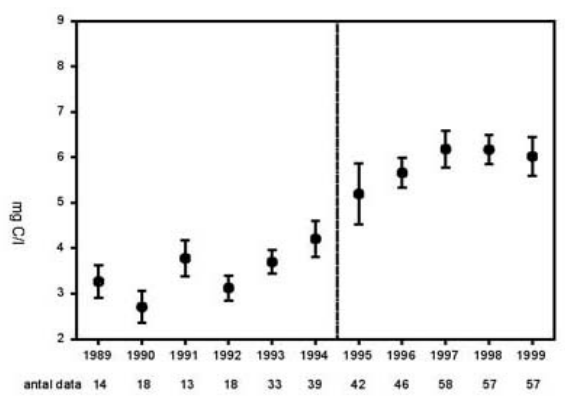
Figur 6.9 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av siktdjup i norra Kalmarsund 1989 – 1999.

Klorofyll
Under perioden 1995 – 1999 låg halterna inom c:a 2 och 3 mg/l och då utfördes 45 - 57 provtagningar per år. Variationerna mellan åren var liten. En viss minskning kan utläsas vid jämförelse med 1989 till 1994, vilket kan hänga samman med att det var fler vintervärden under den senare perioden.



Figur 6.10 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av ytvärden av klorofyllhalt i norra Kalmarsund 1989 – 1999.

Totalt organiskt kol, TOC
TOC-halterna steg under perioden 1995 – 1999. De ökade från omkring 5 till knappt 6 mg/l. Det var 42 – 58 provtagningar varje år. Perioden 1989 – 1994 var halterna 2 - 4 mg/l. Skillnaden mellan perioderna kan bero på att det var fler vintervärden under den senare perioden.



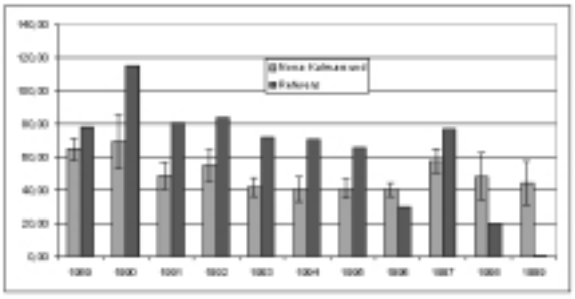
Figur 6.11 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av ytvärden av TOC i norra Kalmarsund 1989 – 1999.

6.2.2 Mjukbottenfauna

Länets näst högsta värde 1999 för totalbiomassa förelåg vid Borgholm/Rörkallen.

I norra Kalmarsund återfanns den största andelen lokaler som uppvisade en negativ trend genom en halvering eller mer av Östersjömusslans biomassa 1998 och/eller 1999. Flera av dessa låg inom påverkansområdet för Mönsterås Bruk. Förändringarna av musslornas biomassa sammanföll i tiden med höga utsläpp av syreförbrukande ämnen från Mönsterås Bruk, vilket kan ha bidragit till den negativa utvecklingen i recipienten. Å andra sidan ökade musselvikten för flera lokaler under de senaste fem åren. Detta resulterade i att förändringarna blev obetydliga avseende medeltalet för alla lokaler under samma period (n=30). Antalet provtagningsstationer dubblerades den senare delen av 90-talet i detta delområde.

I ett elvaårsperspektiv märktes en fallande trend för Östersjömusslornas biomassa i norra Kalmarsund beroende på högre värden i periodens början. Denna trend är baserad enbart på de lokaler som funnits med sedan 1989 (n=20). Med undantag för åren 1989 och 1990 var förändringarna dock obetydliga. Detta kan jämföras med förhållandena i egentliga Östersjön där en ökningen av biomassan pågick till början av 90-talet, då ett brott i denna utveckling kunde noteras. Ökningen var ett svar på gradvis ökande närsalthalter som fortgick till mitten av 80-talet (Cederwall, 1999)(se även norra skärgårdsområdet). Utvecklingen för områdets referenslokal var sämre än för delområdets medeltal i motsats till trenden i norra skärgårdsområdet.



Figur 6.12 Medelvärden med standardfel (SE) av biomassan av Östersjömussla för bottenfaunalokaler i norra Kalmarsund och för områdets referenslokal (RefM2S2) 1989-1999.

På de fem utsjölokalerna var variationerna i Östersjömusslans biomassa stor på senare år. Mellan 1996 och 1998 fler- eller fördubblades biomassan på två av lokalerna (B6MS respektive MBY8MS) och på en lokal i söder försvann musslan nästan helt (MBY10MS). De tre lokalerna med beteckningen MBY tillkom 1993 och permanentades 1995 efter uppehåll 1994.

Mellanårsvariationerna hos fjädermygglarver (*Chironominae,* f a *halophilus* - och *plumosus* -grupperna) var påfallande stora, även på lokaler med starka bestånd. I detta delområde påträffades genomgående de största individtätheterna, och de var dominerande art i flera av samhällena t ex på referenslokalen och fiskodlingarna, Virån och i Oskarshamns recipient. En mycket stor ökning av fjädermygglarver märktes 1999 och på en del lokaler ändrades dominansförhållandena till dessa detritusätares fördel. Ökningen berodde antagligen på de stora nederbördsmängderna 1998 (jfr glattmaskar, södra Kalmarsund).

Under perioden 1995-1999 märktes stora bestånd av glattmaskar på flera av delområdets lokaler, speciellt vid Emån, de två fiskodlingarna, samt den grundaste av lokalerna vid Figeholms Bruk. Under samma period ökade bestånden i antal med 3,7 gånger i medeltal. Den stora ökningen 1999 av glattmaskar, som nämndes i avsnittet för södra Kalmarsund, märktes speciellt tydligt i detta delområde t ex vid Alsterån på 12 m.

Glödförlusten för de grunda lokalerna i detta delområde översteg vanligen 25 %, men biomassan av rovborstmaskar var jämförelsevis låg (medeltal 1999: 14 g m^{-2}). Detta kan förklaras av att masken är en progressiv art av andra ordningen dvs den tolererar endast en svag förorening enligt Leppäkoskis klassificering 1975. Ändock förekom genomgående länets högsta biomassor i inre Mönsteråsviken (lokal M4MS: 45-68 g m^{-2}), där glödförlusten var 25 %.

I inre Mönsteråsviken uppmättes även det största beståndet av havsborstmasken *Marenzelleria cf. viridis* och 1999 uppgick dess biomassa till 50 g m^{-2} . Arten var därmed andredominant efter rovborstmasken *Nereis diversicolor.* På övriga lokaler var biomassan betydligt lägre och som mest 9 g m^{-2} . Uppskattningen av biomassan är emellertid osäker då de stora exemplaren av denna havsborstmask lever minst 30 cm ner i sedimentet, ett djup som endast kan nås med en speciell huggare (boxcorer). Farhågor rörande dess förmåga att konkurrera ut andra arter, såsom rovborstmask, har ännu inte kunnat beläggas i aktuella vatten.

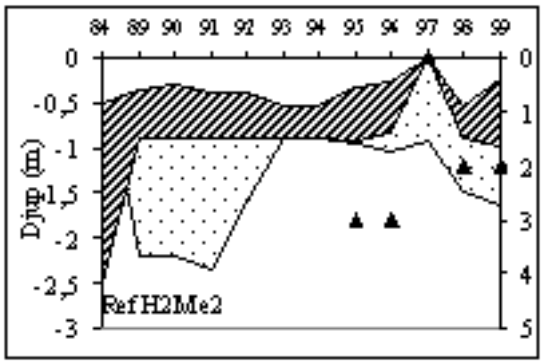
Förekomsten av främmande arter i Östersjön har uppmärksammats på senare tid. *Marenzelleria* är en sådan s.k. neozon, vars spridning har kunnat följas i Kalmar län under det senaste decenniet. Den introducerades1985 i Östersjön och etablerade sig senare runt alla dess kuster. I Kalmar län påträffades den för första gången 1992 vid Bergkvara och avancerade därefter norrut. Redan 1995 fanns den i Lusärna- och Skeppsbrofjärden och slutligen 1998 registrerades denna mask vid den nordligaste lokalen i inre Syrsan. Den påträffades i alla typer av sediment och från mycket grunt vatten ner till 22 m. Dess utbredning var störst 1997, då den förekom på 26 av programmets mjukbottenfaunalokaler. Vid 14 lokaler finns nu väl etablerade bestånd, dvs med en förekomst vid minst fyra tillfällen

under de senaste fem åren, i södra respektive norra Kalmarsund. Det är okänt vilken art det är fråga om, men släktet är föremål för en revision (M. Zettler, pers. komm.)

6.2.3 Hårda bottnar

Blåstångsbältet
Hårdbottenstationer från Figeholmsviken i norr till Revsudden i söder behandlas under denna rubrik. Av de sexton lokalerna är elva förlagda till recipienten för Mönsterås Bruk. Fyra av lokalerna i brukets recipient saknar blåstång sedan den slagits ut av kloratutsläpp under 1980-talet. Ett gemensamt drag för de lokaler som idag har blåstångsbälten är att dessa har en relativt liten djuputbredning. Bältets undre gräns ligger i de flesta fall inom intervallet 1-2 m och har legat där under större delen av undersökningsperioden. Många av lokalerna hade bredare bälten i slutet av 1980-talet och i början av 1990-talet än de har idag. För hälften av lokalerna som idag har tång har dess djuputbredning minskat tydligt. Minskningen var av storleksordningen 30-50%. En koppling till minskat siktdjup är möjlig och det är möjligt att en ökad förekomst av fintrådiga alger har bidragit till förändringarna. Avsaknaden av övervakning av denna typ av växtlighet innebär dock att denna möjlighet inte kan bekräftas. Endast fyra lokaler hade bälten på alla fem profilerna 1999. Tre av dessa har haft bälten på alla profiler alla år sedan 1995. Enskilda lokaler behandlas närmare under respektive recipient.

Referenslokalen vid Revsudden hade ett ca 2 m djupt bälte 1984. I slutet av 1980-talet var det reducerat till en halvmeter och 1997 saknades sammanhängande bälte, sedan det betats ner av tånggråsuggor. Därefter har en återetablering skett både av bälte och av utbredning i djupled, dock inte till den utsträckning som rådde 1984.



Figur 6.13 Tångens utveckling på referenslokalen vid Revsudden 1984-1999. (Mörkare raster anger >25% täckning(bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte)

Rödalgsbältet (Se figurer under 6.1.3)
Algernas biomassa var i genomsnitt något större än 1998, i synnerhet för lokalerna vid Mönsterås Bruk. Med ett par undantag noterades en dominans för fjäderslick i områdets norra del, medan rödslick (*Ceramium gobii*) dominerade i den södra delen. Det genomgående stora inslag av fintrådiga brunalger som observerades 1998 förekom ej 1999, med undantag för en lokal vid Oskarshamn (O10H) och en i den norra delen av brukets recipient (MB3HI). Den senare lokalen påverkas även av vatten från Emån. Gaffeltång förekom liksom 1998 relativt rikligt vid Sillekrok (MB4I). Mycket låga biomassor registrerades vid Figeholm, liksom 1998, och på de tre sydligaste lokalerna. Förändringen för de senare lokalerna bestod främst i en tillbakagång för fintrådiga brunalger.

Förändringarna från 1998 av djurens individrikedom var, med få undantag, relativt små. Djurtätheten vid Mönsterås Bruk låg på en för länet medelhög nivå, med en dominans för blåmusslor och tusensnäckor (*Hydrobiidae*). Klosax-gråsugga var relativt vanlig söder om Mönsterås Bruk. Östersjö-

gråsuggan (*Idothea baltica*) tillhörde liksom tidigare dominanterna i recipienten för bruket, där arten har en av sina starkaste förekomster i länet. Lokalerna vid Oskarshamns tätort (O10H och O12H) dominerades liksom 1998 av tusensnäckor. Områdets lägsta tätheter noterades vid Figeholm (FB3H) och vid Utterskär utanför Timmernabben (MB16HI).

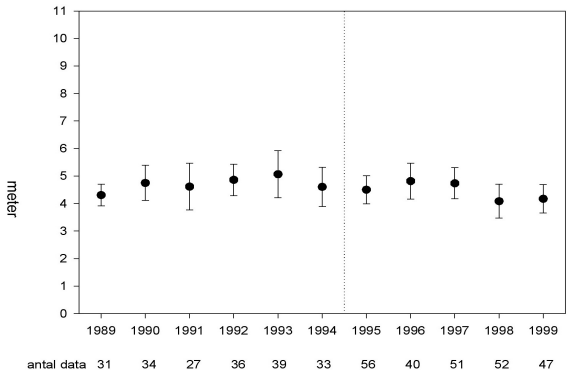
Biomassan av djur i rödalgsbältet dominerades liksom tidigare av blåmussla. Tusensnäckor hade en likvärdig andel på två lokaler med svaga bestånd av blåmusslor, den ena vid Oskarshamn, den andra vid Svartingskär söder om ut-släppstuben från Mönsterås Bruk. *Lymnea* förekom rikligast från de centrala delarna av brukets recipient och söderut. Blåmusslan hade stor biomassa på flera av lokalerna i recipienten, i synnerhet vid Kungsholmen och vid Busken (MB11I). Bestånden var svaga vid Oskarshamn och vid Utterskär nära Timmernabben. En markant ökning för biomassan av blåmusslor registrerades för lokalen vid Figeholm, där musslorna var få men stora.

6.3 NORRA SKÄRGÅRDSOMRÅDET

6.3.1 Hydrografi

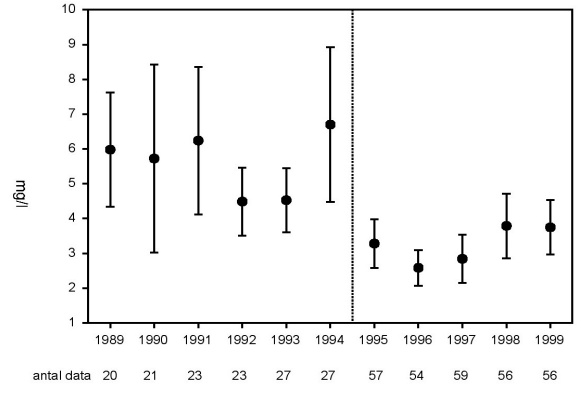
OKG1V (Simpevarp), S1 (Syrsan), V6 (Blankaholm), V3V (Almvik), V1V (Loftahammar), S2 (Syrsan), REFV2V (Gamlebyviken), V22 (Skaftet), VS1V (Västervik), REFV3 (Kalmarsund) ingår i delområdet.

Siktdjup
Siktdjupet ligger mellan 4 och 5 meter som årsmedelvärde för hela perioden 1989 – 1999. Variationen mellan åren är mycket liten. En mycket svag minskning kan skönjas från 1998, d.v.s. en försämring. Det utfördes 40 – 56 provtagningar per år under 1994 till 1999.



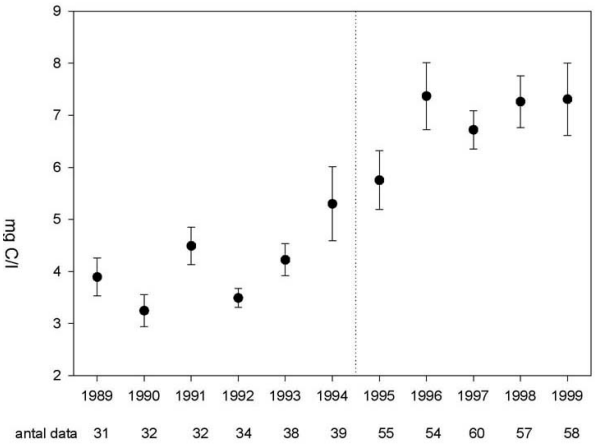
Figur 6.14 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av siktdjup i norra Skärgårdsområdet 1989 – 1999.

Klorofyll
Under perioden 1995 – 1999 låg halterna inom c:a 2 och 4 mg/l, då utfördes 54 - 59 provtagningar per år. En svag ökning av halten kan utläsas under denna period. Främst erhölls högre värden åren 1998 och 1999. Under perioden 1989 - 1994 var halterna betydligt högre, nämligen 4 – 7 mg/l. En trolig anledning till minskningen är att det togs fler vintervärden efter 1994.



Figur 6.15 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av ytvärden av klorofyllhalt i norra Skärgårdsområdet 1989 – 1999.

Totalt organiskt kol, TOC
TOC-halterna steg från 5 – 6 mg/l till 7 – 8 mg/l mellan 1995 och 1996 och denna nivå bibehölls sedan 1996 – 1999. Det var 54 – 60 provtagningar varje år. Perioden före var halterna betydligt lägre, vilket hänger samman med den höjda frekvensen av vinterprovtagningar efter 1994.

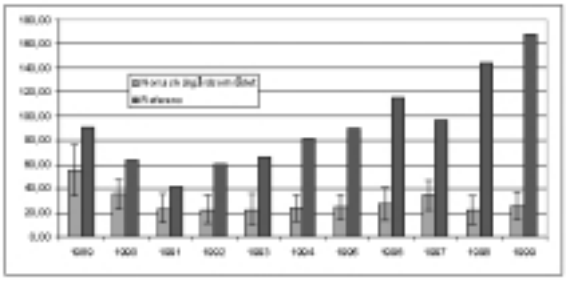


Figur 6.16 Årsmedelvärden och 95 % konfidensintervall av ytvärden av TOC-halt i norra Skärgårdsområdet 1989 – 1999.

6.3.2 Mjukbottenfauna

Västerviksrecipienten representerar ett av de typområden som beskrivits av Håkansson *et al*, (1984). Med hjälp av bl a kustmorfometrin och ett antal andra parametrar har man empiriskt bestämt utbytestiden för ytvattnet till 20 dygn, vilket är en mycket lång tid. Vattenutbytestiden, som är en ekologisk nyckelfaktor, torde i detta fall drivas av externa processer, främst variationer i språngskiktet. Även bottendynamiken/ sedimentstrukturen utformas av vattenutskiftet och i detta område finns många bassänger som utgör fällor för organiskt material. Hälften av antalet lokaler hade en glödförlust på drygt 15 %. Längre perioder av stratifiering i vattenmassan påverkar syrgaskoncentrationen negativt i bottenvattnet där sedimenten har hög halt av organiskt material. Exempel på att så var fallet visade faunan på fyra av de elva lokalerna i delområdet (fiskodlingar och en åmynning ej medräknade) och ingen annanstans i länet, utom i Oskarshamns hamn, var faunan så utarmad. Å andra sidan, i de välventilerade vattenområdena, t ex på de båda referenslokalerna, ökade biomassan, främst av Östersjömusslan, successivt under hela elvaårsperioden. Vattenomsättningen kan antagas vara låg i Syrsan, trots detta märktes samma ökning som i de välventilerade områdena. Både ökningen av biomassa och ovannämnda utarmning av faunan är således olika sidor av eutrofieringen i detta delområde.

En sammanvägning av utvecklingen för Östersjömusslornas biomassa visade en successiv ökning efter ett minimum 1991 (n=11). Liksom i södra Kalmarsund översteg referenslokalernas biomassa medeltalet för övriga lokaler i betydande grad. Utan referenslokalen märktes dock inga förändringar under denna period. Precis som i norra Kalmarsund var biomassan högre i periodens början.



Figur 6.17 Medelvärden med standardfel (SE) av biomassan av Östersjömussla för bottenfaunalokaler i norra skärgårdsområdet och för områdets referenslokaler (RefM3S3 och RefM4S4) 1989-1999.

Sötvattensvitmärlan *Monoporeia affinis* är en ishavsrelikt och föredrar därför djuphålor med låg vattentemperatur. Syrgas-

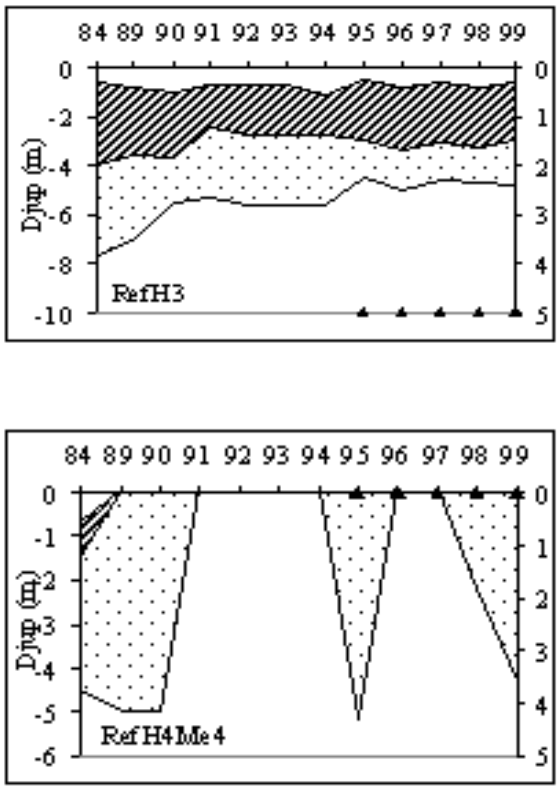
toleransen minskar med ökad temperatur och exempel på kritiskt värde är 8 ml syre/l vid 13^0 C (Grimås, 1979). På vinterhalvåret ökar troligen deras utbredning areellt, eftersom de påträffas även i grundare områden, som t ex på 6 m i april, då provtagning sker. Förhållandena verkar ha varit särskilt goda 1989, då de uppträdde i stora mängder även på lokaler som de tidigare ej förekommit på och 1999 registrerades de på hälften av länets bottenfaunalokaler. De är fakultativt bottenlevande, d v s de lever nedgrävda i sedimentet under dygnets ljusa timmar, men söker föda uppe i vattenmassan under natten. De är speciellt aktiva under parningstiden november-december. Vitmärlan klassas som en regressiv art av första ordningen d v s den är en utpräglad renvattensart (Leppäkoski, 1975). Det cykliska förlopp beträffande individtätheten som observerats i Bottenhavet (Segerstråle, 1969, Andersin *et al*, 1978) märktes endast i ett fåtal fall i Kalmar län under 1990-talet och då endast på de tre lokaler: inre och yttre Syrsan (S1VMS och S2VMS på 21 respektive 37 m) , på en lokal i södra Kalmarsund (V. Utgrunden, Ref1M1V1 på 21 m). De flesta större, konstanta bestånden återfanns i detta delområde, förutom på djuplokalen i norra Kalmarsund (MBY12MS, 41 m). Det högsta antalet registrerades 1996 i yttre Syrsan (drygt 11 000 m^{-2}).

Inom klassen glattmaskar finns familjen *Tubificidae*, vilka liksom fjädermygglarver har hämoglobin i kroppsvätskan. Hämoglobin kan binda syre och gör att de kan utstå syrgasbrist längre än djur utan hämoglobin. Det fanns emellertid anmärkningsvärt små bestånd av dessa organismer i detta delområde, även på de lokaler som hade en utarmad fauna. Jämfört med södra och norra Kalmarsund var bestånden av glattmaskar knappt en fjärdedel så stora i medeltal 1995-1999, men även i detta delområde ökade de stort mot slutet av perioden. I materialet före 1995 finns ytterst få registreringar av akvatiska glattmaskar i hela länet. Beträffande antalet fjädermygglarver minskade dessa i regel i norra skärgårdsområdet, till skillnad från övriga delområden.

6.3.3 Hårda bottnar

Blåstångsbältet

Till det norra skärgårdsområdet räknas tre exponerade lokaler i recipienten för Oskarshamnsverket (OKG1-3), tre relativt skyddade lokaler i en gradient från Västerviks hamnområde (V15-17) samt referenslokalerna vid Källmö (RefH3) i den norra delen av Misterhults skärgård och vid Göklabben (RefH4Me4) i den nordligaste delen av Smålandsskärgården. De mest exponerade lokalerna, vid OKG och Källmö, uppvisar en relativt stor djuputbredning för tången med ett inslag av sågtång i de djupare delarna. Tången växte dock i början av under-sökningsperioden på ett relativt stort djup, ner till 5-6 m, även inomskärs vid Västervik och vid Göklabben. En minskande djuputbredning kan dock konstateras för flera av lokalerna, motsvarande den i norra Kalmarsund. De båda inre lokalerna vid Västervik och lokalen vid Göklabben har haft mycket svaga bestånd under större delen av undersökningsperioden och på den senare lokalen har tången varit helt borta under en stor del av 1990-talet. En återkolonisation har dock ägt rum under 1998 och 1999. Försvagningar av bältet har observerats under den senare hälften av 1990-talet vid Oskarshamnsverket, men en tendens till återhämtning kan ses mot slutet av perioden. En mera detaljerad presentation av enskilda lokaler ges under respektive recipient.



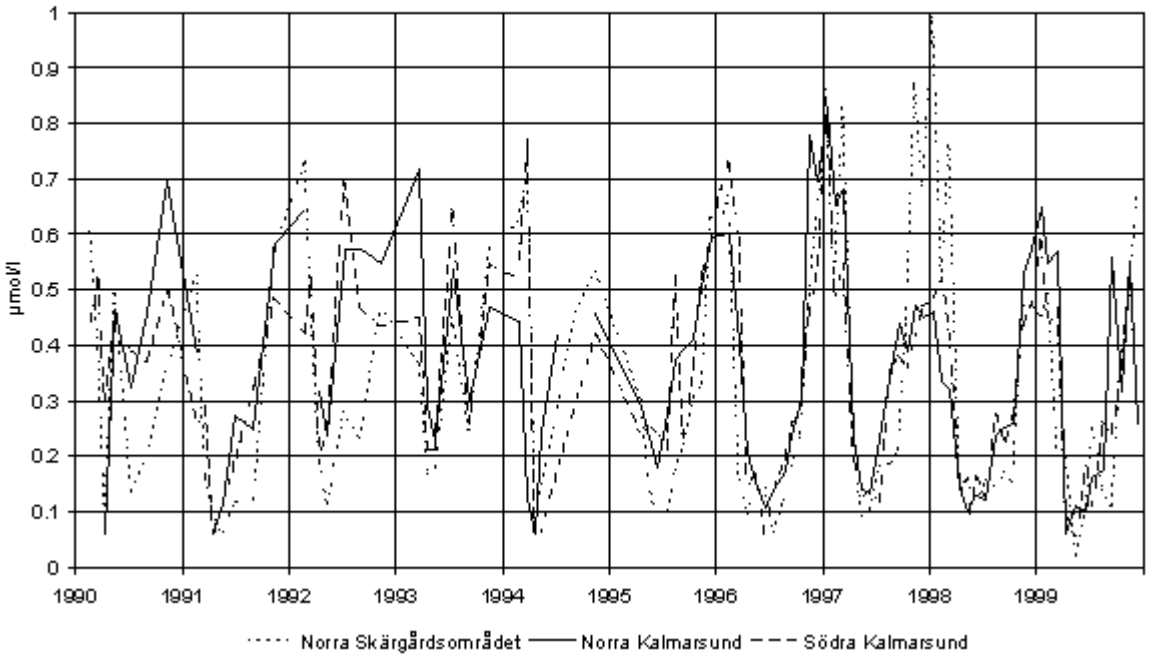
Figur 6.18 Tångens utveckling på referenslokaler vid Källmö (RefH3) och Göklabben (RefH4Me4) 1984-1999.

Rödalgsbältet (Se figurer under 6.1.3)

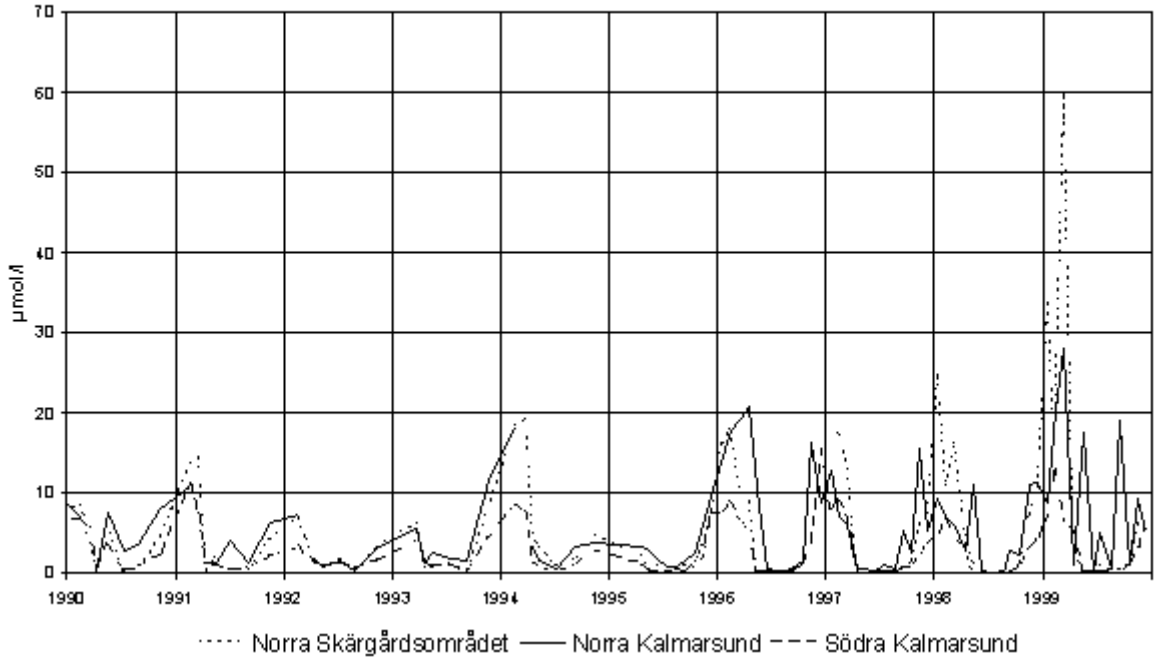
Den yttre lokalen vid Västervik, vid Källmö och de två nordliga lokalerna vid Oskarshamnsverket var alla dominerade av gaffeltång, som här hade sitt starkaste fäste i länet. Lokalen vid Stubbskär (OKG1H) hade som tidigare länets rikaste rödalgssamhälle. Fintrådiga brunalger var, som under tidigare år, vanliga vid Västervik och Göklabben, men biomassan var lägre än 1998.

OKG-lokalernas särställning med länets individrikaste djursamhällen bibehölls 1999, om än något mindre uttalat än föregående år. Blåmusslor och tusensnäckor dominerade och abundansen av märlkräftor (*Gammarus sp*.) och gråsuggor (*Jaera sp*.) var störst i länet. Lokalen vid Källmö hade medelhög individrikedom med samma dominanter, medan de båda inre lokalerna vid Västervik hade länets lägsta tätheter.

Biomassan dominerades generellt av blåmussla. Stubbskär hade länets största biomassa med drygt 1,5 kg våtvikt per kvadratmeter, en liten ökning från 1998. Övriga



Figur 6.19 Fosfatfosforhalter i ytan i de tre delområdena 1990 – 1999.



Figur 6.20 Nitrat och nitrithalter i ytan i de tre delområdena, 1990 – 1999.

lokaler låg nära genomsnittet, med undantag för den yttre och den inre lokalen vid Västervik, som uppvisade länets lägsta värden 1999.

6.4 JÄMFÖRELSE MELLAN DELOMRÅDENA

Siktdjupet blir mindre när man går norrut. I södra Kalmarsund låg det mellan 5-7 meter, sedan mellan 5-6 meter och i norra skärgårdsområdet 4-5 meter. Samma mönster finns hos TOC-värdena och hos klorofyllhalterna dvs de ökar när man går norrut i delområdena. Detta beror på att några stationer ligger mycket öppet i södra Kalmarsund, något fler ligger nära kusten i norra Kalmarsund och att stationerna i norra skärgårdsområdet oftast ligger långt inne i vikar.

Fosfatfosfor
Medelvärden för hela området av fosfatfosfor har skapats för perioden 1990 till 1999 för varje delområde. Man ser att vintern 1997 – 1998 var halterna betydligt högre i norra skärgårdsområdet vid många provtagningstillfällen än i de två övriga. Halterna låg här på cirka 1 µmol/l. Man kan också se att vinterhalterna sjönk markant från vintern 1997/1998 (utom i norra skärgårdsområdet) jämfört med åren innan. Detta kan jämföras med förhållandena i egentliga Östersjön, där vinterhalterna i ytskiktet började sjunka från vintern 1995/1996. Att detta inte syns i kustområdet kan bero på att färre vinterprovtagningar utförts tidigare, och de vintermaxima som fanns före vintern 1995/1996 inte kommit med.

Oorganiskt kväve
Även här ser man att norra skärgårdsområdet kan ha betydligt högre halter, speciellt de två senaste vintrarna, då tätare mätningar tycks ha utförts här. Fler stationer ligger mycket kustnära i norra skärgårdsområdet, så det är inte oväntade resultat. Den förbättring som erhölls i utsjön från vintern 1995/1996 syns inte i mätdata i delområdena. Det kan dock bero på att färre vinterprovtagningar utförts tidigare, varför dessa maxima inte kom med före vintern 1995/1996. Någon trend kan därför inte heller utläsas i något av delområdena.

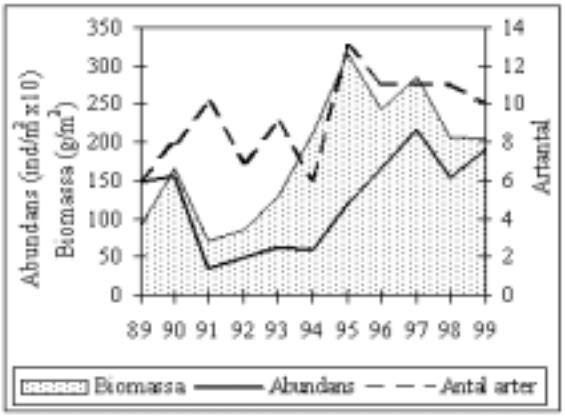
7. RECIPIENTER

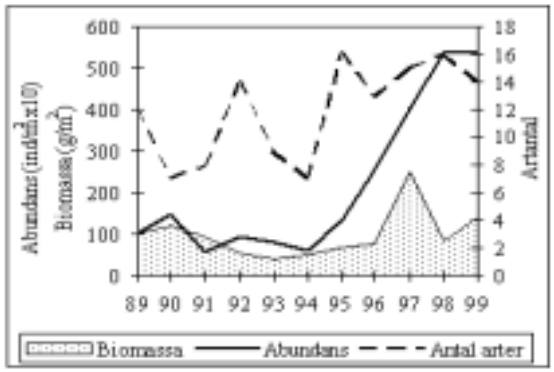
7.1 TORSÅS KOMMUN

7.1.1 Mjukbottenfauna

Vid Bergkvara (T1VMS) ökade biomassan under det gångna året, främst beroende på ett stort tillskott av sandmusslor, vilket dock inte var lika stort som 1997. Förhöjningen gällde även andra arter av musslor och snäckor - framför allt blåmusslor och tusensnäckor uppnådde vikter som inte förekommit den senaste femårsperioden. De höga individtätheter som uppträdde redan 1996 medförde att utvecklingen under 90-talet var positiv.

Den närbelägna referenslokalen V Utgrunden (RefM1V1) låg också på transportbotten d v s hade ett sandigt sediment, men på större djup. Både artantal, abundans och biomassa var högst de senaste tre till fem åren. Abundansökningen berodde på att vitmärlornas abundansmaximum inträffade efter 1995 (jfr 1989 och 1990). Delområdets i särklass starkaste bestånd av Östersjömusslor återfanns vid denna lokal och deras biomassa kulminerade 1994-1997. Även här bidrog ett tillskott av sandmusslor delvis till ökningen av biomassan på senare tid.





Figur 7.1 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan vid Bergkvara och V Utgrunden 1989-1999 (station T1M och RefM1V1).

7.1.2 Hårda bottnar

En enda lokal med övervakning av hårdbottensamhället är förlagd till Torsås kommun. Referenslokalen vid Garpen utanför Bergkvara hamn behandlas under avsnitt 6.1.3.

7.2 MÖRBYLÅNGA

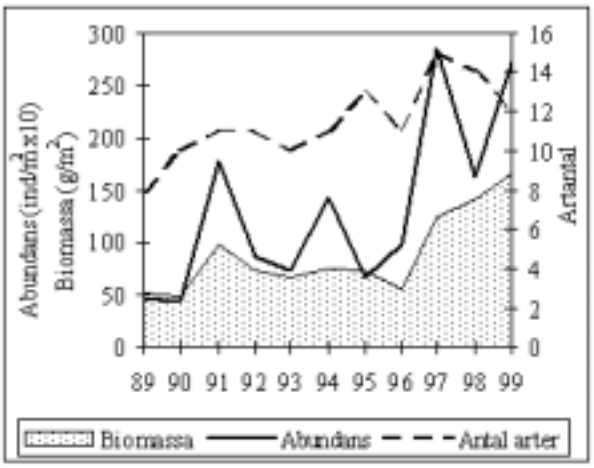
7.2.1 Mjukbottenfauna

På båda lokalerna i Mörbylånga kommun, vars sediment utgjordes av sand, märktes effekter av hög avrinning med åtföljande stort näringstillskott 1998 genom ökande värden för bl a abundans och biomassa. Under årens lopp förekom dock stora fluktuationer - något som är utmärkande för transportbottnar.

Således fördubblades abundansen mellan provtagningarna 1998 och 1999 vid östra brofästet (Ml2M) i och med att glattmaskar, slammärlor och tusensnäckor ökade med drygt 1 000 individ vardera. Även artantalet ökade markant till en nivå som annars vanligen kan ses på grundområden. Totalbiomassan varierade kraftigt, med dubbelt så höga värden i början och i slutet av 90-talet som mellan 1992-1995 och kulmen inträffade 1999. Fluktuationerna var resultatet av

de stora mellanårsskillnaderna för bestånden av Östersjö- och sandmusslor. Värdet för sandmusslans biomassa var i verkligheten sannolikt ännu högre (se Kalmarrecipienten, 4:e stycket, nedan). Även hjärtmusslor utgjorde tidvis en stor andel av biomassan, speciellt 1997 (30 %). Medelvikten per individ av Östersjömusslor minskade emellertid efter 1996 och antalet unga individ var avsevärt lägre än vid Mörbylånga (medeltal juvenila individ 1996-1999= ca 100 m^{-2}, se nedan).

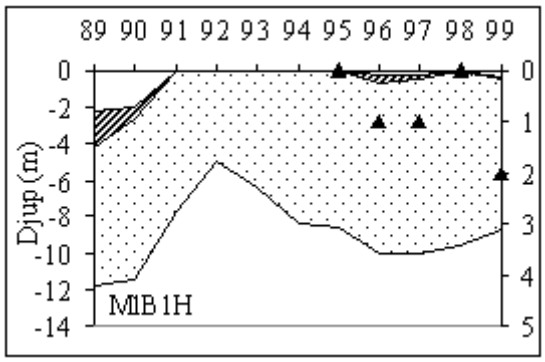
Under de tre senaste åren märktes en positiv trend beträffande totalbiomassan även vid Mörbylånga (Ml3M). Orsaken var att bestånden av Östersjömusslor samt sandmusslor förstärktes kraftigt beträffande både antal och vikt från och med 1997. Abundansen varierade mycket kraftigt mellan åren, men även här märktes en positiv trend totalt sett med särskilt höga värden 1997 och 1999. Anmärkningsvärt höga antal unga Östersjömusslor noterades 1997 - nästan 2 000 m^{-2} - vilket var en rekordnotering för hela länet de senaste fem åren. Antalet juvenila individ var i medeltal sju gånger högre än vid östra brofästet (1996-1999). Av övriga arter märktes en förhöjning av främst antalet slammärlor 1999.



Figur 7.2 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan vid Mörbylånga 1989-1999 (station Ml3M).

7.2.2 Hårda bottnar

Hårdbottenstationen norr om Bläsinge hamn på Ölands sydöstra kust delas av Borgholms och Mörbylånga kommuner. Lokalen ligger på öppen kust och är starkt exponerad för vind och vågor. Ett sammanhängande tångbälte fanns på 2-4 m djup i slutet av 1980-talet, men detta försvann efter ett par år och har sedan inte återkommit. Under senare delen av 1990-talet har ett smalt bestånd på mycket grunt vatten vissa år klassats som ett sammanhängande bälte. Blåstång förekommer numera glest ner till ca 10 m djup. Eftersom kusten på platsen är mycket långgrund görs ingen heltäckande kartering av fem profiler ner till den undre gränsen för algernas utbredning i djupled. I stället görs nedstigningar från båt på olika punkter längs en över en kilometer lång profil. Vattendjupet för den djupaste provtagningen är ca 10 m. Av denna anledning är en bedömning av förändringar i djuputbredning omöjlig att göra för denna lokal. Gles tång har dock hela tiden förekommit ner till det största besökta djupet. Omfattande betning observerades 1997, i övrigt har betningstrycket varit måttligt under senare år. Detsamma gäller för påväxten av fintrådiga alger. Vattnet nära stranden är ofta mycket grumligt till följd av ansamlingar av organiskt material under nedbrytning.



Figur 7.3 Tångens utveckling vid Bläsinge hamn (MlB1H) 1989-1999.(Mörkare raster anger >25% täckning(bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte)

Rödalgsbältet har varit måttligt till starkt utvecklat under de fyra år undersökningar gjorts enligt nuvarande program. Fjäderslick och gaffeltång har dominerat starkt med varierande proportioner. Djursamhället har under senare år haft en för länet måttlig individrikedom, dominerad av småvuxna arter, därav en låg biomassa. Lokalen behandlas tillsammans med regionens övriga hårdbotten-lokalen under avsnitt 6.1.3.

7.3 KALMAR KOMMUN

7.3.1 Hydrografi

I station K11MV (Trädgårdsgrund) är djupet 15 meter. Stationen ligger centralt i Kalmarsund. Ytvärdena av fosfat- och nitrathalterna är här desamma som i egentliga Östersjön. Syrevärdena vid botten är mycket goda.

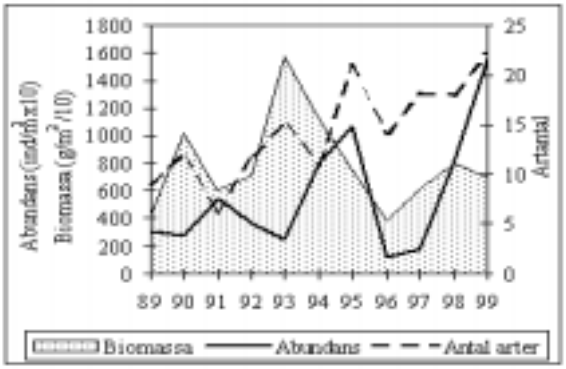
Station K15MV (Stensö) ligger nära kusten och är grund, c:a 5 meter djup. Ytvärdena av fosfat är här desamma som i egentliga Östersjön, d.v.s. c:a 0.5 µmol/l, medan ytvärdena av nitrat är betydligt högre, 10 – 35 µmol/l förekommer vid provtagningarna under vintrarna 1996 till 1999. I öppna havet är halterna 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten är mycket goda.

7.3.2 Mjukbottenfauna

Sedimenten på de grunda bottnarna hade en medelhög glödförlust och organisk halt (TC/TOC =ca 6 %, Cato 2000), utom i Kläckebergaviken (K18 M) där den var jämförelsevis hög (Ig 22 %). Artantalet var genomgående högt (jfr å-mynningarna) utom i Kalmar hamn, beroende på förekomsten av alger och högre växter samt lägre salthalt, som präglar grundområden. Det fanns ett stort inslag av insektslarver och många arter av snäckor och kräftdjur, som är bundna till denna miljö. De stora svängningarna i abundans och biomassa som presenterats för Västra sjön Arv (K13M) under tio år var utmärkande för de fem grunda lokalerna i denna recipient, förändringarna mellan 1998 och 1999 utgjorde inget undantag härvidlag. Abundanserna ökade extremt mycket på lokalerna K13M och K18M (7- 8 000 individ m^{-2}), vilka därmed erhöll länets högsta individantal. Till ökningen bidrog olika arter, t ex glattmaskar och slammärlor respektive fjädermygglarver, men samma arter minskade vid andra lokaler. Ökningen var förhållandevis mindre i Kalmar hamn (K7MS). En allmän minskning av tusensnäckor märktes 1999, speciellt i Västra sjön Arv (K13M). På lokalen i Kläckebergaviken (K18M) noterades ett anmärkningsvärt stort tillskott av musselkräftor (*Ostracoda*), vilka vanligen inte registreras eftersom de egentligen tillhör meiofaunan. På lokalerna i Västra sjön (K14MS och K15MV) inföll abundansmaximum redan 1998 orsakad av f a glattmaskar, tusensnäckor och/eller slammärlor. I ett femårsperspektiv var emellertid abundanserna vid dessa två lokaler betydligt förhöjda även 1999. Vid Västra sjön Arv (K13M) uppvisade slammärlorna extremt stora beståndsvariationer under 90-talet med maxima 1991, 1994 och särskilt 1999 och nästan ingen förekomst alls däremellan. Liknande variationer noterades även vid de andra grunda lokalerna, men de var ej så accentuerade. Artantalet ökade för alla lokaler med sju arter i genomsnitt, f a i Kalmar hamn (K7MS), där exempelvis fem kräftdjursarter tillkom. Under årens lopp fördubblades artantalet vid K13M.

Abundansökningen för tre av de grunda lokalerna 1999 avspeglades i biomassan endast vid Kläckebergaviken (K18M), och här var det främst olika musslor och snäckor som bidrog till ökningen. En kraftig minskning noteras i Västra sjön (K14MS), beroende på ett bortfall av hjärtmusslor. Under den första hälften av 90-talet uppmättes tidvis mycket höga biomassor, som berodde på en stor förekomst av musslor och snäckor, men senare har liknande stora mängder inte förekommit. Eventuellt kan en ökad utbredning av högre växter och alger på bottnarna ha miss-

gynnat utvecklingen av musslor och snäckor. Rovborstmasken, som också tillhör viktsdominanterna, visade en negativ utveckling de två-tre senaste åren på vissa lokaler (K13M, K14MS, K18M). Biomassans utveckling 1989-1999 på de grunda lokalerna präglades av stora mellanårsskillnader; skillnaden mellan min-max uppgick till 4-5 ggr. Många av dessa svängningar i art- och individantal samt vikt har sannolikt att göra med variationer i temperatur, isläggning mm samt växtligheten på grundområdena.

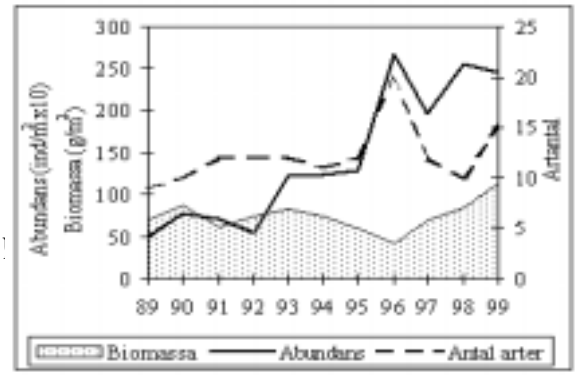


Figur 7.4 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan i Västra sjön vid Kalmar 1989-1999 (station K13M).

På de djupare lokalerna var sedimentens glödförlust i allmänhet lägre än på de grunda lokalerna i denna recipient. Vid S Masknaggen (K12MS) var halten av organiskt material mycket låg och sedimentet bestod av sand. Nordost om Trädgårdsgrund (K10MV) var dock glödförlusten och den organiska halten medelhög. Inga större förändringar beträffande abundansen märktes under året, men artantalet ökade NO och V Trädgårdsgrund (K10MV och K11MS). På båda dessa lokaler dominerade vitmärlor till antal 1992, 1993 och 1995.

Biomassan ökade markant 1999 vid avloppstuben (K8M). Detta år fördubblades totalbiomassan och vikten utgjordes till ¾ av sandmusslor, men även andelen för hjärt- och blåmusslor var stor. Vuxna sandmusslor lever mycket djupt ner i sedimentet, på ca 30 cm, där de står tätt packade på högkant med sina långa sifoner. En van Veen huggare når ej ned mer än maximalt 20 cm, vilket innebär att uppskattningen av dessa musslors bestånd blir för låg. I övrigt följde alla djupa lokaler under 1990-talet i stort sett utvecklingen av biomassan vid västra Trädgårdsgrund (K11MS), oavsett skillnaderna i sedimentstruktur. På samtliga lokaler var biomassan likstor och variationerna var förhållandevis små (60 till 100 g m^{-2}).

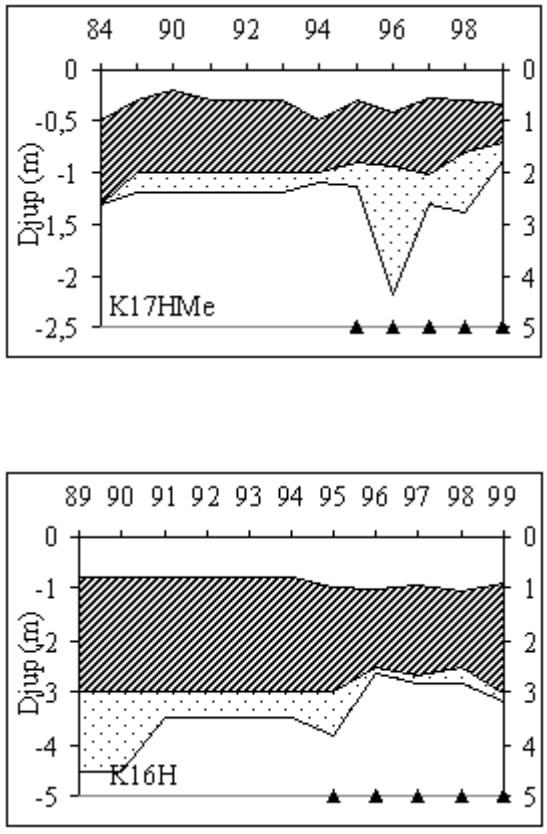
Under 90-talet var utvecklingen av Östersjömusslornas biomassa nästan identisk både NO och V om Trädgårdsgrund (K10MV och K11MS). Inledningsvis märktes en fallande tendens, men efter ett minimum 1996 var återhämtningen snabb och vid sista provtagningen registrerades periodens högsta biomassor. Vid avloppstuben från Kalmar reningsverk var utveckling likartad, utom 1999 då periodens lägsta värden för Östersjömusslans biomassa uppmättes. Detta berodde eventuellt på konkurrens från andra musslor (se inledningen i föregående stycke). Utvecklingen vid den sandiga lokalen i norr (K12MS) avvek emellertid från de övriga djuplokalerna; de högsta biomassorna för Östersjömusslor inträffade1993-1997, och endast då låg värdena i nivå med de övriga djuplokalerna.



Figur 7.5 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1989-1999 vid Trädgårdsgrund (K11MV).

7.3.3 Hårda bottnar

I recipienten för Kalmar kommun finns två lokaler med övervakning av hårdbottensamhället. Den ena är belägen på grunt vatten i vindskyddat läge väster om Stensö. Lokalen har hela tiden sedan 1994 haft ett smalt men livskraftigt bälte. En tendens till minskande djuputbredning har dock observerats under 1998 och 1999. Betningsskador har inte förekommit sedan 1989, och tången har genomgående varit starkt nedslammad och påvuxen av fintrådiga alger. Även lokalen vid Skallö vid Ölandsbron har haft ett välutvecklat blåstångsbälte under hela undersökningsperioden.



Figur 7.6 Tångens utveckling vid Stensö (K17Hme) 1984-1999 och vid Skallö (K16H) 1989-1999.(Mörkare raster anger >25% täckning(bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte)

Den undre utbredningsgränsen låg dock under den senaste fyraårsperioden 0,5-1 m högre än under föregående period. Måttliga betskador förekom 1992-1994 och 1996-1997, men har saknats övriga år. Nedslamningen var svag till måttlig alla år utom 1996, då lokalen var starkt nedslammad. Kraftig påväxt registrerades 1996 och 1999. Under de senaste tre åren har rekryteringen av unga plantor varit god. Rödalgsbältet har under senare år dominerats av fintrådiga brunalger. Djursamhällets biomassa har varit relativt låg och individtätheten måttlig och dominerad av blåmusslor och klosaxgråsugga. Lokalen behandlas tillsammans med regionens övriga hårdbottenlokalen under avsnitt 6.1.3.

7.4 LUMA METALL

7.4.1 Hydrografi

Station K3V (Kläckebergaviken) ligger inne i en vik. Djupet är c:a 1 meter. Vinterytvärdena av fosfat motsvarar dem i öppna havet, medan nitrat varierar mellan 5 till drygt 30 µmol/l. Motsvarande halter i öppna havet är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena är bra.

7.4.2 Miljögifter

Blåmusslor från två stationer i Kläckebergaviken har analyserats med avseende på bly, kadmium, koppar, zink, molybden och kvicksilver. Halterna för samtliga metaller ligger under eller nära bakgrundshalterna för Östersjökusten. Under den senaste femårsperioden skall noteras att halten av molybden var onormalt hög 1995 men övriga år åter normal. Ur det befintliga materialet går det inte att utläsa någon tydlig trend. Det är små variationer i halterna mellan åren och någon tydlig gradient från inre till yttre Kläckebergaviken syns inte heller.

7.5 BORGHOLM KOMMUN

7.5.1 Hydrografi

Djupet i B1V utanför Borgholm är 8 meter. Vinterytvärdena av fosfat motsvarar dem i öppna havet, och nitrathalterna kan vara en aning förhöjda, 5 – 6 µmol/l. Syrevärdena vid botten är bra.

7.5.2 Mjukbottenfauna

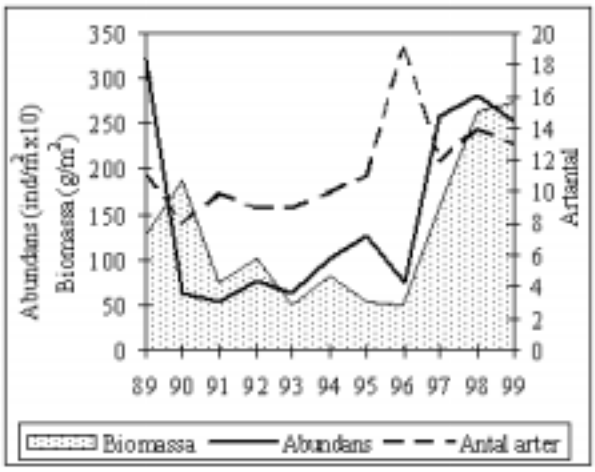
De båda lokalerna i Borgholms kommun ligger på transportbottnar, där föga av syretärande, organiskt material fastläggs i de sandiga sedimenten. På den grundare lokalen Borgholm/Rörkallen (B5M) har det varit problem vid provtagningen p g a inslag av sten, varför provtagningsdjupet varierat mellan drygt 12 till 15 m.

Lokalen vid Borgholm/Rörkallen (B5M) ligger på en musselbank med höga värden för art- och individantal samt tidvis extremt hög biomassa. Denna typ av samhälle är heterogen till sin natur och dynamiken är stor. De förekommer i mer eller mindre täta förband och den aktuella provtagningstekniken med fem stickprov räcker inte för att bestämma storleken på deras bestånd. Variationen mellan enskilda prov, mätt som standardfelet (S.E.), var således stor. Nämnda problem inverkar på resultatet och kan förklara de stora årsvariationerna i antal och vikt, som blåmusslornas uppvisade under 90-talet med en amplitud från 45 g m^{-2} till 670 g m^{-2} (1996 respektive 1997. Även förekomsten av tusensnäckor varierade starkt mellan åren, liksom på andra håll.

Östersjömusslornas bestånd utvecklades olika på respektive djupavsnitt (ca 14 m och 19 m).

Vid den grundare lokalen Rörkallen uppvisade Östersjömusslorna en negativ trend och deras biomassa halverades från 1990 till 1999. Medelvikten för Östersjömusslor var dock exceptionellt hög under de senaste 5 åren och varierade mellan 450-670 mg i medeltal per individ. Andelen unga exemplar var nästan obefintlig denna period och beståndet utgjordes således huvudsakligen av äldre individ (jfr förhållandena vid Mönsterås Bruk).

På den djupare lokalen vid Köpingsvik (B6MS) inträffade en förstärkning av de dominerande Östersjömusslornas bestånd redan 1995, då en stor kull unga individ bottenfällde; 90 % av abundansen utgjordes av juveniler detta år. Under de därpå följande åren resulterade tillväxten av de överlevande ur denna kull i en mång-dubbling av Östersjömusslans biomassan. Medelvikten per musselindivid ökade successivt, men blev aldrig lika stor som vid Rörkallen (1999= 280 resp 670 mg). I övrigt var trenden positiv för art- och individantal samt biomassa vid denna lokal. 1997 ökade antalet glattmaskar explosionsartat och utgjorde sedan dess, jämte Östersjömusslor, samhällets huvudkomponenter avseende antal. Beskrivna trender indikerar en ökad näringstillgång d v s en eutrofieringseffekt i ett väl ventilerat område. Därutöver märktes en för lokalen osedvanligt hög biomassa av blåmusslor 1999.



Figur 7.7 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1989-1999 vid Köpingsvik (B6MS).

7.5.3 Hårda bottnar

Den enda hårdbottenstationen delas med Mörbylånga och presenteras under 7.2.

7.6 MÖNSTERÅS KOMMUN

7.6.1 Hydrografi

Båda stationerna ligger inne i grunda vikar. I M1V (Mönsteråsviken) motsvarar vinterytvärdena av fosfat halterna i öppna havet, medan nitrat varierar mellan 20 till drygt 60 µmol/l. Motsvarande kvävehalter i öppna havet är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena är bra.

I M3V (Timmernabben) är vinterytvärdena av fosfat ibland förhöjda, upp till 0.9 µmol/l erhölls vintern 1997. I öppna havet är de normalt 0.5 µmol/l. Nitrat är upp till 12 µmol/l vintrarna 1996 och 1999. Motsvarande kvävehalter i öppna havet är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena är bra.

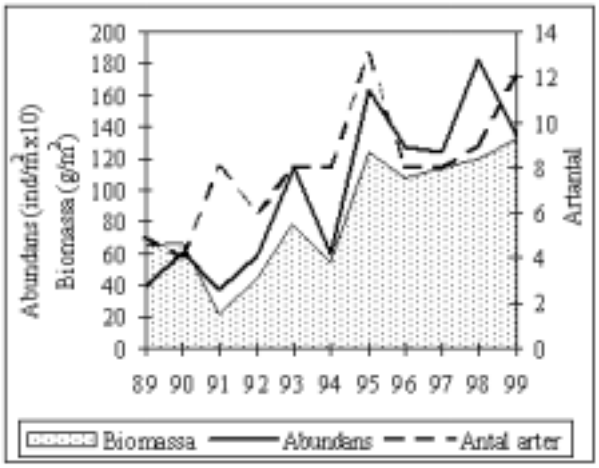
7.6.2 Mjukbottenfauna

Lokalerna i denna recipient var fördelade längs en tvådimensionell gradient, dels avseende djup (ca 5 till 12 m), dels med ökande avstånd från Mönsterås i sydlig riktning. Sedimenten hade hög glödförlust på de grundare lokalerna M4MS, M6MS (findetritusgyttja) och M8MS (sandig mo) och låg vid inre Timmernabben (M7M, moig sand). Den organiska halten var enligt Cato (2000) något högre vid yttre Timmernabben (M8MS) än vid inre Mönsteråsviken (M4MS) och Oknö (M6MS) (TOC/TC=11,2/11,0 respektive 10,0/10,0 och 10,4/10,4 %).

Inne i Mönsteråsviken (M4MS) noterades en stigande tendens för art- och individantal samt biomassa under 90-talet. Fortfarande var dock artantalet lågt med tanke på det ringa djupet. Vid Oknö (M6MS) och yttre Timmernabben (M8MS) ökade både fjädermygglarver och glattmaskar i antal det senaste året, vilket tyder på förändrade förhållanden även utanför Mönsteråsviken. Vid inre Timmernabben (M7M), där abundansen genomgående varit den högsta i denna recipient, skedde 1997 ett stort uppsving av abundansen bestående av ett flertal arter (t ex juvenila Östersjömusslor, slammärlor etc). Vissa år (1995/96 och 1998) utgjorde tusensnäckor ett dominerande inslag i faunasamhällena (mest *Potamopyrgus antipodarum* och vid M7M *Hydrobia spp.*), men 1999 var de färre än tidigare (utom för *Hydrobia spp.* vid M8MS).

Viktmässigt var Östersjömusslor till övervägande del dominant på alla lokaler, utom i inre Mönsteråsviken (se nedan), vilket innebar att totalbiomassans förändringar speglade utvecklingen av dessa musslor. Vid inre Timmernabben (M7M), som hade den högsta biomassan i denna recipient under hela 90-talet (se även abundans sedan 1997, ovan), övertog blåmusslor tillfälligt viktsdominansen 1996 och 1997. Här ökade ändock Östersjömusslornas biomassa de senaste fem åren, liksom i viss mån vid Oknö (M6MS). Rovborstmaskarnas vikt ökade respektive minskade på dessa två lokaler under samma period. Vid yttre Timmernabben (M8MS) halverades däremot biomassan av Östersjömusslor 1999 - så även deras medelvikt - efter att ha varit mycket hög 1997 och 1998.

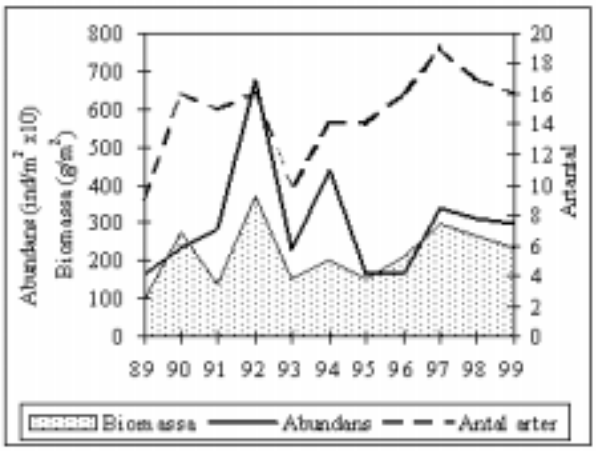
I inre Mönsteråsviken (M4MS) hade rovborstmaskar tätplatsen avseende vikt de senaste fem åren och deras vikt minskade något jämfört med 1995. I Mönsteråsviken fanns dessutom länets största bestånd av havsborstmasken *Marenzelleria cf. viridis* (både antal och vikt). Biomassan av denna havsborstmask, som etablerade sig i viken 1994, ökade gradvis och innehade den näst största biomassan sedan 1997. Detta innebar att den än så länge inte konkurrerat ut rovborstmasken eller andra arter (se nedan), vilket inträffat på andra platser i Östersjön.



Figur 7.8 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1989-1999 i Mönsteråsviken (M4MS).

Under decenniet ökade abundansen på alla lokaler utom vid inre Timmernabben (M7M). Under samma tid ökade dock biomassan bara inne i Mönsteråsviken (M4MS), men hade Östersjömusslornas bestånd inte minskat 1999 hade detta gällt även vid yttre Timmernabben (M8MS).

Tydliga indikationer på övergödning förelåg i inre Mönsteråsviken (M4MS). Den välutvecklade faunan på den inre lokalen vid Timmernabben berodde troligen på att området var välventilerat vilket även sedimentstrukturen antyder, samt möjligen även på ett visst inflytande från Alsterån.



Figur 7.9 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1989-1998 vid Timmernabben (M7M).

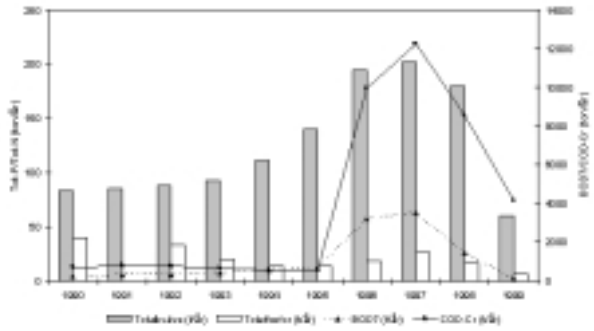
Tabell 7.1 Årsbelastning från Mönsterås Bruk, 1990 – 1999.

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
BOD	ton/år	241	318	319	430	564	675	3190	3546	1465	139
COD	ton/år	7512	7872	7567	6536	5504	5376	10121	12276	8567	4161
Susp (10) GFA	ton/år	313	348	329	413	451	514	1557	1712	1372	389
Kväve	ton/år	85	85	89	93	110	141	195	201	180	60
Fosfor	ton/år	41	39	33	21	14	13	17	27	16	6
Kadmium	kg/år						9	11	15	32	27
Koppar	kg/år						55	133	206	357	228
Nickel	kg/år						58	38	48	74	76
Krom	kg/år						49	74	52	40	19
Bly	kg/år						54	70	75	105	114
Zink	kg/år						2244	3098	2700	4410	3610

7.7 MÖNSTERÅS BRUK

7.7.1 Belastning

Information om utsläppen från Mönsterås Bruk finns för perioden 1990 – 1999.



Figur 7.10 Utsläpp från Mönsterås Bruk av totalkväve, totalfosfor, BOD7 och COD-Cr 1990 – 1999.

De variabler som betraktas här är BOD7, COD-Cr, totalkväve och totalfosfor. BOD7 (Biological Oxygen Demand) beskriver biologisk syreförbrukning, biokemisk oxidation av löst och suspenderat oxiderbart material under 7 dagar, COD-Cr (Chemical Oxygen Demand) beskriver kemisk syreförbrukning med krom-metoden, dvs den totala mängd syrgas som förbrukas vid totaloxidation av samtliga lösta och suspenderande föreningar till oorganiska slutprodukter. Totalkväve är den totala mängden kväve vilket innebär både organiskt och oorganiskt. Motsvarande gäller för totalfosfor.

Mängden BOD7 ökade successivt 1990 – 1995, ökningen var c:a 3 gånger. Under 1996 släpptes 3190 ton BOD7 ut vilket är en kraftig förändring, jämfört med tidigare. Det var 675 ton under 1995. Även under 1997 var det höga värden varefter de sjönk till lägsta värdet under 10-årsperioden, nämligen 139 ton under 1999.

För COD-Cr minskade utsläppt mängd under perioden 1990 - 1995, minskningen var 25 procent. Även här skedde en kraftig ökning 1996. Under 1997 erhölls högsta värdet under perioden, nämligen 12242 ton. En successiv minskning har sedan skett till det lägsta för hela 10-årsperioden som erhölls 1999.

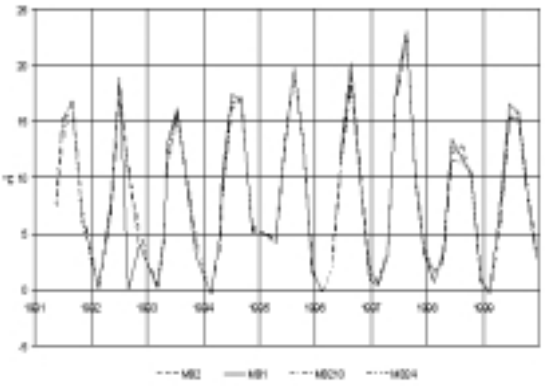
För totalkväve gäller att en viss ökning ägde rum 1990 till 1998, totalt sett en dubblering, medan 1999 års värden visar en kraftigt sjunkande tendens.

Totalfosfor har minskat från 40 ton/år 1990 till 6 ton/år 1999.

7.7.2 Hydrografi

MB2 (Kungsholmen), MB24 (Gåsö), MB210 (yttre tuben), MB1 (inre tuben) ingår i recipienten.

Temperatur
Temperaturen styr delvis algblomningen. Vid höga temperaturer ökar blomningen till en viss gräns, när det blir för varmt avtar aktiviteten. Somrarna 1995 – 1997 var de varmaste under 10-årsperioden, medan somrarna 1998 och 1999 var de kallaste.

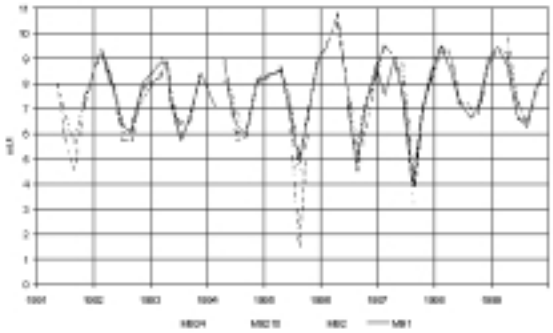


Figur 7.11 Ytvattentemperatur i fyra stationer utanför Mönsterås Bruk för perioden 1991 – 1999.

Salthalt
Salthalten är densamma på alla djup, ty vattenmassan är oftast välomblandad. Ytvärden visar att typiska halter är 6 - 7 psu.

Vecka 8 under 1994 gick salthalterna ner till c:a 2.5 psu på 1 meters djup, medan det på 2 meters djup inte var någon minskning. Detta noterades i MB24 och MB1, i de övriga två utfördes ingen provtagning. Detta berodde på att det troligen var islagt (-0.3 grader på 1 meters djup) och att sött vatten från Emån låg under istäcket. Det är också intressant att notera att TOC och totalkväve var extremt höga samtidigt. Det var alltså växtmaterial och kväve från Emån som ansamlats i ytskiktet. Cirka 1/3 av kvävet var oorganiskt och resten var organiskt kväve.

Syrgashalt i bottenvattnet
De fyra stationernas syrehalter följer varandra mycket väl åt vilket visar att förhållandena i området är homogena. Lägst halter erhålls dock ofta i MB2.



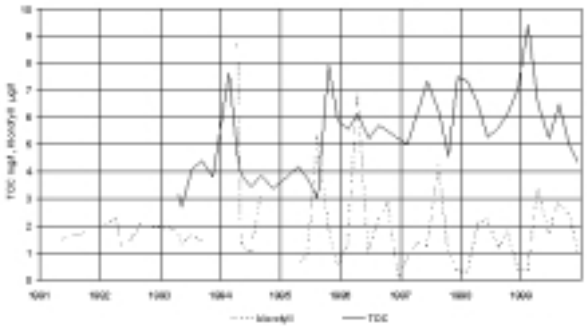
Figur 7.12 Syrgashalter vid bottnen vid fyra stationer utanför Mönsterås Bruk för perioden 1991 – 1999.

Syrehalterna är alltid lägst under sensommaren/början av hösten. Det beror på att döda plankton faller till botten och det krävs stora mängder syre för att bryta ner det organiska materialet. Dessutom innebär höga vattentemperaturer att mindre mängd syre kan lösas i vattnet. När höststormarna blandar om vattnet stiger syreinnehållet i bottenvattnet.

Lägst syrevärden erhölls 1995, 1996 och 1997 (1 – 6 ml/l), medan 1998 och 1999 var de år under mätperioden när de högsta syrehalterna, 6 – 7 ml/l, erhölls på sensommaren/hösten. Halter under 4 ml/l förekom endast i MB2, där minimum var hösten 1995, när 1.5 ml/l erhölls. Värden över 4 ml/l utgör inget hot mot liv på bottnen. Åren med låga värden korrelerar inte mot höga värden hos utsläppta mängder syreförbrukande material och totalkväve, ty dessa var höga under perioden 1996 – 1998 och syrevärdena var låga 1995 - 1997. Detta visar att lokala effekter av syreförbrukande material

och närsalter är svåra att se i MB24, MB210 och MB1. En tydlig koppling kan utläsas mellan höga sommartemperaturer och låga syrevärden vid bottnen 1995 – 1997, samt låga sommartemperaturer och höga syrevärden 1998 – 1999. Detta är ett rimligt samband då varma somrar kan ge ökade mängder alger, som sedan ska brytas ner med åtföljande syrekonsumtion. Hos närsalterna syns inga toppar dessa år vad gäller vinterpoolen och inte heller höga klorofyllhalter under sommaren. Förklaringen till detta kan vara att provtagningarna görs glest i tiden och man fångar inte alltid kortvariga toppar. Några trender hos syrehalten vid bottnen kan inte utläsas.

Klorofyll
Klorofyll visas som ett medelvärde över ytvärdena i alla 4 stationerna.



Figur 7.13 Klorofyllhalten och TOC som ett medelvärde över de 4 stationerna, ytvärden.

Klorofyllkoncentrationen ger ett grovt mått på växtplanktonbiomassan i vattnet. Klorofyllhalten i växtplankton varierar bl.a. med ljusförhållanden, temperatur och närsaltstillgång. Vid blomning, normalt en kraftig på våren och en något mindre kraftig på sommaren, ser man markanta toppar i klorofyll-a. Man ser i data att man vissa år missat maximum av blomningen varför det är svårt att jämföra åren. Data antyder att klorofyllhalterna kan ha varit lägre under 1998 och 1999. Här finns ingen koppling till övriga variabler. Man kan dock jämföra med syrehalten i bottenvattnet efter blomningarna. En kraftig vårblomning (1994, 1996 och 1999) tycks inte ge utslag i syrehalten, medan en kraftig sommarblomning (1995 och 1997) ger låga syrgashalter. Detta är helt följdriktigt då de ligger nära varandra i tiden, d.v.s. sommarblomningens storlek bör kunna påverka syrehalten på botten på sensommaren/hösten. Provtagningarna tycks ha fångat det hör sambandet. Några trender kan inte utläsas i klorofyllhalten.

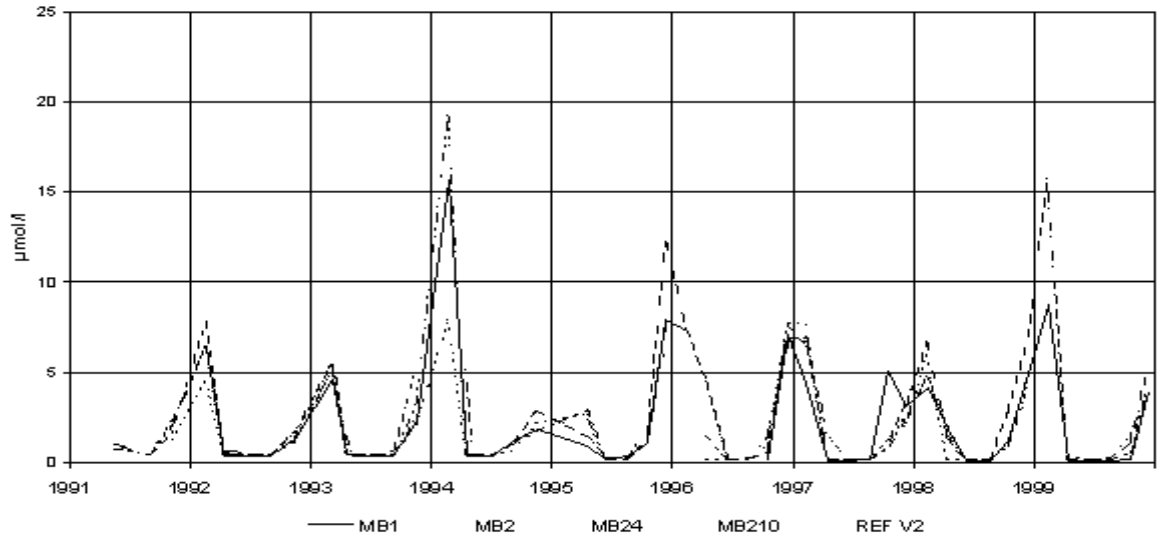
Totalt organiskt kol, TOC
TOC visas som ett medelvärde över ytvärdena i alla 4 stationerna.

TOC är ett mått på den totala mängden kol i vattenmassan både i löst och partikulärt organiskt material och är på så sätt relaterat till mängden organiskt dött och levande material. TOC ger inte förhöjda värden när klorofyll har maximum. TOC är normalt högt på vintern, speciellt i MB2, men även i de övriga stationerna. Några trender i TOC kan inte utläsas, möjligen en antydan till ökning sommartid.

Kväve,(oorganisk; nitrit och nitrat), ytvärden
Kväve visas som ett ytvärde i varje station, samt i referensstationen REFV2.

Vinterpoolen av oorganiskt kväve visar hur mycket oorganiskt kväve som finns tillgängligt innan blomningen börjar. Någon gradient mellan stationerna finns inte.

Vintervärdet i MB2 1998/1999 var det högsta under mätperioden, vilket var en effekt av vatten från Emån, då salthalten i MB2 vid det här tillfället var låg. Detsamma gäller för det höga vintervärdet 1995/1996 i MB2. Vecka 8 1994 var kvävehalten extremt hög i MB2 och MB24, vilket hänger samman med att mycket sött vatten fanns i provtagningspunkterna. Vid de tre tillfällena med extremt höga kvävevärden i MB2 var det alltså sötare kväverikt vatten från Emån som fanns här. Låga värden under vintern 1994/1995 berodde på utebliven provtagning, vilket innebär att man då inte fångade det högsta värdet.



Figur 7.14 Ytvärden av nitrat och nitrit i de fyra stationerna utanför Mönsterås Bruk, samt referensstationen REFV2.

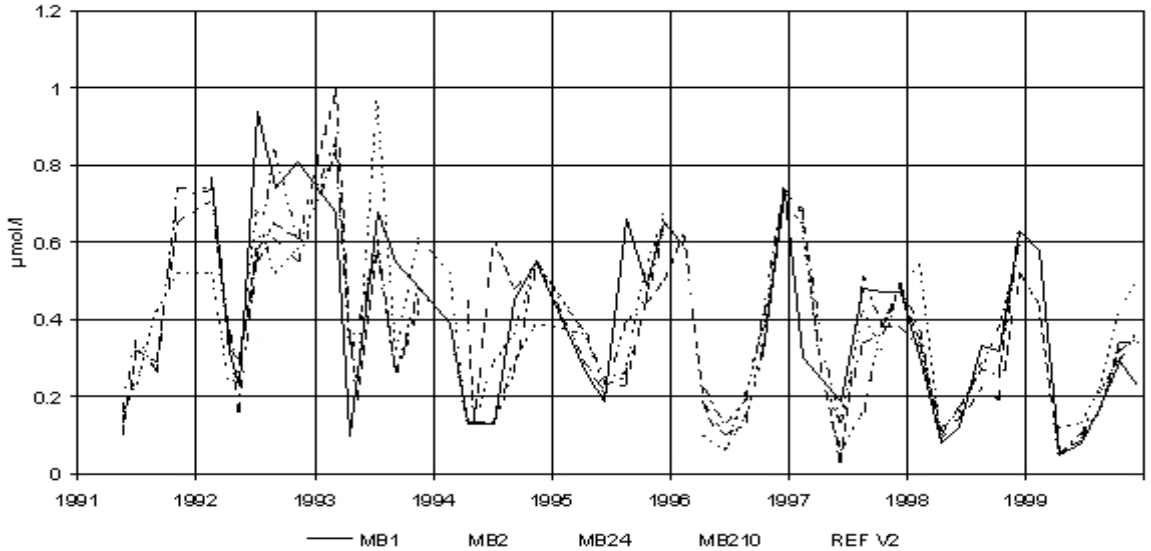
Referensstationen REFV2 visar i princip samma vintervärden som de fyra stationerna utanför Mönsterås Bruk. När den visar lägre kvävevärden beror det på att det söta Emåvattnet inte når dit ner. Det har spätts ut effektivt. Detta visar alltså att vinterpoolen av nitrat och nitrit är densamma i de öppna delarna av Kalmarsund som utanför Mönsterås Bruk.

Varje sommar tar det för växterna tillgängliga kvävet i princip slut, vilket visar att systemet är kvävebegränsat.Vintertid ligger nitrat- och nitrithalterna normalt mellan 5 och 10 µmol/l, medan totalkväve vintertid är 20 – 30 µmol/l. Det går inte att utläsa någon trend.

Fosfatfosfor

Fosfatfosfor visas som ett ytvärde i varje station, samt i referensstationen REFV2.

Data före 1995 visar en stor oregelbundenhet och är därför svårtolkade. Vinter-innehållet av oorganiskt fosfor visar ingen tydlig trend, men en minskning kan skönjas. Sommarminimat visar en minskande trend som ger minskande halter från omkring 0.2



Figur 7.15 Ytvärden av fosfatfosfor i de fyra stationerna utanför Mönsterås Bruk, samt i referensstationen REFV2.

µmol/l 1991 – 1995 till cirka 0.1 µmol/l 1996 – 1999. Detta visar då att fosfatinnehållet totalt över året har minskat. Klorofyllvärdena ger ingen ledtråd här, då de inte till fullo täcker växtmaxima.

Vintertid är fosfathalterna 0.4 – 0.7 µmol/l och totalfosfor är vintertid 0.8 – 1.3 µmol/l.

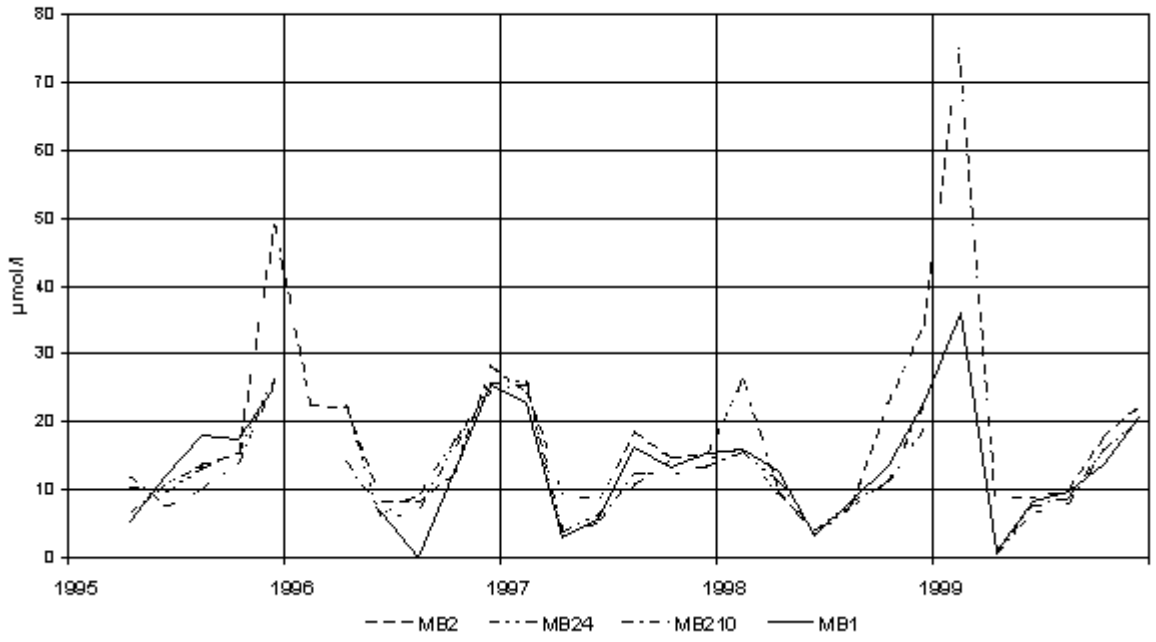
Silikat

Silikat tillförs ytvattnet genom tillrinning eller genom uppvällning av djupvatten. I de aktuella stationerna finns det ett mycket tydligt samband mellan sötare vatten och hög silikathalt.

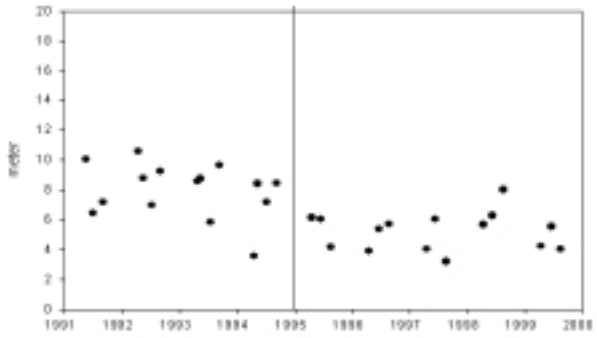
De tre topparna med höga silikatvärden är således helt kopplade till att sött vatten finns i ytskiktet vid tre olika vintertillfällen. Stationerna följer varandra väl åt. På sommaren ser man att silikathalten går ner till ett minimum, men det tar inte slut. Vid vårblomningen 1999 var silikathalten dock nere i nära noll.

Siktdjup

Siktdjup är ett mått på mängden partiklar och organiskt material i vattnet och beror således på hur långt ner i vattnet som solljuset kan tränga. Ett litet siktdjup innebär att ljuset absorberas kraftigt eller sprids effektivt. Det ger bl a information om mängden biomassa. Före 1995 mättes siktdjupet med hjälp av vattenkikare. Eftersom vattenkikare är avsedd för skyddade vatten och är svår att använda för att få ett rättvist resultat vid dålig väderlek togs denna bort efter 1995. Det innebär att man måste vara varsam med att jämföra siktdjup före och efter 1995 med varandra. Då det från och med 1995 dessutom utfördes fler mätningar vintertid kan inte siktdjupet betraktas som en sammanhängande tidsserie.



Figur 7.16 Ytvärden av silkat i de fyra stationerna utanför Mönsterås Bruk



Figur 7.17 Siktdjup, som medelvärde av de fyra stationerna utanför Mönsterås Bruk 1991 – 1999, april – september.

Man kan se en svagt sjunkande trend 1991 – 1994, från 6 – 10 meter till 4 – 9 meter, medan siktdjupet 1995 – 1999 ser ut att ha varit oförändrat 3 - 7 meter, möjligen en svag förbättring. Siktdjupet är alltid bättre i MB210 och ofta lågt i MB1. Detta är naturligt då det blir bättre sikt när man fjärmar sig från kusten. Den här gradienten är tydlig 1991 – 1995, men mindre markant från 1995, men finns kvar.

7.7.3 Mjukbottenfauna

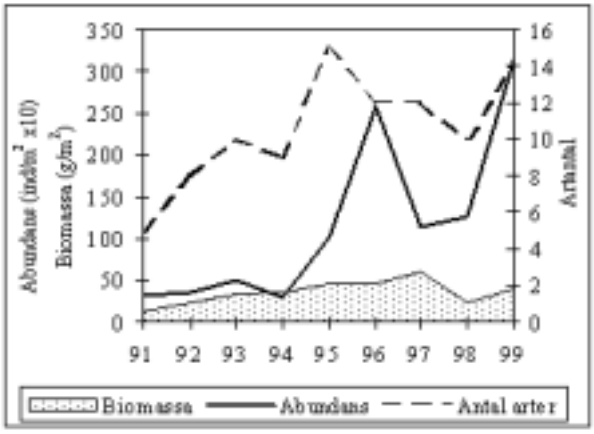
Mönsterås Bruk bidrar med det största enskilda påslaget av alla i länets punktkällor beträffande syretärande ämnen samt kadmium. Recipienten har emellertid en god vattenomsättning med övervägande transportbottnar, vilket sedimenten visar (nedan) och syrgashalterna har aldrig visat för infaunan kritiska värden under 2 ml/l enligt SMHI:s mätningar. De lägsta syrgasvärdena uppmättes vid Kungsholmen (hydrografilokalen MB2, intill bottenfaunalokalen MB4MS). Under 90-talet var avrinningen från land exceptionellt hög 1998 resulterande i en ökning av organiskt material, vilket kanske kan verifieras, när data från sedimentfällor 1998 blir tillgängliga.

En koncentrationsförhöjning av närsalter, organiska substanser och vissa tungmetaller enligt resultat från sedimentfällor uppmättes inom en sektor runt emissionspunkten från bruket. Mätstationerna som är identiska med bottenfaunastationerna är understrukna (stationer utan sedimentfällor: asterisk) (årsrapporten, 1998). I denna påverkanzon utanför Mönsterås Bruk ligger sex lokaler på djup från 8-16 m, vilka har minerogena sediment. Ett undantag härvidlag utgör den grundaste lokalen vid tubens inre del (MB3MS*), som har ett sediment bestående av findetritusgyttja med hög glödförlust och organisk halt (Ig ca 25 %, TOC/TC 10,98/ 10,94 %). Lokalerna ligger spridda inom en sektor med spetsen i den grundaste lokalen MB3MS* och de övriga fördelar sig dels österut (MB6MS och MB210VMS, 10 resp 14 m), dels norrut (MB16MS* och MB230MS, båda 16 m) samt söderut (MB8M*, 10 m).

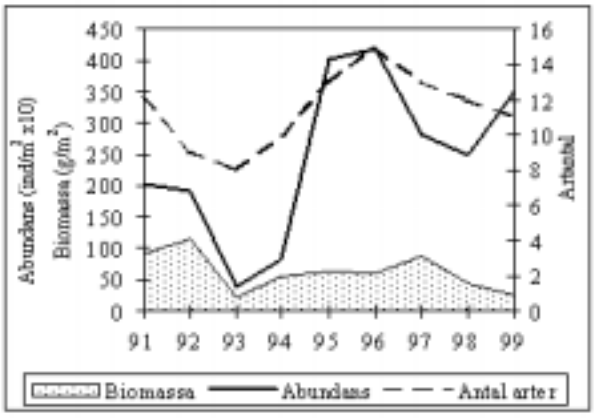
Vid Svartingskär (MB210VMS) har sedimentet förändrats på senare år och finsanden har uppvisat inslag av dels gyttja (1997, 1998, 1999), dels sten och grus (1997). Dessutom har analysen av faunan visat att det var svårt att erhålla fem prover från ett stratum (t ex 1997 samt 1999), d v s hade likvärda samhällen. Bottnen har således blivit mer heterogen och det har varit problem med att finna representativa prover.

Mellan 1998 och 1999 ökade individtätheterna för alla lokaler inom påverkan-zonen med ett- till tretusen per kvadratmeter, och 1999 registrerades de högsta abundanserna som förekommit under hela 90-talet. Ökningen var dock ringa vid nordöstra Gåsö (MB230MS). De arter som tillsammans bidrog till abundansökningen var fjädermygglarver, glattmaskar och tusensnäckor. Förhållandet mellan samhällenas dominanta arter förändrades därigenom avsevärt 1999. Dessa arters massuppträdande tyder på ett

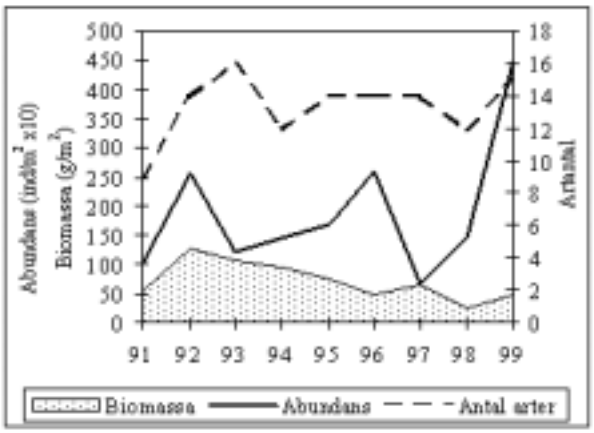
ökat näringstillskott orsakat av Emåns höga flöde 1998, som ger en god överlevnad för unga individ samma år och en ökning av bestånden följande år (jfr östra brofästet, Ml2M). Även ur ett tioårsperspektiv förelåg en positiv utveckling av abundanserna vid fyra av de sex lokalerna inom påverkanzonen, dvs överallt utom vid Soleskär (MB6MS) och norra Gåsö (MB16MS). Därutöver ökade den totala biomassan betydligt 1999 på de tre lokalerna i anslutning till avloppstuben. Ökningen vid en av dessa lokaler berodde dock troligen på att man var tvungen att byta position för att finna samma sediment som tidigare (norra Gåsö, MB16MS). Östersjömusslorna återhämtade sig efter nedgången 1998 vid tubens inre del (MB3MS) och 78 % av beståndet utgjordes av unga individ (jfr 1996: 84 %), vilket eventuellt kan gagna den framtida utvecklingen. Å andra sidan minskade biomassan vid tre lokaler i påverkanzonens ytterkant (MB8M, MB210VMS och MB230MS). Totalt sett, d v s under 90-talet, förelåg emellertid en negativ utveckling av biomassan för alla lokaler i påverkanzonen, med undantag för den grunda lokalen vid tubens inre del (MB3MS).



Figur 7.18 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1991-1999 vid tubens inre del (MB3MS).



Figur 7.19 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1991-1999 vid tuben vid Soleskär (MB6MSf).



Figur 7.20 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1991-1999 vid Svartingskär (MB210MSf).

I den yttre zonen av recipienten ligger tre lokaler på något större djup; i norr MB4MS (16 m, TC/TOC 6,03/5,97 %, Cato, 2000), i väster MB17MS (21 m) och i söder MB220MS (18 m).

Vid Kungsholmen (MB4MS) märktes en nästan lika stor abundansökning som vid tubens inre del (MB3MS). Trots skillnaderna i djup hade båda dessa lokaler samma typ av sediment och likstora glödförluster. Men här i norr, där den organisk halten var lägre, utgjordes ökningen i antal nästan enbart av fjädermygglarver. Förhållandena i samhället förändrades stegvis från en domi-

nans i antal av Östersjömusslor till glattmaskar (1998) och fjädermygglarver (1999). Beståndet av Östersjömusslor, och därmed totala biomassan, hämtade sig inte såsom vid tubens inre del, men nyrekryteringen var bättre 1999 än tidigare år. I det längre perspektivet hade båda lokalerna med liknande sediment en positiv abundansutveckling, men skilda tendenser avseende biomassan. I påverkanzonen var biomasseutvecklingen bättre än i den yttre zonen i norr, där vikten av Östersjömusslor varit mycket låg de sista två åren och fjädermygglarver hade den största andelen av den totala biomassan 1999.

Vid Kungsholmen var likheterna större med den närliggande referenslokalen Melgrund (RefM2S2, figur 6.16, 12,5 m, TC/TOC 4,39/4,20 %, Cato, 2000) än med lokalen vid tubens inre del. Båda lokalerna låg inom Emåns influensområde, dessutom har de ett större djup och lägre organisk halt i sedimentet än vid tubens inre del. Östersjömusslornas biomassa var starkt vikande för båda lokalerna de sista två åren, men med en god rekrytering, d v s stor andel unga musslor 1999 (MB4MS=80 %, RefM2S2=98 % juvenila). Melgrund visade samma tendens med hög abundans sedan 1995. En skillnad var att fjädermygglarverna genomgående dominerade faunan vid Melgrund, medan de endast dominerade sista året vid Kungsholmen.

En jämförelse med förhållandena vid Emåns mynning (E4M3), en lokal som ligger något längre norrut på ungefär samma djup som tubens inre del, visar att denna lokal haft en annorlunda och delvis motsatt utveckling mellan 1998 och 1999.

På de två andra lokalerna i den yttre zonen vid sydost Vållöromp och Långskär (MB17MS, MB220MS), där sedimenten var utpräglat minerogena, expanderade bestånden av blåmusslor 1999. Vid Vållöromp (MB17MS) tredubblades abundansen under 90-talet. I detta samhälle skiftade dominansförhållandena varje år och orsakade stora svängningar i individtätheten. Under samma period för-svagades biomassan, vilket berodde på sviktande bestånd av Östersjömussla, vars vikt nästan halverades. Vid Långskär (MB220MS) noterades en stark abundans-utveckling i mitten av 90-talet, men därefter märktes en återgång till den tidigare nivån. Östersjömusslorna uppvisade en oregelbunden viktutveckling, och efter de tre sista årens uteblivna nyrekrytering försvann de så gott som helt.

Av de lokaler som ligger ute i Kalmarsund återfinns två av de tre djupast belägna provtagningspunkterna i länet; NV Djupvik och Horns udde (MBY8MS och MBY12MS). Samhällena karaktäriserades av Östersjömusslor respektive vitmärlor avseende antal. Vid Djupvik, rakt öster om Mönsterås Bruk, fördubblades Östersjömusslornas abundans under de fem år som undersökningar företagits. 1995 noterades ett större antal vitmärlor, men sedan dess har de varit fåtaliga. Vid Horns udde i norra de-

	MB3MS(7,5 m)	MB4(16 m)	Ref2S2(13 m)	E4M3(5 m)
Abundans, A	+1900	+1300	+3000	-7200
Biomassa, B	+17	+3	-6	-62
A: Fjädermygglarver	+700	+1200	+2900	-1700
Glattmaskar	+200	-90	+30	-1700
Tusensnäckor*	-100			-3000
B: Östersjömusslor	+9	-7	-19	-36

**släktet Potamopyrgus*

Tabell 7.2 Jämförelser mellan 4 lokaler norr om Mönsterås Bruk 1998-1999 (avrundade tal)

len, däremot, har deras bestånd varit starkt under samma period med täthetsmaxima 1995 och 1998. Omvärldsförhållanden såsom djup och glödförlust var lika och vitmärlornas antal borde också vara likstora. Östersjömusslornas biomassa fördubblades vid NV Djupvik, men vid den tredje utsjölokalen Eneskärsbådan (MBY10MS) i söder, dominerade Östersjömusslor fram till 1998, då dessa försvann och ersattes 1999 av f a fjädermygglarver (antal) och blåmusslor (vikt).

I den aktuella recipienten drabbades Östersjömusslorna av en 50 %-ig minskning eller mer beträffande biomassan för sju av de nio lokalerna under 1998 och/eller 1999 oavsett djup och sedimentstruktur. I flera fall raderades i det närmaste hela beståndet ut (MB4MS, MB16MS, MB220MS, MBY10MS), liksom vid den närbelägna referenslokalen (RefM2S2). En tänkbar förklaring kan vara att fritt drivande alger ansamlats på bottnen och under nedbrytningen orsakat en lokal syrgasbrist. Ökad algbiomassa är ett tecken på eutrofiering. Denna hypotes styrks av att abundansen av övriga arter reducerades samtidigt på nämnda lokaler med undantag av MB4MS.

Detta utgör förmodligen inte hela förklaringen. Före och/eller i samband med minimum i biomassa uppvisade antalet unga individ jämförelsevis låga värden. Medelvikten per individ ökade märkbart och nådde ett maximum före eller under nedgången. Händelseförloppet kan tolkas som att beståndet åldrats och dött ut i avsaknad av föryngring. Det förfaller således som om nyrekryteringen sviktat av någon anledning. Om så är fallet bör detta utredas, eftersom Östersjömusslor är en nyckelart i det ekologiska systemet, vilket påtalades även i förra årsrapporten (s.32).

I andra områden i Östersjön har man kunnat påvisa att tätheten av vuxna individ reglerar yngelframgången och påverkar rekryterna negativt (Bonsdorff *et al*, 1986). På andra sidan Kalmarsund märktes en biomasseökning, så även vid vissa angränsande lokaler i söder. Här var individtätheten av vuxna 100 - 1 000 m^{-2}. Tätheterna av vuxna individ var bara 100-400 m^{-2} vid lokalerna omkring Mönsterås Bruk inklusive tillhörande referenslokal, innan biomassan reducerades. Sedermera har man upprättat en modell för en mängd olika faktorer som inverkar på de unga musslornas överlevnad på grunda sandbottnar (Bonsdorff *et al*, 1995). I denna modell ingår även förekomsten av för musslorna specifika parasiter som en faktor och det är känt att individ som exponerats för miljögifter är mer mottagliga för sådana angrepp. Det återstår sålunda en del frågor i samband med viktbortfallet hos Östersjömusslor.

7.7.4 Hårdbotten

Blåstångsbältet

Utvecklingen av blåstångsbestånden har följts för 11 stationer vid Mönsterås Bruk sedan 1991. Fyra stationer som ligger intill utsläppstuben, S.Gåsö (MB6I), Vargeskär (MB8I), Svartingskär (MB10I) samt Busken (MB11I) har helt saknat tång sedan 1994-95. Bestånden av blåstång på dessa lokaler skadades av utsläpp av klorat under 1980-talet och har därefter inte återhämtat sig. Ytterligare en station nära utsläppstuben vid Soleskär (MB9HI) har utvecklats negativt. 1991 började ett nytt bälte bildas på huvudprofilen men denna positiva utvecklingen upphörde under efterföljande år. En tänkbar orsak till detta kan vara att betningen ökat, vilket även stöds av noteringar under fältstudierna. Analyserar man den totala utbredningen över alla fem profiler förekom 1999 bara bälte på en av dessa.
Om samtliga tångplantor har försvunnit från en plats försvåras möjligheterna betydligt för en nybildning av samhället, vilket kan ses på de fyra stationer runt utloppet där tången helt försvann 1994-95, och inte återkommit sedan dess. Tångens förmåga att ge upphov till nya plantor inskränker sig till en

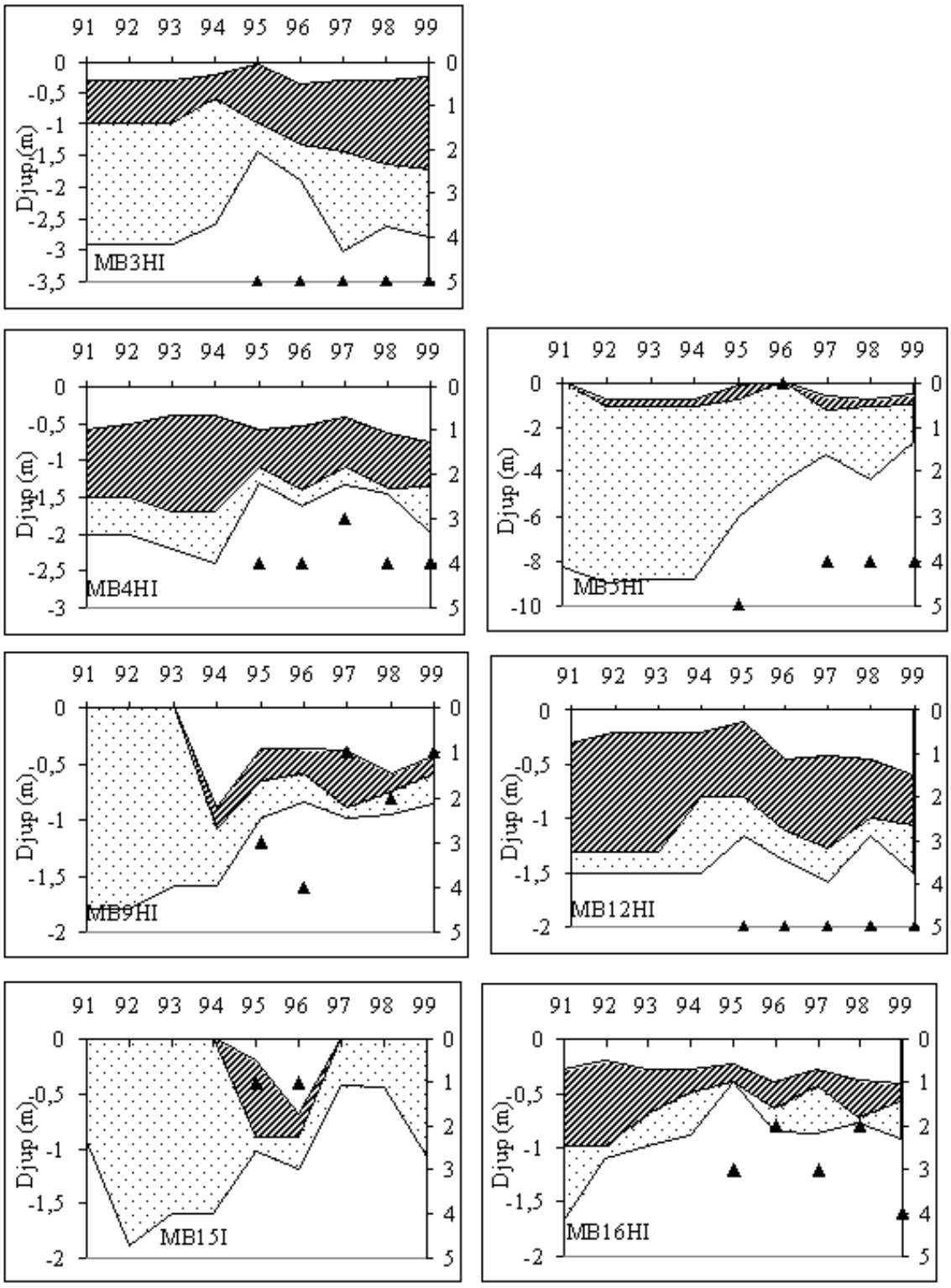
mycket liten radie runt moderplantan, vilket innebär att nyrekrytering till ett helt utslaget område blir beroende av att lösryckta, fortplantningsdugliga plantor transporteras till platsen med vattenströmmarna. Konkurrens om lämpliga hårda ytor från fintrådiga alger och betning från snäckor och östersjögråsuggor motverkar fram-gångsrik nyetablering.

Fyra stationer inom en radie av några kilometer från tuben har haft relativt livskraftiga tångbälten under hela perioden 1991-1999. Tre är belägna norr om tuben, vid Kungsholmen (MB3HI), St.Sillekrok (MB4I), NV Gåsö (MB5HI) och en i södra delen av recipienten vid Ekö (MB12HI). Lokalen vid Gåsös nordvästsida har legat på en jämn nivå trots att bältet är smalt både i djupled och bredd. Vid inventeringen 1996 var dock tången så gles att den inte bildade ett sammanhängande bälte. Tångens djuputbredning har minskat på lokalen, från ca 8 m i början av 1990-talet till ca 4 m under senare år. Stationen vid Ekö och de två stationerna längs farleden in till Mönsterås Bruk vid Kungsholmen och Sillekrok har alla haft livskraftiga bälten under hela perioden och bältet vid Kungsholmen har tenderat att tillväxa i djupled under senare år, medan bältena vid Sillekrok och Ekö tenderar att ha blivit smalare under den senare delen av 1990-talet. Vid Ekö och Kungsholmen har bälten funnits på samtliga fem profiler sedan undersökningarna utvidgades från en till fem profiler 1995. Vid Gåsö och Sillekrok har ett sammanhängande bälte saknats på en eller två av profilerna vid huvuddelen av inventeringarna. I recipientens södra del ligger en station med minskande tångutbredning och en med en relativt stabil utveckling. Stationen vid Svartören nära Oknö (MB15H) har förlorat det tångbälte som bildades 1995. De enstaka tångplantor som finns kvar på platsen har under senare tid sakta vuxit till och förökat sig. Vid Utterskär (MB16H) i Timmernabbenvikens mynning har tången haft en jämn utbredningsnivå de senaste fem åren, men ett sammanhängande bälte har endast funnits på två till tre av de fem profilerna. Bältet var dock bredare i början av 1990-talet. Huvudprofilen miste sitt bälte 1997 men det återetablerades 1999, vilket bidrog att bälten för första gången registrerades på fyra profiler. En snarlik utveckling har registrerats på referenslokalen längre söderut vid Revsudden, som helt saknade bälten 1997, men där senare en viss återhämtning har inträffat. En minskad djuputbredning har observerats för alla tre lokalerna, från 1,5-2,5 m i början av 1990-talet till 1-1,5 m under senare år.

Rödalgsbältet (se figurer under 6.1.3)

Rödalgssamhällena i recipienten hade 1999 en för länet genomsnittlig biomassa. Med något undantag fanns en dominans för rödslick på stationerna från utsläpps-området och söderut, medan fjäderslick dominerade i norr. En relativt stor förekomst av gaffeltång återfanns liksom 1998 vid Sillekrok i norr och arten hade 1999 även etablerat sig vid Vargeskär och Ekö. En påtaglig skillnad från föregående år var att de då rikligt förekommande fintrådiga brunalgerna endast förekom sparsamt. Enda undantaget utgjordes av lokalen vid Kungsholmen. Lokalerna vid Oknö och Timmernabben hade mycket svaga algsamhällen.

Djurens abundans låg nära ett genomsnitt för länet och variationen mellan enskilda stationer var relativt liten. De båda lokalerna i söder avvek dock negativt. Blåmusslor och tusensnäckor var vanligast, i synnerhet i norr. Söder om tuben återfanns höga tätheter av klosaxgråsugga och den småvuxna gråsuggan *Jaera sp.* var vanlig i hela området. Biomassan dominerades starkt av blåmusslor och en ökning från 1998 indikerades av proverna. Musslornas vikt var bland de högsta i länet och jämförbar med den vid Oskarshamnsverket. Ett uttalat undantag utgjordes dock av lokalen vid Timmernabben, som tillsammans med en lokal vid Västervik hade länets svagaste bestånd.



Figur 7.21 Blåstångens utveckling 1991-1999 på sju lokaler i recipienten för Mönsterås Bruk.(mörkare raster anger >25% täckning (bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte)

7.7.5 Provfisken

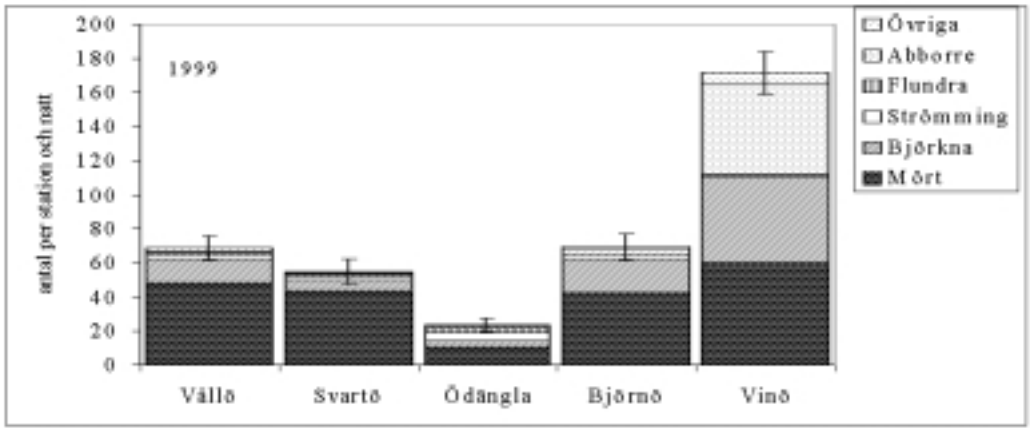
Provfisket bedrevs enligt fiskeriverkets rutiner (Thoresson, 1992) under tre veckor på högsommaren, med start i slutet av juli, på fyra sektioner (delområden) i närområdet och på en sektion inom ett referensområde i Misterhults skärgård. Sektionerna har tilldelats lokala namn.

Antalet fiskade lokaler reducerades 1998 till sex fasta stationer per sektion, från att under det inledande året (1995) ha varit tolv och under de två följande åren åtta stationer. Reduktionen föregicks av en utvärdering av resultaten för de viktigaste arterna och vid bedömningen togs hänsyn till variansen mellan lokalerna inom sektionen och till känslighet för störningar. Trettiosex ansträngningar gjordes i alla områden. Störda ansträngningar registrerades vid tre tillfällen. Vattentemperaturerna på lokalerna i Mönsterås var ca en grad högre än 1998. De lokala variationerna liknade dem 1998, med högsta registreringar vid Vållö och Björnö och lägsta vid Ödängla, som var en till två grader kallare än övriga lokaler. Vid Vinö var medeltemperaturen vid redskapen 15º, vilket var fem grader mer än året innan. Den totala fångsten för de fyra sektionerna vid Mönsterås Bruk uppgick till 7800 fiskar, vilket innebär en ökning med knappt 800 fiskar från föregående år (Bilaga 2.6). Fångsterna dominerades av björkna och mört och var ungefär lika stora vid Vållö, Svartö och Björnö. Den totala fångsten av abborre uppgick till 157 fiskar, vilket är det lägsta värde som registrerats sedan provfiskena inleddes 1995. Liksom föregående år var fångsterna vid Ödängla mycket små. Denna lokal gav dock de största fångsterna av flundra och strömming. Flundran var ovanligt talrik på alla lokaler, vilket även noterades i samtidiga provfisken längre norrut i Småland och Östergötland. Fångsten vid Vinö var tre gånger större än 1998 och dominerades helt av ungefär lika andelar abborre, björkna och mört. Gädda förekom mycket sparsamt i alla områden. Som mest fångades sex gäddor vid Vinö.

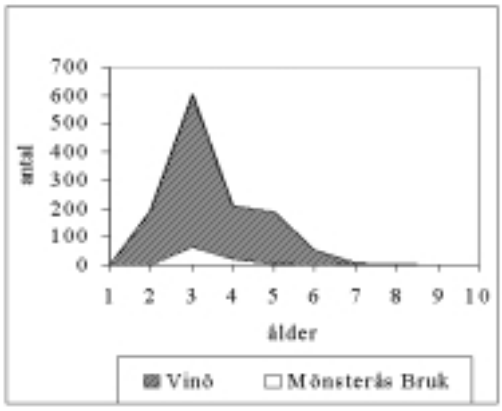
Åldersanalys gjordes 1999 på alla abborrhonor som fångades i recipienten. Liksom föregående år dominerades fångsten av årsklasserna från 1995 och 1996. Den senare årsklassen dominerade starkt vid Vinö, där den dock var betydligt talrikare. Fångsten av treåringar vid Vinö var 36 gånger större än fångsten per sektion i recipienten. Vid Vinö förekom dessutom ett relativt stort inslag av abborrar födda 1997. I recipienten fångades endast en abborre från denna årsklass. Medellängden för treåringarna vid Mönsterås Bruk var 17,1 cm vid inledningen av tillväxtåret 1999. Treåringarna vid Vinö var nästan 2 cm kortare, vilket sannolikt i första hand kan tillskrivas de temperaturskillnader som observerats under senare år.

Sektion	kod	Antal fiskade stationer	Antal anstr	Vattnets medeltemperatur
Vållö	MB1F	6	36(2)	15,0
Svartö	MB2F	6	36(0)	13,8
Ödängla	MB3F	6	36(1)	12,6
Björnö	MB4F	6	36(0)	14,2
Vinö	Ref1MBF	6	36(0)	15,1

Tabell 7.3 Sammanställning av fiskeansträngningar samt vattnets medeltemperatur vid redskapen. Störda ansträngningar ges inom parentes. En ansträngning motsvarar fiske på en station under en natt.



Figur 7.22 Fångst per station och fisketillfälle i provfiske med nätlänkar vid Mönsterås Bruk och i referensområdet vid Vinö 1999.



Figur 7.23 Totalfångst abborre (honor) fördelad på åldersgrupper för fyra sektioner vid Mönsterås Bruk och en sektion i referensområdet vid Vinö 1999.

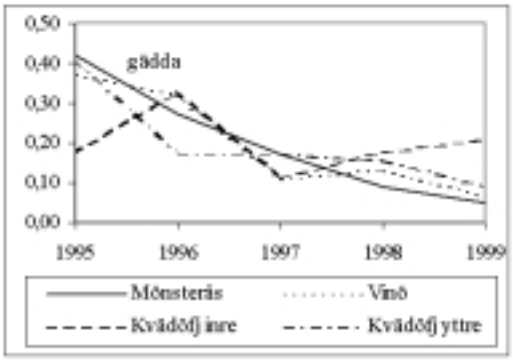
Utveckling 1995-1999

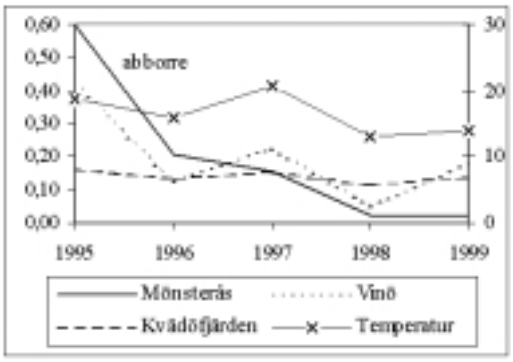
Fångsterna vid Mönsterås Bruk har utvecklats negativt under perioden 1995-1999. Bakom denna utveckling ligger till stor del en mycket markerad tillbakagång för abborre, som saknar motsvarighet i referensområdena Vinö och Kvädöfjärden. Fångsterna 1999 uppgick till ca 3% av fångsterna i recipienten 1995 och till ca 2% av fångsterna vid Vinö. Låga vattentemperaturer i samband med fisket under de båda senaste åren har bidragit till utvecklingen. Vattentemperaturen har varierat på ett likartat sätt i referensområdena och kan av denna anledning endast delvis förklara nedgången. Den relativt goda årsklass från 1992 som dominerade fångsterna inledningsvis försvann snabbt ur fångsterna och har därefter inte ersatts genom nyrekrytering av ungfisk. Under 1999 fångades endast femton abborrar som var kortare än 20 cm. Dödligheten hos rekryterade årsklasser har varit högre än i referensområdena (Saulamo et al. 2000).

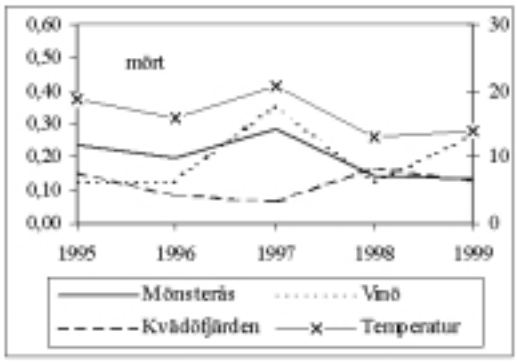
Utvecklingen för gäddan liknar den för abborre, med en tillbakagång vid Mönsterås av i storleksordningen 90% under undersökningsperioden. En motsvarande nedgång har dock även registrerats i referensområdena, med undantag för innerskärgården i Kvädöfjärden. Mörten har dominerat fångsterna vid Mönsterås alla år och tecken har hittills saknats på någon anmärkningsvärd förändring av bestånden. Ett starkt samband till vattentemperaturen föreligger under undersökningsperioden.

Rekryteringsskador har observerats i stora delar av Kalmarsund under senare år och 1999 påträffades inga yngel av abborre och gädda i området mellan Emån och gränsen till Blekinge och mört förekom ytterst sparsamt (Andersson et al. 2000). En likartad situation rådde 1998. Muntliga rapporter har inkommit om en motsvarande utveckling i andra områden, exempelvis runt Gotland och Öland. Utredningar av problemet

och dess bakgrund har visat att den vuxna fisken var fullt reproduktionsduglig och starka indikationer finns att ekologiska förändringar i rekryteringsmiljöerna, främst en omfattande förekomst av fintrådiga alger, missgynnat de aktuella arternas tidiga livsstadier. Predation från skarv har sannolikt bidragit till den negativa utvecklingen i skarvtäta områden som exempelvis vid Mönsterås Bruk. Avsaknaden av rekrytering under senare år ger en stark indikation på att bestånden kommer att fortsätta minska och att detta kommer att gälla även karpfiskar. Problemets storskaliga natur emotsäger att skadan orsakats av påverkan från Mönsterås Bruk, annat än lokalt genom det bidrag bruket ger till allmänna övergödningen av Östersjöns kustvatten.







Figur 7.24 Normerade fångster av abborre, gädda och mört vid Mönsterås Bruk, Vinö och i Kvädöfjärden 1995-1999, samt medeltemperatur vid redskapen i Mönsterås.

7.7.6 Yngelkontroll hos tånglake

Tånglake används som indikatorart för studier av fysiologisk påverkan på fiskar i recipienten för Mönsterås Bruk och inom ett referensområde vid Marsö i Misterhults skärgård. Under 1999 tillkom ytterligare ett område vid Taktö, i havsbandet i höjd med Emåns mynning. Undersökningarna omfattar även reproduktionskontroll. Tånglakens yngel utvecklas under flera månader i honans bukhåla och föds välutvecklade under vintern. Provtagningen genomfördes i november 1999.

Yngelkontroll genomfördes på 50-51 honor från vardera områdena Ödängla, Björnö, Taktö och Marsö (bilaga 2.7). Skillnaden mellan områdena var liten för merparten av de variabler som studerats. Honornas storlek, konditionsfaktor och leversomatiska index var något lägre i recipienten. Några signifikanta skillnader förelåg ej för ynglens antal och storlek. Yngel med negativt avvikande tillväxt var något flera i recipienten och utanför Emån, men variationen mellan enskilda honor var stor och skillnader mellan områden var inte signifikanta. Små skillnader förelåg avseende döda eller missbildade yngel. Värdena för dessa variabler var högst vid Taktö.

7.7.7 Fysiologi hos tånglake

Fiskfysiologiska undersökningar har gjorts i Mönsteråsområdet på tånglake från tre referenslokaler (Marsö, Taktö och Slakmöre), tre lokaler (Södra Gåsö, Svartingskär och Yttre Långskär) i recipienten för avloppsvattnet från Mönsterås bruk. Undersökningsprogrammet utformades med erfarenheter från våra tidigare undersökningar av recipienter för skogsindustriella avloppsvatten och följer delar av Naturvårdsverkets Allmänna Råd 94:2.

Provtagningen ägde rum den 8-12 november 1999 och startade med referens-lokalen Marsö som ligger 46 km norr om utsläppstuben. Provtagningen fortsatte med den södra referenslokalen Slakmöre som ligger 24 km söder om utsläpps-tuben. Därefter provtogs de tre lokalerna i Mönsteråsrecipienten (S. Gåsö, Svartingskär och Y. Långskär). S. Gåsö ligger 1,5 km norr om utsläpptuben, Svartingskär 1,5 km söder om utsläppstuben och Yttre Långskär ligger ca 4 km söder om utsläppstuben. Slutligen provtogs referenslokalen Taktö som ligger utanför Emåns mynning, ca 10 km norr om utsläppstuben. Fiske, sumpning och provtagning följde tidigare utarbetade rutiner. Dessa följer anvisningarna i Naturvårdsverkets Allmänna Råd 94:2. Fisket sköttes av Fiskeriverkets personal i Simpevarp.

Av tabell nedan framgår vilka parametrar som studerades i undersökningen. Vid provtagningarna togs 20-25 gravida honfiskar och 10 hanfiskar (endast en mindre del av resultaten från hanfiskarna redovisas). Provtagningen sköttes av personal från Göteborgs universitet och Fiskeriverket. Det biokemiska, fysiologiska och histologiska arbetet gjordes av personal vid Zoofysiologiska avdelningen, Göteborgs universitet och Laboratoriet för Akvatisk Ekotoxikologi, ITM Stockholms Universitet och det kemiska arbetet gjordes av personal vid Laboratoriet för Miljökemi, ITM, Stockholms Universitet.

Resultat och kommentarer

Fiske, provtagning och analysarbete

Fiske, provtagning och analysarbetet har fungerat enligt planerna.

Vikter och längder

I bilaga 2.8.1 redovisas fiskvikter och fisklängder. Resultaten visar att fiskarna från Marsö var större än fiskarna från de fyra övriga stationerna. Denna storleksfördelning är densamma som 1998 års undersökning (Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapport 1998). I bilaga 2.8.1 redovisas även LSI (levervikt uttryckt som % av kroppsvikten). LSI varierar mellan grupperna. LSI är störst hos fiskarna från referensstationen Marsö och recipientstationen S. Gåsö och minst hos fiskarna från referensstationen Slakmöre. Vår bedömning är att skillnaderna i leverstorlek inte är orsakade av utsläpp från Mönsterås bruk. Samma bedömning av LSI gjordes i 1998 års undersökning av tånglake i Mönsteråsrecipienten (Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapport 1998).

Laktat i blodet

I bilaga 2.8.1 kan man se att laktatnivåerna tycks vara något förhöjda hos fiskarna från Y. Långskär jämfört med referenslokalerna Marsö och Taktö men inte Slakmöre. Y. Långskär inte är den mest exponerade lokalen i Mönsteråsrecipienten. Vi anser därför att de är troligt att förhöjningen av laktat inte orsakas av fabrikens utsläpp.

Plasmaklorid

I bilaga 2.8.1 kan man se att nivåerna av klorid i plasma hos tånglaken inte varierar mellan de undersökta lokalerna. Dessa resultat skiljer sig från 1998 års undersökning då vi observerade an tydlig minskning av plasmakloriden i recipienten för Mönsterås bruk (Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapport 1998). Resultaten från 1999 års undersökning tyder således på en förbättring av utsläppssituationen. Det är

viktigt i kommande undersökningar att följa om denna förbättring jämfört med 1998 års undersökning är bestående.

Hematokrit (röda blodceller)

Hematokrit (Ht) är ett mått på mängden röda blodceller. I 1998 årsundersökning var Ht signifikant lägre hos fiskarna från S Gåsö och Svartingskär jämfört med referenslokalerna (Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapport 1998). I bilaga 2.8.1 kan man se att denna effekt har försvunnit och att det således inte föreligger någon effekt på halten röda blodceller. I föreliggande undersökning har vi också analyserat andelen omogna röda blodceller hos tånglake. Utsläppen från Mönsterås bruk har inte påverkat andelen omogna röda blodceller. Vi rekommenderar att Ht undersöks även i kommande undersökningar för att följa om förbättringen är bestående.

Leverenzymer

EROD

I bilaga 2.8.1 kan man se att EROD är högre i S Gåsö och Y. Långskär jämfört med Marsö. Man kan också se att EROD är högre i Y. Långskär jämfört med Taktö. Däremot skiljer sig de tre lokalerna i recipienten inte från den södra referenslokalen Slakmöre. Vår bedömning av resultaten är att de indikerar att Mönsterås bruk kan vara en av flera källor för EROD-inducerare i under-sökningsområdet. Det är samma bedömning som vi gjorde i 1998 år undersökning (Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapport 1998). Det är inte känt vilka de andra källorna är.

EROD-aktiviteter har mätts hos tånglake i recipienten för Mönsterås bruk sedan 1995. De två första åren (1995 och 1996) sågs inga effekter. 1997 observerades en relativt kraftig effekt. 1998 och 1999 har observerats svagare effekter. Vi anser att det är väsentligt att i kommande undersökningar följa om förbättringen är bestående och om effekterna kan försvinna helt.

GST, GR och katalas

Glutation transferase (GST), glutation reduktas (GR) och katalas är enzymer som mäts för att få en bredare uppfattning om eventuella störningar i leverns funktioner som bl a rör hanteringen av radikaler (t.ex. syreradikaler). I föreliggande undersökning är GST aktiviteterna högre hos fiskarna från S Gåsö och Y. Långskär jämfört med Marsö men inte skilda från Taktö och Slakmöre. För GR och katalas observerades inga statistiskt belagda skillnader mellan referensstationerna och stationerna i Mönsterås-recipienten. Vår bedömning är att det inte kan uteslutas att utsläpp från Mönsterås bruk är en av flera källor av ämnen som påverkar GST. Vilka dessa ämnen är eller vilka de andra källorna är inte känt.

Vita blodcellsbilden

Andelen lymfocyter är signifikant högre hos fiskarna från Y Långskär jämfört med alla tre referenslokalerna (bilaga 2.8.1). Resultaten antyder också att antalet lymfocyter är något förhöjt även i de två andra recipientlokalerna. För granulocyter, trombocyter och det totala antalet vita blodceller föreligger inga statistiskt belagda skillnader. Intrycket är dock att det kan vara en svag påverkan på granulocyter i S Gåsö och att antalet totala vita blodceller kan vara svagt förhöjt i Y Långskär. Vår bedömning är att det inte går att utesluta att utsläppen från Mönsterås bruk ger upphov till störningarna på vita blodcellbilden men det är mycket troligt att även andra faktorer i Kalmarsundsområdet bidrar till effekten. Samma bedömning gjordes i 1998 år undersökning (Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapport 1998). Det är inte känt vilka andra faktorer i Kalmarsundsområdet som eventuellt kan påverka vita blodcellsbilden. Vi rekommenderar att vita blodcellsbilden mäts i kommande undersökningar i Mönsterås-recipienten.

Muskel- och leverglykogen

I föreliggande undersökning mättes inga glykogennivåer. I 1998 år undersökning observerades inga förändringar av lever- eller muskelglykogennivåerna hos fiskarna fångade i recipienten för Mönsterås bruk (Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län, Årsrapport 1998).

Gallanalyser av steroler och hartssyror

Analyserna av hartsyror och steroler har gjorts i 2-3 prover från varje provtagningslokal. Varje prov består av gallor sammanslagna från fem fiskar (bilaga 2.8.2). Analyserna av både hartssyror och steroler visar genomgående låga nivåer i samtliga lokaler.

Analys av könskvot hos tånglakeyngel

I samband med undersökningarna av tånglake i Mönsteråsrecipienten 1997 oh 1998 säkrades material för bestämning av könskvot hos tånglakeynglen. Vid båda tillfällena var det en större andel hanar i lokalerna i recipienten jämför med referenslokalerna. I föreliggande undersökning (1999 undersökning) var det ingen skillnad i andelen hanar i de undersökta lokalerna (2.8.2). Vi tror att den uteblivna effekten i föreliggande undersökning beror på att Mönsterås bruk hade driftsstopp i tre veckor (månadsskiftet september- oktober) under den kritiska könsdifferentieringsperioden, dvs under perioden då fiskynglen utvecklas till honor eller hanar. Vår bedömning från fjolårets undersökningar kvarstår och är att det är troligt att det finns ämnen i avloppsvattnet från Mönsterås bruk som stör könsdifferentieringen hos tånglakeyngel. Vi anser att det är viktigt att ta reda på vilka ämnen i avloppsvattnet som orsakar maskuliniseringen hos fiskarna.

Östrogena effekter

Ökad förekomst av guleprotein (vitellogenin) eller äggskalsprotein (vitelin envelope protein) i blodplasma hos hanfiskar indikerar att de är exponerade för ämnen med östrogenliknande effekter. I föreliggande undersökning fann vi inga indikationer på att fiskarna i Mönsteråsrecipienten är exponerade för östrogena ämnen (2.8.2).

Leverhistologi

De signifikanta skillnader som registrerades var följande (bilaga 2.8.2). En större volym av inflammatorisk respons i fisken från Marsö gentemot samtliga andra lokaler, samt en större mängd av leverparasiter i fisken från Marsö jämfört med Kvädöfjärden. Inga signifikanta skillnader på denna lokal uppmättes i mot-svarande undersökningar under tidigare år. Intressant att notera var att det högsta mätvärdet av makrofagcentra (MC) även detta år återfanns i fisken från Yttre Långskär. Även om dessa förhöjningar ej har varit signifikanta, indikerar denna ”trend” på ett orsakssamband till en idag yttre okänd faktor. Liksom föregående års studie saknas en korrelation till parasitförekomst, och denna orsaksfaktor kan därmed uteslutas. Sammanfattningsvis kan den leverhistologiska studien ej påvisa att fisken i området uppvisar en negativ effekt till exponeringen från regionen Emån/Mönsterås.

7.7.8 Miljögifter

Blåmusslor från 5 stationer har analyserats med avseende på bly, kadmium, koppar, zink och kvicksilver. Halterna för samtliga metaller ligger under bakgrundshalterna för Östersjökusten. Det finns inga tydliga skillnader mellan stationerna som skulle peka på någon gradient från Mönsterås Bruk. Skillnaderna mellan provtagningsåren uppvisar ingen tydlig ökning eller minskning av halterna.

7.8 OSKARSHAMN KOMMUN

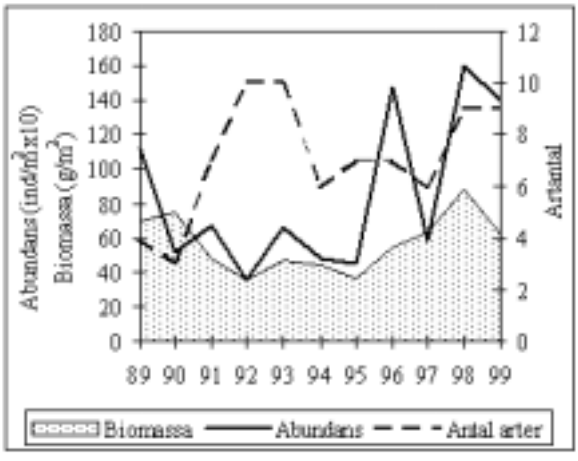
7.8.1 Hydrografi

O3V är en referensstation från och med 1996 och provtas 1 gång per månad. Stationen ligger inne i hamnbassängen. Vinterytvärdena av fosfat är litet högre, 0.5 – 0.9 µmol/l, än dem i öppna havet, medan nitrat varierar mellan 10 och 15 µmol/l under perioden 1995 till 1999. Motsvarande kvävehalter i öppna havet är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena är bra.

7.8.2 Mjukbottenfauna

Vid lokalen i Påskallaviksfjärden (O6MS) i södra delen av recipienten var kolhalten mycket hög (TOC/TC = 11,8/11,7 %, Cato, 2000) i sedimentet, liksom glödförlusten. Tendensen under senare delen av 90-talet för Östersjömusslor var vikande och efter 1996 hade beståndet nästan eliminerats. Abundansen ökade visserligen 1999, men tillskottet utgjordes till 90% av juvenila musslor. I stället blev fjädermygglarverna dominanter avseende både antal och biomassa, och de uppvisade stora mellanårsvariationer. Liksom på den närliggande referenslokalen (RefM2S2) ökade antalet fjädermygglarver 1999, men deras dominans var ännu mer utpräglad där.

I Oskarshamns hamn (O7MS) var miljöförhållanden oförändrat dåliga till följd av höga halter av tungmetaller i sedimentet. Faunan var utarmad och bestod så gott som uteslutande av rovborstmasken *Nereis diversicolor* under den senaste tioårsperioden. Denna havsborstmask verkar expandera både areellt och kvantitativt (både biomassa och medelvikt per individ) med ökande grad av förorening (Järvekulg, 1970, Smith, 1964). Det är mindre troligt att den kan föröka sig i den miljö som Oskarshamns hamn erbjuder, utan den vandrar förmodligen in som fullvuxen (Tulkki, 1960, Laakso, 1965). Även andra mer tillfälliga gäster har noterats t ex 1997 och framför allt 1999.



Figur 7.25 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1989-1999 i Grimskalledjupet vid Oskarshamn (O8M).

Vid Grimskalledjupet (O8MS), där kolhalten i sedimentet var relativt låg (TOC/TC = 7,51/ 7,50 %, Cato, 2000), märktes en motsatt utveckling för Östersjömusslor jämfört med Påskallaviksfjärden under samma period. Efter en svacka 1991-1996 märktes en brant stigande tendens för Östersjömusslorna - både beträffande abundans och biomassa. Deras biomassa var 10 gånger högre 1999 än vid Påskallavik, men deras abundans var knappt hälften så stor och andelen juvenila obetydlig. Antalsmässigt utgjorde fjädermygglarver ett mycket starkt inslag i faunan, med undantag för ett år (1997). Antalet, men ej dominansen, var dock större vid Påskallavik. Skillnaderna mellan dessa två lokaler kan hänföras till graden av eutrofiering, som utläses av den organiska halten i sedimenten.

7.8.3 Hårda bottnar

Av de tre hårdbottenstationerna vid Oskarshamn ligger två nära tätorten, vid S Bergholmen norr om hamnen och vid Tällskär omedelbart söder om hamninloppet. Den tredje lokalen finns vid Storö utanför Påskallavik, ca 10 km söder om Oskarshamn. Stationen vid S Bergholmen hade 1989 ett 2,5 m brett bälte, som reducerades genom omfattande betning till att 1992 vara för glest för att klassas som bälte. Den mest intensiva betningen observerades 1989 och 1990. Bälte saknades 1993 och 1995, men när provtagningen utvidgades till fem profiler 1995 fanns ett bälte på två av profilerna. Denna situation har sedan bestått och 1998 fanns bälte på ytterligare en av profilerna och bältet tenderar att öka sin djuputbredning. Den genomsnittliga djuputbredningen har ökat med ca 1 m sedan 1995, men tången förekom betydligt djupare i början av undersökningsperioden. Betningen har varit svag till måttlig under den senaste femårsperioden

och nedslamning och påväxt har mestadels klassats som måttlig till stark. Djuputbredningen för tången vid Tällskär har förändrats relativt lite och beståndet har genomgående varit svagt. Liksom vid S Bergholmen fanns ett 2,5 m brett bälte 1989, men detta betades bort redan påföljande år. Vid utökningen 1995 påträffades smala bälten på tre av profilerna, men under de senaste fyra åren har endast en av profilerna haft ett bälte. Betning har endast förekommit sporadiskt sedan 1995 och nedslamning och påväxt har mestadels varit svag eller måttlig.

Tången vid Storö växte 1989 ner till 6 m djup och bildade ett bälte som sträckte sig från 0,5 till 4 m djup. Både bältets och enstaka plantors djuputbredning minskade fram till mitten av 1990-talet, då tången endast växte ner till ca 2 m. 1995-1997 fanns bälten på fyra av profilerna och under de båda senaste åren hade alla profiler sammanhängande bälten. Bältets bredd har inte förändrats under senare år, men tången tenderar att öka sin djuputbredning något till följd av en måttlig till god nyrekrytering och ett svagt till måttligt betningstryck. Påväxt och nedslamning var under senare år av mindre omfattning än under 1990-talets första hälft.

Alla tre lokalerna har relativt svagt utvecklade rödalgssamhällen, ofta med ett starkt inslag av fintrådiga brunalger. Tusensnäckor har oftast dominerat ett individfattigt djursamhälle med låg biomassa, ett drag som delas med andra relativt skyddade inomskärsstationer i länets norra delar, exempelvis vid Figeholm och Västervik.

7.8.4 Miljögifter

Blåmusslor från fyra stationer i inloppet till Oskarshamn har analyserats med avseende på kadmium och nickel. Den inre stationen N1Me ligger vid Badholmarna och den yttre N6 Me ligger vid S. Bergholmen. Halten av kadmium har under den senaste femårsperioden, i den inre stationen, legat cirka tre gånger högre än bakgrundsnivåerna för Östersjökusten. Halten för nickel har under hela femårsperioden legat under bakgrundsnivån. Nickel uppvisar ingen tydlig gradient från den inre till den yttre stationen. Kadmiumhalten däremot är avsevärt högre i den inre stationen och minskar sedan kraftigt i station N3Me för att sedan uppvisa en svag minskande gradient mot den yttre stationen. Resultaten pekar på ett visst läckage av kadmium från den inre hamnbassängen.

I prover från blåstång i de två stationerna N3Me vid Klubbholmen och N4Me vid Tällskär har bly, koppar och nickel analyserats. Halten av koppar och bly ligger avsevärt högre i station N3Me än i N4Me vid Tällskär, för nickel syns inte samma samband. På samma sätt som för kadmium tyder resultaten på ett läckage av även koppar och bly från Oskarshamns hamnbassäng.

7.9 FIGEHOLMS BRUK

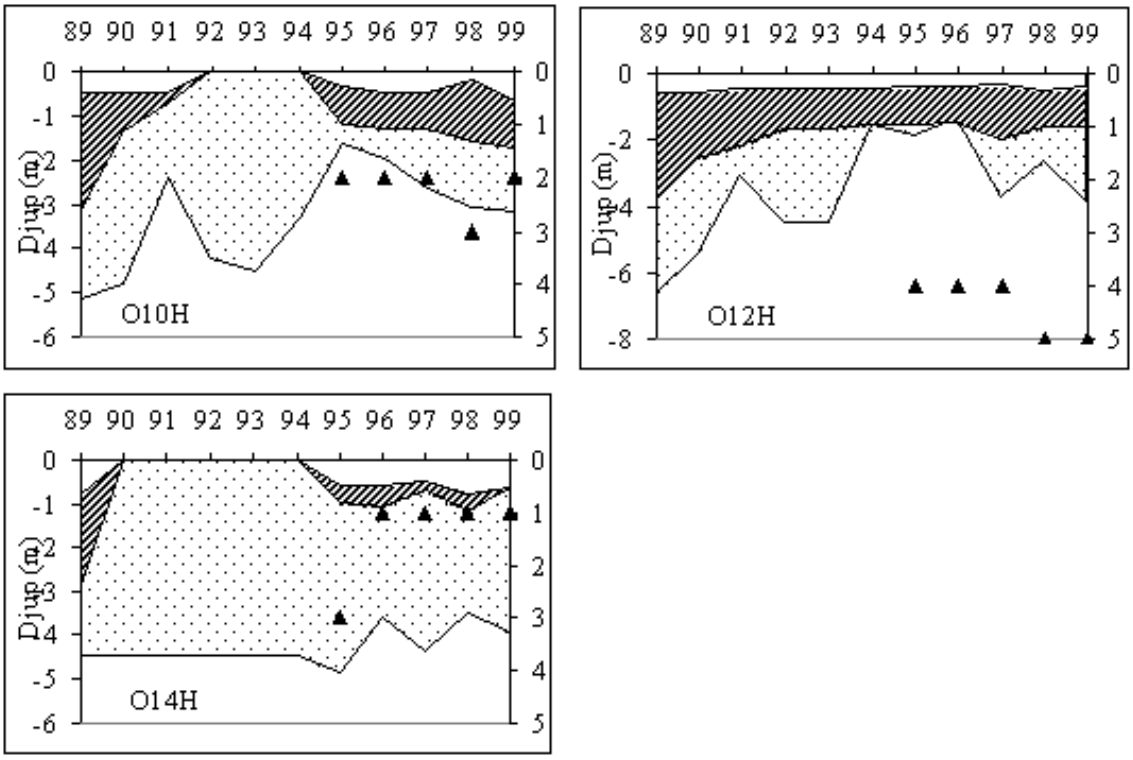
7.9.1 Hydrografi

Djupet i O1V (Figeholm) är 6 meter. Vinterytvärdena av fosfat är till synes normala, men stora fluktuationer förekommer. Nitrat varierar mellan 5 och 15 µmol/l under perioden 1995 till 1999. Motsvarande kvävehalter i öppna havet är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena är bra.

7.9.2 Mjukbottenfauna

Glödförlusten i denna recipient var hög och sedimenten bemängda med ej ned-brutna växtdelar. Faunan uppvisade stora variationer under 90-talet på de två lokalerna på 2,5 respektive 7 m i Figeholmsviken (FB1MS samt FB2MS). Abundans och biomassa var nästan dubbelt så höga på den grundare lokalen. Svängningarna mellan åren var mer accentuerade på den djupare delen.

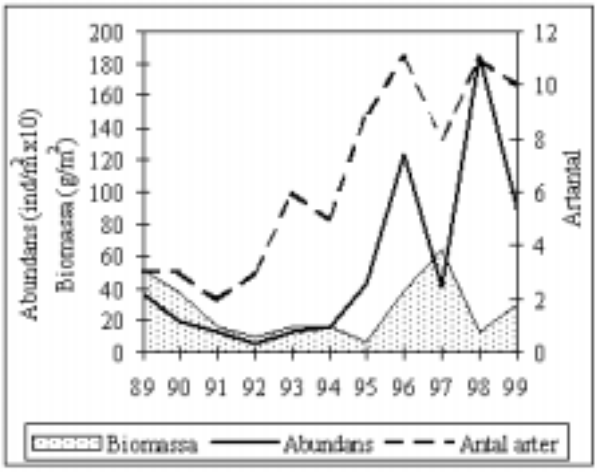
Samhällena på de två lokalerna var olika utformade och respektive dominant för antal var glattmaskar på den grunda lokalen och fjädermygglarver på den djupa. Även viktsdominanterna var olika; rovborst-



Figur 7.26 Blåstångens utveckling 1989-1999 på tre lokaler i Oskarshamns kommun (mörkare raster anger >25% täckning (bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte).

maskar omväxlande med Östersjömusslor (FB1MS) samt enbart Östersjömusslor (FB2MS).

Tendensen för Östersjömusslor var negativ i slutet av decenniet på den grunda lokalen, i och med att deras biomassa uppvisade mycket låga värden under två av åren (se nedan). Biomassan för Östersjömusslor på de båda lokalerna uppvisade för övrigt minima samma år i slutet av perioden (1995 och 1998). Utvecklingen av Östersjömusslorna på den djupare lokalen var extremt varierande under 1990-talet; 1989-1990 var deras biomassa hög, 1991-1995 var den mycket låg, 1997 noterades den högsta biomassan på hela decenniet, och året därpå var beståndet helt utraderat. 1999 skedde dock en viss återhämtning. Artantalet ökade markant under samma period. Samtidigt med minimum 1998 av musselbiomassa skedde en omfördelning av dominansen genom en ökning av fjädermygglarvernas bestånd.



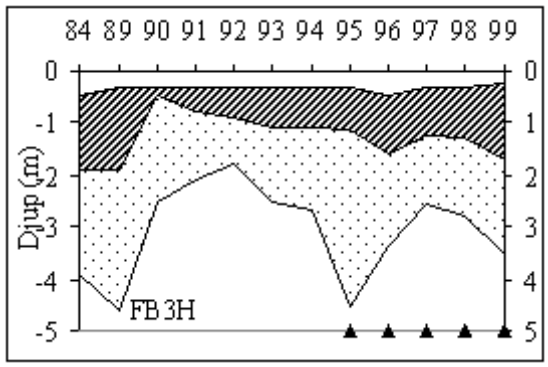
Figur 7.27 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1989-1999 vid Träggesholmen (FB2MS).

Den höga glödförlusten på båda lokalerna indikerar hög syrgastäring i sedimentet, vilken accelererar vid höga temperaturer, t ex lugna sommardagar då även vattenutväxlingen är låg. Svängningarna torde således bero på faunasamhällets reaktion på perioder av försämrad syrgasstandard och resulterade främst i skiftande storlek på bestånden av Östersjömusslor och av respektive dominerande art. Artantalet har varit förhållandevis lågt för grundområdet, vilket också visar att mångfalden utarmas i längden av upprepade situationer med syrgasbrist.

Vid den närliggande Virån saknades fjädermygglarver helt 1999 (snittvärde 1995-1998 ca 2000 m^{-2}). Låga antal uppmättes även vid Figeholms Bruk. Eventuellt kan den höga vattentemperaturen på 11-12 grader ha orsakat en masskläckning, och vid Virån sammanföll nedgången dessutom med svavelvätebildning i sedimentet.

7.9.3 Hårda bottnar

Hårdbottenlokalen vid Grytsholmen i Figeholmsviken har ett mycket vindskyddat läge långt in i skärgården. Ett sammanhängande bälte av blåstång har funnits på lokalen sedan 1984. Betskador reducerade bältet i början av 1990-talet, men det har därefter successivt vuxit till och ökat i djupled. Djuputbredningen för enstaka plantor har varierat mellan 2 och 4,5 m, men någon uppenbar trend föreligger ej och tången växte 1999 ner till 3,5 m. Under de båda senaste åren har en god nyrekrytering observerats på lokalen, vilket, tillsammans med avsaknad av betskador, sannolikt bidragit till den ökning av bältets bredd och tångens djuputbredning som registrerades 1999. Tångbeståndet har genomgående under hela provtagningsperioden varit kraftigt påvuxet och nedslammat och betning har i stort sett saknats under de senaste tre åren.



Figur 7.28 Blåstångens utveckling 1989-1999 vid Grytsholmen i Figeholmsviken. (mörkare raster anger >25% täckning (bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte).

Rödalgsbältet på lokalen vid Figeholm har genomgående varit mycket svagt utvecklat och dominerat av fintrådiga brunalger. Djurens abundans har varit låg och dominerats av tusensnäckor och musslor. Biomassan har dock vissa år varit måttligt hög, p g a förekomst av relativt storvuxna musslor, främst blåmusslor, men även, som 1997, av hjärtmusslor och sandmusslor.

7.10 OKG AB

7.10.1 Hydrografi

Både vinterytvärdena av fosfat och nitrat är i OKG1V utanför Simpevarp samma som dem i öppna havet, under perioden 1995 till 1999. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och kvävehalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena är bra.

7.10.2 Hårda bottnar

Av de tre lokalerna i påverkansområdet för kylvattenutsläppet från Oskarshamnsverket vid Simpevarp är en (OKG2H) ständigt påverkad av det uppvärmda vattnet, medan de båda övriga endast tillfälligt påverkas av relativt små övertemperaturer. Temperaturhöjningen överstiger då sällan 1-2 ºC. Samtliga stationer hade inledningsvis mycket välutvecklade tångbälten, som sträckte sig ner till 4-8 m djup. Den undre

utbredningsgränsen låg på nivån 7-10 m och har förändrats i ringa omfattning under 1990-talet. På alla tre lokalerna vidtar ett bestånd av sågtång på 3-5 m djup, som vissa år klassats som ett bälte med mer än 25% täckning. Så var fallet 1999 för ursprungsprofilerna på de båda nordliga lokalerna vid Stubbskär (OKG1H) respektive Simpevarp. Bestånden av tång var genomgående svagare under den senaste femårsperioden än tidigare. Vid Stubbskär var det grunda blåstångsbältet helt borta, men har därefter vuxit till. En förbättring har även inträffat för det djupare sågtångsbältet. Rekryteringen av blåstång var god 1999. Vid Simpevarp förflyttades den undre bältesgränsen uppåt ca 1 m mellan 1989 och 1994, men därefter har förändringarna varit små, med undantag för bortfall för en av profilerna 1996. Vid Stora Rönnen (OKG3H), ca 5 km söder om Simpevarp, delades det mycket breda bältet 1994 upp i ett övre, dominerat av blåstång, och ett undre, med en blandning av blåstång och sågtång. Utglesningen orsakades av betning. Denna situation har sedan bestått, även om luckan tenderade att krympa 1999.

En förbättring har observerats under senare år för de båda yttre lokalerna till följd av god rekrytering och lågt till måttligt betningstryck. Dessa två lokaler hade i början av 1990-talet omfattande påväxt av fintrådiga alger. Påväxten har dock avtagit under senare tid och saknades helt 1999. Alla tre lokalerna är genom sitt exponerade läge i ringa omfattning påverkade av nedslamning.

Rödalgssamhällena vid Simpevarp har alla år tillhört de rikaste i länet, med en artrik och välutvecklad flora och ett djursamhälle med hög abundans och biomassa. Rödalgerna fjäderslick och gaffeltång dominerar samhället och fintrådiga brunalger är ovanliga. Djurens individrikedom stod 1998 och 1999 i en särklass i länet, med höga tätheter av främst blåmusslor och tusensnäckor. Även märlkräftor och olika arter av gråsuggor förekommer rikligt.

Hårdbottenlokalerna vid Oskarshamnsverket ligger på öppen kust och har, tillsammans med Bläsinge på östra Öland, det mest exponerade läget av länets lokaler. Uppvällning av näringsrikt djupvatten är vanlig vid frånlandsvindar, vilket kan tänkas bidra till den relativa rikedomen hos algsamhällena. Vågexponeringen motverkar påväxt av brunalger och nedslamning. Några systematiska skillnader mellan de tre lokalerna är svåra att se i det tillgängliga materialet, vilket motsäger uppenbara effekter av det uppvärmda kylvattnet.

7.11 GUNNEBO BRUK

7.11.1 Miljögifter

Blåmusslor från tre stationer G1 MeS, G3 MeS och G5 MeS i Verkebäcksviken har analyserats med avseende på bly och zink. Stationen G1 ligger längst in och G5 ligger i Verbäcksvikens mynning. Halterna av bly ligger under halten för bakgrundsvärdet och uppvisar ingen tydlig trend. För zink är halterna högre än bakgrundsnivån. Det högsta värdet för zink uppmättes i station G3 MeS till 240 mg/kg torrvikt och är dubbelt så hög som bakgrundsvärdet: Halterna avtar i allmänhet från de inre till de yttre delarna av Verkebäcksviken. Skillnaderna mellan de olika provtagningsåren pekar på en nedåtgående trend med minskande zinkhalter.

Blåstång har också analyserat med avseende på bly och zink i samma stationer som blåmusslor. Resultaten visar att halterna för bly ligger under bakgrundsnivån och för zink är halten högre endast i station G1 MeS. Det finns inga tydliga tecken på att halterna minskar under provtagningsperioden. Halterna av zink i blåstång minskar från station G1 MeS mot Verkebäcksvikens mynning.

7.12 VÄSTERVIK

7.12.1 Hydrografi

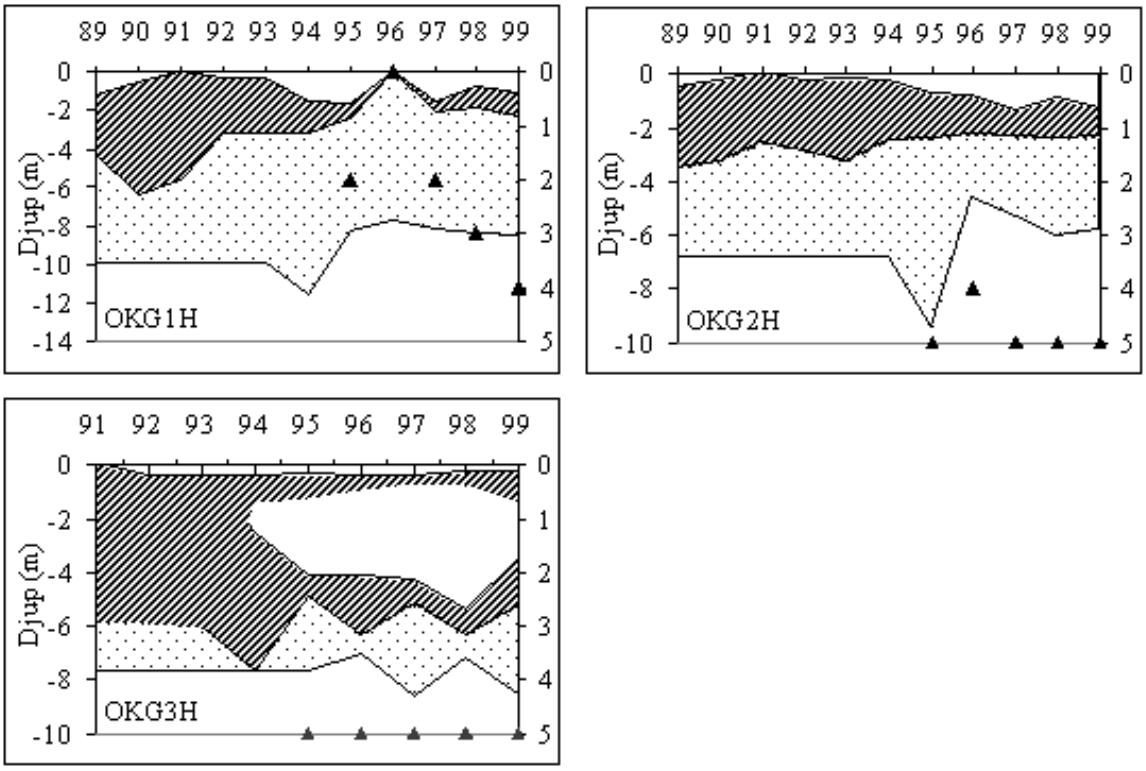
I S1VMS (Syrsan) är vinterytvärdena av fosfat och nitrat ungefär desamma som dem i öppna havet, under perioden 1995 till 1999. Nitrat var dock förhöjda 1996 och 1997 till 10 resp. 15 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och kvävehalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten går varje vinter under perioden 1995 – 1999 ner till c:a 3 ml/l.

I S2VMS (Syrsan) är vinterytvärdena av fosfat samma som i öppna havet, under perioden 1995 till 1999. Nitrat var vintern 1997 högre än normalt c:a 12 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och kvävehalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten går varje vinter under perioden 1995 – 1999 ner till c:a 2 ml/l. Det är mycket låga värden.

Djupet i detta våtmarksområde, Sjöängsviken vid Loftahammar, är c:a 1 meter.

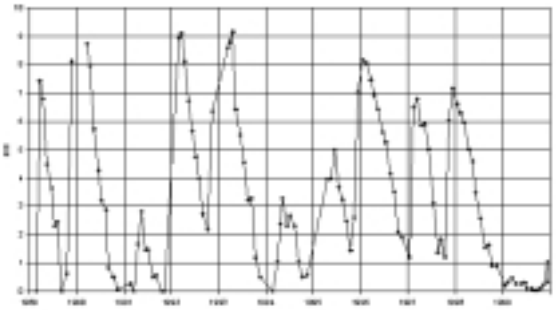
Vinterytvärdena av fosfat var oftast samma som i öppna havet, under perioden 1995 till 1999. En topp erhölls dock 1997, då 1.1 µmol/l uppmättes. Nitratvärden var genomgående förhöjda till 30 – 40 µmol/l . Nitrat var vintern 1997 högre än normalt c:a 70 µmol/l. Vinterhalterna ser mycket oregelbundna ut, det kan bero på i tiden glesa provtagningar. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och kvävehalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena gick på sensommaren 1997 under perioden 1995 – 1999 ner till knappt 2 ml/l, vilket är mycket lågt.

V1V ligger i en grund instängd bassäng utan tröskel belägen utanför Loftahammar. Vinterytvärdena av fosfat var samma som i öppna havet. Nitrat låg varje vinter under perioden 1995 till 1999 mellan 10 och 15 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och nitrathalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten var 1995 och 1997 mycket låga, nära 0 ml/l.



Figur 7.29 Blåstångens utveckling 1989-1999 på tre lokaler vid Oskarshamnsverket. (mörkare raster anger >25% täckning (bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte).

REFV2V ligger inne i Gamlebyviken. Vinterytvärdena av fosfat var ofta 0.8 till 1.2 µmol/l. Nitrat låg varje vinter under perioden 1995 till 1999 mellan 20 och 70 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och nitrathalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten var oftast mycket låga, under 2 ml/l. Nästan hela 1999 var halterna 0 ml/l. Syrebristen rådde upp till 40 meters djup och botten-djupet är 60 meter. Under år 2000 har syrehalterna gått upp.



Figur 7.30 Syrgashaltens variation i bottenvattnet under åren 1989-2000 i station REF V2V.

V3V ligger i en vik av Gamlebyviken, Almvik. Djupet i punkten är 25 meter. En tröskel minskar vattenutbytet med vattnen utanför viken. Vinterytvärdena av fosfat är litet förhöjda och nitrat låg varje vinter under perioden 1995 till 1999 mellan 10 och 15 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och nitrathalterna är 4 – 5 µmol/l. Syret vid botten tar slut varje år, utan undantag under hela 90-talet.

Vinterytvärdena av fosfat i VS1V i Västerviks hamnbassäng var oftast något förhöjda 0.7 till 0.9 µmol/l. Nitrat låg varje vinter under perioden 1995 till 1999 mellan 6 och 11 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och nitrathalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten var på sensommaren 1997 c:a 1 ml/l. Övriga år under 90-talet var de över 2 ml/l. Bottendjupet är 12 meter.

V22V, Skaftet, ligger i en instängd vik med tröskel. Bottendjupet i punkten är 17 meter. Vinterytvärdena av fosfat är normala. Nitrat låg varje vinter under perioden 1995 till 1999 mellan 13 och 20 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och nitrathalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten var oftast mycket låga, nära 0 ml/l. Under 1998 tycks förhållandena ha varit bättre med 1 ml/l som lägst.

V6VMS, Blankaholm, ligger i en instängd vik med tröskel. Vinterytvärdena av fosfat var normala. Nitrat låg varje vinter under perioden 1995 till 1999 mellan 9 och 15 µmol/l. Fosfathalter i öppna havet är omkring 0.5 µmol/l och nitrathalterna är 4 – 5 µmol/l. Syrevärdena vid botten var oftast mycket låga, under 1 ml/l. Under 1998 och 1999 kan de ha varit bättre, c:a 2 ml/l.

7.12.2 Mjukbottenfauna

I södra delen av Västerviks kommun i Blankaholmsfjärden ligger V6VMS på 23 m djup i ett instängt vattensystem och med en kolhalt och glödförlust som var av samma storleksordning som den i Vivassen (V8MS, nedan). Östersjömusslor uppträdde sporadiskt, men annars utgjordes faunan av en restpopulation av vitmärlor. Sedan 1989, då vitmärlornas antal var drygt 1 800 individ m^2, har detta bestånd fört en tynande tillvaro och tidvis varit helt utraderat. Troligtvis immigrerar de när syrgashalterna ökar. Vid den närbelägna fiskodlingen vid Grytholmen (16-18 m) återfinns däremot anmärkningsvärt starka bestånd av vitmärlor.

I det långsmala vattensystemet Gamlebyviken-Lusärnafjäden bildar fem lokaler en gradient från Almviken (V10MS) och ut mot skärgården. Sedimentens halt av organiskt material var lägre i den inre delen än i den yttre delen (glödförlusten i medeltal för perioden 1995-1999):

Lokalnamn	Almviken	Gamleby/ Finland	Skeppsbron/ Västervik	Skeppsbrofj./ Västervikssågen	Lusärnafj.
Glödförlust (%)	12	9	8	20	22
Kolhalt, TOC/TC (%), 1999*	4,3/4,2	4,4/2,8	4,6/4,5	9,6/9,6	10,5/10,3

* referens: Cato, 2000

Vid Gamleby/Finland (V12MS) och Lusärnafjärden (V14MS) märktes dessutom en stigande tendens 1995-1999 beträffande glödförlusten.
Under den gångna femårsperioden var främst biomassan svagt utvecklad i den inre delen (V10MS, V12MS, V13MS), jämfört med de två lokalerna i den yttre delen av gradienten. Även för abundans och artantal förelåg ett liknande förhållande. Tidvis har dock faunan vid Gamleby/Finland (V12MS) uppvisat högre värden, t ex 1997 för artantal och biomassa samt 1999 för abundans. Följande skillnader mellan inre och yttre delarna i detta vattensystem förelåg för mjukbottenfaunan (medeltal 1995-99):

Denna markanta skillnad beror inte enbart på kvaliteten i sediment utan även på vattenomsättningen. Hög halt av organiskt mate-

Lokalnamn	Almviken	Gamleby/ Finland	Skeppsbron/ Västervik	Skeppsbrofj./ Västervikssågen	Lusärnafj.
Artantal/0,5 m^2	5,6	6,6	5,8	9	8,2
Abundans, ind/ m^2	74	564	264	1 200	1 110
Biomassa, g/ m^2	1,3	30	1,3	54	96
Dominant, antal 1999	Chir	Mac	Oligo	Oligo	Monop

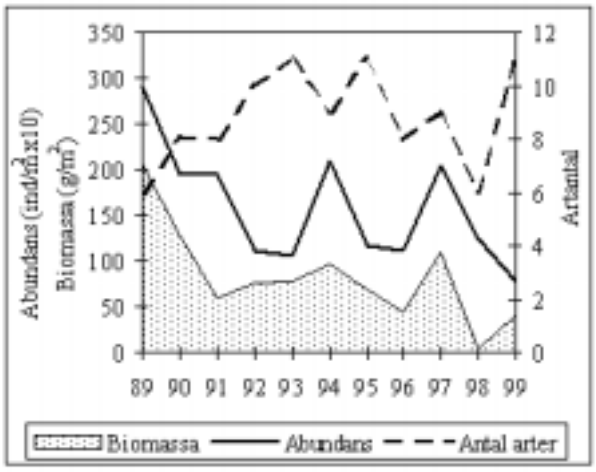
Chir=fjädermygglarver, Mac=Östersjömusslor, Oligo=glattmaskar, Monop=vitmärlor

rial i kombination med ett gott vattenutbyte/ hög syrgashalt är förutsättningen för en välutvecklad fauna.

I den yttre mest ventilerade delen, Lusärnafjärden (V14MS), decimerades det stora beståndet av Östersjömusslor något 1999. De tre sista åren var deras medelvikt konstant hög (ca 300 mg/individ) och andelen juvenila individ halverades 1998. Eventuellt kan nedgången således ha berott sviktande nyrekrytering.. Däremot har vitmärlornas abundans ökat, dock inte till de höga värden som noterades 1989 och 1993.

I Skeppsbrofjärden/Västervik (VS2MS) förbättrades förhållandena under det gångna året, framför allt beträffande artantalet, men även biomassa och beståndet av Östersjömusslor återhämtade sig något. Medelåldern på musslorna var emellertid hög; lika hög medelvikt och lågt antal juvenila individ som 1998. Andra tecken på kvarstående skador, jämfört med förhållanden 1995-1997, var lägre abundans, svagt bestånd av rovborstmaskar samt dominans av de akvatiska glattmaskarna (66 % av det totala antalet). Tidigare dominerade Östersjömusslor, men sedan 1989 har inte antalet varit så lågt som de två senaste åren. Sett i det längre perspektivet minskade både abundans och biomassa. Lokalen karaktäriserades av

förhållandevis stora variationer mellan åren med minima för biomassa 1998, abundans 1999 och artantal 1989 och 1998. De stora fluktuationerna under årens lopp berodde på skillnader i storleken av Östersjömusslornas bestånd.

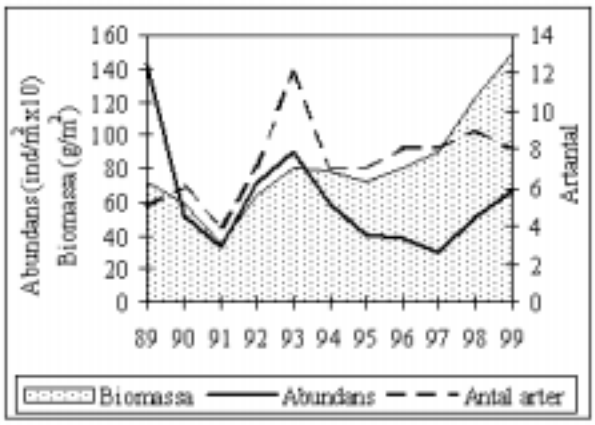


Figur 7.31 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för bottenfaunan 1989-1998 i Skeppsbrofjärden (VS2MS).

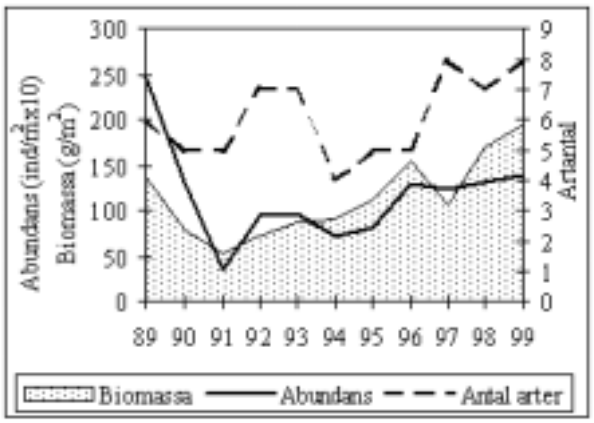
Den avsnörda viken vid Vivassen/Loftahammar (V8MS) utgör ett typexempel på värsta scenario som beskrivs i kapitel 6. Här samverkade troligen dåligt vattenutbyte med hög kolhalt (TOC/TC 9,5/9,7%, Cato, 2000) och glödförlust (i medeltal 19 % under 1995-1999 - ökande de två senaste åren) samt låg syrgashalt till ett starkt utarmat bottenfaunasamhälle med fjädermygglarver som dominerande art.

Ur ett tioårsperspektiv har miljöförhållandena varit oförändrat dåliga vid Vivassen (V8MS), Almviken (V10MS) och Blankaholmsfjärden (V6VMS), vilket resulterat i en utarmad fauna. Försämringen vid Skeppsbron (V13MS) inträffade 1991.

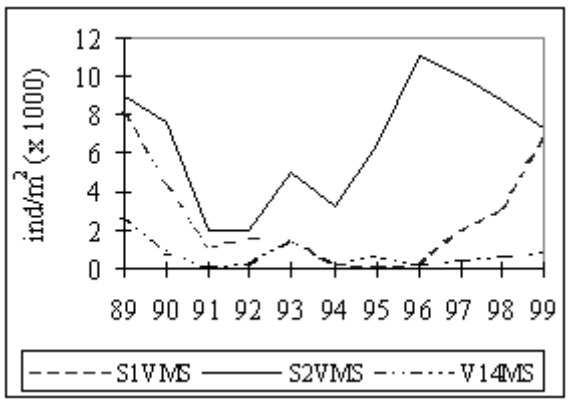
I norra delen av Västerviks kommun ligger två referenslokaler, dels i Gudingen RefM3S3 (Jfr Vidö FO) dels i Lindödjupet RefM4S4. De ligger på samma djup och sedimenten har samma glödförlust. Båda lokalerna kännetecknades av att Östersjömusslorna dominerade starkt avseende både antal och vikt. Gudingen är en stor och öppen fjärd och här fördubblades Östersjömusslornas biomassa under 90-talet, liksom totalbiomassan. Musslornas medelvikt var extremt hög de sista åren (maximum 1999 = drygt 600 g/individ, jfr Borgholm/Rörkallen samma år). I Lindödjupet, den andra och nordligaste referenslokalen, var dominansen av Östersjömusslor ännu starkare, likaså var beståndets vikt genomgående högre än i Gudingen. Antalet juvenila Östersjömusslor var också genomgående mycket högt. Utvecklingsförloppet i båda områdena var dock mycket lika och accelererade de sista åren med årliga ökningar på 10-40 g. I början av 90-talet fanns ett större antal vitmärlor, vilka emellertid senare försvunnit från båda lokalerna. Beskrivna förlopp indikerar en ökande grad av övergödning i ett väl ventilerat system. Referenslokalerna avvek genom sin faunasammansättning från övriga lokaler i kommunen utom Lusärnafjärden (V14MS). Här var utvecklingen av Östersjömusslans biomassa emellertid sämre i slutet jämfört med början av 90-talet (se ovan). En skillnad bör noteras; vitmärlorna har inte försvunnit från Lusärnafjärden.



Figur 7.32 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för referenslokalen i Gudingen (RefM3S3) 1989-1999.



Figur 7.33 Förändringar av artantal, abundans och biomassa för referenslokalen i Lindödjupet (RefM4S4) 1989-1999.



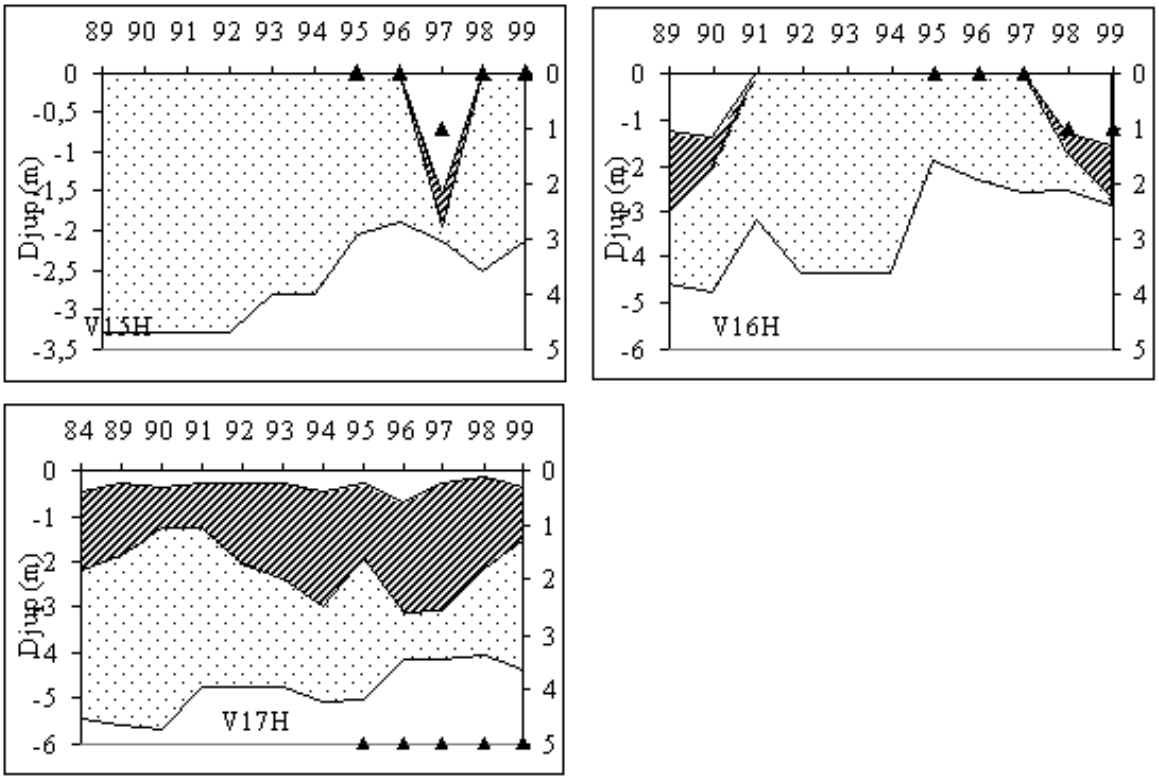
Figur 7.34 Abundans för vitmärlor i Syrsan och Lusärnafjärden 1989-1999 (stationerna S1VMS, S2VMS och V14MS).

Sedimentets glödförlust var medelhögt på båda provtagningslokalerna i Syrsan (12 % av torrsubstansen i medeltal 1995-1999) medan kolhalten skilde sig mellan de båda lokalerna. På den djupaste av de två lokalerna, vid Rörholmen (S2VMS), där kolhalten var låg (TOC/TC 2,2-1,8 %, Cato, 2000), återfanns ett mycket starkt bestånd av vitmärlor med över 6 000 individ under den senaste femårsperioden. Även på den andra lokalen längre in i Syrsan, på 21 m, med en drygt dubbelt så hög kolhalt som på den djupa lokalen, dominerades vanligen faunasamhället av vitmärlor till antal. Efter en svacka på nio år närmade sig här abundansen åter 1989 års värden. Denna förlängda svacka, som varat jämförelsevis längre än på den djupare lokalen, kan bero på en störning. Antingen kan syretäringen i sedimentet ha varit stor (se kolhalten ovan) och/eller temperaturen varit för hög för denna ishavsrelikt.

Trots dess instängda läge verkar syrgasförhållandena i Syrsan vara tillräckligt goda. Belastningen av närsalter fördubblades emellertid under den senare delen av 90-talet i Syrsan, vilket biomassan för Östersjömusslor vittnade om. För alla lokaler i Syrsan ökade sålunda Östersjömusslornas vikt under 90-talet; vikten ökade två gånger på den grundare lokalen och fyra gånger på den djupa lokalen. Ökningen var mer måttlig vid Gärdesholmens fiskodling, men provtagningarna omfattade endast de fem senaste åren.

7.12.3 Hårda bottnar

De tre lokalerna vid Västervik är belägna i en gradient från Skeppsbrofjärden (V15H) via Lusärnafjärden (V16H) till Krokö (V17H) väster om Idö. Alla lokaler har en låg grad av vind- och vågexponering. De båda inre lokalerna har haft svaga bestånd under större delen av undersökningsperioden och en hög grad av nedslamning och påväxt av fintrådiga alger. Ett relativt djupt bälte i Lusärnafjärden betades bort av tånggråsuggor i början av 1990-talet. 1998 och 1999 har en återetablering skett på en av profilerna. En tillfällig förbättring observerades 1997 på en profil i Skeppsbrofjärden. Vid Krokö har bältet hela tiden varit livskraftigt, trots kraftig påväxt och nedslamning. Den undre gränsen har dock flyttats uppåt ca 1 m under senare år. Tångens djuputbredning har minskat med 1-2 m på alla lokaler under 1990-talet. Måttlig till god rekrytering och frånvaro av betning under senare år kan ses som tecken på en för tillfället positiv utveckling för de båda yttre lokalerna.
Växt- och djursamhällena i rödalgszonen har ofta haft låg till måttlig abundans och biomassa med dominans för fintrådiga brunalger och tusensnäckor. 1999 registrerades dock en relativt hög biomassa för gaffeltång vid Krokö. Lokalerna uppvisar stora likheter med lokalerna vid Figeholm och Oskarshamn, som alla har ett relativt skyddat läge med liten vindpåverkan, vilket underlättar etablering av fintrådiga brunalger.



Figur 7.35 Blåstångens utveckling 1989-1999 på tre lokaler i Västerviks kommun. (mörkare raster anger >25% täckning (bälte), fylld triangel anger antal profiler med bälte).

8. ÅMYNNINGAR

8.1 BRUATORPSÅN

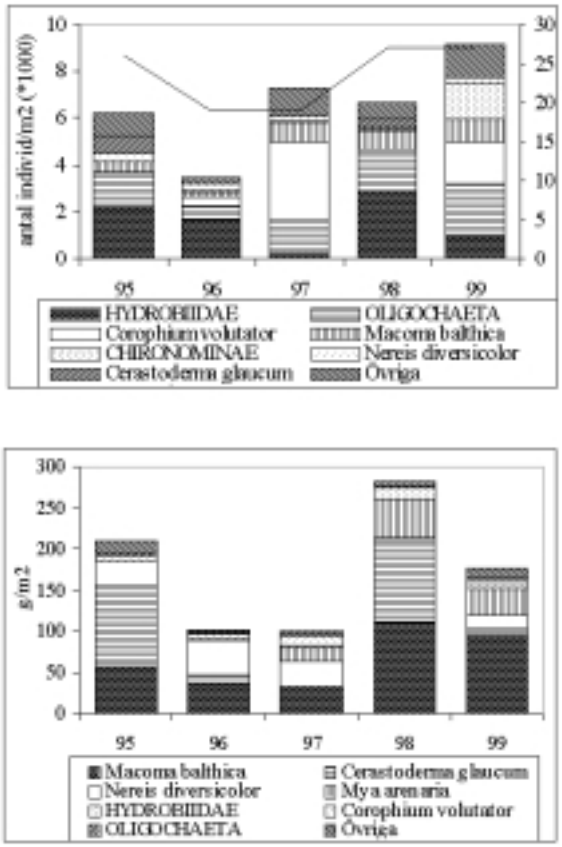
8.1.1 Belastning

Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1978 – 1998. Det är 90-talet som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att mycket stora tillskott av både totalkväve och totalfosfor förekom 1994 – 1996. Speciellt 1994 var värdena mycket höga, 234 ton totalkväve och 7.2 ton totalfosfor kom då ut i havet. Därefter har halterna i det närmaste halverats. Flödet från alla åarna sammantaget i länet var mycket högt 1994, 1995 och 1998. Detta ger stora flöden av näringsämnen. Mot denna bakgrund kan de höga mängderna närsalter 1994 och 1995 förklaras, däremot inte att de var så höga 1996. Att närsaltsmängderna var förhållandevis låga 1998, trots det höga vattenflödet, kan bara förklaras med lägre koncentrationer.

8.1.2 Mjukbottenfauna

Bruatorpsån var länets artrikaste lokal 1999 med 27 registrerade taxa. Lokalen har haft en hög individtäthet de senaste tre åren, men dominansförhållandena har uppvisat stora mellanårsvariationer. Tusensnäckor, akvatiska glattmaskar och slammärlor var talrikast över hela femårsperioden och de har avbytt varandra som talrikaste taxa. Slammärlorna har varierat mest och förekom rikligt 1997 och 1999, men relativt sparsamt övriga år. Lokalen har ett livskraftigt bestånd av Östersjömusslor och både abundans och biomassa var höga under 1998 och 1999. Biomassan var dessa år ca 50% högre än medelvärdet för Östersjömussla för ordinarie lokaler i södra Kalmarsund. Två andra musselarter, hjärtmussla och sandmussla, har vissa år starkt bidragit till lokalens höga biomassa, den förra 1995 och 1998, den senare främst under 1998 och 1999. Rovborstmaskar har tillhört dominanterna, främst avseende biomassa,

med högst värden 1995-1997. De stora mellanårsvariationerna för enskilda dominerade arter är svåra att tolka, men det står klart att resultaten indikerar hög organisk produktion och ringa problem relaterade till syrgasförhållanden i sedimentet.

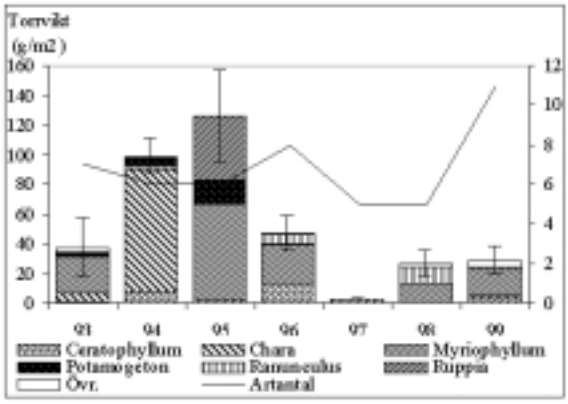


Figur 8.1 Abundans (a) och biomassa (b) för mjukbottenfaunan vid Bruatorpsån 1995-1999.

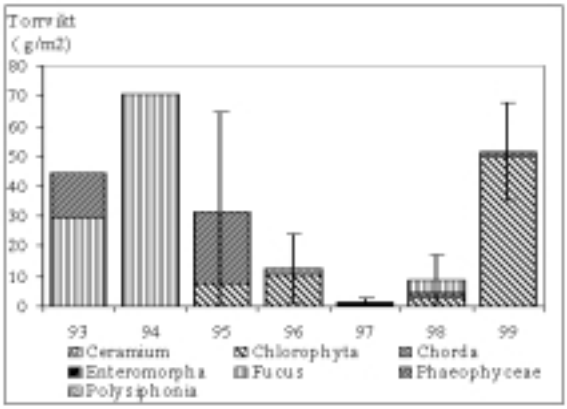
8.1.3 Högre växter

Bruatorpsån (E9) är den åmynning som varierat mest avseende både biomassa och artantal. 1997 var biomassan nere på den lägsta nivå som uppmätts, från att varit normal åren innan.

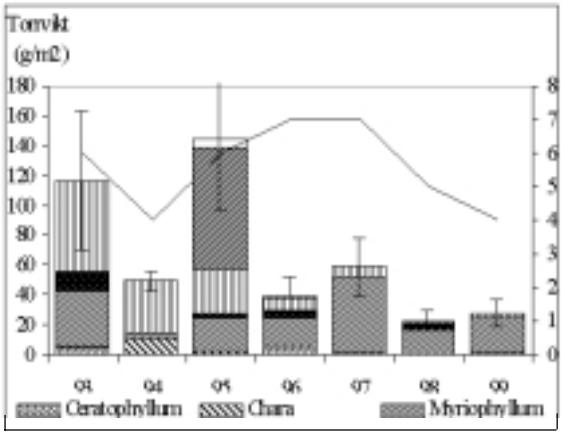
Artantalet har växlat från fem till åtta arter, förutom 1999, då antalet arter plötsligt steg till elva, det högst uppmätta under hela sjuårsperioden. Biomassan har varierat från 130 g/m2 till något enstaka gram och den statistiska spridningen inom enskilda år är relativt stor, både för den totala biomassan och för enskilda arters biomassa. Kransslinga (*Myriophyllum verticillatum*) har dominerat de flesta åren, men kransalger (*Chara spp*.), nating (*Ruppia sp.*), hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) och möja (*Ranunculus sp.)* har utgjort en relativt stor andel vissa år. Kransalger förekom rikligast 1993 och 1994 och har därefter förekommit ytterst sparsamt. Dessa alger missgynnas av övergödning.
Blåstång (*Fucus vesiculosus*) förekom relativt rikligt i proverna de första åren, men har därefter försvunnit nästan helt och ersatts av fintrådiga grönalger (*Chlorophyta*). Fintrådiga grön- och brunalger (*Chlorophyta* och *Phaeophyceae*) förekom i lika stor mängd som de högre växterna under den senaste femårsperioden.



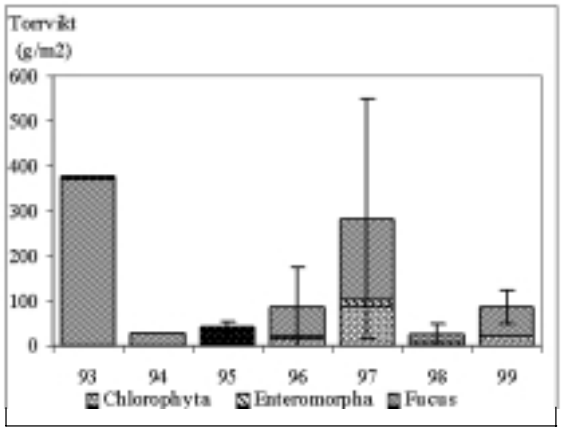
Figur 8.2 Biomassa och artantal för högre växter vid Bruatorpsån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.3 Biomassa för alger vid Bruatorpsån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.4 Biomassa och artantal för högre växter vid Halltorpsån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.5 Biomassa för alger vid Halltorpsån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.

8.2 HALLTORPSÅN

8.2.1 Belastning

Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1978 – 1998. Det är 90 - talet som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att stora tillskott av både totalkväve och totalfosfor förekom 1994 – 1996. Speciellt 1994 var värdena höga. Därefter har halterna minskat.

8.2.2 Högre växter

Vid Halltorpsån (E8) dominerade nate och nating t o m 1995. Därefter har de högre växternas biomassa varit lägre och dominerats av kransslinga. Kransalger förekom under de första åren, men dessa har saknats under senare år. Blåstång har från och till förekommit rikligt på lokalen, men mellanårsvariationerna har varit stora. Från och med 1996 har fintrådiga grönalger förekommit relativt rikligt. De fintrådiga algerna bildar ofta mattor på botten och dessa har möjligen inverkat negativt på högre växter med ett krypande växtsätt, som exempelvis nating och hårsärv (*Zannichellia sp.).*

8.3 HAGBYÅN

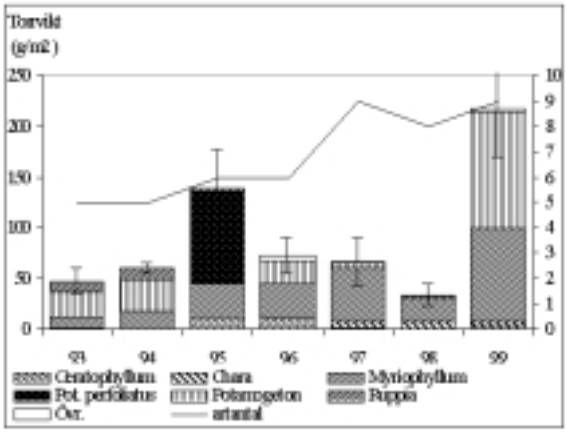
8.3.1 Belastning

Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1979 – 1998. Det är 90 - talet som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att mycket stora tillskott av totalkväve förekom 1994 och 1995. Speciellt 1995 var värdena av totalkväve mycket

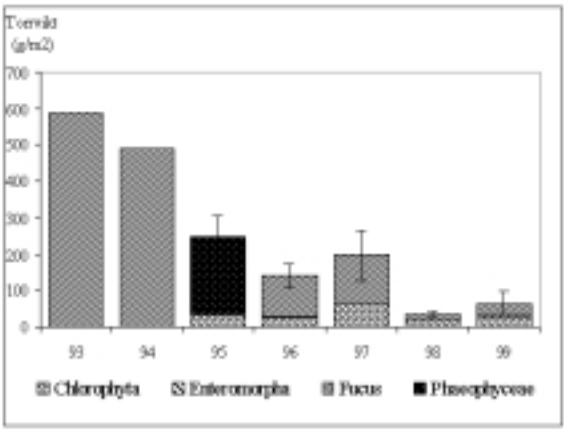
höga, 148 ton. Totalfosfor var högst 1996 och 1997 med 4.6 resp. 3.3 ton per år. Därefter har halterna sjunkit. Flödet från alla åarna sammantaget i länet var mycket högt 1994, 1995 och 1998. Detta ger stora flöden av näringsämnen. Mot denna bakgrund kan de höga mängderna totalkväve 1994 och 1995 förklaras. Att totalfosforhaltera var låga 1998, trots det höga vattenflödet, kan bara förklaras med lägre koncentrationer.

8.3.2 Högre växter

Hagbyån (E7) är den station som har haft den genomsnittligt högst uppmätta biomassan i länet under de sju år som undersökningarna bedrivits. Största delen av biomassan har utgjorts av kransslinga och nate. Dessa arter har dominerat de sista åren och borstnate (Potamogeton pectinatus) svarade för en stor del av ökningen för biomassan 1999. Nating växte på lokalen inledningsvis, men har därefter förekommit mycket sparsamt. Antalet arter har tenderat att öka och åtta till nio arter har förekommit de senaste tre åren. Blåstång förekom rikligt de första åren, men förekomsten har minskat successivt. Fintrådiga grönalger har därigenom kommit att utgöra en allt större andel av algernas biomassa.



Figur 8.6 Biomassa och artantal för högre växter vid Hagbyån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.7 Biomassa för alger vid Hagbyån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.

8.4 LJUNGBYÅN

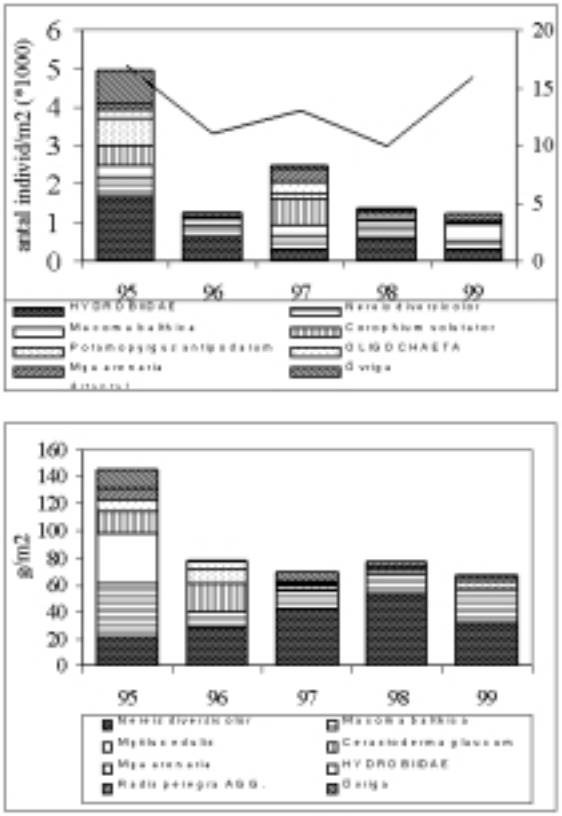
8.4.1 Belastning

Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1979 – 1998. Det är 90 - talet som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att mycket stort tillskott av totalkväve förekom 1994, 381 ton. Totalfosfor var också högst 1994 med 6.8 ton. Därefter har halterna varierat. Flödet från alla åarna sammantaget i länet var mycket högt 1994, 1995 och 1998. Detta ger stora flöden av näringsämnen. Detta samband syns inte här utan transporterna av närsalter kan styras av andra faktorer, såsom olika typer av insatser eller verksamhet i avrinningsområdet.

8.4.2 Mjukbottenfauna

Abundansen på lokalen vid Ljungbyån var hög 1995, liksom artrikedomen, men var åren därefter relativt måttlig. Tusensnäckor och rovborstmaskar har oftast varit första dominanter. Slammärlor förekom rikligt 1995 och 1997, men förekom sparsamt eller var frånvarande övriga år. Östersjömussla förekommer med måttliga tätheter och dominerade 1999. Biomassan var dock genomgående låg efter ett måttligt värde

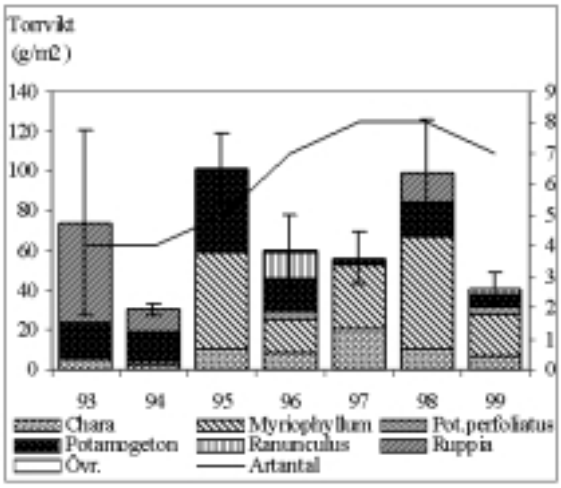
1995. Biomassan har dominerats av rovborstmaskar alla år utom 1995. Frånvaro av indikatorarter för syrebrist bland dominanterna tyder på små problem relaterade till syrehalt, men stark svavelvätelukt observerades dock 1999.



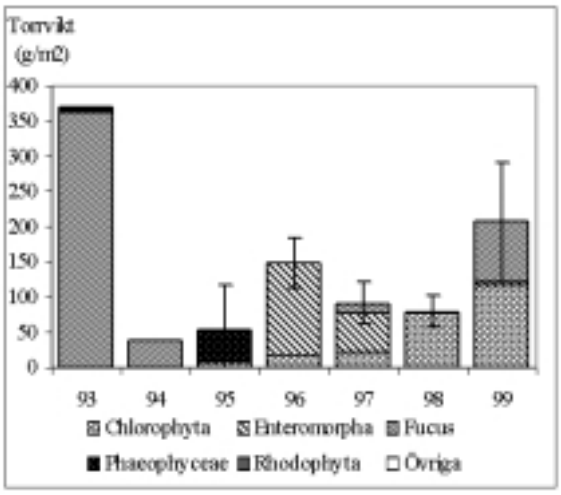
Figur 8.8 Abundans (a) och biomassa (b) för mjukbottenfaunan vid Ljungbyån 1995-1999.

8.4.3 Högre växter

Vid Ljungbyån (E6) saknas trender för den totala biomassan men antalet registrerade arter har fördubblats. Växtsamhället har dock förändrats från att vara dominerat av nate och nating till en relativt stark dominans för kransslinga. Förekomsten av kransalger var något vanligare från 1995 och framåt. Nating registrerades åter med relativt höga värden 1998, men arten hade försvunnit 1999. Liksom vid andra år i södra Kalmarsund dominerade blåstången starkt bland algerna 1993 och 1994, och sannolikt även 1995, då brunalger registrerades under familjenamnet *Phaeophyceae*. Grönalger har dominerat därefter och deras sammanlagda biomassa har varit större än eller likvärdig med de högre växternas. 1999 återkom dock en relativt hög andel för blåstång.



Figur 8.9 Biomassa och artantal för högre växter vid Ljungbyån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.10 Biomassa för alger vid Ljungbyån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.

8.5 ALSTERÅN

8.5.1 Belastning

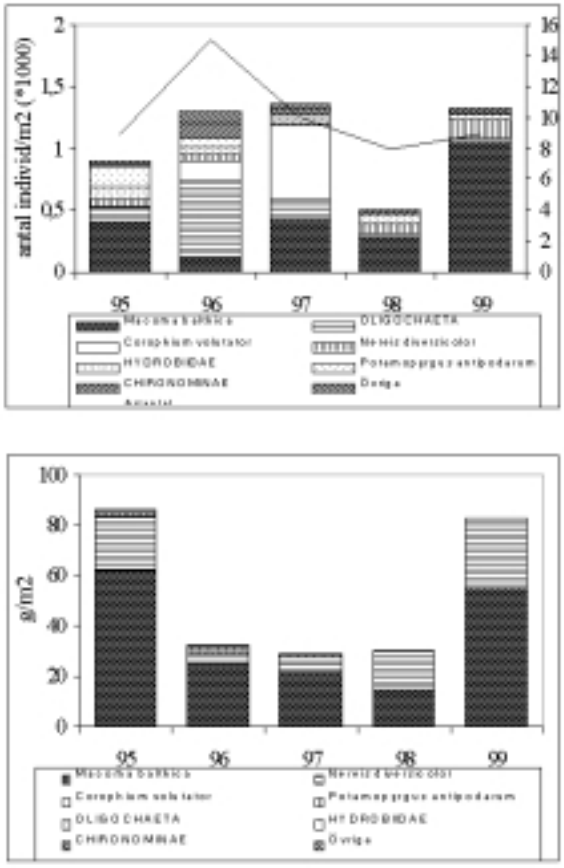
Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1979 – 1998. Det är 90-talet

som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att stora tillskott av totalkväve förekom 1994, 1995 och 1998. Speciellt 1994 var värdena av totalkväve mycket höga, 413 ton. Totalfosfor var också högst 1994, 1995 och 1998 med 5.4, 4.9 resp. 4.6 ton per år. Flödet från alla åarna sammantaget i länet var mycket högt 1994, 1995 och 1998. Detta ger stora flöden av näringsämnen. Mot denna bakgrund kan de höga mängderna av både totalkväve och totalfosfor förklaras.

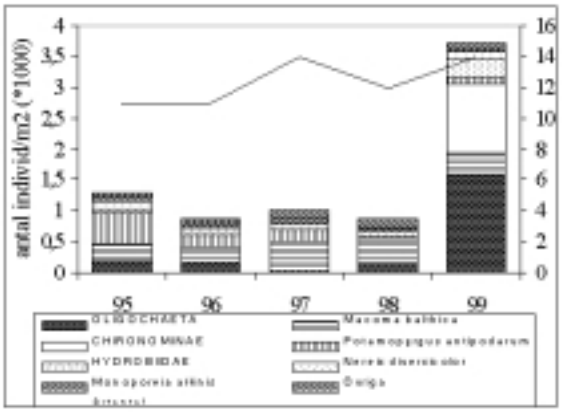
8.5.2 Mjukbottenfauna

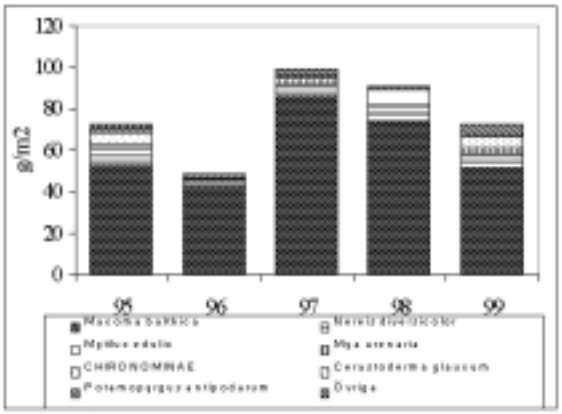
I mynningsområdet för Alsterån finns två bottenfaunastationer, den ena på grunt vatten (5m) inne i skärgården, den andra på 12 m djup utmed farleden in mot Pataholm. Båda har gyttjigt sediment, på den yttre med inslag av lera. Den inre lokalen har haft måttlig till låg abundans och varierande dominansförhållanden. Detta ger lokalen likheter med åmynningarna längre söderut i Kalmarsund. Glattmaskar, slammärlor och Östersjömusslor har alla varit förstadominanter, den senare oftast i större uträckning. Biomassan dominerades starkt av Östersjömusslor och rovborstmask och var måttligt hög 1995 och 1999, men låg i mellanperioden. Östersjömusslorna hade då en biomassa klart under medelvärdet för regionen, vilket vändes till sin motsats 1999, då den översteg medelvärdet för utsjölokalerna i norra Kalmarsund med 80%. En tydlig till mycket stark lukt av svavelväte från sedimentet noterades 1997-1999, men koppling till förekomst av indikatorarter för syrebrist saknas. Lukt kan dock förekomma och härrör då från djupare delar i sedimentet samtidigt som ytan är frisk.

Den yttre lokalen förändrades i liten omfattning under de första fyra åren och hade då ett samhälle med måttlig täthet utan framträdande dominanter. En drastisk förändring registrerades 1999, då tätheten av glattmaskar ökade markant. Täthet och biomassa av Östersjömussla har legat på en för länet som helhet medelmåttig nivå, dock något högre de senaste tre åren. Biomassan var då hög i förhållande till medelvärdet för utsjölokalerna i norra Kalmarsund. Sedimentets egenskaper har hittills inte indikerat någon syrgasbrist.



Figur 8.11 Abundans (a) och biomassa (b) för mjukbottenfaunan vid Alsterån (inre lokalen) 1995-1999.

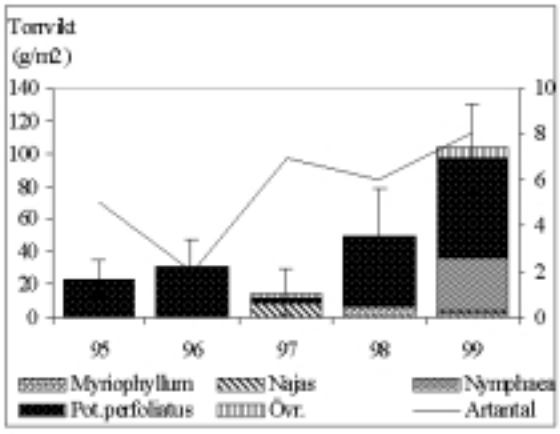




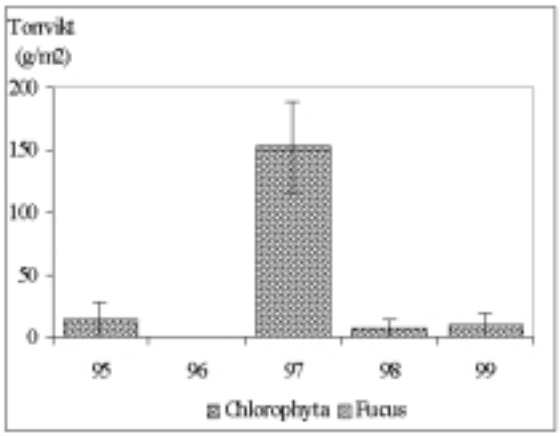
Figur 8.12 Abundans (a) och biomassa (b) för mjukbottenfaunan vid Alsterån (inre lokalen) 1995-1999.

8.5.3 Högre växter

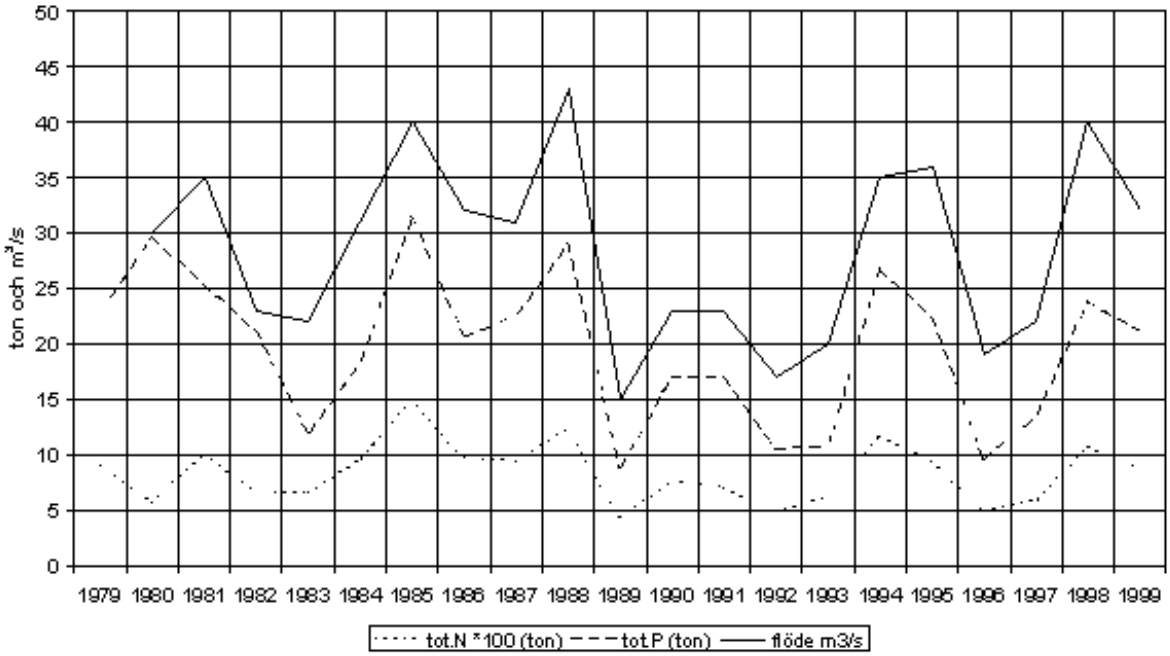
Växtsamhällena vid Alsterån (E5) har inte ändrats mycket under övervaknings-perioden. Den art som dominerat biomassan är ålnate (*Potamogeton perfoliatus*) och de sista tre åren har det etablerats bestånd av hårsärv och kransslinga. Näckros (*Nymphaea sp.*) är en ny art för stationen, som 1999 bidrog till en markerad ökning av den totala biomassan. Näckros har tidigare förekommit utanför gränsen till provtagningsområdet. Alger har, med undantag av 1997, endast förekommit sparsamt och då i första hand utgjorts av grönalger. Detta är troligen en effekt av att lokalen ligger direkt utanför åmynningen och därigenom i högre grad än vid övriga åar är påverkad av sötvatten.



Figur 8.13 Biomassa och artantal för högre växter vid Alsterån 1995-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.14 Biomassa för alger vid Alsterån 1995-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.15 Årsmedelvärden av totalkväve, totalfosfor och vattenflöde 1979 – 1999

8.6 EMÅN

8.6.1 Belastning

Emåns årliga variation av flöde vad gäller totalkväve, totalfosfor och vatten följer varandra mycket väl. Det visar att ju mer vatten desto större mängder närsalter transporteras det ut.

Det finns bara årsmedelvärden, vilket gör att man får en god uppfattning om hur belastningen varierar mellan åren, men inte på kortare tidsskala, såsom månadsvärden. Månadsmedelvärden behövs om man ska kunna göra en koppling till mätresultaten i den mätpunkt, MB2, som är belägen strax söder om Emåns mynning (Kungsholmen).

Närsaltstransporterna varierar mycket mellan åren. Under 1994, 1995 och 1998 var de högst under 90-talet. De låg mellan 1000 och 1200 ton per år för totalkväve och mellan 22 och 27 ton per år för totalfosfor.

8.6.2 Hydrografi

Salthalten är ofta lägre i MB2 än i de tre provtagningspunkterna utanför Mönsterås bruk. Vid dessa tillfällen går alltså Emåns vatten rakt söderut och då vet vi att det är stor andel åvatten som provtagningen av övriga variabler ger information om i MB2.

Syrgashalten vid botten är under hösten 1995 betydligt lägre i MB2, c:a 1.5 ml/l, än i någon av de tre mätpunkter som är belägna utanför Mönsterås Bruk.

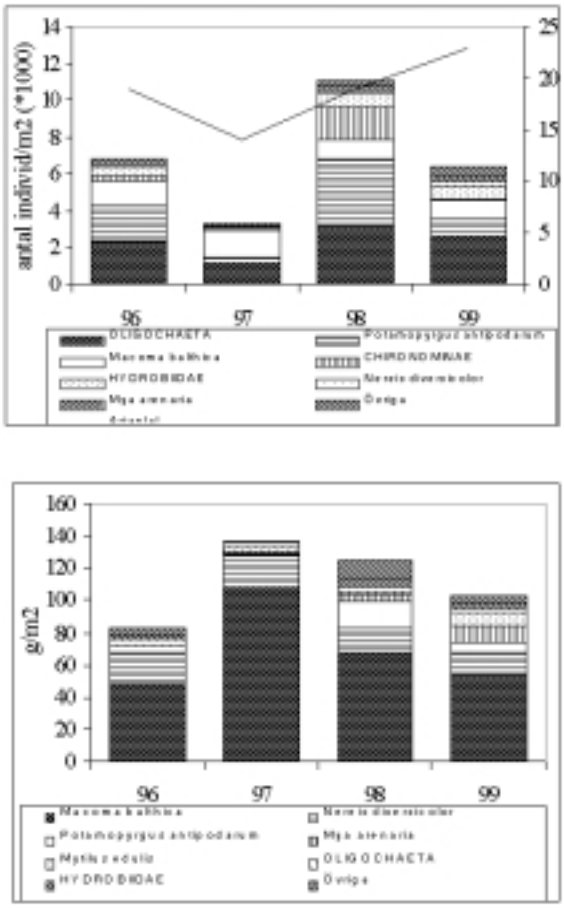
Klorofyll har vid vårblomningen 1996 och 1999 betydligt högre värden i MB2 än i de närliggande stationerna.

Nitrat och nitrithalterna är vid flera tillfällen höga i MB2. Det är dels vintern 1995/1996, dels vintern 1998/1999. Samtidigt var även totalkvävehalterna högst under hela mätperioden. Över hälften bestod av organiskt material. Detta speglar naturligtvis Emåns vatten, ty det är vid dessa båda tillfällen som salthalten är betydligt lägre i mätpunkten. Detsamma gäller säkert också i början av 1994, då Emå-vatten har nått ner till stationerna utanför Mönsterås Bruk, men provtagning saknas i MB2. Vid detta tillfälle var fosfatvärdena helt normala medan det alltså bara var kväve som hade höga värden.

Fosfathalten har sjunkit något under perioden. Fosfathalterna är desamma i MB2 som utanför Mönsterås Bruk. Vintermaximat 1996/1997 består till c:a hälften av organiskt fosfor, medan sensommarvärdet 1997 till allra största delen är organiskt material.

8.6.3 Mjukbottenfauna

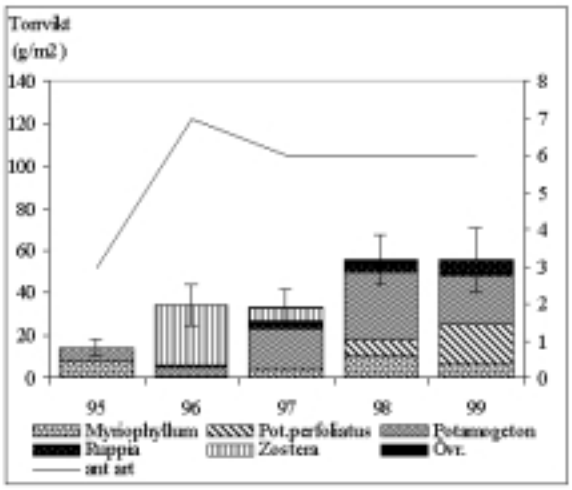
Bottenfaunan på 5 m djup vid Emåns mynning har varit art- och individrik och hade 1998 länets högsta abundans. Liksom vid åmynningarna i söder har variationerna varit stora avseende vilka arter som dominerat till antal. Glattmaskar och tusensnäckor, främst *Potamopyrgus*, har dock varit vanligast sedan provtagning på lokalen inleddes 1996. Östersjömusslor förekommer rikligt och rekryteringen av arten har varit god, vilket förklarar de höga värdena för abundansen. Biomassan för arten var hög 1997 och har därefter fallit till ca 50 g/m^2. Utvecklingen liknar den för den inre lokalen vid Alsterån och nivåerna har genomgående varit högre än för regionens övriga lokaler. Liksom vid de andra åmynningarna i södra länet finns ett livskraftigt bestånd av rovborstmask som förändrats i liten omfattning under perioden. Sedimentet har genomgående haft ett oxiderat ytskikt, men lukt av svavelväte har förekommit alla år. Det senaste året var lukten stark. Djurlivet antyder dock ingen negativ påverkan av syrgasbrist, men visar att lokalen har en hög produktion, sannolikt till följd av tillförsel av organiskt material via åvattnet och de strömmar det genererar i området.



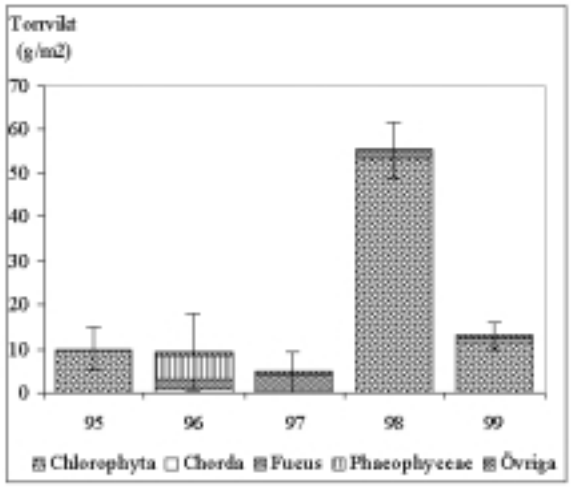
Figur 8.16 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan vid Emån 1996-1999.

8.6.4 Högre växter

Sex växtarter har påträffats utanför Emån (E4) under de senaste tre åren. Bandtång (*Zostera marina*) förekom 1996 och 1997 men har saknats därefter. Den totala biomassan har ökat under senare år till följd av en tillväxt av beståndens av natearter. Kransslinga förekommer relativt sparsamt på lokalen och förekomsten av den lågväxande natingen har ökat kontinuerligt under hela perioden. Algförekomsten har varit relativt liten och dominerats av grönalger och med ett mindre inslag av blåstång. Grönalger förekom rikligast de båda senaste åren, i synnerhet 1998.



Figur 8.17 Biomassa och artantal för högre växter vid Emån 1995-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.18 Biomassa för alger vid Emån 1995-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.

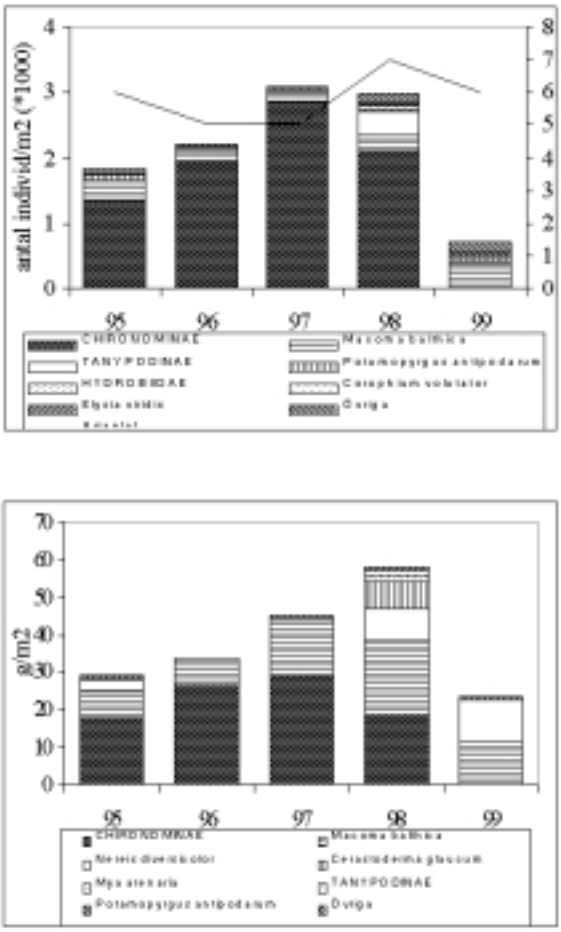
8.7 VIRÅN

8.7.1 Belastning

Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1979–1998. Det är 90-talet som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att mycket stora tillskott av både totalkväve och totalfosfor förekom 1994, 1995 och 1998. Speciellt 1994 var värdena av totalkväve höga, 121 ton. Totalfosfor var högst 1995 och 1998 med 1.9 ton per år. Flödet från alla åarna sammantaget i länet var mycket högt 1994, 1995 och 1998. Detta ger stora flöden av näringsämnen. Mot denna bakgrund kan de höga mängderna totalkväve och totalfosfor förklaras.

8.7.2 Mjukbottenfauna

Mjukbottenstationen vid Virån är lokaliserad till en skyddad skärgårdsfjärd, ca 1 km nordost om åmynningen. Vattendjupet är 6,5 m och sedimentet dyigt. Faunan skiljer sig starkt från den vid tidigare behandlade åmynningar i det att den t o m 1998 dominerades starkt av fjädermygglarver. Dessa försvann dock helt mellan 1998 och 1999. Lokalen har ett relativt svagt bestånd av Östersjömussla, som förstärkts något under senare år, även om biomassan minskade mellan 1998 och 1999. Sedimentet luktade starkt av svavelväte det senaste året och oxiderat ytskikt saknades helt. Svag lukt har registrerats tidigare, men ytskiktet var då alltid oxiderat. Det förändrade sedimentkemin 1999 har sannolikt bidragit till den låga abundansen detta år, även om fjädermygglarver är kända för att tåla låga syrgashalter.

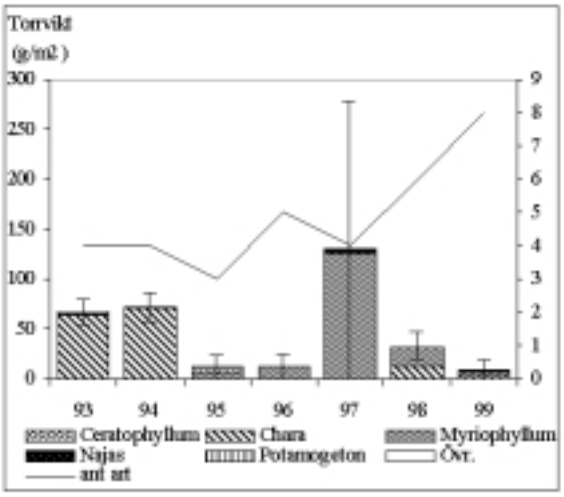


Figur 8.19 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan vid Virån 1995-1999.

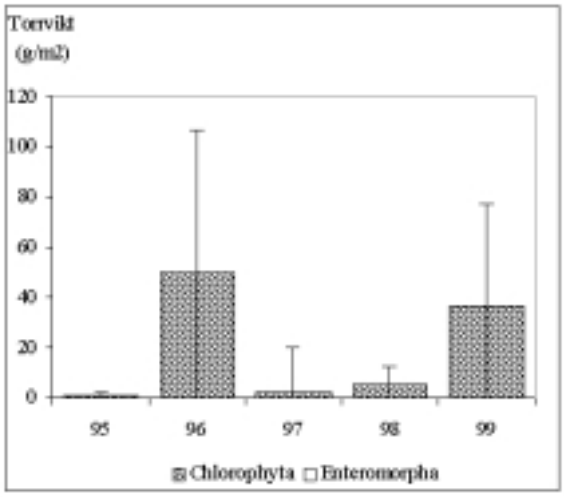
8.7.3 Högre växter

Floran vid Virån (E3) har varierat stort med avseende på biomassa. Virån är den åmynning som haft den lägsta biomassan, men förekomst av kransslinga i proverna medförde att biomassan ökade med tio gånger 1997. Kranslinga växer i täta bestånd på vissa platser i provtagningsområdet och kan därmed påverka resultatet mycket beroende

på om det blir några slumpvisa hugg i dessa bestånd. På senare tid har hornsärv (*Ceratophyllum demersum*) kontinuerligt ökat, för att 1999 vara den dominerande arten i proverna. Kranslinga har övriga år dominerat i proverna, med undantag för 1993 och 1994, då kransalger förekom rikligt. Antalet arter fördubblades under de senaste två åren och 1999 gjordes en rekordnotering med åtta arter, vilket kan jämföras med de tre arter som påträffades 1995. De enda alger som förekommit är grönalger, vilket kan jämföras med situationen vid Alsterån och sannolikt kan ges samma förklaring som där. Provtagningslokalen har ett mycket skyddat läge inne i skärgården och påverkas starkt av sötvattnet från ån, som mynnar i lokalens omedelbara närhet. Biomassan har varit liten till måttlig.



Figur 8.20 Biomassa och artantal för högre växter vid Virån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.21 Biomassa för alger vid Virån 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.

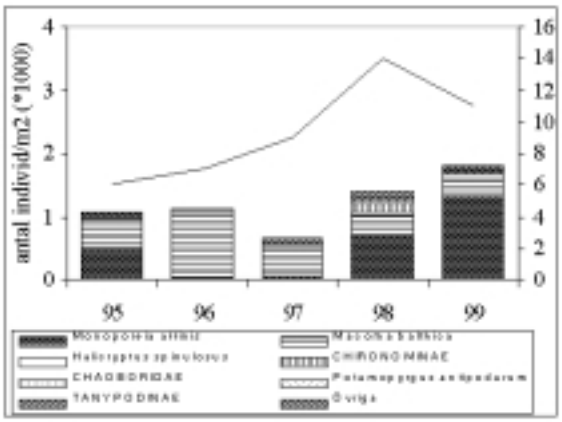
8.8 BOTORPSSTRÖMMEN

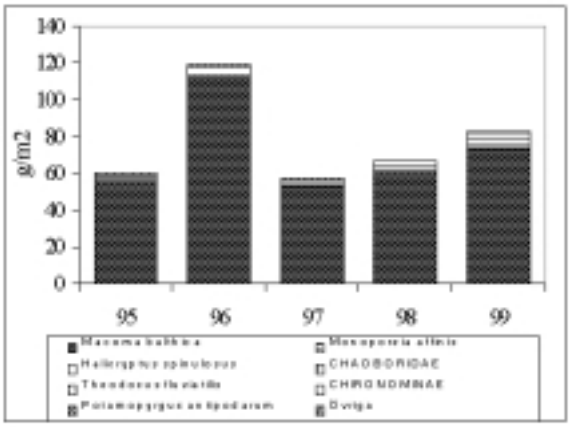
8.8.1 Belastning

Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1979 – 1998. Det är 90 - talet som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att mycket stora tillskott av både totalkväve och totalfosfor förekom 1994, 1995 och 1998. Under 1998 var värdena av totalkväve de klart högsta på 90 - talet, 241 ton. Även totalfosfor hade sitt maximum 1998 med 4.9 ton. Flödet från alla åarna sammantaget i länet var mycket högt 1994, 1995 och 1998. Detta ger stora flöden av näringsämnen. Mot denna bakgrund kan de höga mängderna totalkväve och totalfosfor förklaras. Dock var de större mängderna 1998 högre än 1994 och 1995 utifrån kopplingen till höga flöden, dvs koncentrationerna kan ha varit högre 1998 än under 1994 och 1995.

8.8.2 Mjukbottenfauna

Provtagning av faunan utanför Bottorpsströmmens mynning i Helgerumsviken i den norra delen av Gåsfjärden görs på 12,5 m djup relativt långt från ån. Detta innebär att åvattnets direkta påverkan på lokalen sannolikt är betydligt mindre än vid åarna i Kalmarsund. Sedimentet är gyttjigt och ytskiktet har genomgående varit oxiderat, men svavelvätelukt har registrerats vissa år. Djursamhället har dominerats av vitmärlor och Östersjömusslor. De förra har ökat till numerären de båda senaste åren efter låga nivåer 1996 och 1997, vilket står i motsats till utvecklingen för arten på de två något djupare lokalerna vid fiskodlingen nära Grytsholmen söderut i Gåsfjärden. Beståndet av Östersjömusslor har minskat från en hög täthet 1996, men efter detta år har artens biomassa vuxit långsamt. Detta innebär att musslornas medelvikt ökat. Biomassan är dock normal för en station utan allvarliga störningar och ligger klart över medelvärdet för det norra skärgårdsområdet.





Figur 8.22 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan vid Bottorpsströmmen 1995-1999.

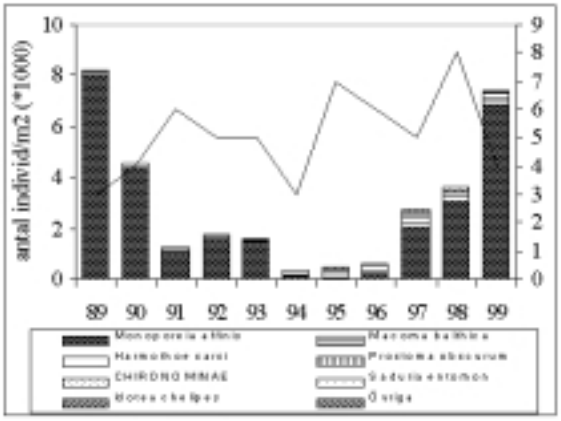
8.9 STORÅN

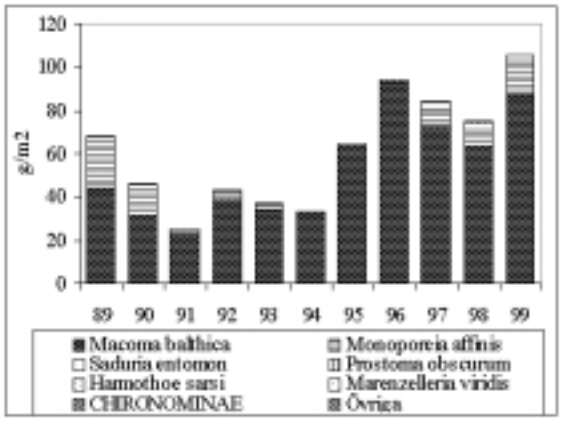
8.9.1 Belastning

Det finns data om tillförseln av totalkväve och totalfosfor 1980 – 1998. Det är 90-talet som främst betraktas här, och av tabell 4.1 framgår att mycket stora tillskott av både totalkväve och totalfosfor förekom 1994, 1995 och 1998. Speciellt 1998 var värdena av totalkväve höga, 137 ton. Även totalfosfor var högst 1998 med 4.0 ton per år. Flödet från alla åarna sammantaget i länet var mycket högt 1994, 1995 och 1998. Detta ger stora flöden av näringsämnen. Mot denna bakgrund kan de höga mängderna totalkväve och totalfosfor förklaras. Dock var de större mängderna 1998 högre än 1994 och 1995 utifrån kopplingen till höga flöden, dvs koncentrationerna kan ha varit högre 1998 än under 1994 och 1995.

8.9.2 Mjukbottenfauna

Djursamhället på 21 m djup i Syrsan utanför Storåns mynning har följts sedan 1989 och har utvecklats på ett sätt som indikerar frånvaro av allvarligt negativa konsekvenser av mänsklig aktivitet. Förutom några få år i mitten av 1990-talet har samhället dominerats av vitmärlor, som uppvisar det cykliska variationsmönster som är utmärkande för arten. Den cykel som beskrivs var dock något år längre än vad som brukar anses normalt. Östersjömusslan förekom betydligt rikare 1995-1999 än under den period som föregick och den totala biomassan måste numera klassas som relativt hög för den biotop som representeras. Denna förändring kan tolkas som en effekt av ökad biologisk produktion eller ökad tillförsel av organiskt material från land och vattendrag. Transporten av kväve och fosfor via Storån var avsevärt större 1994 än tidigare, för kväve nästan fördubblad, vilket talar för att primärproduktionen ökat. Lokalen har alltid haft ett oxiderat ytskikt och svavelvätelukt har aldrig registrerats. Detta tyder på god vattenomsättning motverkar den syretäring som skulle kunna orsakats en högre primär-produktion.

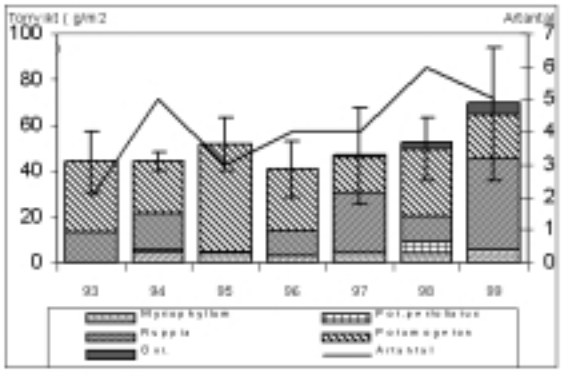




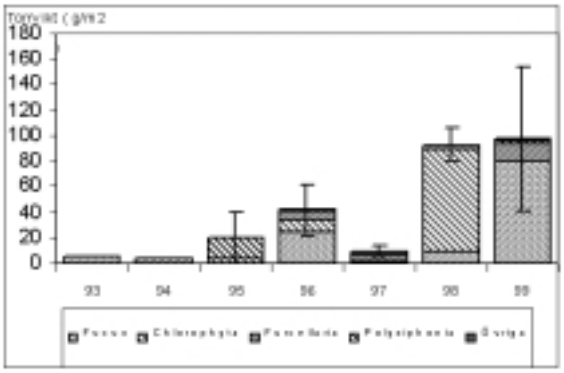
Figur 8.23 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan vid Storån 1989-1999

8.10 REFERENSLOKALEN BOTTORPSHAMN

Bottorpshamn söder om Kalmar utgör referensområde för undersökningana av den högr växtligheten vid länets åmynningar. Floran på denna lokal har varit stabil i förhållande till den vid åmynningarna, gemomgående med en dominans för natearter och nating i varierande proportioner. En tendens till ökad biomassa föreligger under senare år, men några signifikanta skillnader föreligger ej mellan åren. Alger förekom i små till måttliga mängder t o m 1997, men förekomsten var relativt stor 1998 och 1999, det förre året med fjäderslick som dominant, det senare med blåstång.



Figur 8.24 Biomassa och artantal för högre växter vid Bottorpshamn 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan.



Figur 8.25 Biomassa och artantal för alger vid Bottorpshamn 1993-1999 och standardfel (SE) för den totala biomassan

8.11 MILJÖGIFTER I ÅMYNNINGAR OCH REFERENSSTATIONER

Åmynningar
I stationerna E1-E9 låg innehållet i blåmussla av tungmetallerna bly, kadmium, koppar och zink 1999 genomgående mycket nära de rapporterade bakgrundsvärdena (Grimås U. & Suarez JM). Halterna har under den senaste femårsperioden uppvisat små variationer och någon tydlig trend med ökande eller minskande metallhalter har inte kunnat utläsas. Analyserna från 1997 visade tillfälligt på en liten förhöjning av kadmium- och zinkhalterna för flertalet stationer.

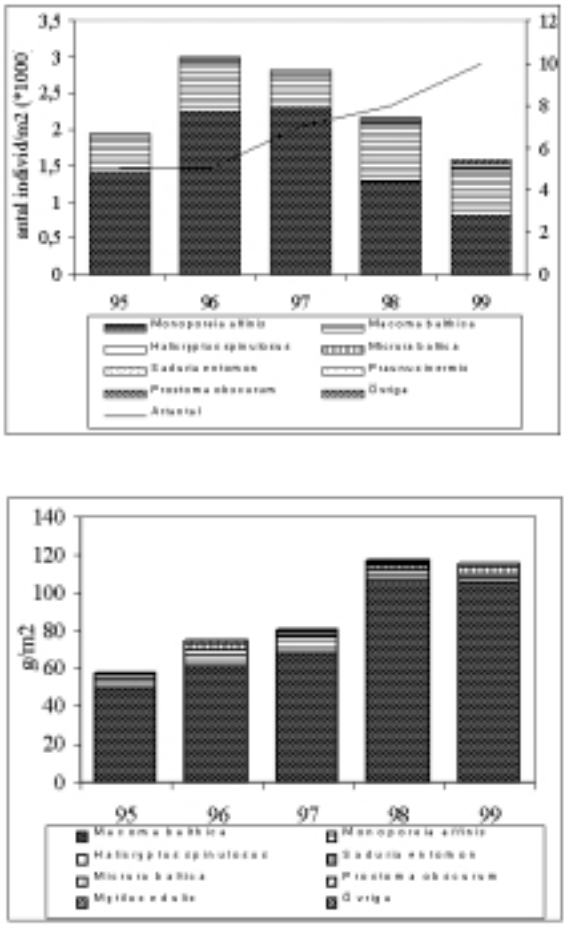
Referensstationerna
I samtliga referensstationer ligger halterna av metaller i blåstång och blåmusslor under eller nära halterna för bakgrundsnivåerna. Det syns inte heller några tydliga mellanårsskillnader under den senaste femårsperioden.

9. FISKODLINGAR

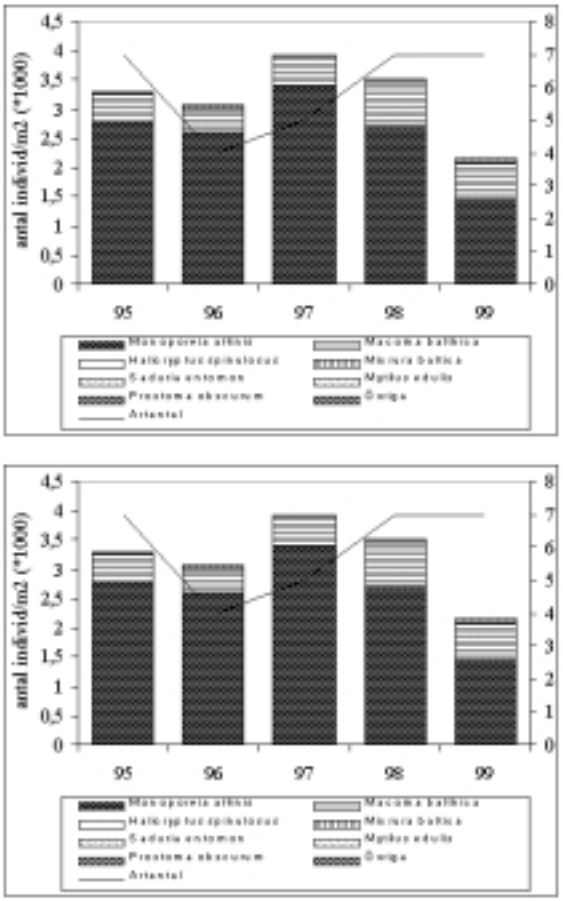
9.1 SCANDINAVIAN SEAFOOD AB, GRYTHOLMEN

9.1.1 Mjukbottenfauna

Provtagningen omfattar två lokaler på 16,5 respektive 18 m djup. Båda har ett gyttjigt sediment som genomgående haft ett oxiderat ytskikt. Båda har livskraftiga bestånd av vitmärla och Östersjömusslor, där de förra gått tillbaka under senare år, medan de senare varit oförändrat starka eller ökat till numerären och ökat till höga nivåer för biomassan. Ingen av lokalerna uppvisar några tecken på att vara påverkade av odlingsverksamheten. Typiska indikatorarter för syrebrist eller övergödning saknas eller förekommer sparsamt.



Figur 9.1 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan på 16,5 m djup vid Grytholmen 1995-1999.



Figur 9.2 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan på 18 m djup vid Grytholmen 1995-1999.

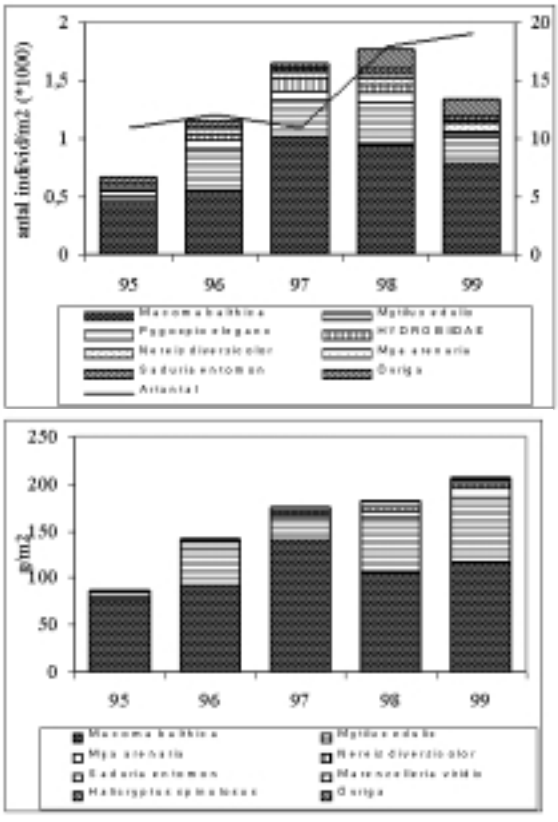
9.1.2 Hårdbotten

En översiktlig inventering av floran på hårdbotten i odlingens närhet görs vartannat år på två lokaler. Båda har ett bälte med hög täckningsgrad som 1998 sträckte sig ner till 1,3 m djup. Enstaka plantor växte ner till 3-4 m. Nedslamning och påväxt har varit omfattande vid besöken, vilket inte skiljer sig från förhållanden vid andra inomskärslokaler i länet.

9.2 SKAVDÖ LAX AB, SKAVDÖSUND

9.2.1 Mjukbottenfauna

Bottensubstratet på lokalen i Skavdösund karaktäriseras som moig sand och har låg organisk halt. Det har genomgående varit oxiderat och har ett rikt djursamhälle, dominerat av musslor. Den totala biomassan uppvisar en oavbruten positiv trend under undersökningsperioden. Östersjömusslor förekommer med hög täthet och biomassa, som var högre de tre senaste åren än 1995 och 1996. Biomassan av blåmusslor och sandmusslor har ökat mot slutet av perioden och den totala biomassan låg 1999 bland de tio högst uppmätta i länet 1999. Rovborstmask och den nyligen till Östersjön invandrade havsborstmasken *Marenzelleria viridis* tillhör dominanterna på lokalen, den senare dock endast 1998 och 1999. Kräftdjuret skorv (*Saduria entomon*) förekom alla år, rikligast de tre senaste. Avsaknaden av jämförbara referenslokaler i norra skärgårdsområdet försvårar en bedömning av fiskodlingens effekter. Det står dock klart att om någon påverkan funnits så har den verkat positivt på lokalens djursamhälle. Odlingens placering i ett sund och sedimentets beskaffenhet talar för att lokalen har en god vattenomsättning.



Figur 9.3 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan på 17-19 m djup i Skavdösund 1995-1999.

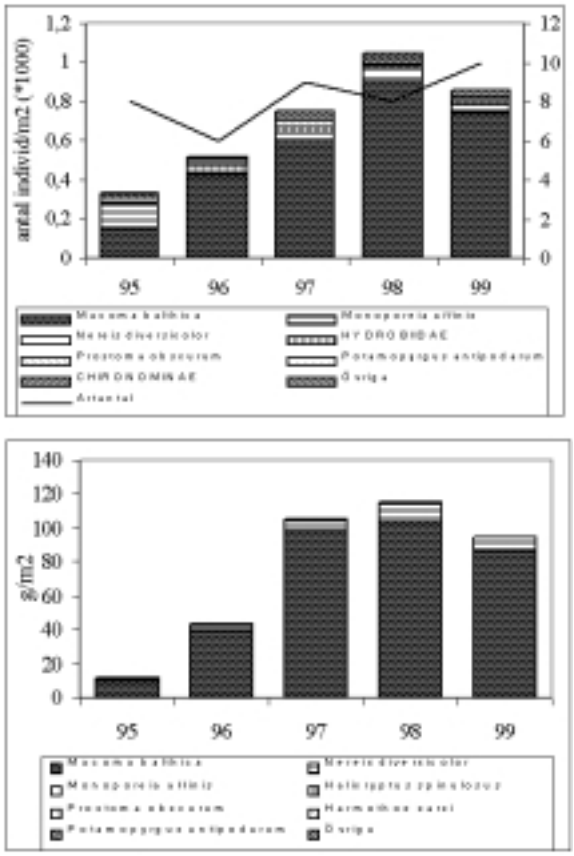
9.2.2 Hårdbotten

En översiktlig inventering av floran på hårdbotten i odlingens närhet görs vartannat år på en lokal. Ett smalt och högvuxet tångbälte med hög täckningsgrad fanns på platsen 1996 och 1998, med en måttlig till riklig påväxt av alger och mossdjur. Enstaka plantor växte 1998 ner till 3,5 m.

9.3 MALMÖNS LAXODLING AB, VIDÖ

9.3.1 Mjukbottenfauna

Lokalen vid Vidö hade låg abundans och biomassa 1995. Därefter har båda variablerna ökat, i första hand genom en tillväxt av beståndet av Östersjömussla. De senaste tre åren registrerades en relativt hög täthet och biomassa på lokalen. Denna art har alla år haft en starkt dominerande ställning, både till antal och vikt. Vattendjupet på platsen är 14 m och det gyttjiga sedimentet har alltid haft ett oxiderat ytskikt. Sedimentet luktade dock starkt av svavelväte 1996. Djursamhället uppvisar relativt stora likheter med den närliggande referenslokalen i Gudingen. Biomassan av Östersjömusslor var dock genomgående högre på den senare lokalen och det mycket låga värde som registrerades vid Vidö 1995 saknades där. En negativ påverkan av odlingen i början av perioden kan därför inte uteslutas, men skadorna har i så fall reparerats.



Figur 9.4 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan på 14 m djup vid Vidö 1995-1999.

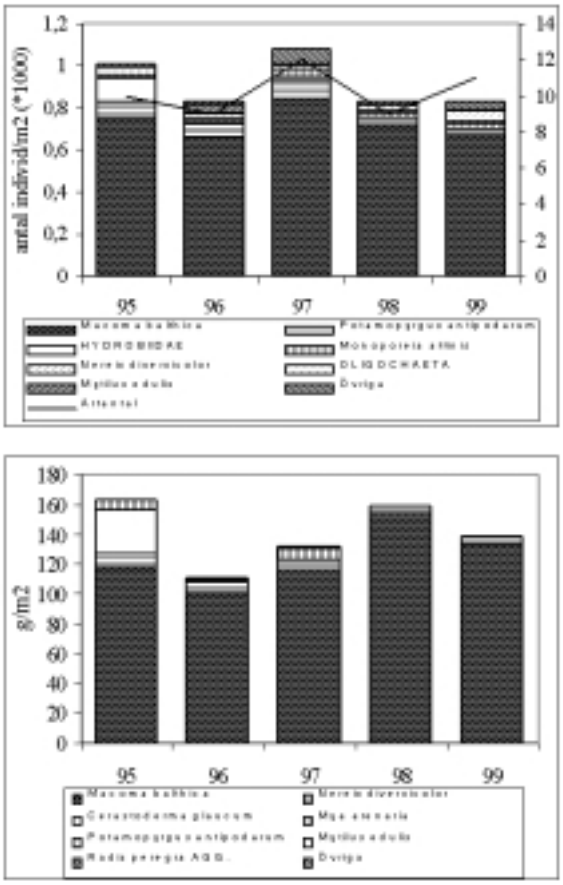
9.3.2 Hårdbotten

En översiktlig inventering av floran på hårdbotten i odlingens närhet görs vartannat år på en lokal. Vid de båda senaste besöken 1996 och 1998 observerades ett relativt svagt utvecklat tångbälte, starkt påvuxet och nedslammat. Enstaka plantor observerades 1996 ner till 7 m djup och 1998 ner till 4,2 m djup. Kraftig betning noterades 1996 i strandlinjen. Det är svårt att göra en säker bedömning av odlingen effekter på hårdbottensamhället, mot bakgrund av att opåverkade referenslokaler saknas i jämförbara lokaler i innerskärgården. Situationen för lokaler i andra recipienter av motsvarande karaktär är likartad.

9.4 GÄRDSHOLMENS FISKODLING, GÄRDSHOLMEN

9.4.1 Mjukbottenfauna

Beståndet av Östersjömussla vid Gärdsholmen har varit starkt alla år och har dominerat djursamhället både till antal och vikt. Några uppenbara trender föreligger ej i tidsserien. Biomassan för musslorna har genomgående varit hög och jämförbar med den på referenslokalen i Gudingen. Några arter som indikerar störningar har inte förekommit i anmärkningsvärd omfattning och lokalen kan av nämnda anledningar inte ha påverkats i någon högre grad av odlingsverksamheten. Någon negativ påverkan kan inte heller utläsas av sedimentets egenskaper.



Figur 9.5 Abundans och biomassa för mjukbottenfaunan på 10 m djup vid Gärdsholmen 1995-1999.

9.4.2 Hårdbotten

En översiktlig inventering av floran på hårdbotten i odlingens närhet görs vartannat år på en lokal. Ett blåstångsbälte med måttlig täckning ner till ca 1,5 m djup förekom vid de båda senaste besöken och täckningsgraden hade ökat mellan 1996 och 1998. Liksom vid andra lokaler i motsvarande miljöer förekommer en omfattande påväxt av fintrådiga brunalger och en hög grad av nedslamning.

10. REFERENSER

Ref (1) Östersjö ’98. Årsrapport från miljöövervakningen i egentliga Östersjön 1999. Stockholms marina forskningscentrum.
Ref (2) Grimås och Suarez, 1989.
Ref (3) Naturvårdsverket, 1991.
Aebi H. 1974 Catalase. In Methods of enzymatic analysis. ed Bergmeyer H.U., Academic Press, pp. 671-684.
Allmänna råd för Vattenrecipientkontroll vid skogsindustrier. 1994 Allmänna Råd 94:2, SNV, Solna.

Andersin, A-B., Lassig, J., Parkkonen, L &H. Sandler,1978: Long-term fluctuations of the soft bottom macrofauna in the deep areas of the Gulf of Bothnia 1954-1974; with special reference to *Pontoporeia affinis* Lindström (Amphipoda).- Finn Mar Res 244:137-144

Andersson, J., Dahl, j., Johansson, A., Karås, P., Nilsson, J., Sandström, O och Svensson, A., 2000
Utslagen fiskrekrytering och sviktande fiskbestånd i Kalmar läns kustvatten. Fiskeriverket. Rapport 2000:5.

Ariese, F., Kok, S.J. Verkaik, M. Gooijer, C. Velthorst, N.H. and Hofstraat, J.W. 1993. Synchronous fluorescence spectrometrry of fish bile: A rapid screening method for the biomonitoring of PAH exposure. Aquat. Toxicol., 26, 273-286.

Bick, A. & M.L. Zettler, 1997: On the identity and distribution of two species of *Marenzelleria* (Polychaeta, Spionidae) in Europe and North America.- Aquatic ecology 31:137-148

Bonsdorff, E., Mattila, J., Rönn, C. & C.-S. Österman, 1986: Multidimensional interactions in shallow softbottom ecosystems; testing the competitive exclusion principle. - Ophelia, Suppl. 4: 37-44.

Bonsdorff, E., Norkko, A. & C. Boström, 1995: Recruitment and population maintenance of the bivalve *Macoma balthica* (L.) - factors affecting settling success and early survival on shallow sandy bottoms. - In: A. Eleftheriou, A. D. Ansell & C. J. Smith (eds.): Biology and ecology of shallow coastal waters. Proc. 28th European Marine Biology Symposium, Olsen & Olsen, Fredensborg, pp. 253-260.

Cato, I., 1999: Undersökning med sedimentfällor i recipienten utanför Mönsterås Bruk 1996/97.- SGU maringeologi Rapport 1999:3.

Cato, I., 2000: Sedimentundersökningar längs Smålandskusten 1998 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljökvalitet.- Kalmar läns kustvattenkontroll - SGU Rapp & Medd nr ? ,Uppsala.

Carlberg I. and Mannervik B. 1974. Purification and characterization of the flavoenzyme glutathione reductase from rat liver. J. Biol. Chem. 250, 5475-5480.

Cederwall, H., 1999: Vad händer på Östersjöns botten?.- Östersjö ´98 -årsrapport från miljöövervakningen i egentliga Östersjön 1999.

Diaz, R.J. & R. Rosenberg, 1995: Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna.- Oceanography and Marine Biology: an Annual Review, 33.

Ericson, G., Lindesjöö, E., and Balk, L. 1998. DNA adducts and histopathological lesions in perch (*Perca fluviatilis*) and northern pike (*Esox lucius*) along a polycyclic aromatic hydrocarbon gradient on the Swedish coastline of the Baltic Sea. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55:815-824.

Essink, K., 1998: Dispersal and development of *Marenzelleria spp.*

(Polychaeta, Spionidae) populations in NW Europe and the Netherlands.- Helgoländer Meeresuntersuchungen 52(3-4):367-372.

Grimås, U., 1979: Bottenfaunans utveckling 1962-1977 vid Oskarshamns kärnkraftverk, Simpevarp, och några jämförelseområden efter Östersjökusten.- SNV PM 1165.

Habig W.H. Pabts M.J. and Jacoby W.B. 1974 Glutathione S-transferase, the first enzymatic step in mercapturic acid formation. J. Biol. Chem. 249, 7130-7139.

Håkansson, L., Kulinski, H. & H. Kvarnäs, 1984: Vattendynamik och bottendynamik i kustszonen.- SNV pm 1905.
Järvekulg, A.A., 1970: Bottom fauna as an indicator of pollution of the marine benthal in the vicinity of Tallin.- In: Frey, T., Laasimer, L. and Reintam, L. (eds), Estn contr. Int. Biol. Progm. I. Acad. Sci. Estn. SSR:158-193. Tartu

Kozin, I. Gooijer, C, Velthorst, N.H. Hellou, J. and Zitko, V 1996. Isomer-specific detection of PAHs and PAH metabolites in environmental matrices by shpol'skii luminescence spectroscopy. Chemosphere, 33(8), 1435-1447.

Laakso, M., 1965: The bottom fauna in the surroundings of Helsinki.- Annls Zool.Fenn. 2:19-37

Larsson D. G. J., Hällman H. and Förlin L. More male fish embryos near a pulp mill. Environ. Toxicol. Chem. In press.

Larsson D.G.J., Mayer L., Hyllner S.J. and Förlin L. Seasonal variations in vitelline envelope proteins, vitellogenin and sex steroids in the vivparous eelpout (Zoarces vivparus). Manuscript.

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 35:2.

Rumohr,H., 1999: Soft bottom macrofauna: Collection and treatment of samples 1999.- ICES Techniques in Environmental Sciences, No 27.

Saulamo, K., Andersson, J & Thoresson, G, 2000, Skarv och fisk vid Svenska Östersjökusten, Fiskeriverket, Kustlabratoriet, in prep.

Segerstråle, S. G., 1969: Biological fluctuations in the Baltic Sea.- Prog in Oceanography 5:169-184.

Smith, R.I., 1964: The reproduction of *Nereis diversicolor* (Polychaeta) on the south coast of Finland - some observations and problems.- Comment. Biol. Soc. Sci. Fenn. 26(10):1-2.

Thoresson, G., 1992. Handbok för kustundersökningar. Metodbeskrivningar. Fiskeriverket, Kustrapport 1992:1.

Tulkki, P., 1960: Studies on the bottom fauna of the Finnish southwestern archipelago. I. Bottom fauna of the Airisto Sound.- Annls Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 21(3):1-26.