

KUSTKONTROLLPROGRAM FÖR HELSINGBORG ÅRSRAPPORT 2003

Peter Göransson, Lena Börjesson & Magnus Karlsson
Miljönämnden i Helsingborg 2004

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	3
INLEDNING.....	6
METODIK.....	7
RESULTAT OCH DISKUSSION.....	9
BOTTENFAUNA.....	10
Total antal arter.....	10
Total individtäthet.....	12
Total biomassa.....	14
Förändring av totalt antal taxa, total individtäthet och total biomassa i relation till den lokala avrinningen.....	19
Likheter mellan stationer 2002, Klusteranalys och MDS	21
Diversitetsindex.....	27
Storleksfördelningar för <i>Terebellides stroemi</i> , <i>Abra alba</i> och <i>Macoma balthica</i>	34
Artsammansättning.....	36
De amerikanska havsborstmasken <i>Marenzelleria viridis</i>	31
Faunastruktur: födogrupper, larvutveckling, förhållande till bottenytan, känslighet för syrebrist, salthaltstålighet.....	36
<i>Terebellides stroemi</i> och <i>Hydrobia ulvae</i> – två indikatorarter.....	39
Tillståndsklassning, modifiering av Öresundsvattensamarbetets miljömål.....	41
REDOXPOTENTIAL I SEDIMENT	44
ORGANISK HALT OCH NÄRINGSÄMNINGEN I SEDIMENT.....	47
METALLER	51
Sediment	51
Avvikelseklassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.....	60
Effektgränser för metaller i sediment.....	61
Blåmusslor <i>Mytilus edulis</i>	62
Avvikelseklassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.....	70
ORGANISKA MILJÖGIFTER	71
Sediment	71
Tillståndsklassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.....	74
Blåmusslor <i>Mytilus edulis</i>	75
Effektgränser för organiska miljögifter i musslor.....	82
SLUTORD.....	82
REFERENSER.....	83

HELSINGBORGS KUSTKONTROLLPROGRAM

Årsrapport 2003

SAMMANFATTNING

De organiska miljögifterna HCB, PCB och DDT verkar minska både i blåmusslor och sediment. Framförallt har haltnivån för HCB sjunkit kraftigt, men detta gäller också PCB och i viss mån DDT. För metaller finns också tendenser till minskade halter. Kadmium minskar både i sediment och blåmusslor på flera platser. Arsenik verkar minska i sedimenten. På några platser minskar halterna av zink och tenn i blåmusslor. Detta visar att ansträngningar för att få ner utsläppen har lönat sig. Halterna av flera miljögifter är dock fortfarande förhöjda. Detta gäller särskilt för flera metaller i blåmusslor. Nya miljögifter har också påträffats. Halterna av hexabromcyclododekan i blåmusslor kan betraktas som höga utanför Helsingborg.

Bottenfaunan på 12-14 meters djup har inte förändrats väsentligt sedan 2002 års nedgång. Andelen arter som är känsliga för syrebrist är fortfarande låg på många stationer. På de djupa bottenarna och i det marina reservatet vid Knähaken uppmärksammades inga större förändringar under 2003.

Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis* som upptäcktes 2002 längs Helsingborgskusten, återfanns på fler lokaler under 2003. Arten kan alltså vara mera spridd i området än vad som tidigare befarats.

BOTTENFAUNA

Bottenfaunan kan med rätta betraktas som Öresunds bofasta innevärdare eftersom de flesta djurarterna lever på samma plats under många år. Därmed får de också utstå alla de prövningar som naturen och människan ställer till med. Redan de naturliga förhållandena i Öresund stressar bottenfaunan, men det är också påfrestande att leva i ett vatten som omges av jordbruksmark, industrier och hela det moderna samhällets kemikaliehantering. De djupa bottenarna är "slutstationer" för kemikalier och miljögifter som dock kan återcirkuleras i ekosystemet och därför även påverka människan.

12-14 meters djup utanför Helsingborg

Sammanfattningsvis kan det för 2003 konstateras att bottenfaunans struktur inte förändrats väsentligt sedan 2002. Andelen arter som är känsliga för syrebrist är fortfarande låg på många stationer.

Tillståndsklassning enligt ett modifierat förslag till operativa miljömål för Öresundsvattensamarbetet pekar på att miljöförhållandena kan betraktas som påverkade i hela undersökningsområdet. De flesta stationerna domineras av arter som karakteriserar påverkade tillstånd, medan representationen för arter som betecknar goda tillstånd är genomgående låg. Av de 13 stationerna kan 3 klassas som opåverkade till obetydligt påverkade, 5 stationer som något påverkade och 5 stationer som tydligt påverkade. För undersökningsområdet som helhet betraktat kan en viss återhämtning skönjas sedan de dåliga resultaten 2001 och 2002.

28-30 meters djup

Preliminära resultat pekar inte på några genomgripande förändringar på de två djupa stationerna sedan år 2002. Under informationsturer till Knähaken med Sabella återfanns sjöstjärnan *Luidia sarsi* som tidigare har rapporterats 1949 av lundensaren Hans Brattström.

Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis*

Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis* påträffades 2002 för första gången längs Helsingborgskusten. Under 2003 påträffades ytterligare exemplar på den ursprungliga lokalen men också på 2 nya stationer på grunt vatten. Arten kan alltså vara mera spridd i området än vad som tidigare befarats.

REDOXPOTENTIAL OCH NÄRINGSÄMNINGEN I SEDIMENT

Redoxpotential

De oxiderade förhållandena i sedimenten under hösten 2003 har inte förbättrats väsentligt på flertalet stationer sedan hösten 2002, då långvarig och kraftig syrebrist drabbade Öresund.

Näringsämnen

Näringsämneshalten i sedimenten har inte förändrats väsentligt sedan 2002. I Öresund var kvävenivån lokalt förhöjd och något högre än vid Bohuskusten. Fosfornivån bör betraktas som förhöjd i hela undersökningsområdet. Fosforhalten var däremot jämförelsevis låga under de sista åren med undantag för stationer kring Kopparverkshamnen.

METALLER

Man bör ha i åtanke att metaller förekommer naturligt på många ställen i miljön och därför finns det låga naturliga bakgrundshalter. Genom förbud, restriktioner och genom sänkta utsläpp har belastningen av flertalet metaller minskat i den akvatiska miljön under senare år.

Sediment

Metallhalten i sedimenten från de 7 undersökta stationerna 2003 varierade kraftigt. För mer än hälften av elementen hamnade majoriteten av stationer i klass 1, vilken anger ingen eller obetydlig avvikelse från förindustriell nivå. För kvicksilver, koppar och kadmium är däremot haltnivån genomgående hög i området. Arsenikhalten är kraftigt förhöjd lokalt. För arsenik och zink samt koppar noterades mycket stor avvikelse i sedimenten från Kopparverkshamnen och Råå hamn.

Biologiska effektgränser överskreds för arsenik, bly, zink, koppar och kvicksilver.

Resultaten från 2003 placerar grovt sett stationerna i samma klasser som 1999-2002 för flertalet element. Under de sista åren har däremot genomgående lägre kadmiumhalter noterats för flera stationer. Halterna sjunker i och utanför Kopparverkshamnen och söder om Råån. Den avtagande tendensen är statistiskt signifikant räknat per organisk halt i Kopparverkshamnen och söder om Råån. Arsenikhalten minskar också statistiskt signifikant i Råå hamn.

Blåmusslor

Metallhalten i blåmusslorna varierade en del men innebar att flera av värdena från de 14 provpunkterna under 2003 kunde klassas högt för många element. Endast för kvicksilver kunde flertalet stationer placeras i den lägsta klassen, som indikerar ingen eller obetydlig avvikelse från vad som kan betraktas som normala förhållanden. Detta var också fallet under de föregående åren.

För bly och nickel är nivåerna genomgående mycket höga i större delen av området. Halterna av tenn var mycket höga i Sydhamnen, Knähamnen och Råå Hamn. Halten av koppar var också mycket hög i Kopparverkshamnen. Höga halter av zink indikerar att detta element är ett lokalt problem. Kvicksilver och kadmium är däremot mindre problem i området.

I relation till klassningen 2002 kunde många stationer klassas lägre för alla element utom nickel under 2003. På 2 stationer noterades också statistiskt signifikant minskande trender för perioden 1996/97-2003. Söder om Kopparverkshamnen minskade kadmium och zink. Väster om samma hamn minskade tennhalten.

ORGANISKA MILJÖGIFTER

Organiska miljögifter är naturfrämmande och bör därför inte finnas i miljön. Detta är tyvärr sällan fallet eftersom miljöfarliga kemikalier produceras, används och sprids. Genom förbud, restriktioner och sänkta utsläpp har dock belastningen av flera av dessa föroreningar minskat i den akvatiska miljön under senare år.

Sediment

Under 2003 kunde halterna av PCB och HCB betecknas som låga. Detta är en radikal förbättring sedan tidigare år och även sedan 2002 då halterna fortfarande kunde betecknas som mycket höga. Hög halt av DDT i Råå hamn innebär däremot oförändrade förhållanden jämfört med 2002. En statistiskt signifikant minskande trend för DDT kan noteras i Kopparverkshamnen för perioden 1996-2003.

Blåmusslor

PCB-halterna var genomgående låga i undersökningsområdet 2003 jämfört med tidigare år. För 8 stationer finns statistiskt signifikant minskande trender för perioden 1996-2003 med reservation för något olika analyser de första 3 åren jämfört med de 5 sista.

För DDT låg halterna 2003 i samma storleksordning som de närmast föregående åren. Endast på en station, i Rååhamn, var halten högre än för yttre delar av svenska kusten.

Analysvärden för HCB har tidigare pekat på särskilt höga halter av denna substans inne i Kopparverkshamnen, men även strax utanför har tydligt förhöjda halter noterats jämfört med yttre delar av svenska kusten och övriga Öresund. Det är därför glädjande att halterna var mycket lägre 2002 och särskilt 2003. För två stationer utanför Råå, finns statistiskt signifikant minskande trender för perioden 1997-2003. Detta beror på att haltnivån sjunkit i hela området.

HCH (a, b, lindan) och transnonaklor analyserades dessutom på 13 stationer under 2003. HCH i varierande form låg strax över detektionsgränsen på samtliga dessa stationer. Detta var också fallet för transnonaklor. Låg halt av oktaklorstyren påträffades endast i Kopparverkshamnen. Triclosan analyserades för första gången på två stationer. Halterna låg i samma storleksordning som för referensstationer på Västkusten och i Östersjön.

Halterna av Bromerade difenyletrar, PBDE, låg under 2003 i samma storleksordning som för referensstationer på Västkusten och i Östersjön.

Däremot kan halterna av Hexabromcyclododekan, som analyserades för första gången, betraktas som höga till mycket höga, särskilt utanför reningsverket.

Inga prov som togs under 2003 nådde upp till Oslo-Pariskommisionen effektgränser på känsligaste art av DDE och PCB. Effektgränser för HCB, oktaklorstyren, bromerade difenyletrar, hexabromcyclododekan och många andra organiska miljögifter har inte utarbetats. Substanserna kan dock misstänkas ha effekter, främst på fortplantning, nervsystem och immunsystem.

INLEDNING

Kustkontrollprogrammet för Helsingborg startade 1995 med syftet att dokumentera det lokala tillståndet i Öresund. Denna dokumentation har sedan dess varit fortlöpande med provtagningar både vår och höst. Programmet har framförallt fokuserats på två stora miljöproblem, övergödningen som beror på att för mycket näringsämnen tillförs havet och miljögifterna, som inte alls borde användas. Havsbottnarna är slutstationerna för de kemikalier som vi hanterar på land. Undersökningarna sker därför huvudsakligen på bottnarnas bofasta innevånare, bottendjuren. Som komplement sker mätningar av redoxpotential i bottensedimenten som ger ett mått på syretillgången i botten. Kraftig övergödning kan nämligen ge upphov till syrebrist som får effekter på fiskar och bottendjur. Miljögifter analyseras framförallt i bottendjur men även i sediment. Hydrografiska undersökningar utförs endast undantagsvis eftersom det skulle krävas dagliga mätningar för att spegla förhållandena i Öresund med dess ständiga fluktuationer. Abiotiska faktorer som syrehalt, temperatur och salthalt i vattenmassan har dock stor betydelse för hur miljöförhållandena utvecklas. Tonvikten har alltså lagts på biologiska variabler som sammanfattar utvecklingen under en längre tidsperiod, medan mätning av abiotiska faktorer snarare ger en bild av momentana förhållanden.

För att så småningom kunna skilja naturliga variationer från onaturliga, som inducerats av människan, krävs långa tidsserier av jämförbara data. Öresund ligger mitt i ett kraftigt urbaniserat område och har fungerat som recipient både för gödningsämnen från åkermark och avloppsvatten från industrier och samhällen i Danmark och Sverige. Miljökonsekvenserna har inte alltid varit tydliga och detta kan delvis bero på att undersökningsmetoderna varit för grova och att undersökningarna skett med långa mellanrum. Utspädningen och de starka strömmarna kan också ha dolt effekterna. Men kanske är det så att de stora problemen uppstår utanför själva utsläppsområdet. På det sättet påverkas vår kust diffust, både av lokala och främmande föroreningar samtidigt som våra egna föroreningar hamnar någon annanstans.

Många stora och små åtgärder kan därför bidra till att förbättra miljöförhållandena. Restaurering av våtmarker pågår i liten skala på ett flertal platser både i och utanför Sverige och samtidigt blir industrierna allt bättre på att minska sina utsläpp. Erfarenheterna från ”småskaliga” projekt kan appliceras till större projekt som i förlängningen leder till globala förbättringar. I detta perspektiv har Helsingborgs miljökontor sedan 1991 anlagt ett 60-tal våtmarker längs Råån och Vegeån.

Sedan kustkontrollprogrammets början 1995 har en förändring i metodik genomförts av praktiska skäl. Från och med 1997 tas 10 bottenfaunaprover på varje station (provtagningsplats) med Haps-corer vars provtagningsyta uppgår till ungefär en hundradels m². Under de föregående åren, 1995 och 1996, togs 3 prover på varje station med Aberdeenhuggare (Smith-McIntyre) vars provtagningsyta motsvarar en tiondels m². Detta innebär att full jämförbarhet inte uppnås mellan perioderna 1995-96 och 1997-2002. Ett flertal stationer har tillkommit sedan programmet startade och redan 1996 påbörjades ett samarbete med Kemira Kemi AB som innebar att ett flertal stationer infördes i närheten av industrin. Under 1999 togs prover på två stationer utanför Höganäs vilket var ett tillfälligt samarbete med miljönämnden i Höganäs. Under 2000 togs sedimentprover i Helsingborgs hamnbassänger vilket utfördes i samarbete med Helsingborgs Hamn AB och detta samarbete utökades 2001 med provtagning på fler stationer, både på sediment och blåmusslor.

Kustkontrollprogrammet finansieras regelbundet av Miljönämnden i Helsingborgs stad och Kemira Kemi AB. Från och med 2004 bidrar också Tekniska nämnden i Helsingborg. Under 1999 bidrog Miljönämnden i Höganäs och under 2000 och 2001 Helsingborgs Hamn AB.

METODIK

BOTTENFAUNA

Provtagning har skett med undersökningsfartyget Sabella. Stationerna är valda för att likna varandra så mycket som möjligt med tanke på djup (12-14m) och bottenstrukturer (lerig silt-finsand). Positionsbestämning har gjorts med D-GPS satellitnavigator vilket innebär en största avvikelse på ca 15 m. De stationer som besöks årligen är REN, RES, SYH, F23 och stationer med prefix R och KE före ett värde som anger avståndet i kilometer till Rååhamn (Rååns mynning) och Kopparverkshamnen (KE) som numera kallas Bulkhamnen. Två djupa (28 m) stationer utanför Helsingborg, P4 (Knähaken) och HA (*Haploops*), som införlivades i programmet 2000, besöktes även under hösten 2003. De senare proverna har endast analyserats summariskt och arkiverats för att analyseras noggrannare senare. Stationernas belägenhet framgår av figur 1.

Provtagningarna har, liksom 1997-2002 (Karlsson & Göransson 1999, Göransson & Karlsson 2000, Göransson, Karlsson & Börjesson 2001 och Göransson, Karlsson & Börjesson 2002), skett två gånger under året, i april och oktober/november. På varje station togs tio faunaprover med Haps-corer med 125 mm: s rördiameter. Proverna sållades i 1.0 mm såll och konserverades i 95 % etanol. På laboratorium artbestämdes och räknades faunan under preparermikroskop. Alla taxa (arter och systematiska grupper) vägdes som våtvikt efter avtorkning mot läskpapper. Längdmätning har skett på havsborstmasken *Terebellides stroemi* och musslorna *Macoma balthica* och *Abra alba*. Efter analys konserverades djuren i 80 % etanol och transporterades till Zoologiska Museet i Lund, där de förvaras i ett miljöarkiv.

Utvärdering sker både med MDS-ordination och klusteranalys på dubbelrottransformerade data och Bray-Curtis likhetskoefficient enligt PRIMER (Clark & Warwick 1994) och med variansanalys (ANOVA) samt med avseende på förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund (Göransson 1999b). Vid utvärderingen ligger tonvikten på antalet arter och artsammansättningen eftersom den totala individtätheten och biomassan starkt beror på förekomsten av två arter, tusensnäckan *Hydrobia cf. ulvae* och blåmusslan *Mytilus edulis*.

REDOXPOTENTIAL

Redoxpotential uppmättes både under våren och under hösten. Mätningarna gjordes horisontellt på två skilda bottenprover från varje station, från sedimentytan och på varje centimeter ner till ca 8 centimeters djup i sedimentet. Metodiken följde rekommendationer som utarbetats vid interkalibrering för bottenfauna längs svenska västkusten 1994.

MILJÖGIFTER

Analys av miljögifter har utförts på utvalda bottenfaunastationer och ett antal övriga kompletterande stationer. De kompletterande stationerna KEC, KED, KEH, KEK, KEL, KNÄ och REX ingår i specialundersökningar av Kopparverkshamnen och station VÅH avser Västhamnen. Av dessa besöks KEC varje år. Stationer i Helsingborgs hamnbassänger, figur 2, som provtogs 2000 och 2001 har enbart sifferbeteckning (1-17).

I oktober/november 2003 togs, liksom under tidigare år, två sedimentprov med Haps-corer, cylinderdiameter 125 mm. Ytsedimentet (0-1 cm) skrapades av med hjälp av skiktapparat och frystes omedelbart ombord på undersökningsfartyget. Proverna analyserades på kväve, fosfor, metaller och organiska miljögifter. Sedimentproverna uppslöts enligt Svensk standard för sediment. Metallanalyserna utfördes med ICP AES för de flesta elementen. Arsenik-, selen- och tennhalten bestämdes däremot med AAS-hydridteknik och kvicksilverhalten bestämdes med ångteknik och AAS. Kväve analyserades enligt Kjeldahl-metoden.

Vid höstprovtagningen togs även blåmusslor *Mytilus edulis* för analys av miljögifter. På de flesta stationerna togs minst 50 blåmusslor enligt tidigare metodik (Göransson & Karlsson 1995, OSPARCOM 1990). På stationerna SYH, KEC och RÅH hölls musslorna i luftade akvarier under 24 timmar före analysen (Anon.1995). Metaller och näringsämnen analyserades av Växtekologiska avdelningen, Lunds Universitet. Organiska miljögifter i musslor analyserades av Riksmuseets specialanalytiska laboratorium, gruppen för miljögiftsforskning i Stockholm. Organiska miljögifter i sediment analyserades av GBA i Tyskland. Bromerade difenyletrar, hexabromcyclododekan och triclosan i blåmusslor analyserades av Institutet för tillämpad miljöforskning (ITM), Stockholm.



Fig. 1. Stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. (Stationer inom Helsingborgs hamn AB:s verksamhetsområde redovisas i fig. 2.) Stationerna HÖN och HÖS, inom Höganäs kommun, redovisas ej.

RESULTAT OCH DISKUSSION

BOTTENFAUNA

Totalt antal taxa (arter och obestämda grupper)

Hela området

Observera att data från 1995 och 1996 baseras på tre hugg med Aberdeenhuggare (0,1m²/hugg) och data från 1997 och framåt baseras på 10 hugg med Haps-corer (0,01m²/hugg). Station KE, i Kopparverkshamnen, är den plats som överlag har haft lägst antal arter medan F23, väster om hamnen, brukar hysa flest arter genomgående (Tab. 1, Fig. 5). Detta var även fallet 2003 då ovanligt få arter påträffades i Sydhamnen under hösten. Förhållandevis många arter fanns i proverna från Kopparverkshamnen vid båda provtagningarna 2003.

Tabell 1. Totalt antal taxa på Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer 1995-2003. Under 1995 och 1996 togs tre prover med Aberdeenhuggare. 1997 och framåt togs 10 prover med Haps-corer.

Station	apr-95	nov-95	apr-96	okt-96	apr-97	nov-97	apr-98	okt-98	apr-99	okt-99	apr-00	okt-00	apr-01	okt-01	apr-02	okt-02	apr-03	nov-03
REN	-	-	-	15	27	27	17	23	24	21	21	33	24	16	24	30	29	27
RES	-	-	-	22	27	33	25	16	24	30	22	37	32	27	35	25	28	21
SYH	-	-	-	-	-	19	22	17	19	16	22	25	21	11	11	21	23	9
F23	-	-	-	36	25	42	29	17	21	33	26	34	31	34	29	28	31	33
KE	-	-	-	11	12	24	12	11	14	13	12	13	15	12	9	9	20	15
KE02	-	-	-	25	26	26	24	21	24	24	22	24	25	16	23	24	28	16
KE05	-	-	-	25	19	26	15	21	21	18	22	25	24	20	15	20	20	18
KE15	-	-	-	28	29	32	23	20	18	19	24	22	21	21	18	24	32	22
R04	-	-	-	33	-	32	18	24	15	18	10	33	33	25	22	19	24	20
R05	29	30	28	33	19	30	23	21	11	30	19	21	29	21	19	20	24	18
R1	26	24	26	33	24	31	18	20	20	21	17	34	22	20	18	22	26	23
R2	40	35	36	33	27	35	23	19	20	33	21	21	32	23	21	19	25	28
R3	-	-	-	35	28	36	37	20	24	29	26	28	27	28	27	25	36	27
R4	43	28	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medelv	34,5	29,3	32,8	27,4	23,9	30,2	22	19,2	19,6	23,5	20,3	26,9	25,8	21,1	20,8	22	26,6	21,3

För hela området finns statistiskt signifikanta skillnader framförallt mellan 1997 och de sista fem åren 1998-2003, då avsevärt färre taxa påträffades i proverna (Tab. 2).

Tab.2. Signifikanta skillnader vid jämförelser av det totala antalet taxa i hela området vid olika tidpunkter inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Envägs ANOVA RM.

Jämförelse	P<0.05
nov-97 vs apr-99	X
nov-97 vs okt-98	X
nov-97 vs apr-00	X
nov-97 vs apr-98	X
nov-97 vs nov-01	X
nov-97 vs apr-02	X
nov-97 vs nov-02	X
nov-97 vs nov-03	X

Enskilda stationer

På två stationer, R0.5 och R2, minskar det totala antalet taxa statistiskt signifikant under perioden 1995-2003 (Fig. 2). Minimala antal arter påträffades under 1998 på station R0.5 och 2002 på station R2. Under 1998 var avrinningen från land ovanligt kraftig och under hösten 2002 förekom ovanligt kraftig syrebrist i Öresund.

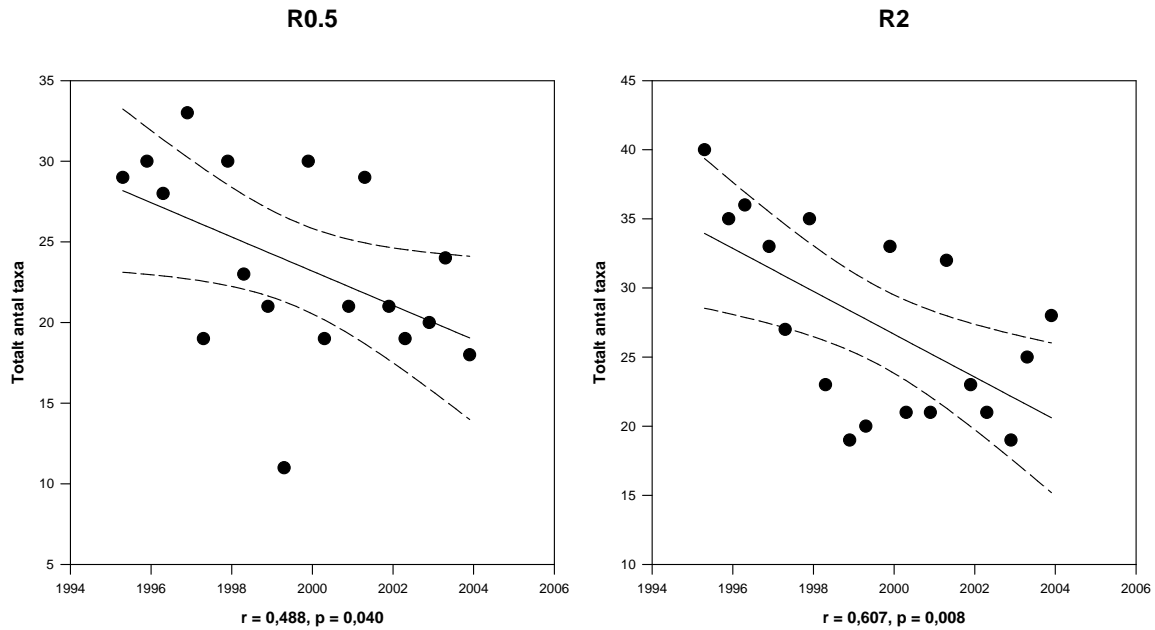


Fig.2. Utvecklingen av det totala antalet taxa för stationerna R0.5 och R2 inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Linjär regression.

Mellan stationerna finns också statistiskt signifikanta skillnader som visar att olika förhållanden råder på relativt närbelägna platser (Tab. 3). Mest skiljer sig station KE från de övriga, med färre arter. Stationerna F23 och R3 har däremot ofta högre antal arter än flera andra stationer.

Tab.3. Signifikanta skillnader vid jämförelser av det totala antalet taxa för enskilda stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Envägs ANOVA RM.

Jämförelse	P<0.05
F23 vs KE	X
F23 vs SYH	X
F23 vs KE05	X
R3 vs KE	X
R3 vs SYH	X
R3 vs KE05	X
RES vs KE	X
RES vs SYH	X
R2 vs KE	X
R2 vs SYH	X
REN vs KE	X
KE02 vs KE	X
R05 vs KE	X
R1 vs KE	X
KE15 vs KE	X
R04 vs KE	X

Total individtätet

Hela området

Tabell 4. Total individtätet (individer/m²) på Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer 1995-2003. Under 1995 och 1996 togs tre prover med Aberdeenhuggare. 1997 och framåt togs 10 prover med Haps-corer.

Station	apr-95	nov-95	apr-96	okt-96	apr-97	nov-97	apr-98	okt-98	apr-99	okt-99	apr-00	okt-00	apr-01	okt-01	apr-02	okt-02	apr-03	nov-03
REN	-	-	-	6973	5536	6408	5024	5424	6360	7296	2408	14328	13320	5472	6184	9560	5336	12128
RES	-	-	-	42480	11856	8792	1696	6752	12536	8288	9792	12968	13696	12800	12832	9424	11888	5712
SYH	-	-	-	-	-	2320	1088	1184	888	4288	2584	2480	488	280	464	1736	4104	960
F23	-	-	-	4820	2024	7008	1768	1896	2736	3136	2568	9432	4264	2584	1896	6296	6416	3360
KE	-	-	-	607	3016	4232	1904	6896	3104	752	888	2776	3136	1888	2792	696	1936	1176
KE02	-	-	-	19274	6328	26760	11032	10240	8552	5840	8648	10120	9120	7312	6360	8336	17888	6424
KE05	-	-	-	4583	1448	5656	1560	2464	3232	1896	2936	7008	2872	2432	1824	2984	3608	1496
KE15	-	-	-	1833	3016	4184	1992	5208	848	2360	1424	2680	2104	1592	1880	896	2264	1176
R04	-	-	-	19506	-	5384	3512	8920	800	1792	760	2776	1432	3712	3256	1520	4592	984
R05	2373	2367	1680	2820	2832	4496	2176	2048	352	2816	704	1488	5656	3624	808	1424	2480	1552
R1	2253	2350	1420	4170	2360	2752	1264	728	704	1416	1152	2536	1776	2464	888	2080	1576	1176
R2	2137	2676	1880	3577	3136	4272	1536	760	440	3792	1408	2000	1656	936	1112	1992	2008	2176
R3	-	-	-	3293	11520	6680	3000	2064	2416	4696	3328	3624	1856	3720	1776	2704	3200	1784
R4	2190	4383	2163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medelv	2238	2944	1786	9494	4825	6841	2889	4198	3305	3720	2969	5709	4721	3755	3236	3819	5177	3085

Det finns inga signifikanta skillnader vid jämförelser av den totala individtäteten i hela området mellan olika tidpunkter inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003 (Envägs ANOVA RM).

Extremvärden, både mycket låga och mycket höga individtäteter har tidvis noterats på stationerna KE, SYH, R0.5, R1 och R2 (mycket låga värden) samt stationerna REN, RES, KE0.2 och R0.4 (mycket höga värden). Individtäteten varierar på ett komplicerat sätt med den organiska belastningen och antar extremvärden vid mycket hög belastning (Pearson & Rosenberg 1978). Under 2003 fanns mycket höga individtäteter på stationerna RES och KE0.2.

Enskilda stationer

På två stationer, R0.4 och R3, minskar individtäteten statistiskt signifikant under perioden 1995-2003 (Fig. 3). Högst individtäteter förekom under de första åren. Tätheterna minskade 1998 och har därefter varit jämförelsevis låga på båda stationerna.

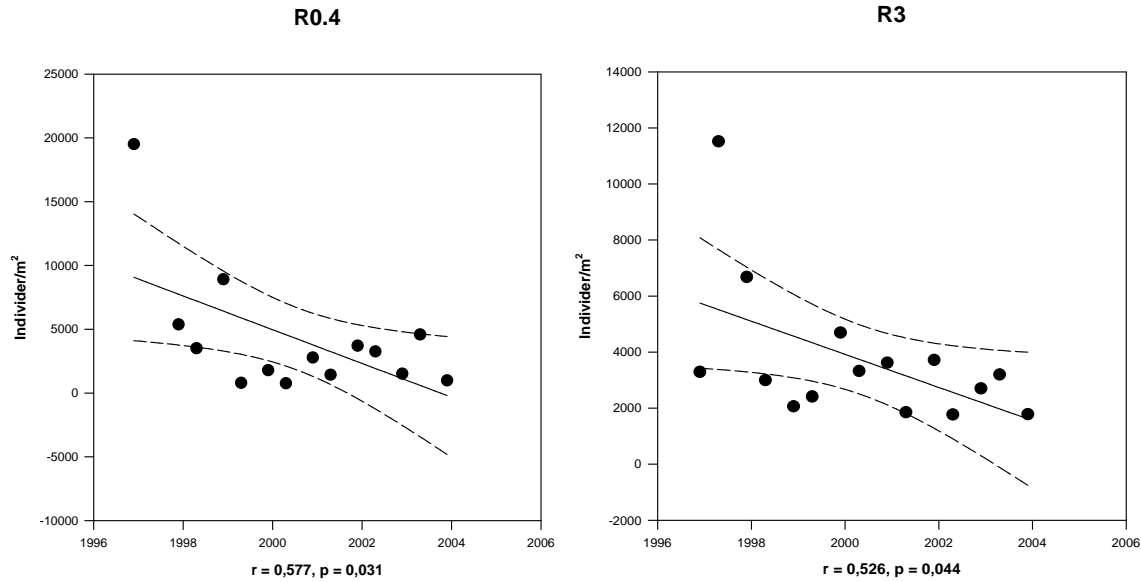


Fig.3. Utvecklingen av den totala individtäteten för stationerna R0.4 och R3 inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Linjär regression.

Mellan stationerna finns också statistiskt signifikanta skillnader som visar att olika förhållanden råder på relativt närbelägna platser (Tab. 5). Mest skiljer sig de båda stationerna vid Reningsverket, REN och RES, samt KE0.2, i mynningen till Kopparverkshamnen, från de övriga, med högre individtäteter.

Tab.5. Signifikanta skillnader vid jämförelser av den totala individtäteten för enskilda stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Envägs ANOVA RM.

Jämförelse	P<0.05
RES vs. R1	X
RES vs. R2	X
RES vs. R05	X
RES vs. KE15	X
RES vs. KE	X
RES vs. SYH	X
KE02 vs. R1	X
KE02 vs. R2	X
RES vs. KE05	X
KE02 vs. R05	X
KE02 vs. KE15	X
KE02 vs. KE	X
RES vs. R3	X
KE02 vs. SYH	X
RES vs. F23	X
KE02 vs. KE05	X
RES vs. R04	X
KE02 vs. R3	X
KE02 vs. F23	X
KE02 vs. R04	X
REN vs. R1	X
REN vs. R2	X
REN vs. R05	X
REN vs. KE15	X
REN vs. SYH	X
REN vs. KE	X
RES vs. REN	X
REN vs. KE05	X

Total biomassa

Hela området

Tabell 6. Total biomassa (g/m²) på Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer 1995-2003. Under 1995 och 1996 togs tre prover med Aberdeenhuggare. 1997 och framåt togs 10 prover med Haps-corer.

Station	apr-95	nov-95	apr-96	okt-96	apr-97	nov-97	apr-98	okt-98	apr-99	okt-99	apr-00	okt-00	apr-01	okt-01	apr-02	okt-02	apr-03	nov-03
REN	-	-	-	110	63	41	46	69	609	50	59	287	41	30	50	1891	41	92
RES	-	-	-	255	685	1608	22	33	753	476	136	1628	311	201	78	42	5244	231
SYH	-	-	-	-	-	51	96	19	17	47	56	35	6	6	16	27	39	16
F23	-	-	-	441	209	183	41	729	998	380	241	3117	686	528	104	220	990	2734
KE	-	-	-	6	22	45	21	52	30	17	16	35	29	27	33	11	63	7
KE02	-	-	-	94	61	121	85	296	134	44	91	65	92	59	110	72	71	25
KE05	-	-	-	70	80	363	141	70	1025	479	963	188	110	45	36	75	13	58
KE15	-	-	-	75	81	354	146	114	18	328	248	63	94	38	252	128	469	463
R04	-	-	-	239	-	232	120	281	372	740	27	96	1148	451	485	575	479	61
R05	681	848	141	743	107	61	736	246	3	45	810	28	687	65	10	215	1058	1147
R1	115	129	88	62	205	568	27	27	14	682	35	1138	30	1021	17	83	17	249
R2	43	478	39	611	59	62	48	135	6	45	21	21	831	139	9	17	141	1136
R3	-	-	-	531	391	141	60	14	52	881	454	156	825	399	223	24	882	830
R4	64	89	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medelv	226	386	76	270	178	295	122	160	310	324	243	527	376	231	109	260	731	542

Det finns inga signifikanta skillnader av den totala biomassan mellan olika tidpunkter för hela kustområdet 1996-2003 (Envägs ANOVA RM).

Genomgående låga biomassor har under hela perioden 1995-2003 noterats på stationerna KE, och SYH. Detta beror sannolikt på närheten till belastningskällor och hög organisk belastning samt liten förekomst av blåmusslor.

Enskilda stationer

Det finns ingen statistiskt signifikant trend för den totala biomassan under perioden 1995-2003. Däremot minskar den totala biomassan exklusive blåmusslor på stationerna R0.5, R1 och R2 under perioden (Fig. 4). Biomassan har legat på en låg nivå på de tre stationerna sedan 1998 och under våren 1999 noterades minimala biomassor för perioden.

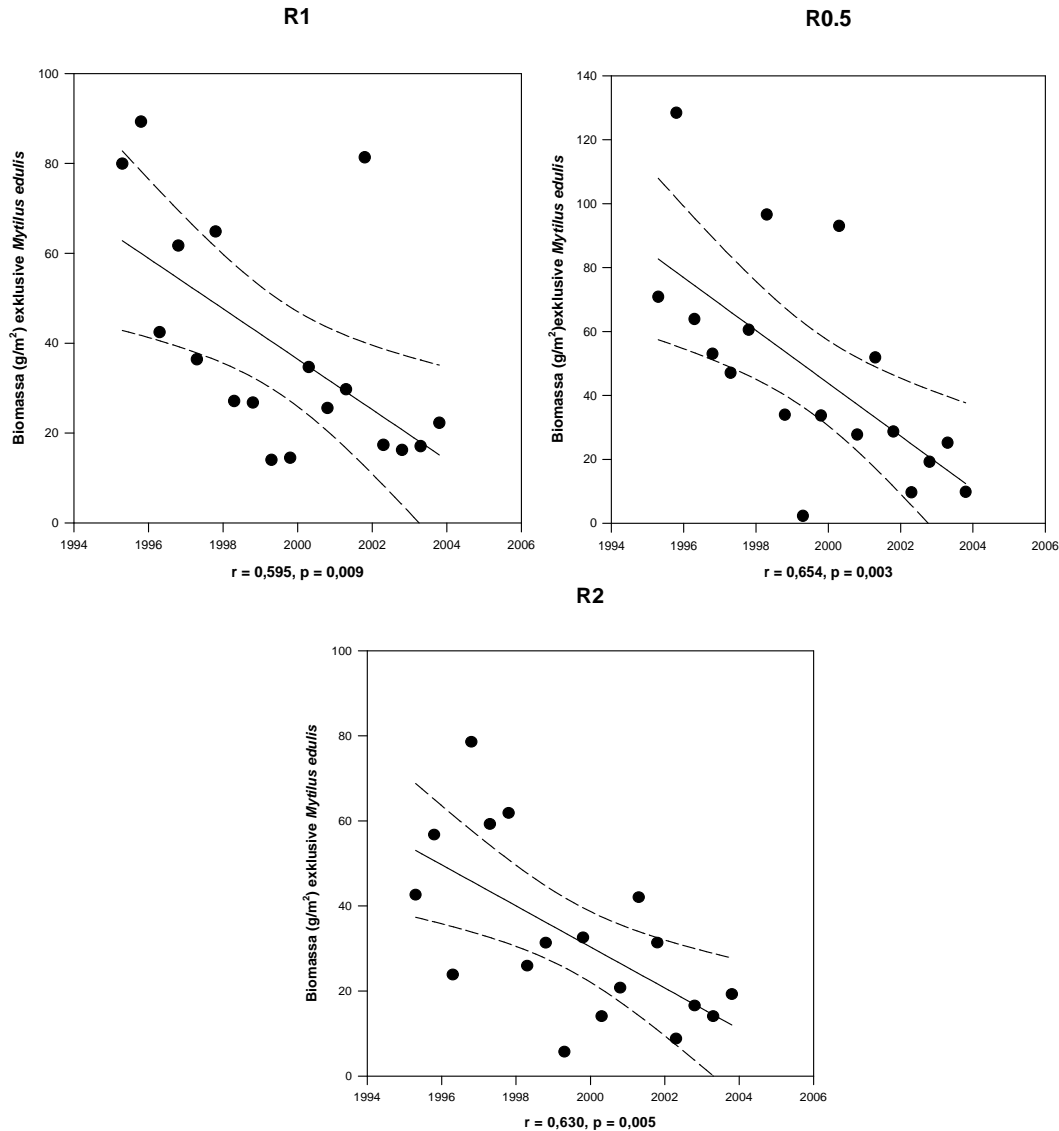


Fig.4. Utvecklingen av den totala biomassan för stationerna R0.5, R1 och R2 inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Linjär regression.

Mellan stationerna finns också statistiskt signifikanta skillnader som visar att olika förhållanden råder på relativt närbelägna platser (Tab. 7). Mest skiljer sig stationerna KE, i Kopparverkshamnen, och SYH, i Sydhamnen, med lägre biomassor än flera andra stationer.

Tab.7. Signifikanta skillnader vid jämförelser av den totala biomassan för enskilda stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Envägs ANOVA RM.

Jämförelse	P<0.05
F23 vs KE	X
F23 vs SYH	X
R04 vs KE	X
R04 vs SYH	X
RES vs KE	X
RES vs SYH	X
R3 vs KE	X
R3 vs SYH	X
R05 vs KE	X
R05 vs SYH	X
KE15 vs KE	X

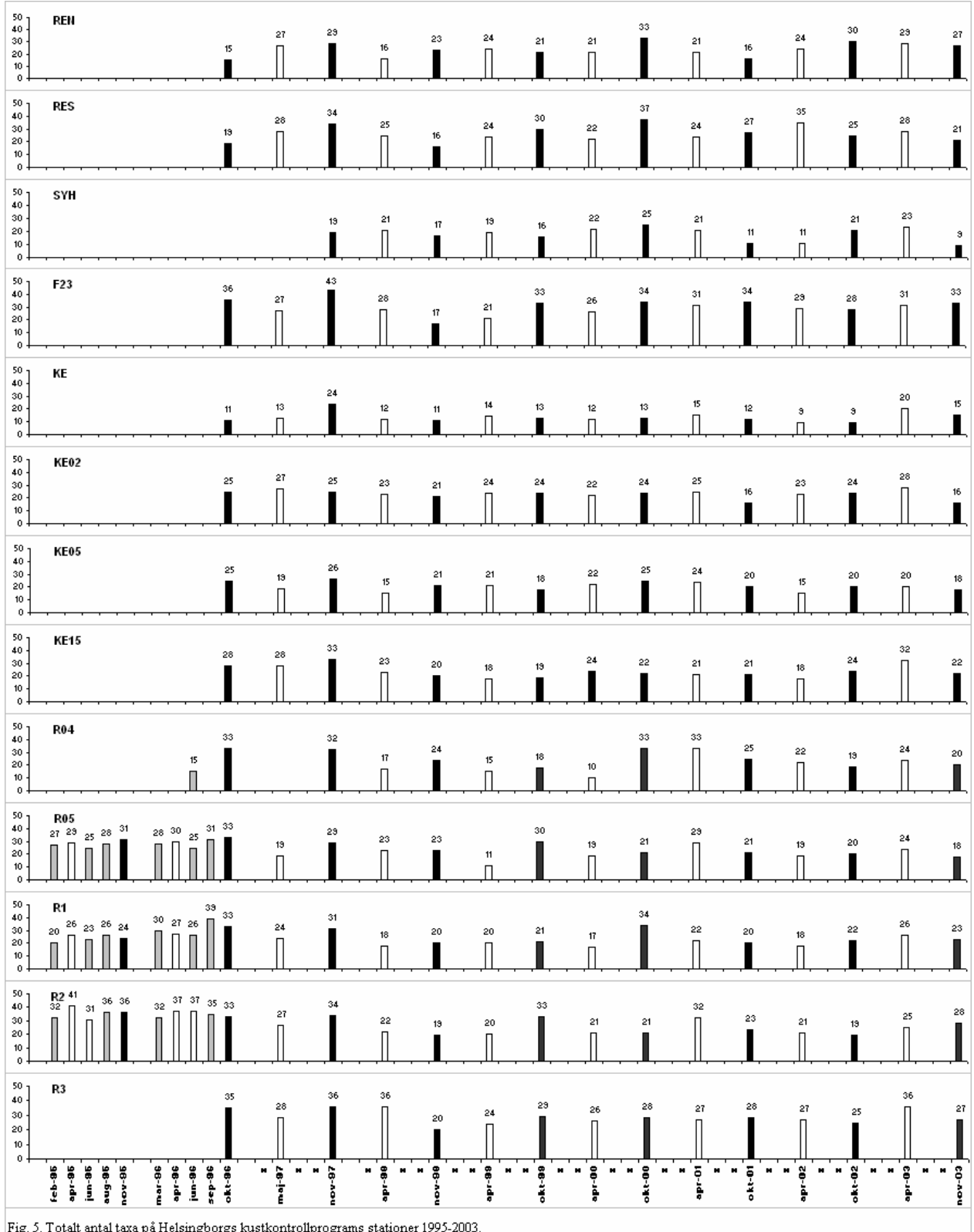


Fig. 5. Totalt antal taxa på Helsingborgs kustkontrollprograms stationer 1995-2003.

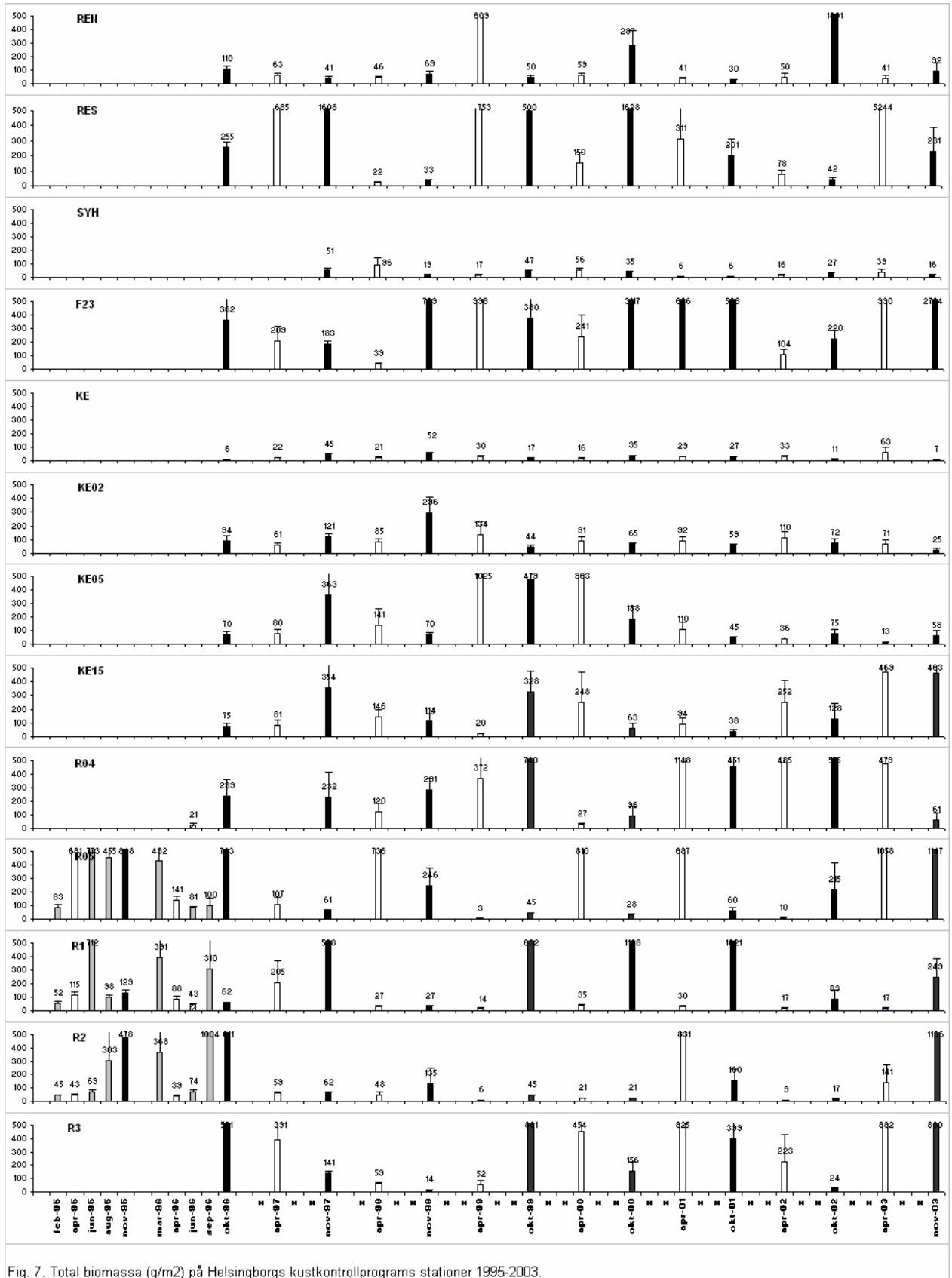


Fig. 7. Total biomass (g/m2) på Helsingborgs kustkontrollprograms stationer 1995-2003.

Förändring av totalt antal taxa, total individtätet och total biomassa i relation till den lokala avrinningen

För de tre stationer där data finns för hela undersökningsperioden 1995-2003 har resultaten studerats i relation till den lokala medelavrinningen från Råån (Fig. 8). Stationerna påverkas säkert av ett flertal faktorer, däribland avrinning från många källor, men avrinningen från Råån kan förmodligen i grova drag spegla avrinningen i ett större regionalt perspektiv.

Av sammanställningen framgår grovt sett att låga värden för alla faunavariablerna sammanföll med den höga avrinningen under 1998, och under våren 1999 noterades minimivärden för biomassa och individtätet på alla tre stationerna.

Korrelationer mellan avrinningen från Råån och faunavariablerna för hela perioden (Tab. 8) visar inte på någon signifikant samvariation mellan faunavariabler och avrinningen från Råån. Under tidigare år har flera sådana samvariationer påvisats. Alla samvariationer är negativa, som tidigare, vilket antyder att avrinningen påverkar faunan negativt. Styrkan på samvariationerna är dock låg vilket kan bero på att flera andra faktorer påverkar faunan samt att data inte är helt jämförbar för hela perioden.

Tab. 8. Korrelationer (Pearson) mellan medelavrinningen från Råån per halvår före provtagningen av bottenfauna och olika faunavariabler på stationerna R.05, R1 och R2 inom Helsingborgs kustkontrollprogram under perioden 1995-2003.

k = korrelationskoefficient, p = sannolikhet, * = statistiskt signifikant korrelation. n = 18.

Station	Avrinning vs totalt antal taxa	Avrinning vs total individtätet	Avrinning vs total biomassa exkl <i>Mytilus</i>
R0.5	k = -0,422 p = 0,081	k = -0,322 p = 0,193	k = -0,082 p = 0,745
R1	k = -0,438 p = 0,069	k = -0,442 p = 0,066	k = -0,241 p = 0,336
R2	k = -0,245 p = 0,360	k = -0,471 p = 0,066	k = -0,413 p = 0,112

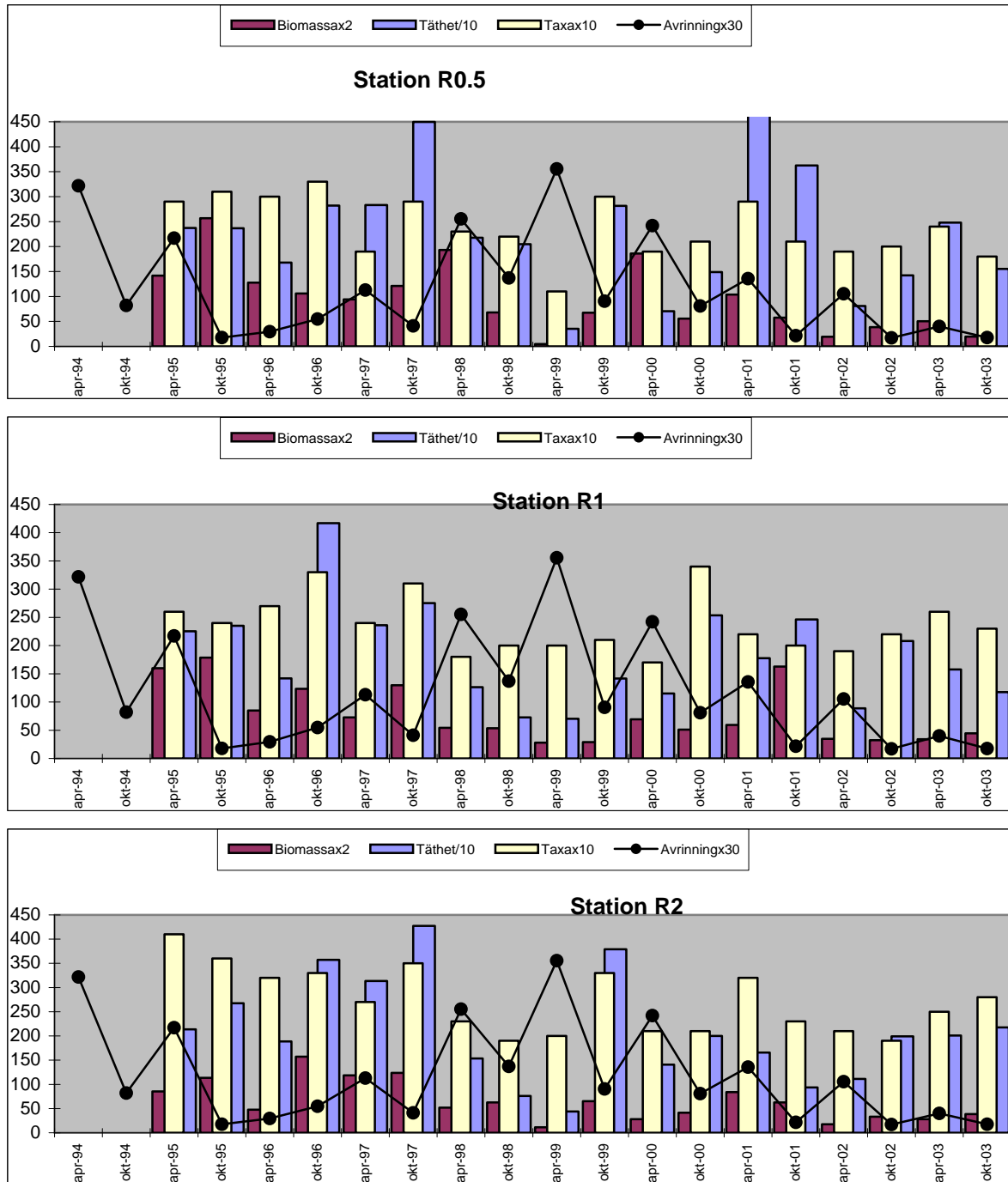
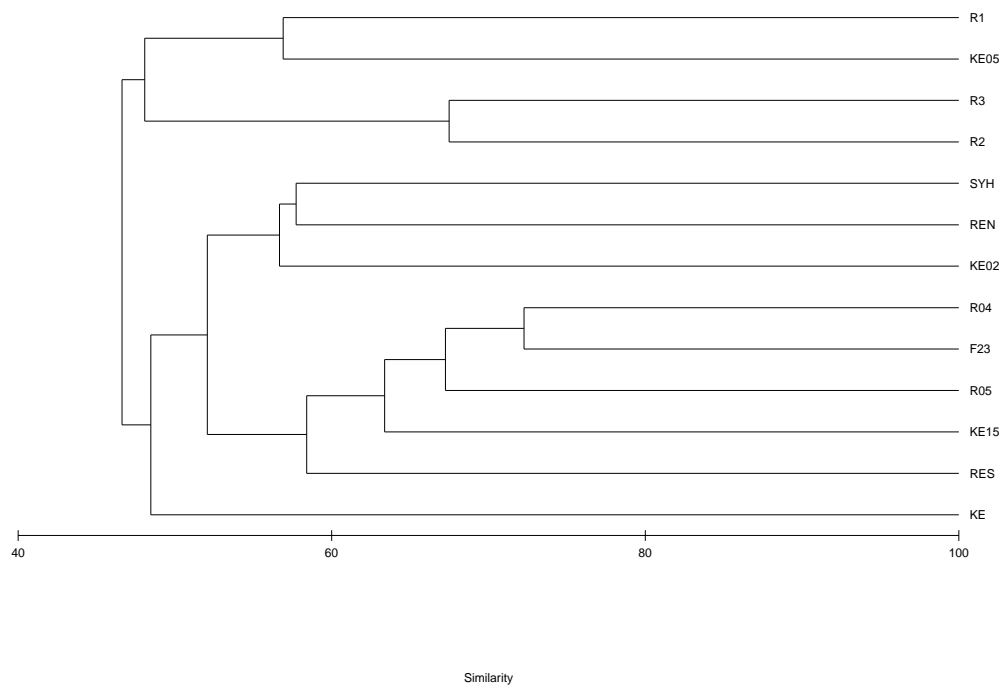


Fig. 8. Totalt antal taxa, total individtäthet (ind/m^2) och total biomassa exklusive *Mytilus edulis* (g/m^2) under våren och hösten på stationerna R0.5, R1 och R2 inom Helsingborgs kustkontrollprogram samt medelavrinningen halvårsvis från Råån under perioden 1995-2003. Antal observationer = 18.

Likheter mellan stationer 2003, klusteranalys och MDS

Resultaten har utvärderats med klusteranalys och icke metrisk MDS ordination, som sammantaget ger en bild av likheter mellan stationer. Analyserna har utförts både på data för individtäthet och biomassa. MDS ordination ger inget kvantitativt metriskt mått på skillnader i det erhållna diagrammet och jämförelser kan endast göras med relativa mått inom figurerna. Jämte MDS-plottarna har klusterdiagram baserade på Bray-Curtis likhetskoefficient lagts in för att vidimera tolkningen av resultaten. Likhetskoefficienten ger ett sammanvägt mått på hur lika observationerna är avseende artsammansättning och individtäthet. Stress, som anges i MDS-plottarna, är ett mått på MDS-diagrammens tolkbarhet. Stress $<0,05$ anses ge en mycket bra representation utan förväntad feltolkning medan stress $<0,1$ ger en bra representation utan förväntad feltolkning. Stress $<0,2$ ger endast en potentiellt användbar bild och detaljer bör tolkas med skepsis. Stress $>0,3$ indikerar däremot att punkterna i diagrammet är mer eller mindre slumpmässigt placerade.

Under 2003 (Fig. 9-12) var resultaten tämligen olika för våren och hösten men däremot ganska lika för individtätheten och biomassan. Detta var också fallet 2002. Stress omkring 0,1 innebär att plottarna bör ge en någorlunda bra representation av resultaten. Stationerna i området söder om Råån var inbördes mest lika genomgående. Likheter mellan stationerna minskade genomgående i biomassahänseende mellan våren och hösten. Detta var också fallet när det gällde individtätheterna. Stationerna KE och SYH var mest olika de övriga stationerna för båda variablerna och årstiderna och resultaten från dessa stationer kan betraktas som ytterligheter. De båda stationerna utanför reningsverket uppvisade relativ stor likhet i resultat vilket även varit fallet tidigare. Sammantaget var alltså stationerna under 2003, som tidigare år, i stora drag tämligen lika inom geografiska områden. Man kan tolka detta som om olika miljöförhållanden råder på olika platser. En eller flera faktorer verkar på olika sätt på dessa platser.



Likhet mellan stationer avseende biomassa, våren 2003

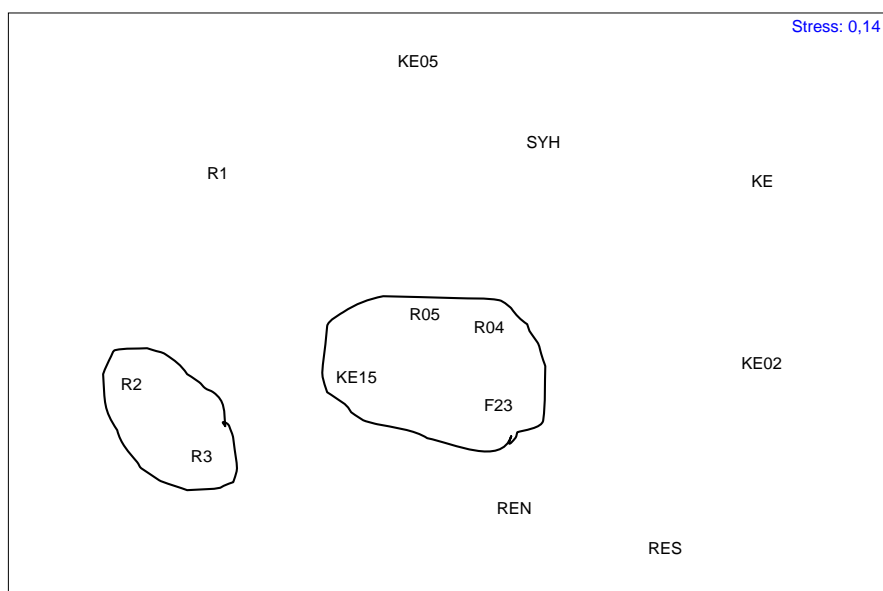
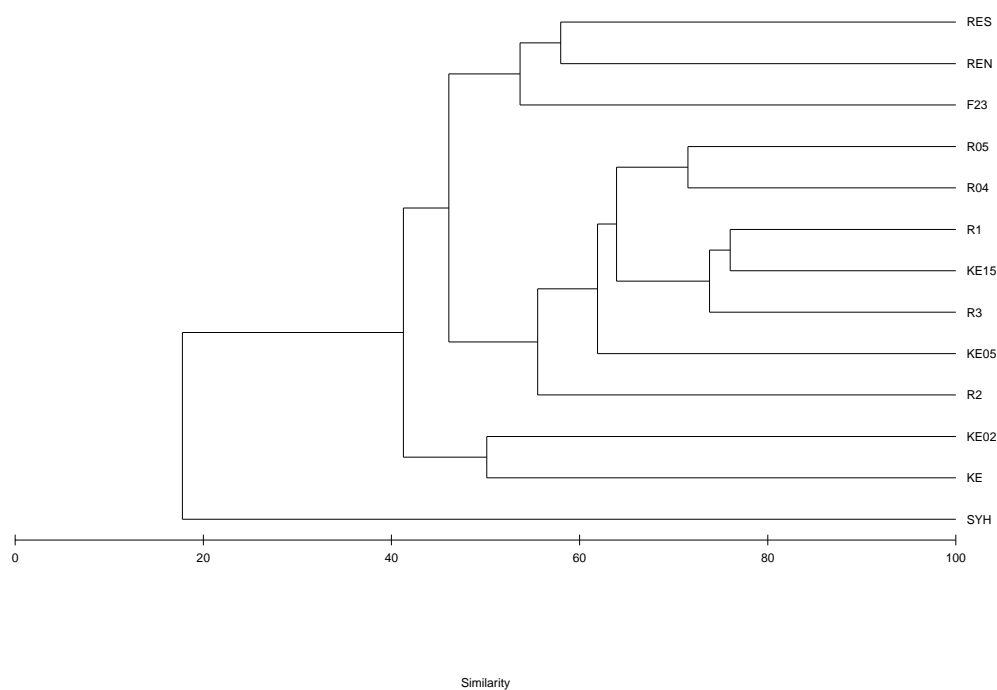


Fig. 9. Likheter mellan Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer avseende biomassan under våren 2003. Överst klusteranalys och nederst MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Inringade grupper av stationer uppvisar inbördes större likhet än 60 %. Stress <0, 1 ger bra representation utan förväntad feltolkning. Stress <0, 2 innebär att detaljer bör tolkas med skepsis. Stress >0,3 innebär slumpmässigt placerade punkter.



Likhet mellan stationer avseende biomassa (g/m²), hösten 2003

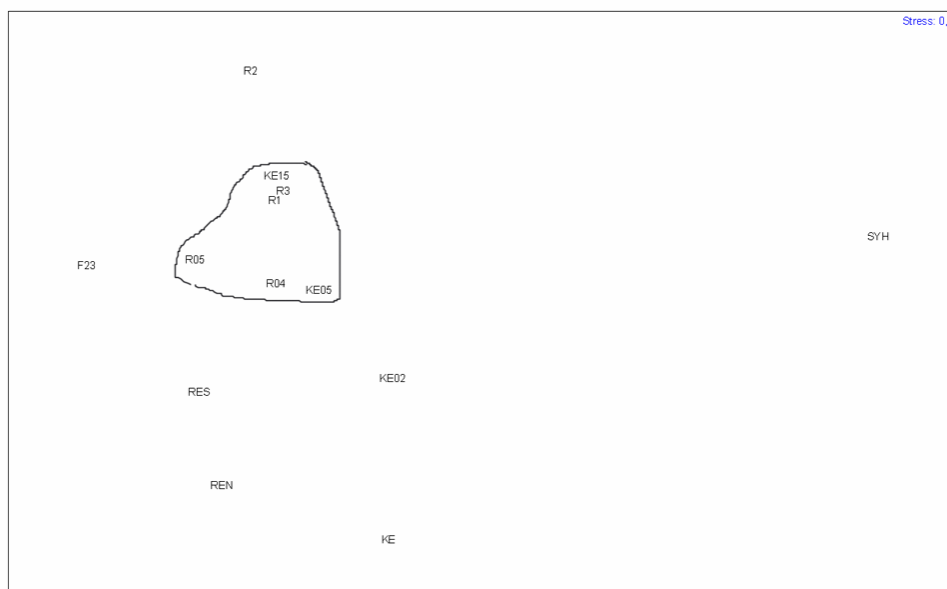
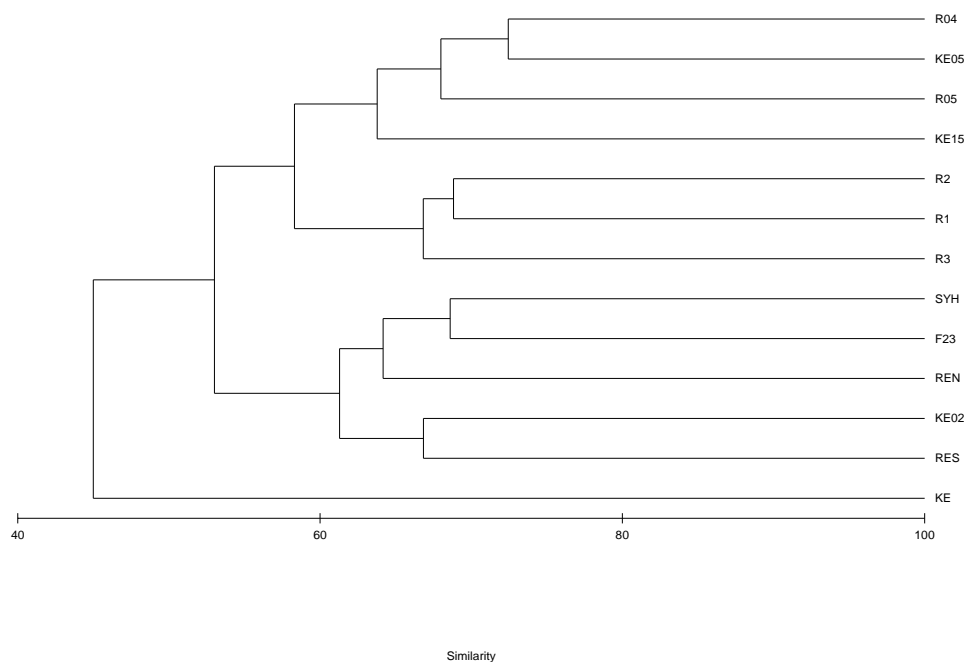


Fig. 10. Likheter mellan Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer avseende biomassan under hösten 2003. Överst klusteranalys och nederst MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Inringade grupper av stationer uppvisar inbördes större likhet än 60 %. Stress <0, 1 ger bra representation utan förväntad feltolkning. Stress <0, 2 innebär att detaljer bör tolkas med skepsis. Stress >0,3 innebär slumpmässigt placerade punkter.



Likhet mellan stationer avseende individtätet (ind/m²), våren 2003

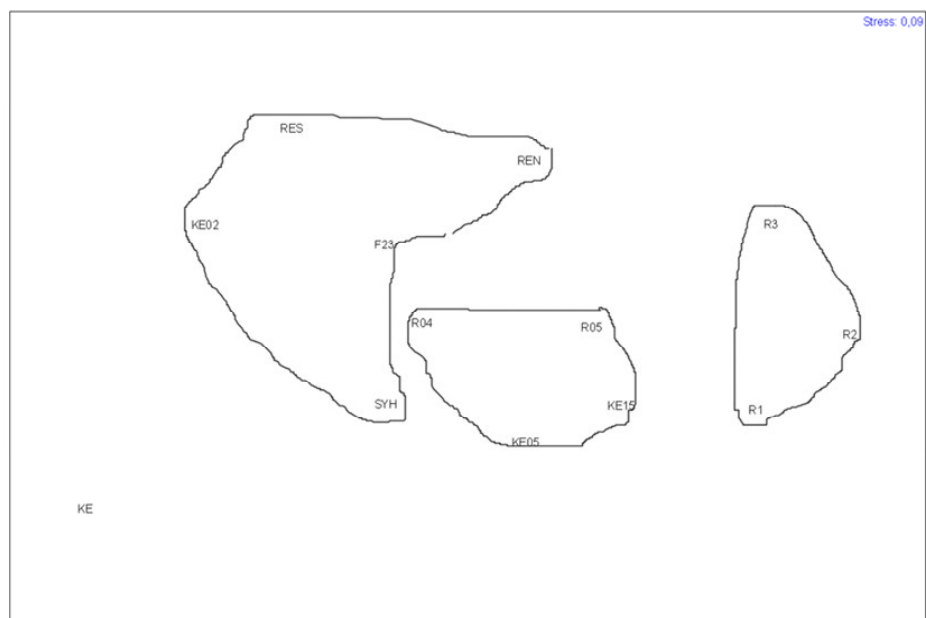
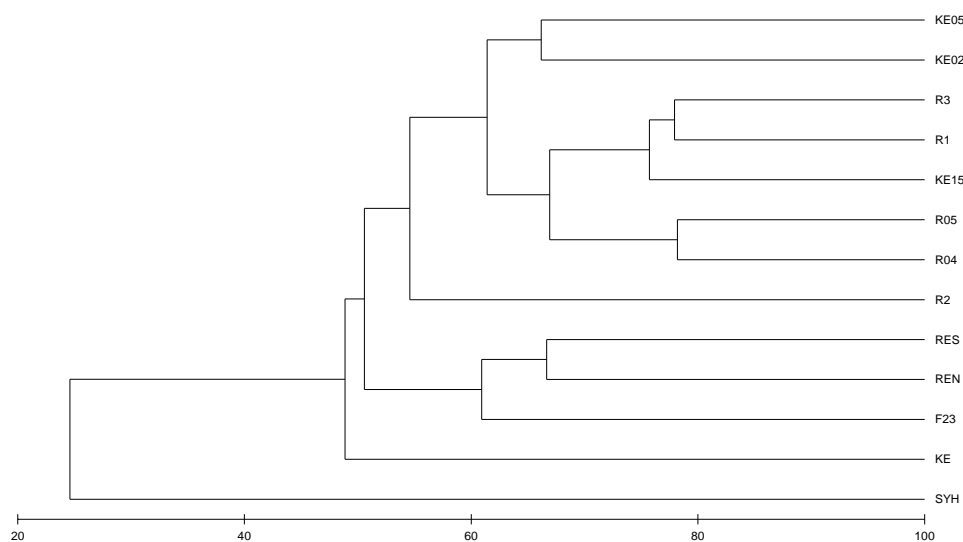


Fig. 11. Likheter mellan Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer avseende individtäteten under våren 2003. Överst klusteranalys och nederst MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Inringade grupper av stationer uppvisar inbördes större likhet än 60 %. Stress <0, 1 ger bra representation utan förväntad feltolkning. Stress <0, 2 innebär att detaljer bör tolkas med skepsis. Stress >0,3 innebär slumpmässigt placerade punkter.



Similarity

Likhet mellan stationer avseende individtäthet (ind/m²), hösten 2003

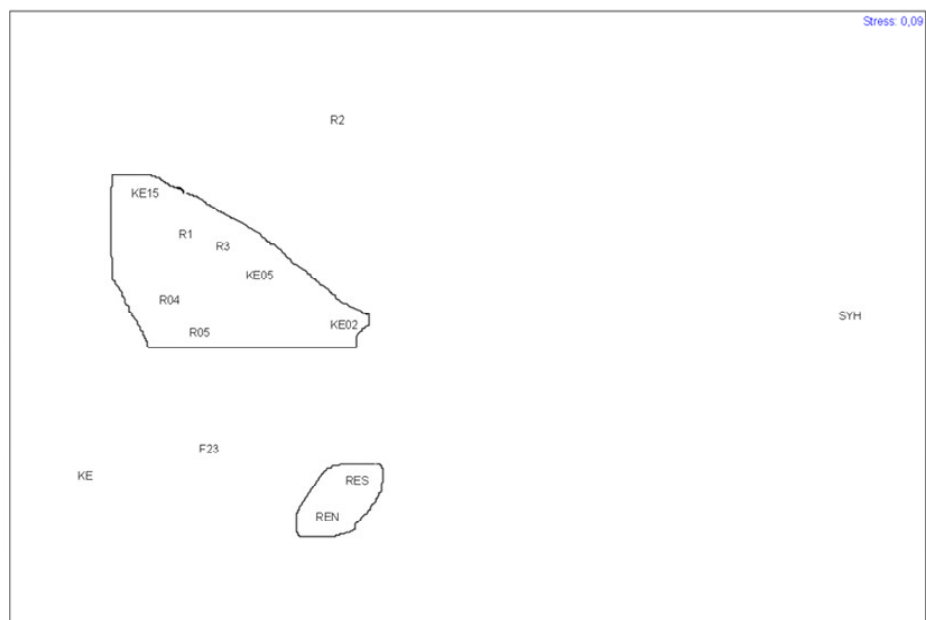


Fig. 12. Likheter mellan Helsingborgs kustkontrollprogramms stationer avseende individtätheten under hösten 2003. Överst klusteranalys och nederst MDS baserad på Bray-Curtis likhetskoefficient (dubbelrot-transformerade data). Inringade grupper av stationer uppvisar inbördes större likhet än 60 %. Stress <0, 1 ger bra representation utan förväntad feltolkning. Stress <0, 2 innebär att detaljer bör tolkas med skepsis. Stress >0,3 innebär slumpmässigt placerade punkter.

Diversitetsindex

Tre olika diversitetsindex för våren och hösten under perioden 1997-2003 redovisas i figur 13.

De olika indexen ger skilda mått på biologisk mångfald. Shannon-Wieners index ger en uppfattning om arternas fördelning på den totala individtäteten, Margalefs index är ett artrikedomsindex och Evenness ger ett mått på jämnheten.

Grovt sett var bilden likartad vid de olika provtagningstillfällena. Samma stationer uppvisade oftast de högsta värdena och det omvända gäller också. Station F23, väster om Kopparverkshamnen, och stationer utanför Rååns mynningsområde uppvisade oftast de högsta värdena medan de lägsta oftast gäller station KE, i Kopparverkshamnen. Gradvis ökning av värden med avstånd till Kopparverkshamnen kunde skönjas vid de flesta tillfällena.

Generellt sett kan inga genomgripande förändringar konstateras för hela området under perioden. Under hösten 1998 var dock nivån genomgående låg och minimivärden noterades för flera stationer (F23, KE och RES). Medelvärdena för olika index var dessutom lägst för området som helhet betraktat. Genomgående låga index noteras även för hösten 2002. Under denna höst var uppmättes ovanligt låga syrehalter i Öresund.

Storleksfördelningar för *Terebellides stroemi*, *Abra alba* och *Macoma balthica*

I figur 14 redovisas storleksfördelningen för havsborstmasken *Terebellides stroemi* under perioden våren 1995 till och med hösten 2003 på stationerna söder om Råå (år 1995 överst och 2003 nederst). Tydlig nyrekrytering inträffade under 1996 och 1997. Populationerna tillväxte (försköts mot högre storlek) framförallt under åren 1995 och 1997. Vid höstprovtagningen 1998 försvann däremot maskarna i det närmaste på alla stationerna då endast en mask erhöles på station R2 och tre på R3. Under hösten 1999 märks åter en kraftig nyrekrytering. Nyrekryteringar inträffade även de följande åren, 2000 och 2001. Sedan hösten 2002 har denna havsborstmask förekommit mycket glest och nyrekryteringen verkar ha varit obetydlig.

Terebellides stroemi har alltså fört en ganska stabil tillvaro i undersökningsområdet under tre år, 1995-97, då även nyrekrytering inträffade och masken tillväxte. Flera storleksklasser var närvarande. Under 1998 slogs populationerna ut, men återkom 1999. Under 2000 och 2001 föryngrades arten också men tillväxten var begränsad. I stort sett förekom däremot ingen nyrekrytering 2002 och arten försvann helt från två av de fem stationerna. Under 2003 har *Terebellides stroemi* förekommit mycket glest. Arten, som har bottenlevande larver, brukar förekomma relativt stabilt på mjukbottenar kring och under haloklinen (salthaltssprångskiktet) längs västkusten.

I figurerna 15 och 16 redovisas storleksfördelningen för musslan *Abra alba* under perioden 1997-2003 på samtliga stationer inom kontrollprogrammet. Vid vårprovtagningen 1997 erhöles *Abra alba* endast i prover från stationerna R1 och RES och antalet var lågt, 19 respektive 1 individ. Vid höstprovtagningen 1997 erhöles *Abra alba* i höga antal på alla stationer utom KE, KE02 och KE05. Medelstorleken låg mellan 4,3 och 13,0 mm. Vid vårprovtagningen 1998 hade antalet *Abra alba* sjunkit drastiskt på samtliga stationer och till och med försvunnit på stationerna REN, R04, R05, och R1. Hösten 1998 hade musslan försvunnit på samtliga stationer i kontrollprogrammet. Under 1999, 2000 och 2001 sker åter nyrekryteringar av *Abra alba* på många stationer. Hösten 2001 försvann *Abra alba* åter från stationerna söder om Råå och återkom endast på en station under 2002, varefter den helt försvann. Under 2003 uteblev arten i hela området.

Abra alba nyetablerades i undersökningsområdet under de första åren och tillväxte. Under 1998 slogs populationerna ut. Under tre år, 1999-2001, återkoloniserade arten området men försvann i det närmaste under hösten 2001. Arten observerades inte på någon station från och med hösten 2002. Arten, som har pelagisk larvutveckling, brukar variera kraftigt på mjukbottenar kring haloklinen. I Laholmsbukten slås arten ibland ut vid syrebrist och bör anses som känslig.

I figurerna 16-18 redovisas storleksfördelningen för musslan *Macoma balthica* under perioden 1997-2003 på samtliga stationer inom kontrollprogrammet. I proverna varierar storleken hos *Macoma balthica* från 1mm till 21mm. Antalet musslor i proverna är lågt men viss nyrekrytering kan skönjas på vissa stationer under perioden. Under 2001 var detta tydligt på stationerna REN och R0.4, och under 2002 på REN och RES. Under 2003 märks

nyrekrytering på stationerna R0.4, R0.5, KE0.5, REN, RES och F23. *Macoma balthica* har funnits glest men ganska stabilt i undersökningsområdet under hela perioden 1997-2002. Arten har pelagisk larvutveckling men brukar förekomma tämligen stabilt på olika bottentyper ner till haloklinen.

Sammantaget uppvisar populationerna för *Terebellides stroemi* och *Abra alba* ett likartat förändringsmönster under perioden 1997-2003, trots att arterna skiljer sig helt avseende larvtyp. Nyrekrytering inträffade 1997, 1999, 2000 och 2001. Båda arterna försvann i det närmaste under höstarna 1998 och 2002. *Macoma balthica* har däremot förekommit glest och uppvisat nyrekrytering på vissa stationer under alla de sju åren.

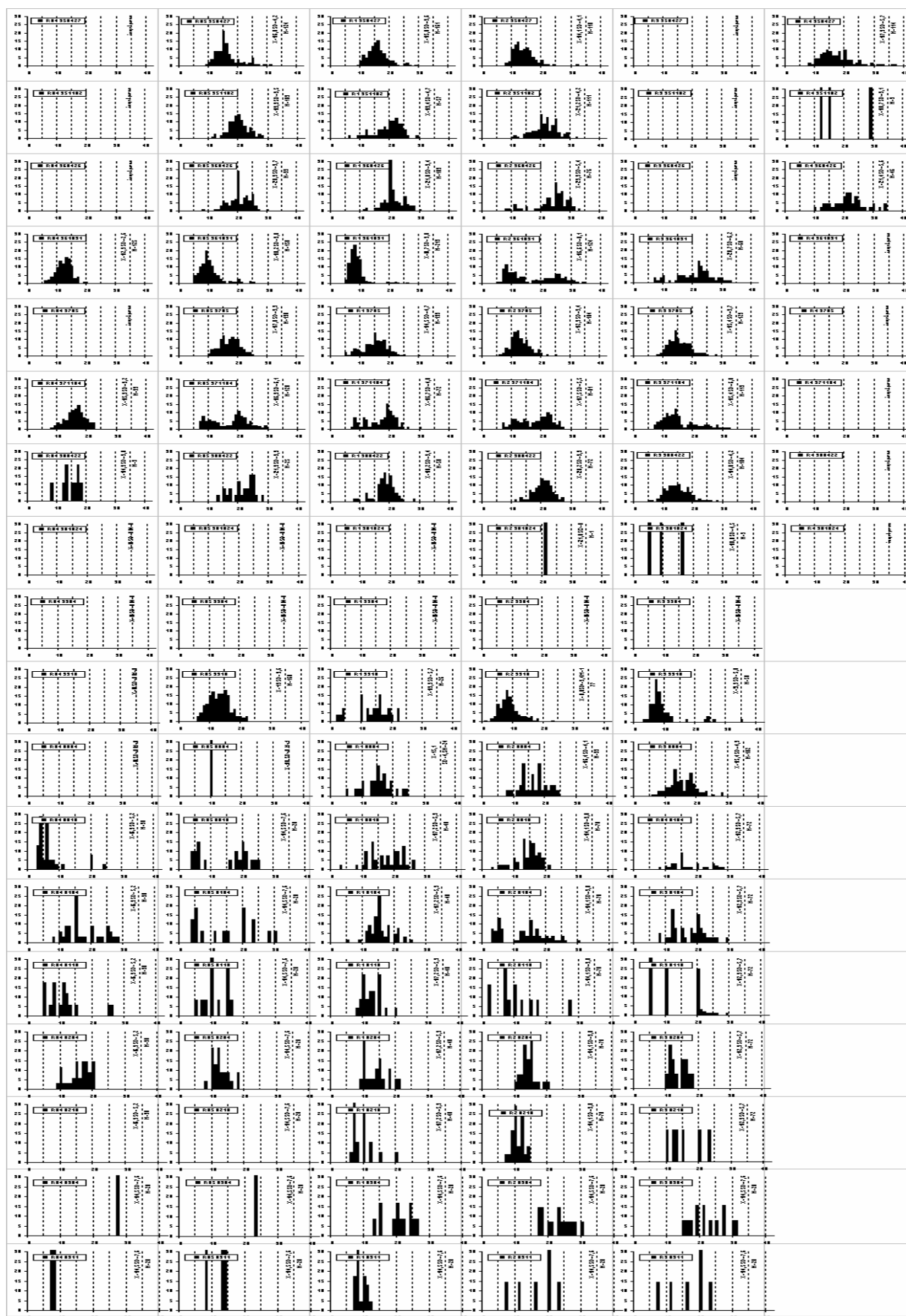


Fig. 14. Storleksfördelningar (%) för *Terebellides stroemi* på stationer söder om Rååns mynning (R0.4, R0.6, R1, R2 och R3) inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. (Ingen provtagning på station R4 fr.o.m. 1997).

(översta raden är våren 1995, understa raden är hösten 2003)



Fig. 15. Storleksfördelningar för *Abra alba* på stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1997-2003.

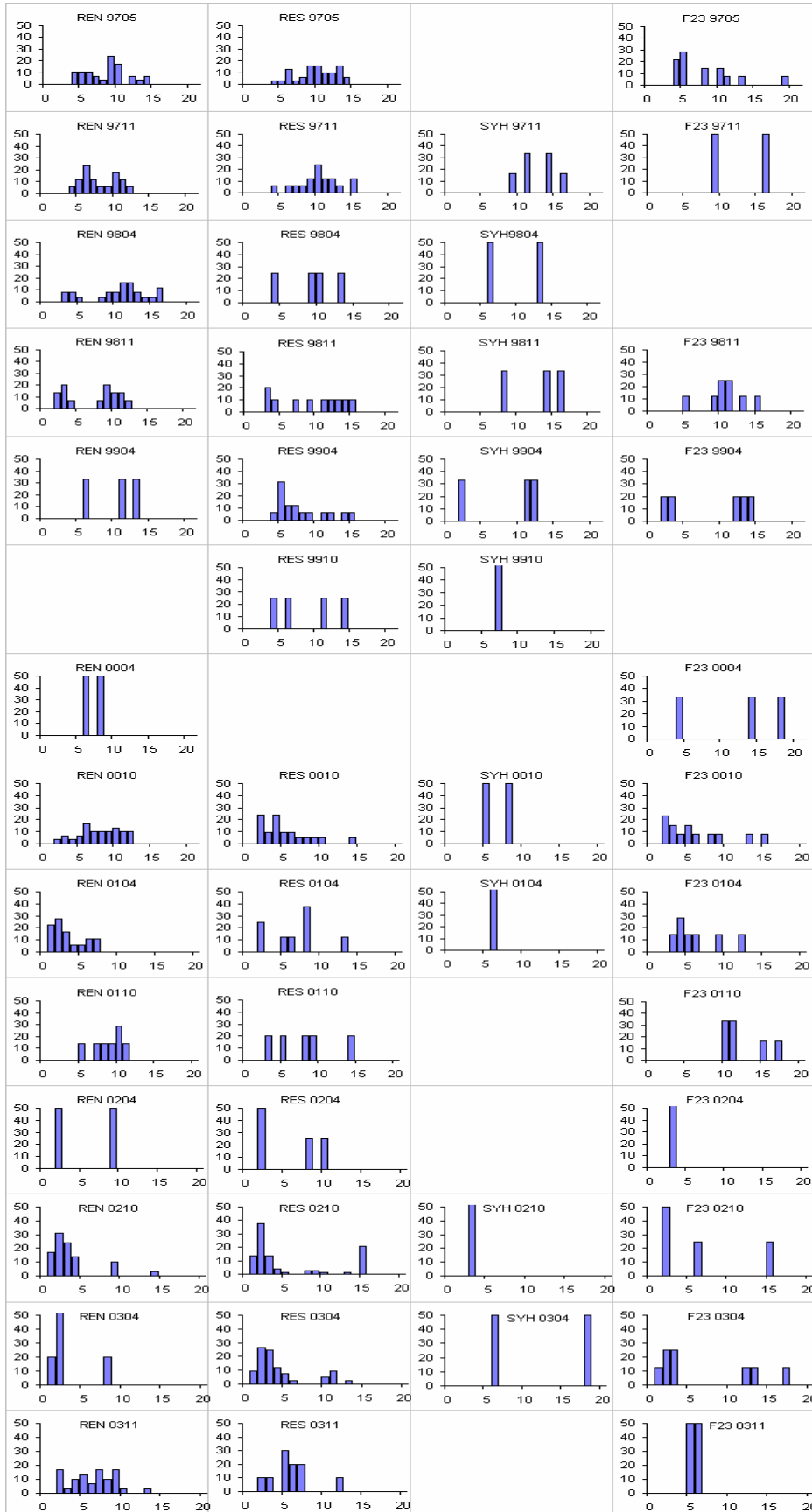


Fig. 16. Storleksfördelningar (%) för *Macoma balthica* på stationer utanför reningsverket (REN och RES) i Sydhamnen (SYH) och väster om Kopparverkshamnen (F23) inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1997-2003.

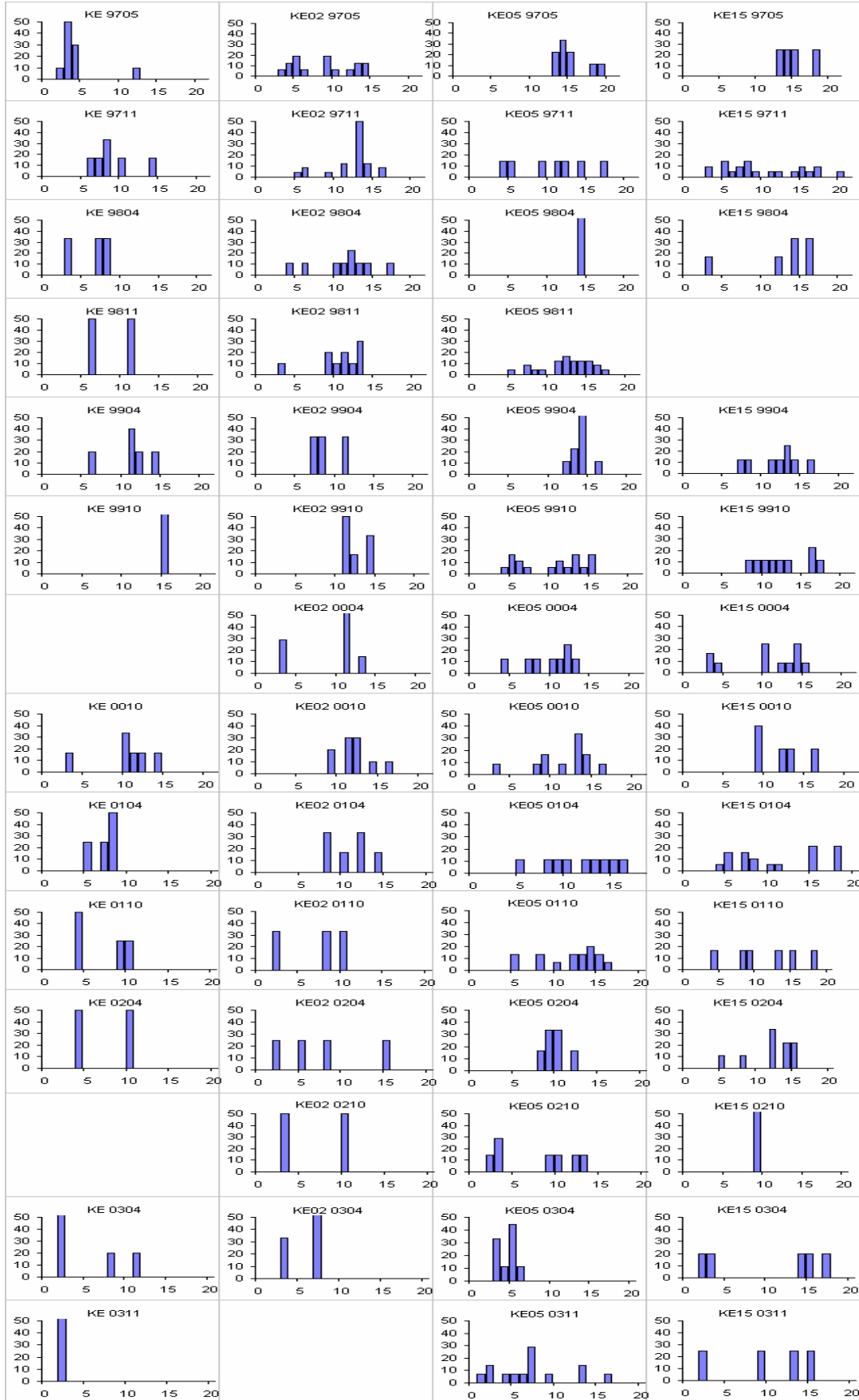


Fig. 17. Storleksfördelningar (%) för *Macoma balthica* på stationer i och utanför Kopperverkshamnen (KE, KE0.2, KE0.5 och KE1.5) inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1997-2003.

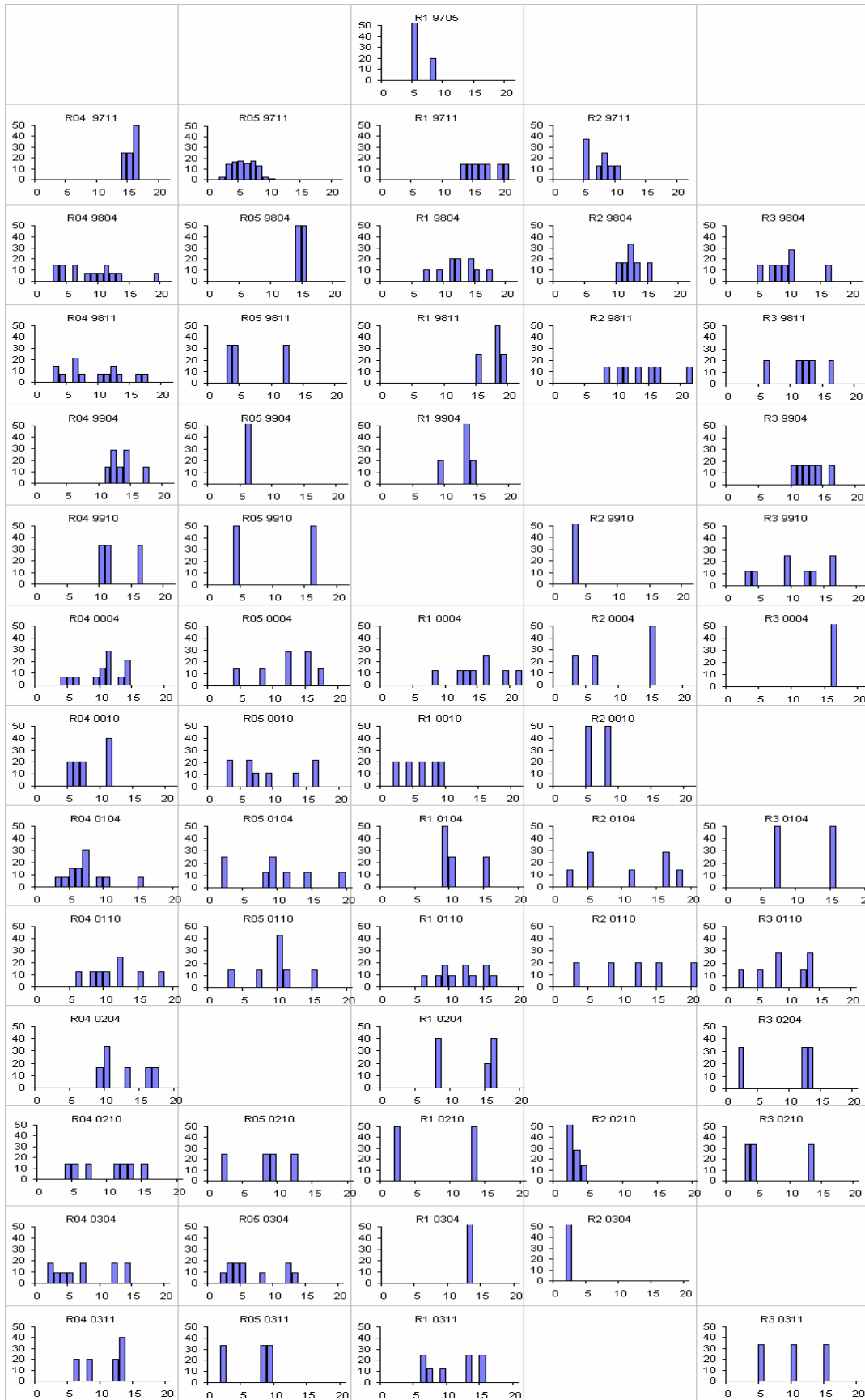


Fig. 18. Storleksfördelningar för *Macoma balthica* på stationer söder om Råå (R0.4, R0.5, R1, R2 och R3) inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1997-2003.

Artsammansättning

Faunastrukturen på de 13 stationerna har inte förändrats i grunden sedan undersökningarna påbörjades 1995-96 (Tab. 4). Under 2003 fanns på de flesta stationerna samma slag av födogrupper och grupper av indikatorarter som tidigare. Denna struktur har varit ungefär densamma under de åtta år som undersökningarna pågått och ger en antydning om att speciella betingelser råder på en viss station, vilket ger upphov till en särskild fauna. De största förändringarna har genomgående skett 1998.

De två vanliga depositionsätande arterna, musslan *Abra alba* och havsborstmasken *Terebellides stroemi*, som nästan försvann från hela undersökningsområdet 1998 men gradvis kom tillbaka 1999-2001 försvann nästan helt 2002. Endast *Terebellides stroemi* har förekommit 2003, men i blygsam omfattning. *Abra alba*, som har pelagiska larver, är känd för att variera kraftigt mellan år och detta har också varit fallet i undersökningsområdet. *Terebellides stroemi*, som har bottenlevande larver, har däremot haft en stabil förekomst sedan undersökningarna började 1995 och fram till hösten 1998. Tre andra arter som också gick starkt tillbaka 1998, havsborstmaskarna *Nephtys hombergii* och *Heteromastus filiformis* samt kräftdjuret *Diastylis rathkei*, har heller inte återtagit ställningarna sedan nedgången 1998. Det är alltså främst Grupp II, som är depositionsätare, som mera långsiktigt gått tillbaka på flertalet stationer.

Grupp III, suspensionsätare, gick framåt på en station (RES) och tillbaka på en station (F23) under 2003. Denna grupp har tidigare haft relativt stor betydelse på 1 till 4 stationer.

Grupp IV, kraftig dominans av snäckor ur släktet *Hydrobia*, minskade genomgående i betydelse. Under 1998 fanns dessa kraftigt representerade på 8 stationer, under 1999-2002 på 4-7 stationer. Under 2003 dominerade snäckorna på 5 stationer.

Grupp V, arter karakteristiska för organiskt belastade sediment, var tämligen oförändrad sedan 2002, och minskade i betydelse på en station (KE0.2) och ökade på en station (F23).

Grupp VI, den stresstoleranta indikatorarten *Hediste diversicolor*, ökade på två stationer 2003 (REN och R0.4). *Hediste* har gått genomgående framåt i området under perioden 1995-2002.

Under flertalet år har enstaka arter av rovdjur (Nemertini, *Pholoe cf. baltica*, *Phyllodoce groenlandica*, *Priapulius caudatus*, *Halicryptus spinulosus*, *Retusa obtusa* och *Hinia reticulata*) funnits i viss omfattning. Dessa arter, som var mycket svagt representerade i 1999 och 2000 års prover, var tämligen ovanliga 2001-2003.

Två arter som troligen kan betraktas som föroreningsindikatorer, *Ampharete baltica* och *Polydora quadrilobata*, har varit starkt representerade på många stationer 1999-2000. Under 2001 gällde detta framförallt *Ampharete baltica*. Under 2002 var båda dessa arter relativt svagt representerade. Under 2003 utgjorde *Polydora quadrilobata* ett väsentligt inslag på 8 av de 13 stationerna.

Den största förändringen i artsammansättning 1999-2001 har noterats på station F23, väster om Kopparverkshamnen. Här har grupp III försvunnit medan grupp V ökat i betydelse och grupp VI tillkommit, vilket indikerat försämrade förhållanden. Under 2002 noterades en viss återgång till bättre förhållanden med tanke på ökning av grupp III och minskning av grupp V. Ökad betydelse för grupp IV och V samt minskad betydelse för grupp III under 2003 tyder på ökad organisk belastning.

Möjligen finns en antydning om förbättring 2003 på station KE eftersom grupp I-arter ökat medan grupp V och VI minskat.

Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis*

Den amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria viridis* påträffades för första gången längs Helsingborgskusten i oktober 2002 på station KE inne i Kopparverkshamnen och på station KE0.2 i mynningen till denna hamn.

Under 2003 påträffades några exemplar av *Marenzelleria viridis*, förutom på den ursprungliga lokalen KE i Kopparverkshamnen, också på två nya stationer på 4 meters djup strax utanför Råå hamn (R0,1) och utanför Kopparverkshamnen (KE0,34). Arten kan alltså vara mera spridd i området än vad som tidigare befarats.

Provtagning på djupa stationer inom Helsingborgs kustvatten

Under hösten 2003, togs åter prover på två djupa stationer (28 m), P4 och HA. Dessa stationer har en särskilt intressant fauna. Station P4 ingår i det nybildade Knähakenreservatet (februari 2001) utanför Råå och södra delarna av Helsingborg (Göransson & Karlsson 1998a, b). HA ligger rakt utanför Fortuna och hyser det numera ovanliga *Haploops*-samhället (Göransson 1999c, Göransson 2001). Proverna från dessa stationer analyserades endast summariskt men resultaten tydde inte på att några större förändringar av faunan sedan föregående år. Proverna har arkiverats för att analyseras noggrannare senare.

Under informationsturer 2003 med Sabella fanns sjöstjärnan *Luidia sarsi* i proverna från utkanten av Knähakens marina reservat. *Luidia* har tidigare rapporterats 1949 från Knähaken av lundensaren Hans Brattström. Arten har däremot inte funnits i något av de hundratal prover som tagits vid informationsturer i Knähakenområdet under åren 1990-2002.

Faunastruktur

Arterna har än en gång grupperats på olika sätt med tanke på levnadssätt för att få en uppfattning om de observerade förändringarna kunde knytas till något speciellt levnadsmönster. Resultaten kan ge indikationer på vad som orsakat förändringarna. Om man ställer förändringar i relation till individtätheter bör man ha i åtanke att tusensäckorna, *Hydrobia*, dominerar på många stationer och de betyder därför mycket för helheten.

Levnadssätt i förhållande till bottenytan

Levnadssättet i förhållande till bottenytan kan säga en del om syreförhållandena i sedimentet (Fig. 19). En rik representation för arter som ligger nergrävda kan tyda på tillfredsställande förhållanden. En klar dominans av arter som lever på sedimentytan och samtidigt avsaknad av nergrävda arter kan antyda dålig syresättning i sedimentet.

De arter i området som lever en bit ner i botten är *Heteromastus filiformis*, *Scoloplos armiger*, *Brada villosa*, *Scalibregma inflatum*, *Terebellides stroemi*, *Pectinaria koreni*, *Abra alba*, *Scrobicularia plana*, *Mya arenaria*, *Macoma balthica* och *Macoma calcarea*.

Sedan nedgången 1998 ökade andelen nergrävda arter 1999-2002 på flertalet stationer. Under 2003 gick dessa arter åter tillbaka.

Under perioden 1995-2003 skiljer sig framförallt fyra stationer (REN, RES, KE och KE0.2) från de övriga med genomgående lägre andelar nergrävda arter.

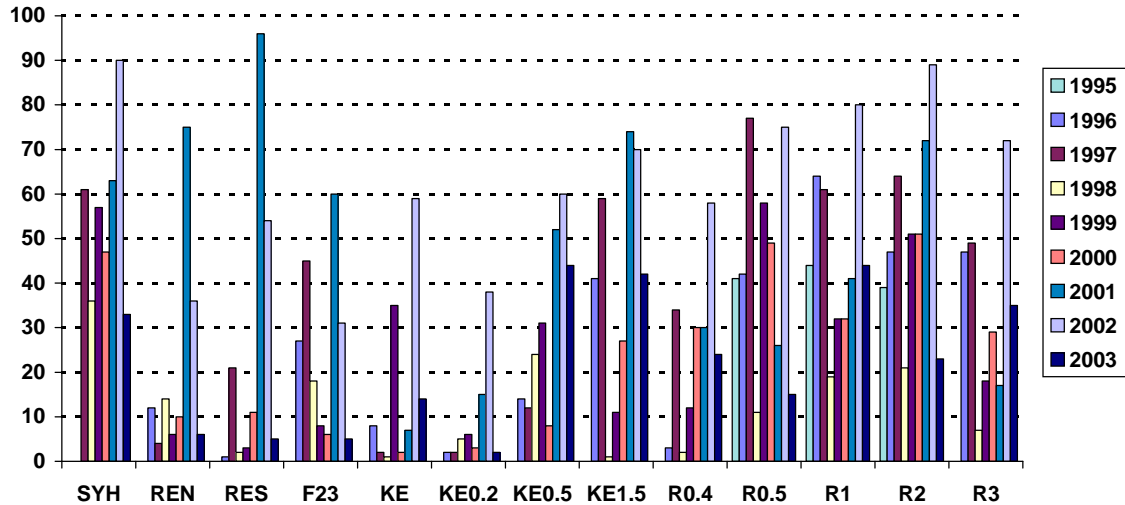


Fig. 19. Procentuell andel av individtätheten av arter som lever nergrävda i botten. Provtagning under oktober/november på 13 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Arter som är känsliga för syrebrist

Av de arter som förekommit i undersökningsområdet under de olika åren finns några som vid andra undersökningar konstaterats som särskilt känsliga för syrebrist (Henriksson 1969, Diaz & Rosenberg 1995, Hagerman 1998).

Relativt känsliga kan följande arter anses. Havsborstmaskarna *Nephtys ciliata*, *Terebellides stroemi* och *Euchone papillosa*, musslorna *Abra alba* och *Macoma calcarea* samt kräftdjuren *Diastylis rathkei*, *Crangon crangon* och *Carcinus maenas*. Dessa arter har förekommit i varierande antal men förekom i relativt höga individtätheter 1996 och 1997. Under hösten 1998 förekom dessa arter minimalt på knappt hälften (6) av stationerna (Fig. 20). Sedan nedgången 1998 ökade andelen känsliga arter på flertalet stationer under 1999 och 2000. För 2001-2003 noteras åter en minskning på flera stationer. skiljer sig framförallt två stationer (KE och KE0.2) från de övriga med genomgående lägre andelar känsliga arter.

Av sammanställningen framgår också vilka stationer som verkar särskilt utsatta för syrebrist under hela perioden 1995-2003. På stationer närmast reningsverket (REN och RES) samt inne i och strax utanför Kopperverkshamnen (KE och KE0,2) förekom ytterst låga tätheter av känsliga arter under hela perioden 1995-2003.

Den typiska ökning av individtätheten av enstaka opportunistiska arter som nästan alltid observeras efter kraftig syrebrist har hittills inte observerats (med undantag för ökning av *Hydrobia* på flera stationer). Fortsatta undersökningar får utvisa om andra arter kommer att öka efterhand.

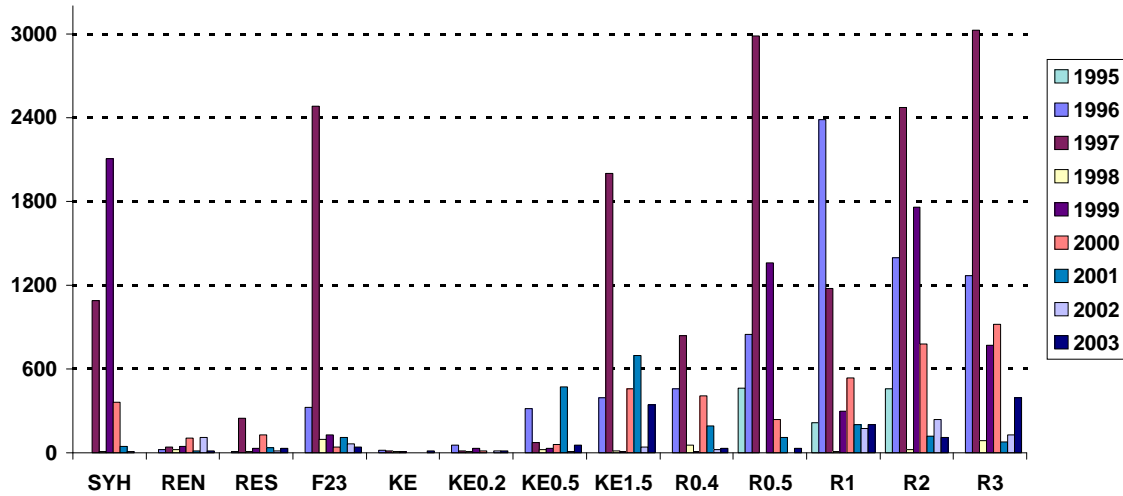


Fig. 20. Individtätheter av arter som är relativt känsliga mot syrebrist. Provtagning under oktober/november på 13 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Arter som tål låg salthalt

Av stort intresse är att följa arter som tål låga salthalter eftersom salthalten kan påverka faunans struktur. Två grupper av arter kan ge indikationer på låga salthalter, rena brackvattenarter som finns närmast land och arter som är typiska för *Macoma*-samhället, som finns ner till ca 15 meters djup i Öresund. Till denna grupp hör *Antinoella sarsi*, *Hediste diversicolor*, *Pygospio elegans*, *Oligochaeta*, *Halicryptus spinulosus*, *Hydrobia ulvae*, *Littorina littorea*, *Macoma balthica*, *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*, *Cerastoderma glaucum*, *Idotea baltica*, *Idotea viridis*, *Pontoporeia femorata*, *Corophium volutator*, *Crangon crangon* och *Balanus improvisus*.

Denna grups sammanlagda förekomst har varierat under åren men en verkligt stor förändring ägde rum hösten 1998 då andelen tåliga arter var maximal på nästan samtliga stationer (Fig. 21). Under åren 1999-2003 har det skett en genomgående minskning av dessa arter i området. Resultaten antyder att mycket låga salthalter kan ha förekommit, särskilt under 1998, vilket kunde sammanhånga med den ovanligt kraftiga avrinningen från land under det året. För 2003 noteras genomgående normala till låga andelar brackvattenfauna och minimivärden konstateras för två stationer, precis som under 2002.

Det finns en alternativ förklaring till den stora förändringen 1998. Kombinationen av den stress som låga salt- och syrehalter innebär kan ha påverkat faunan negativt. Detta har föreslagits gälla i Laholmsbukten (Rosenberg et al 1992). Endast de tåligaste överlever i nämnvärd omfattning och dessa arter sammanfaller grovt sett med brackvattenarterna och arterna i *Macoma*-samhället. Stationer med genomgående hög andel arter med låga salthaltskrav under perioden 1995-2003 är KE, KE0.2, KE0.5, RES och R0.4. Gemensamt för dessa är närheten till belastningskällor.

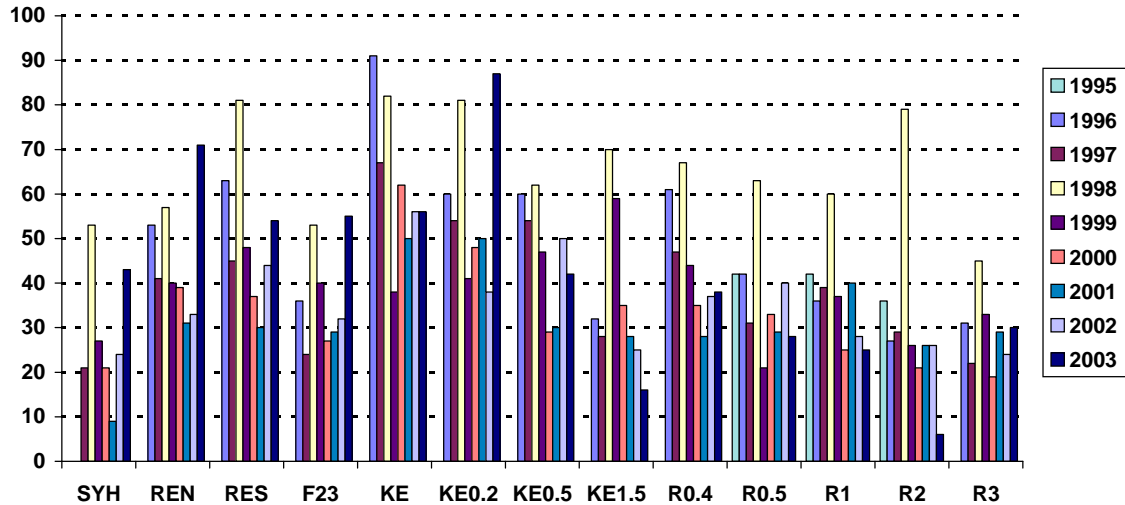


Fig. 21. Procentuell andel arter brackvattenfauna och *Macoma*-samhällets arter på 13 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram under hösten 1995-2003.

Terebellides stroemi och *Hydrobia ulvae* – två indikatorarter för den undersökta bottenytan

Utifrån resultaten under de åtta åren kan särskilt två arter framhållas som indikatorer på miljöförhållandena, havsborstmasken *Terebellides stroemi* och tusensnäckan *Hydrobia ulvae*. Båda arterna är depositionsätare och har förekommit ganska stabilt i området, om man bortser från hösten 1998. Deras reproduktion är också helt knuten till botten. De är dock varandras motsats på flera andra sätt.

Terebellides stroemi, kan anses som indikerande goda miljöförhållanden, vid måttlig organisk belastning och tillfredsställande syreförhållanden. Den återfinns också som indikator för opåverkade till svagt påverkade förhållanden enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Anon 1999). Arten lever troligen en bit ner i botten och kräver därmed goda syreförhållanden i sedimentet. *T. stroemi* försvann nästan helt från området under 1998 men kom tillbaka 1999 och 2000, för att åter minska 2001. För 2003 noteras relativt låga individtätheter för perioden 1995-2003.

Hydrobia ulvae är däremot en art som lever ovanpå sedimentytan och är därför inte beroende av syresättningen i själva botten. Arten gynnas sannolikt också av förhöjd organisk deposition. *Hydrobia* förekommer normalt på grundare botten än vad som är fallet i kontrollprogrammet och kan betraktas som ett extremt inslag i faunan på 12-14 meters djup (Bent Muus pers komm). Arten ökade under 1998 då maximala tätheter registrerades på fyra stationer. Under 1999 hade *Hydrobia* ett svagt år men kom tillbaka i relativt normal omfattning under 2000. Arten minskade därefter under 2001 på många stationer. Resultaten för 2003 kan betraktas som relativt låga till normala för perioden 1995-2003.

Om man jämför dessa arters förekomst långsiktigt, inses att en väsentlig förekomst av den ena arten inte är förenlig med någon påtaglig dominans av den andra (Fig. 22 & 23).

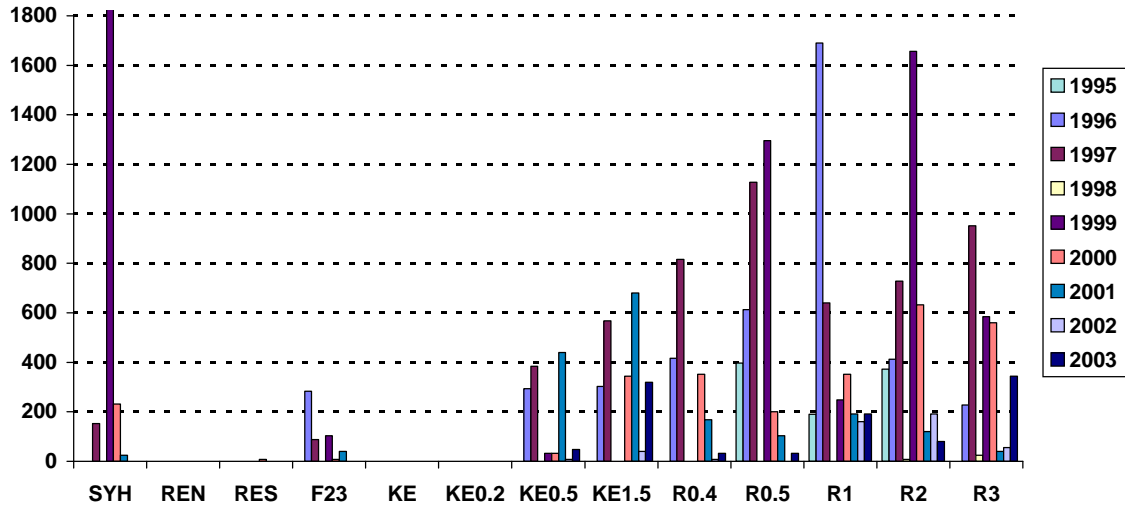


Fig. 22. Individttätthet (ind/m²) för *Terebellides stroemi* under oktober/november på 13 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

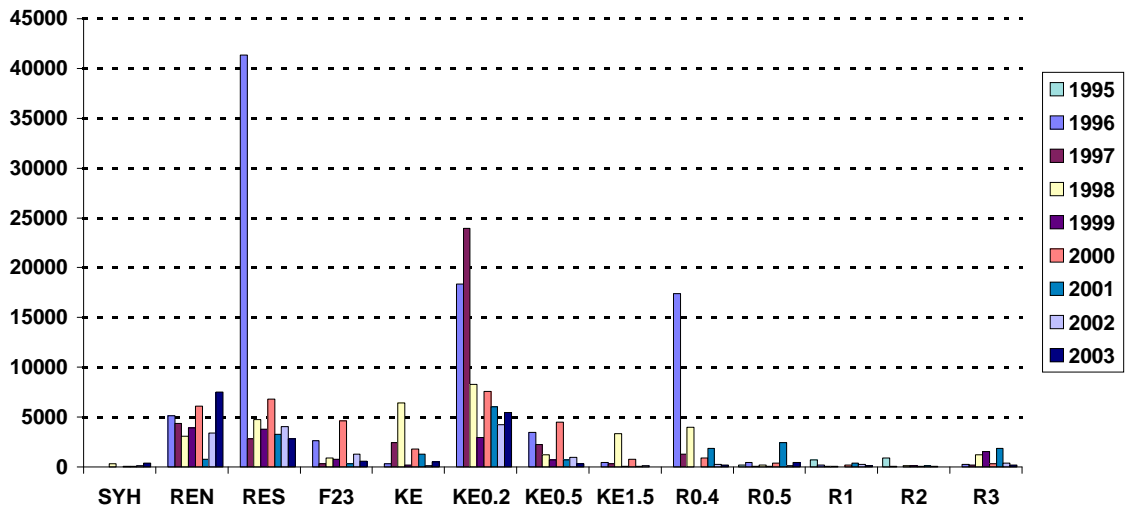


Fig. 23. Individttätthet (ind/m²) för *Hydrobia cf ulvae* under oktober/november på 13 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Sammanfattningsvis kan det för 2003 konstateras att bottenfaunans struktur inte förändrats väsentligt sedan 2002. Andelen arter som är känsliga för syrebrist är dock fortfarande få på många stationer.

Tillståndsklassning enligt förslag från Öresundsvattensamarbetet

Naturvårdsverket har tidigare presenterat bedömningsgrunder för Kust och Hav (Anon 1999). Detta var ett stort framsteg eftersom man därvid i stor utsträckning tar fasta på den biologiska mångfalden. När det gäller bottenfaunan har en uppdelning på Västerhavet och Östersjön skett. För faunan i Öresunds djupvatten (20 m och neråt) passar klassningen för Västerhavet bäst och för grunda bottnar ner till ca 10 meters djup passar klassningen för Östersjön bäst de lokala förhållandena. Faunan på 12-14 meter djup utanför Helsingborg utgör dock, grovt sett, ett mellanting. Ett förslag till modifiering av Naturvårdsverkets klassningssystem har också framtagits för Öresunds bottnar i Öresundsvattensamarbetets regi (Göransson 1999). Detta förslag har de klassiska bottenfaunasamhällena som indelningsgrund. Även i detta förslag är det svårt att placera in faunan i det aktuella undersökningsområdet eftersom de dominerande arterna både är typiska för *Macoma*-samhället och *Abra*-samhället. Undersökningsområdet ligger alltså i en övergångszon mellan dessa båda samhällstyper. Man kan dock ha det synsättet att utgå från den fauna som var typisk under de ”goda åren” när inga direkta utslagningar eller försämringar noterades. I detta fall bör man ha *Abra*-samhället som utgångspunkt och en speciell klassning har tagits fram för djupintervallet 12-14 m utifrån de erfarenheter som finns från undersökningarna utanför Helsingborg 1995-2003 (Tab. 10). Inga större justeringar har utförts sedan 2000. Tillståndsklassningarna behöver dock modifieras ytterligare när ännu mera erfarenheter vunnits.

Tabell 10. Tillståndsklassning för stationer i djupintervallet 12-14 m utanför Helsingborg. Förslag utifrån resultat som erhållits vid provtagningar 1995-2003. Modifiering av tillståndsklassning för mjukbottenfauna i Västerhavet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Rapport 4914) och Öresundsvattensamarbetets förslag till operationella miljömål (Göransson 1999).

Benämning	Dominerande arter	Övrig artsammansättning	Antal arter per 0,1 m ²
	Redox- övergång		
Klass 1 Opåverkat till obetydligt påverkat	<i>Abra</i> , <i>Rhodine</i> , <i>M calcarea</i> , <i>Onoba</i> <i>Terebellides</i> <i>N ciliata</i> ≥ 30 mm	Flera arter av Nephtyidae Viss förekomst av <i>Macoma calcarea</i> och <i>Macoma balthica</i> Väsentlig förekomst av <i>Mysella bidentata</i>	19-42
Klass 3 Något påverkat	<i>Diastylis</i> , <i>Scoloplos</i> <i>Hydrobia</i> <i>M balthica</i> 20-30 mm	Enbart <i>N hombergii</i> Enbart <i>Macoma balthica</i>	18-34
Klass 4 Tydligt påverkat	<i>Capitella</i> , <i>Hediste</i> <i>Ampharete</i> <i>Oligochaeta</i> 0-30 mm	Enbart <i>N hombergii</i> Väsentligt förekomst av <i>Ampharete baltica</i> Obetydlig eller ingen förekomst av arter som lever djupt i sedimentet	9-25
Klass 5 Kraftigt påverkat/ utslaget	Ingen makrofauna 0 mm, laminerat, H ₂ S ytligt		0

Utifrån denna klassning kan alla stationerna söder om Råån under 2003 klassas som något påverkade eftersom stationerna domineras av arter som karakteriserar påverkade tillstånd, medan representationen för arter som betecknar goda tillstånd är genomgående låg (Tab. 11). Klassningarna har i första hand utgått från faunans sammansättning och i andra hand från sedimentets redoxövergång. I de flesta fall kan dock en viss fauna grovt sett knytas till en viss redoxövergång.

Tabell 11. Tillståndsklassning för stationer söder om Råån under hösten 2003 enligt Öresundsvattensamarbetets förslag (Göransson 2000).

Benämning	Dominerande arter Redox- övergång	Station R0,4	Station R0,5	Station R1	Station R2	Station R3
Klass 1 Opåverkat till obetydligt påverkat	<i>Abra</i> , <i>Rhodine</i> , <i>M calcarea</i> , <i>Onoba</i> , <i>Terebellides</i> , <i>N ciliata</i> ≥ 30 mm			Terebellides (3)	Terebellides (6)	Terebellides (1)
Klass 3 Något påverkat	<i>Diastylis</i> , <i>Scoloplos</i> <i>Hydrobia</i> <i>M balthica</i> 10-30 mm	Scoloplos (3) Hydrobia (2) 25 mm	Scoloplos (4) Hydrobia (1) 35 mm	Scoloplos (4) Hydrobia (4) M balthica (5) 35 mm	Scoloplos (2) Hydrobia (8) M balthica (9)	Scoloplos (3) Hydrobia (5) 40 mm
Klass 4 Tydligt påverkat	<i>Capitella</i> , <i>Hediste</i> , <i>Ampharete</i> , <i>Oligochaeta</i> 0-10 mm	Hediste (5) Oligochaeta (1)	Oligochaeta (3)		Oligochaeta (5)	Oligochaeta (7)
Klass 5 Kraftigt påverkat/ utslaget	Ingen makrofauna 0 mm, laminerat, H ₂ S ytligt	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser

För stationer i och utanför Kopparverkshamnen tyder artsammansättningen 2003 i än högre grad på att miljöförhållandena kan betraktas som påverkade (Tab. 12). Mycket låg redoxövergång uppmättes på station F23, väster om Kopparverkshamnen, och här dominerar också arter som antyder påverkade förhållanden.

Tabell 12. Tillståndsklassning för stationer i och utanför Kopparverkshamnen under hösten 2003 enligt Öresundsvattensamarbetets förslag (Göransson 1999).

Benämning	Dominerande arter Redox- övergång	Station KE	Station KE0,2	Station KE0,5	Station KE1,5	Station F23
Klass 1 Opåverkat till obetydligt påverkat	<i>Abra</i> , <i>Rhodine</i> , <i>M calcarea</i> , <i>Onoba</i> <i>Terebellides</i> , <i>N ciliata</i> ≥ 30 mm				Terebellides (1)	
Klass 3 Något påverkat	<i>Diastylis</i> , <i>Scoloplos</i> <i>Hydrobia</i> <i>M balthica</i> 10-30 mm	Scoloplos (3) Hydrobia (1) 20 mm	Scoloplos (4) Hydrobia (1) 5 mm	Scoloplos (1) Hydrobia (2) M balthica (4) 15 mm	Scoloplos (3) 20 mm	Scoloplos (4) Hydrobia (3) 0 mm
Klass 4 Tydligt påverkat	<i>Capitella</i> , <i>Hediste</i> , <i>Ampharete</i> , <i>Oligochaeta</i> 0-10 mm	Hediste (4) Oligochaeta (2)	Ampharete (5) Oligochaeta (2)	Oligochaeta (5)		Capitella (7) Hediste (5) Oligochaeta (2)
Klass 5 Kraftigt påverkat/ utslaget	Ingen makrofauna 0 mm, laminerat, H ₂ S ytligt	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser	Inga iakttagelser

För stationer utanför reningsverket och i Sydhavnen tyder också artsammansättningen 2003 på att miljöförhållandena kan betraktas som påverkade (Tab. 13).

REDOXPOTENTIAL I SEDIMENT

Förändringarna av de oxiderade förhållandena i sedimenten mellan år var likartade för olika stationer i Råån-området. Redoxpotentialen (Eh) skiftade till negativa värden redan på 1-3 centimeters djup i sedimentet under hösten 1998 och 1999 på de olika stationerna, vilket var en kraftig försämring sedan 1997. Under 2000 och 2001 noterades vissa förbättringar på samtliga stationer, med redoxövergångar på 3-5 centimeters djup, medan en svag försämring noteras för 2002. Resultaten för 2003 kan betraktas som genomsnittliga för perioden 1997-2003. (Fig. 24).

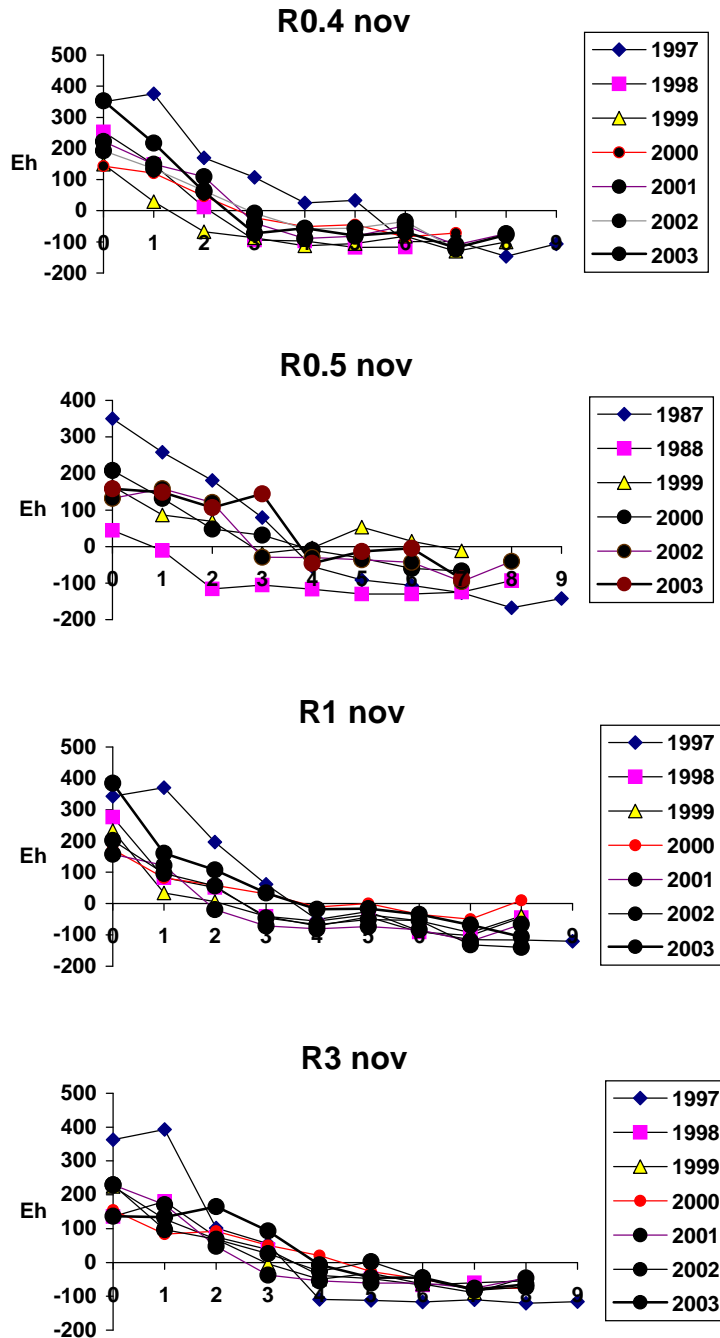


Fig. 24. Redoxpotential (Eh, mV) på olika djup i sedimentet (cm) på stationer utanför Råån i november 1997-2003.

I området i och utanför Kopparverkshamnen har sedimenten varit genomgående sämre syresatta än utanför Råån. Faunan lever under stressade förhållanden. Förändringarna har varierat en del för de olika stationerna mellan åren. För alla stationer förbättrades förhållandena under 2000 och 2001 sedan de besvärliga åren 1998 och 1999.

Under 2002 och 2003 sker åter försämringar. 2003 års resultat för station KE0.2 3 är det hittills sämsta för hela perioden 1997-2003 (Fig. 25).

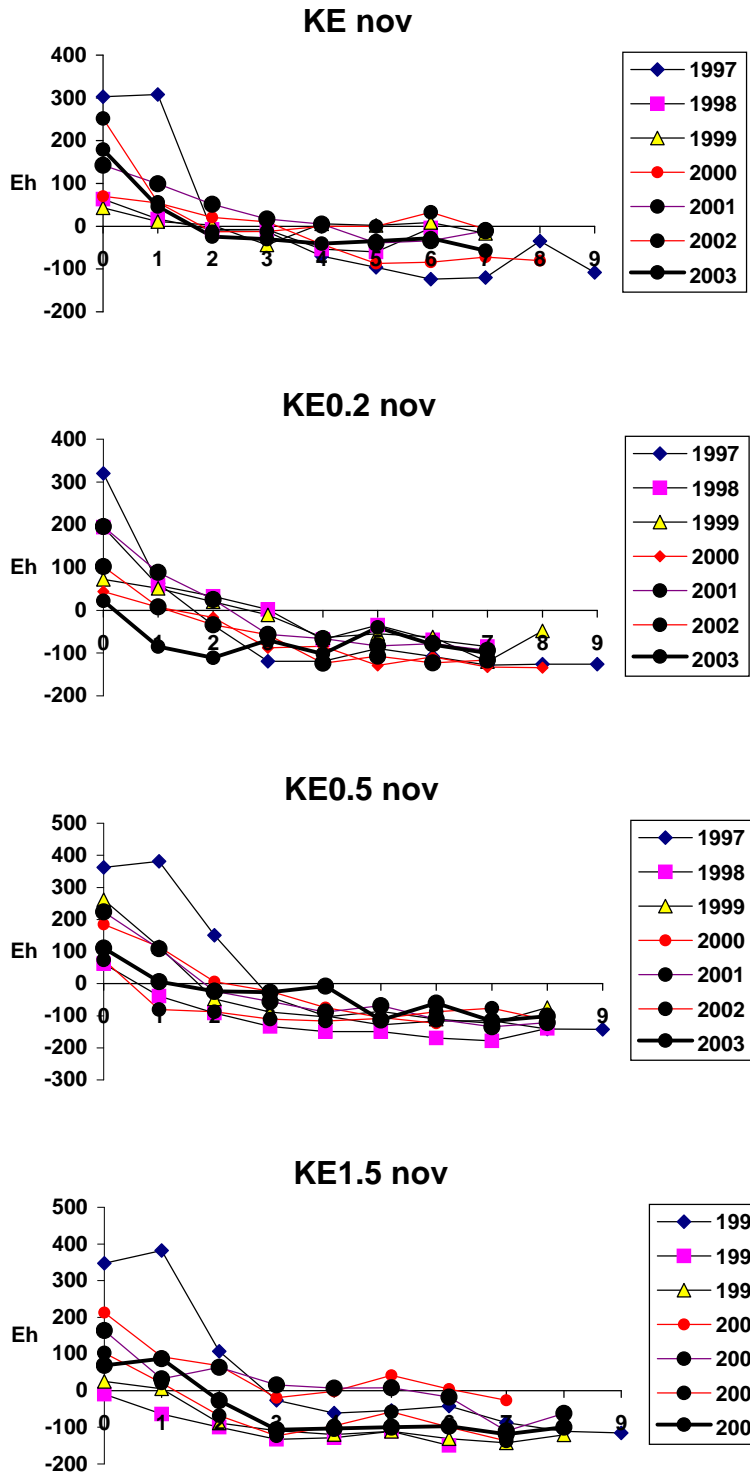


Fig. 25. Redoxpotential (Eh, mV) på olika djup i sedimentet (cm) på stationer i och utanför Kopparverkshamnen i november 1997-2003.

För området väster om Kopparverkshamnen, utanför reningsverket samt i Sydhamnen har skilda resultat noterats under perioden 1997-2003 (Fig. 26). De oxiderade förhållandena har försämrats gradvis fram till 2000 för stationerna F23 och Sydhamnen. Därefter inträffade en viss återhämtning 2001. Under 2002 sker åter

försämringar på stationerna RES och F23 medan en viss förbättring noteras i Sydhamnen. Resultaten från 2003 tyder på oförändrade förhållanden. För samtliga tre stationer var förhållandena mycket otillfredsställande för faunan och reducerande förhållanden uppmättes mindre än 1 centimeter under sedimentytan.

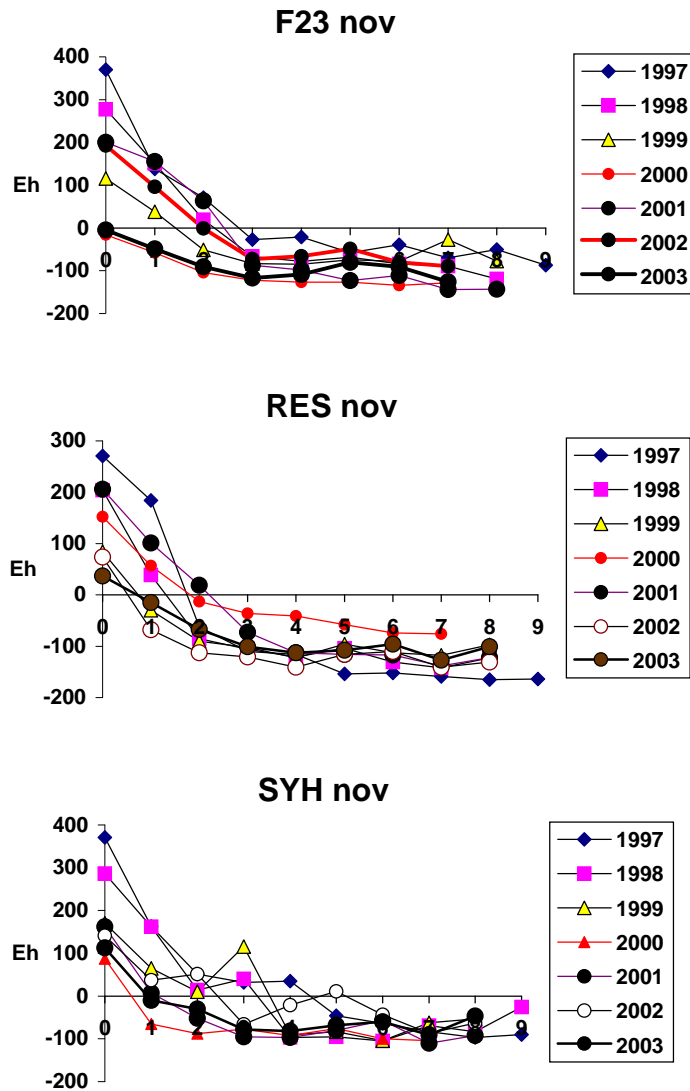


Fig. 26. Redoxpotential (Eh, mV) på olika djup i sedimentet (cm) på stationer väster om Kopparverkshamnen, utanför reningsverket samt i Sydhamnen i november 1997-2003.

Sammanfattningsvis har de oxiderade förhållandena inte förbättrats väsentligt på flertalet stationer sedan hösten 2002 då långvarig och kraftig syrebrist drabbade Öresund.

ORGANISK HALT OCH NÄRINGSÄMNINGEN I SEDIMENT

Organisk halt och vattenhalt

I figur 27 och 28 redovisas vattenhalt och glödförlust för sedimentproverna på samtliga stationer inom kustkontrollprogrammet under perioden 1995-2003. Höga organiska halter (ca 10% eller högre) under perioden fanns på stationerna SYH, KED, RÅH, 1, 5, 13 och 17. Permanent ackumulation av småpartiklar kan förväntas ske på dessa stationer. Dessa sediment har alltså störst benägenhet att binda näringsämnen och miljögifter.

Genomgående låga halter (ca 4 % eller lägre) noterades däremot på stationerna F23, KE, KE0.2, 2, 3, 4, 6, 8, 11, P4 och HA. Ackumuleringen är troligen mycket liten på dessa stationer. På övriga stationer är ackumuleringen av finpartiklar endast tillfällig och här transporteras finmaterialet bort emellanåt. Jämförelsevis höga halter har uppmätts under senare år på stationerna RES, SYH och RÅH.

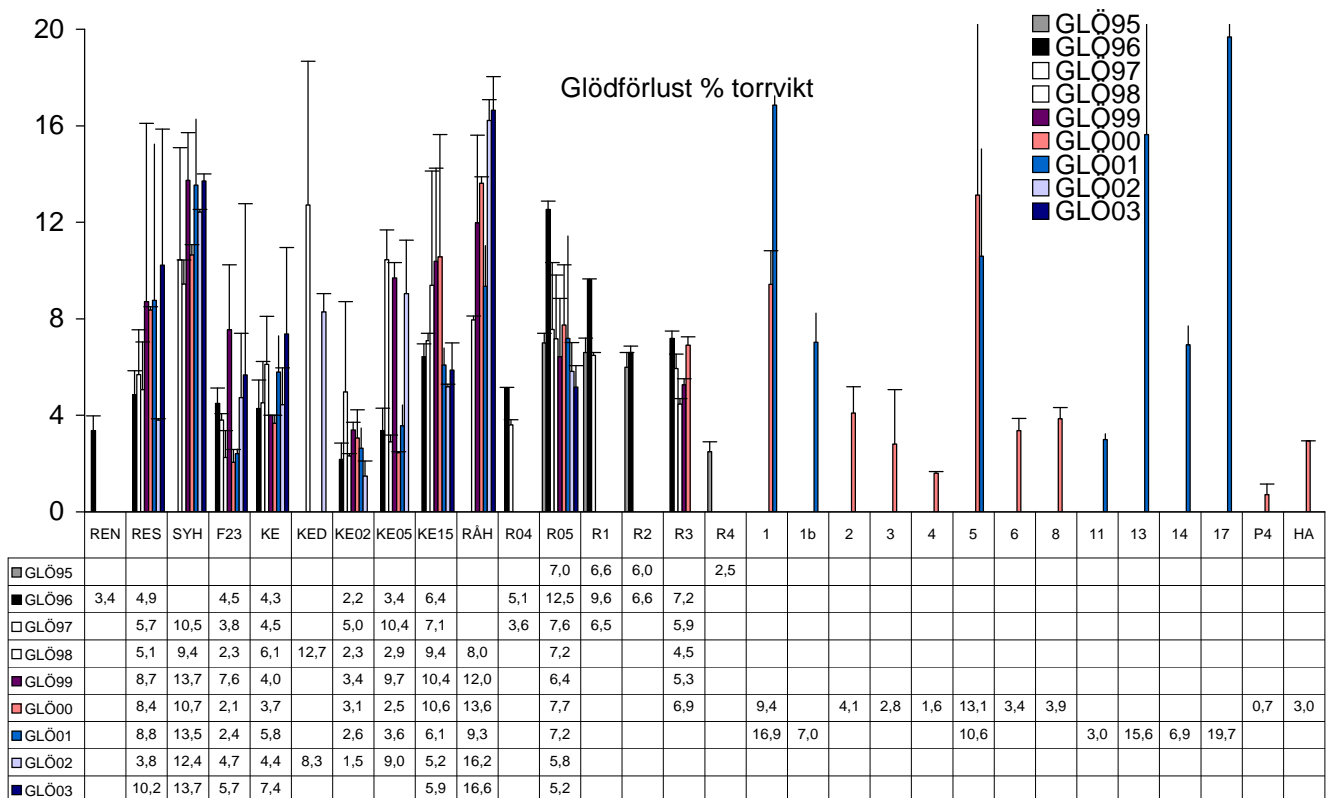


Fig. 27. Organisk halt i sediment uppmätt som glödförlust (% av torrsvikt) på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Hög vattenhalt (omkring 75% eller mer) under perioden noteras endast för stationerna SYH, RÅH, 13 och 17 som alla ligger i hamnar där vattenrörelserna är begränsade (Fig. 28). Sedimenten på dessa tre stationer har allra störst benägenhet att binda näringsämnen och miljögifter.

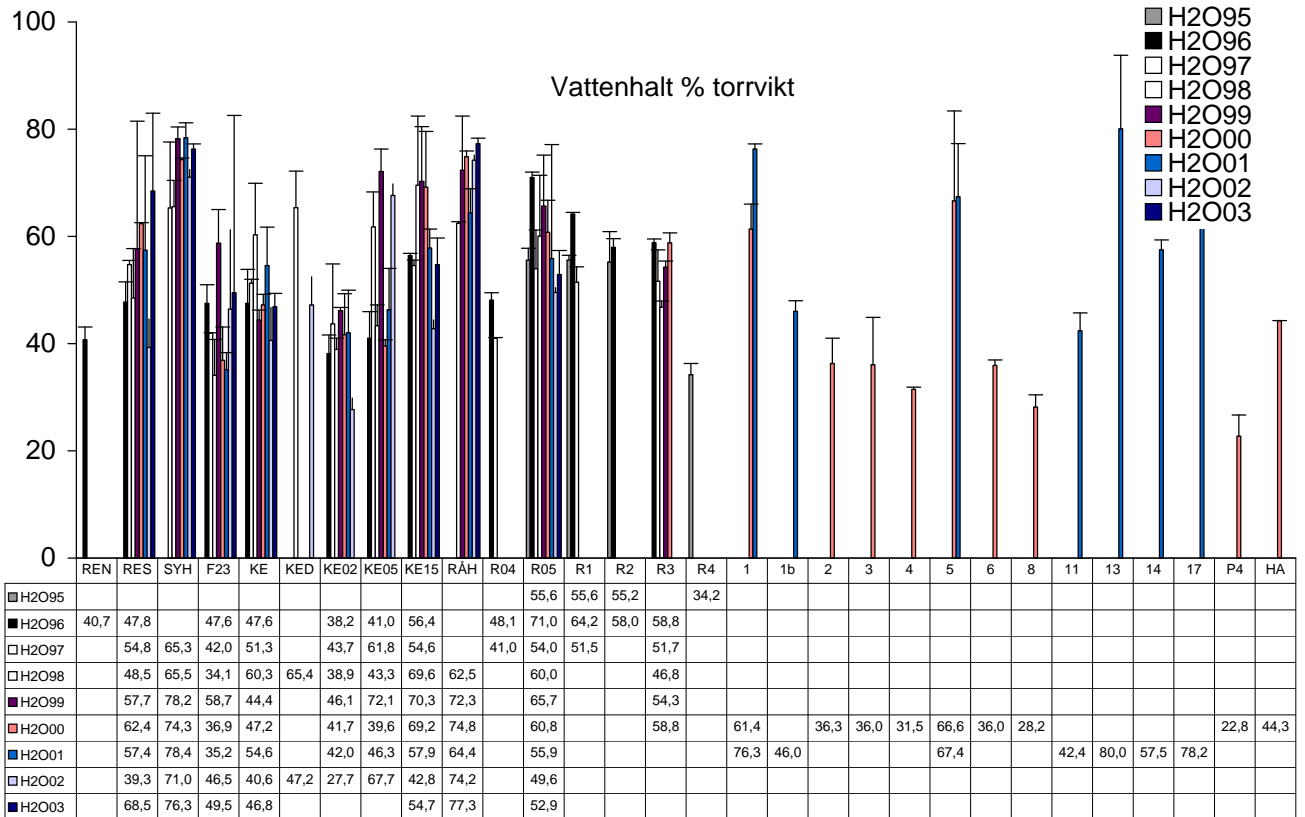


Fig. 28. Vattenhalt (% av torrsvikt) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Kväve

Totalkvävehalterna har genomgående varit högst (över eller omkring 3000 mg/kg torrsvikt) under perioden 1995-2003 på stationerna RES, SYH, KE1.5, RÅH, R0.5, 1, 5, 13 och 17 (Fig. 29). Nivån för området är dock inte ovanligt hög med tanke på karakteristiska värden på 2000 till över 5000 mg/kg torrsvikt för transport- och ackumulationsbottnar (Håkansson & Rosenberg 1985) och jämfört med referensintervallet mellan 1500 och 7700 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997).

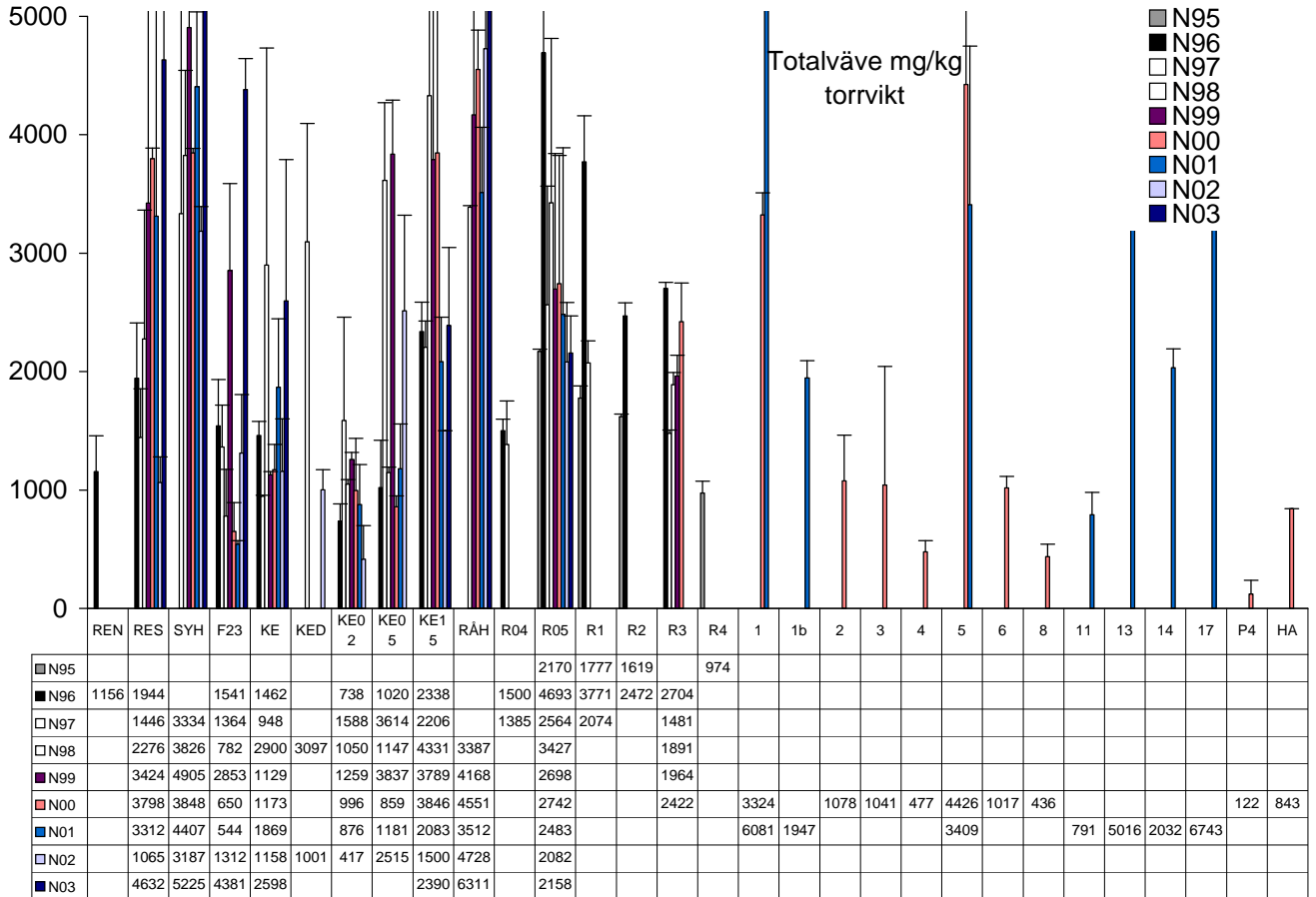


Fig. 29. Totalkväve (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Fosfor

Totalfosforhalten var relativt låga under de sista åren med undantag för station KE, inne i Kopparverkshamnen, och KED, i Knähakenhamnen, där mycket höga halter ha uppmätts (Fig. 30). Jämförelsevis höga halter under perioden 1995-2003 har uppmätts på stationerna KE, KE0.2, KE0.5, F23 och SYH och R1. Nivån får betraktas som förhöjd i undersökningsområdet med tanke på karakteristiska värden på 500 till över 1000 mg/kg torrsvikt för transport- och ackumulationsbottnar (Håkansson & Rosenberg 1985) och jämfört med referensintervallet mellan 590 och 2000 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997).

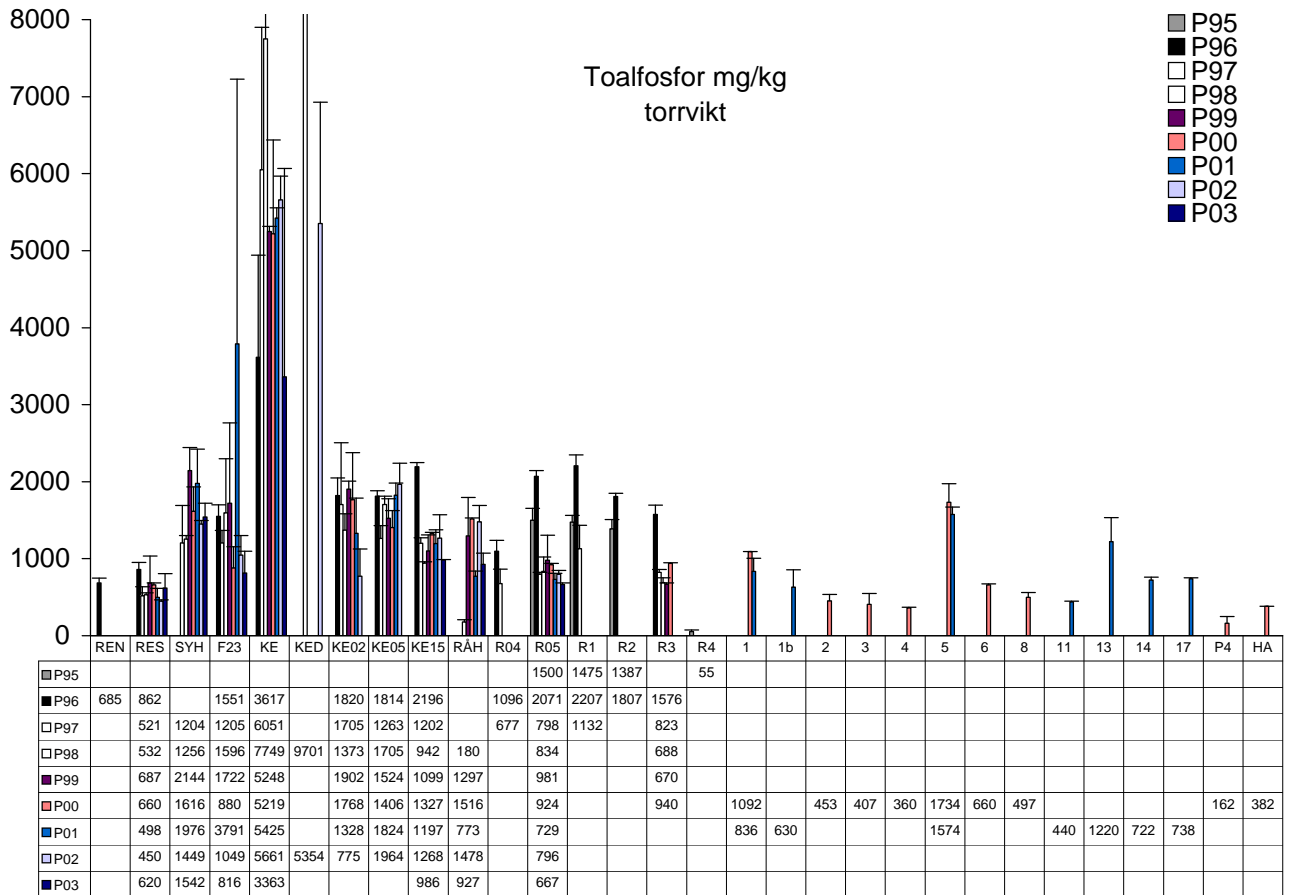


Fig. 30. Totalfosfor (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

METALLER

Sediment i Öresund

Bottenförhållandena varierar mycket på olika stationer inom kustkontrollprogrammet. Sedimentets organiska halt ger ett mått bottenarnas benägenhet att ackumulera småpartiklar. Det är framförallt på dessa små partiklar som metaller och organiska miljögifter är bundna. I syfte att göra relevanta jämförelser mellan år har därför metallhalterna relaterats till den organiska halten vid trendanalyser.

Arsenik

Arsenikhalten har på flertalet stationer under hela perioden 1995-2003 legat kring eller under Naturvårdsverkets jämförvärde (Anon 1999) på 10 mg/kg torrsvikt, och inom referensintervallet mellan 4 och 26 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997). Inne i Kopparverkshamnen (KE) och strax utanför (KE02), samt i Sydhamnen (SYH) fanns betydligt högre halter (Fig. 31). Under 2003 var halterna jämförelsevis normala på flertalet stationer utom inne i Kopparverkshamnen.

Arsenik har tidigare släppts ut från Boliden AB som verkade där numera Kemira Kemi AB finns. Eftersom utsläppen i det närmaste upphört borde halterna minska. Jämförelsevis låga halter har också uppmätts på flera platser under senare år. För station RÅH, i Råå hamn, finns en statistiskt signifikant minskande trend för perioden 1998-2003 om man tar hänsyn till den organiska halten i sedimentet (Fig. 32).

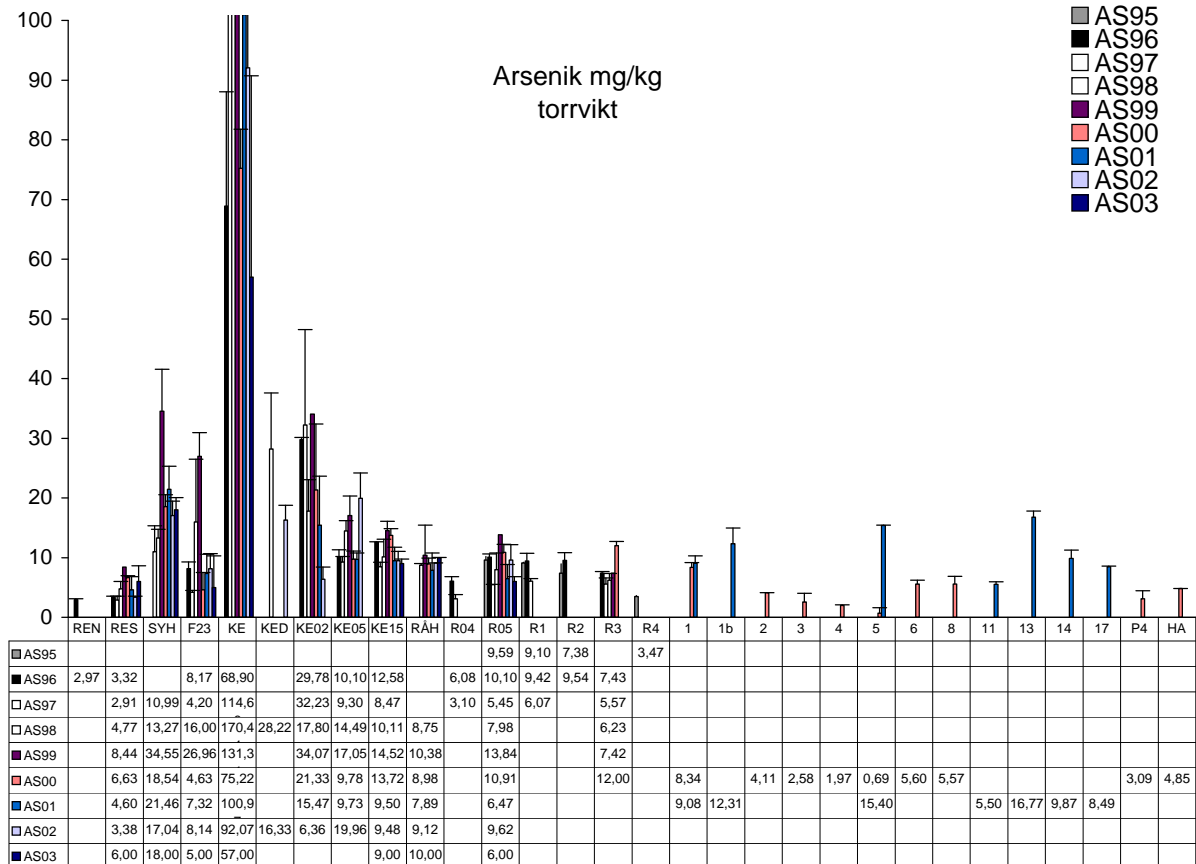


Fig. 31. Arsenik (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

RÅH

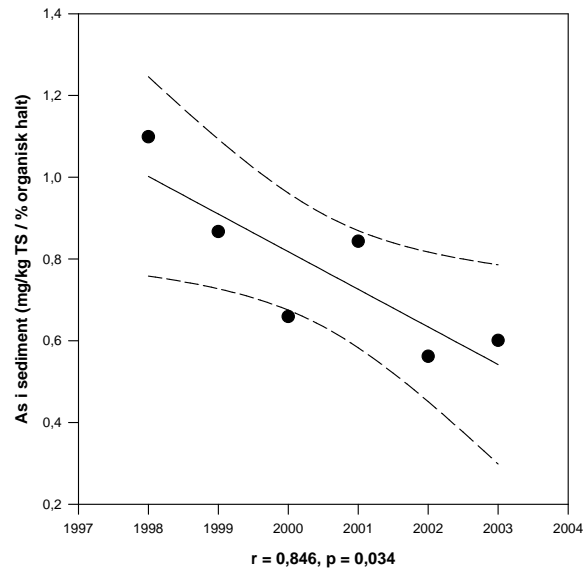


Fig. 32. Utvecklingen av arsenik i sediment (mg/kg TS per % organisk halt) på station RÅH inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1998-2003. Linjär regression.

Kadmium

Kadmiumhalterna var under perioden 1995-2003 högst på stationerna KE, R0,5 och R1. Många stationer låg under åren 1995-96 över Naturvårdsverkets jämförvärde på 0,2 mg/kg torrsvikt, eller i övre delen av referensintervallet mellan 0,02 och 0,82 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997), vilket redovisas i figur 33. Under de sista åren har genomgående lägre värden noterats för många stationer.

Halterna sjunker i och utanför Kopparverkshamnen (KE, F23, KE0.2 och KE0.5) och söder om Råån (R0.5). Den avtagande tendensen var statistiskt signifikant för stationerna R0.5 och KE för perioden 1995-2003 respektive 1996-2003 om man tar hänsyn till den organiska halten i sedimentet (Fig. 34). Den minskande trenden är kraftigast för station KE och utgår från ett betydligt högre utgångsläge än för station R0.5.

Det finns många källor för kadmium (plaster, färger, handelsgödsel mm).

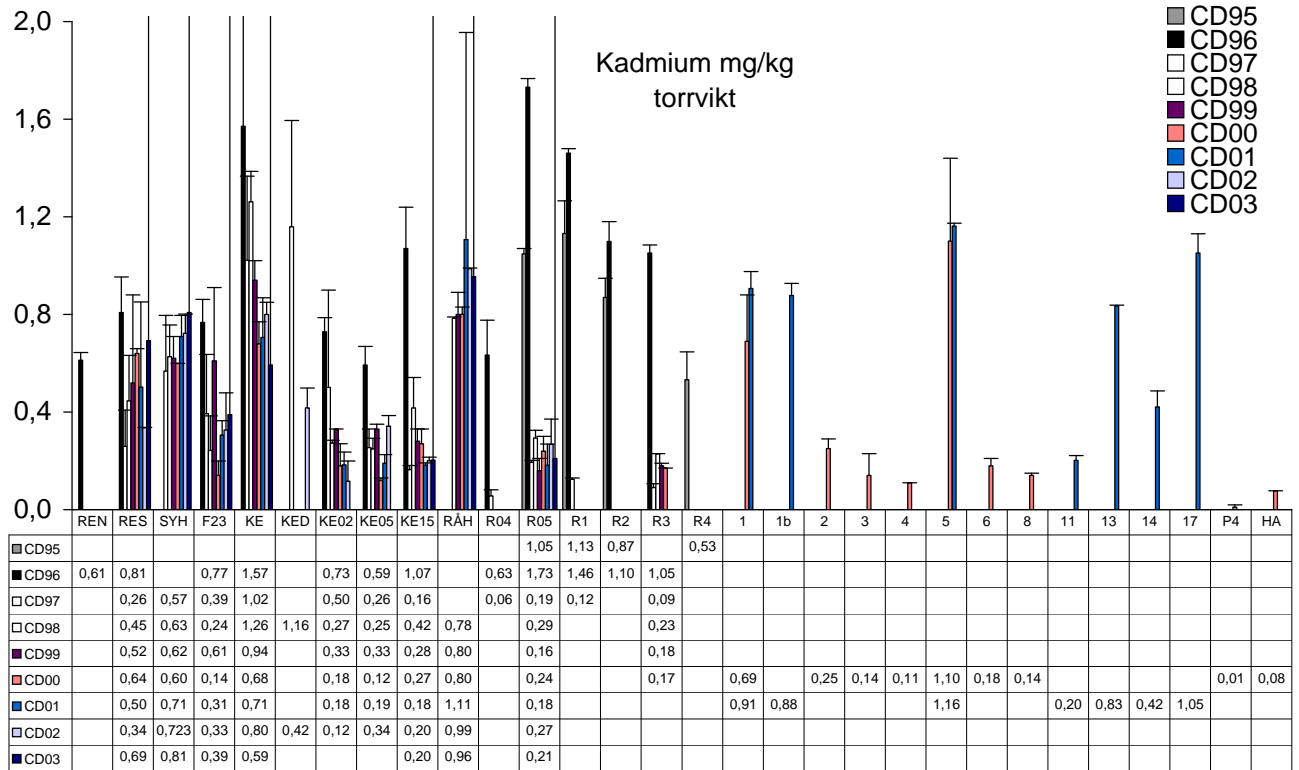


Fig. 33. Kadmium (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

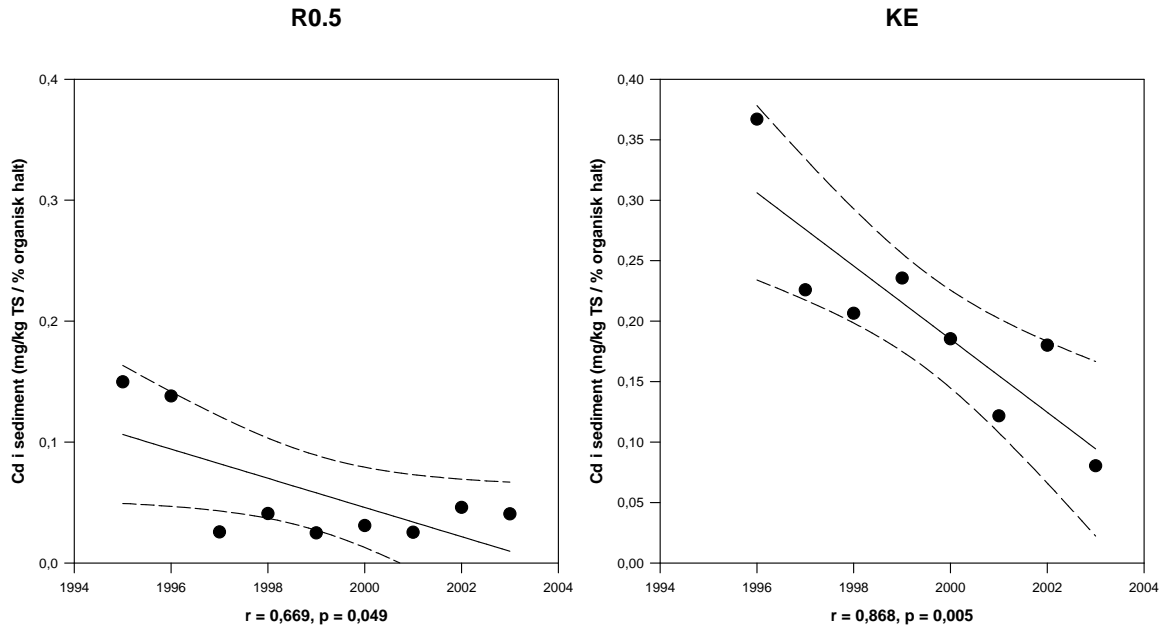


Fig. 34. Utvecklingen av kadmium i sediment (mg/kg TS per % organisk halt) på station R0.5 (till vänster) och station KE (till höger) inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003 respektive 1996-2003. Linjär regression, $r = 0,669, p = 0,049$ respektive, $r = 0,868, p = 0,005$.

Kobolt

Kobolthalterna låg betydligt under Naturvårdsverkets jämförvärde för svenska kusten på 12 mg/kg torrsvikt (Anon 1999) i alla prover under hela perioden 1995-2003 med ett undantag. På station KED låg medelhalten, vid de två mättillfällena 1998 och 2002, på hela 122,4 mg/kg respektive 166,3 mg/kg torrsvikt (Fig. 35). Nivån verkar alltså genomgående låg i området, med undantag för station KED. Man kan anta att kobolt tillförs denna provpunkt via en närbelägen dagvattenledning som mynnar i Knähakenhamnen.

Värdena för 2003 var relativt normala för perioden.

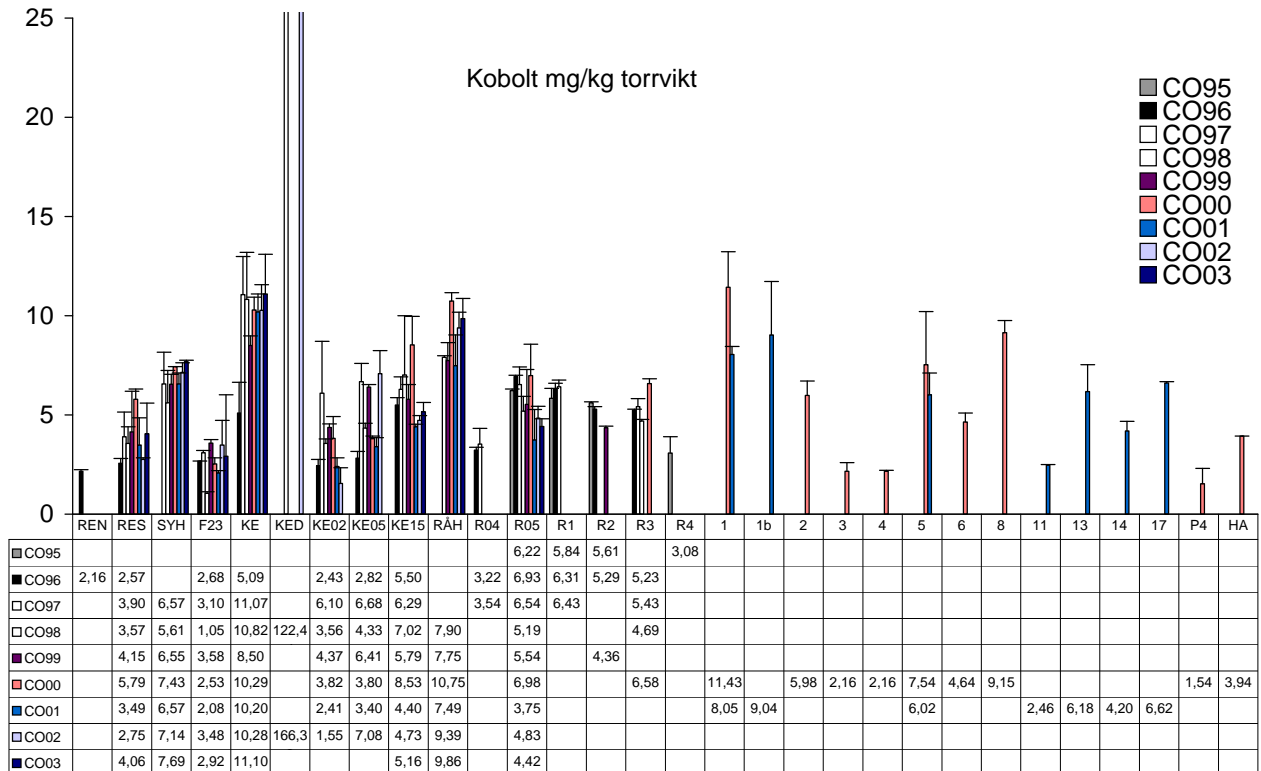


Fig. 35. Kobolt (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Krom

Under hela perioden 1995-2003 låg kromhalterna genomgående under Naturvårdsverkets jämförvärde för svenska kusten på 40mg/kg torrsvikt, eller på samma nivå som referensintervallet mellan 15 och 44 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997). Högst halt uppmättes i sediment från station F23 under 2000, där 50 mg/kg noterades (Fig. 36). Nivån för krom verkar alltså tämligen normal i området, endast viss förhöjning förekommer på några få stationer.

Värdena för 2003 var relativt normala för perioden.

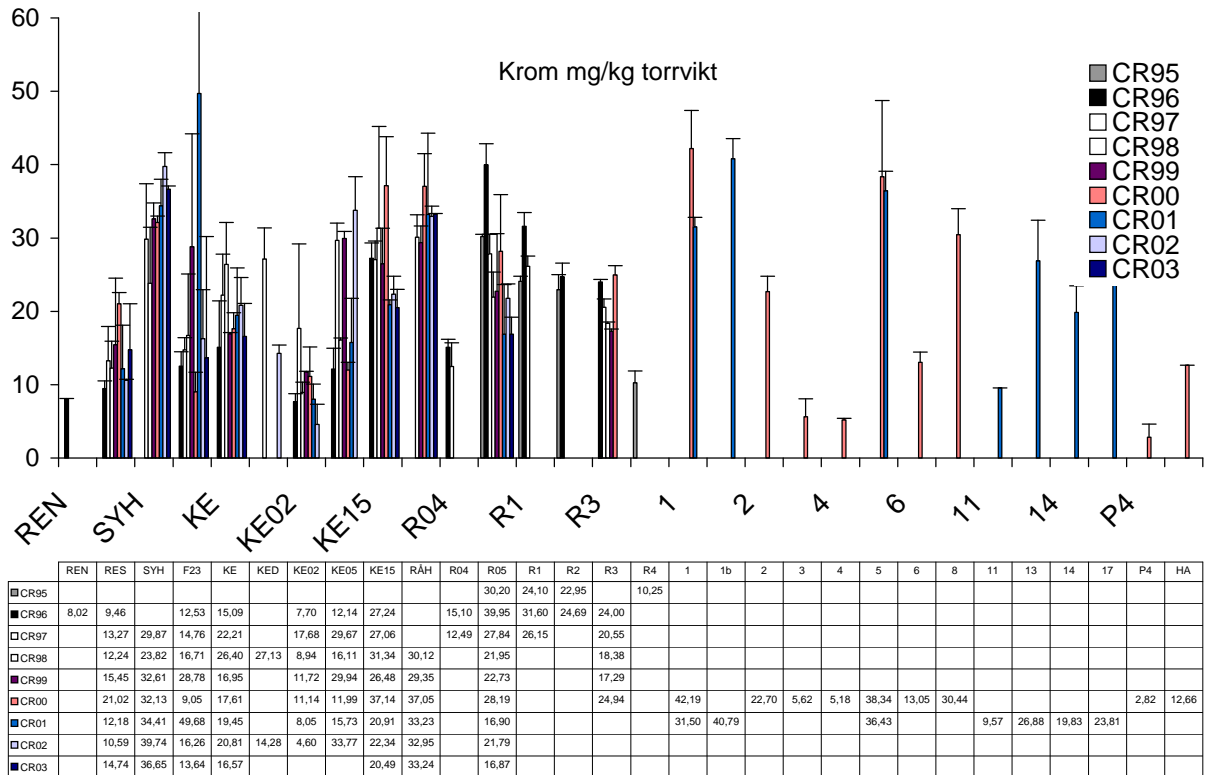


Fig. 36. Krom (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Koppar

Kopparhalterna för perioden 1995-2003 låg över Naturvårdsverkets jämförvärde på 15 mg/kg torrsvikt för flera stationer, men på samma nivå som referensintervallet mellan 7 och 78 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997) för flertalet stationer (Fig. 37). Fem stationer avviker med tydligt högre halter än de övriga, KED i Kopparverkshamnen, RÅH i Råå hamn och stationerna 1, 2 och 5 i Helsingborgs hamnar. Station KED, som provtogs 1998 och 2002, var den station som hade allra högst kopparhalter i sedimentet, 916 mg/kg torrsvikt respektive 515 mg/kg torrsvikt. Halterna i Råå- och Helsingborgs hamnar låg betydligt lägre (91-307 mg/kg torrsvikt).

Kopparhalterna låg alltså på en förhållandevis låg nivå ute i Öresund medan förhöjda värden noterades i flera hamnar. Koppar kan främst tillföras hamnarna från dagvatten och båtbottnfärger.

Värdena för 2003 var relativt normala för perioden med högst halter i Råå hamn och Sydhamnen. Bottnarna på dessa platser har störst benägenhet att ackumulera miljögifter.

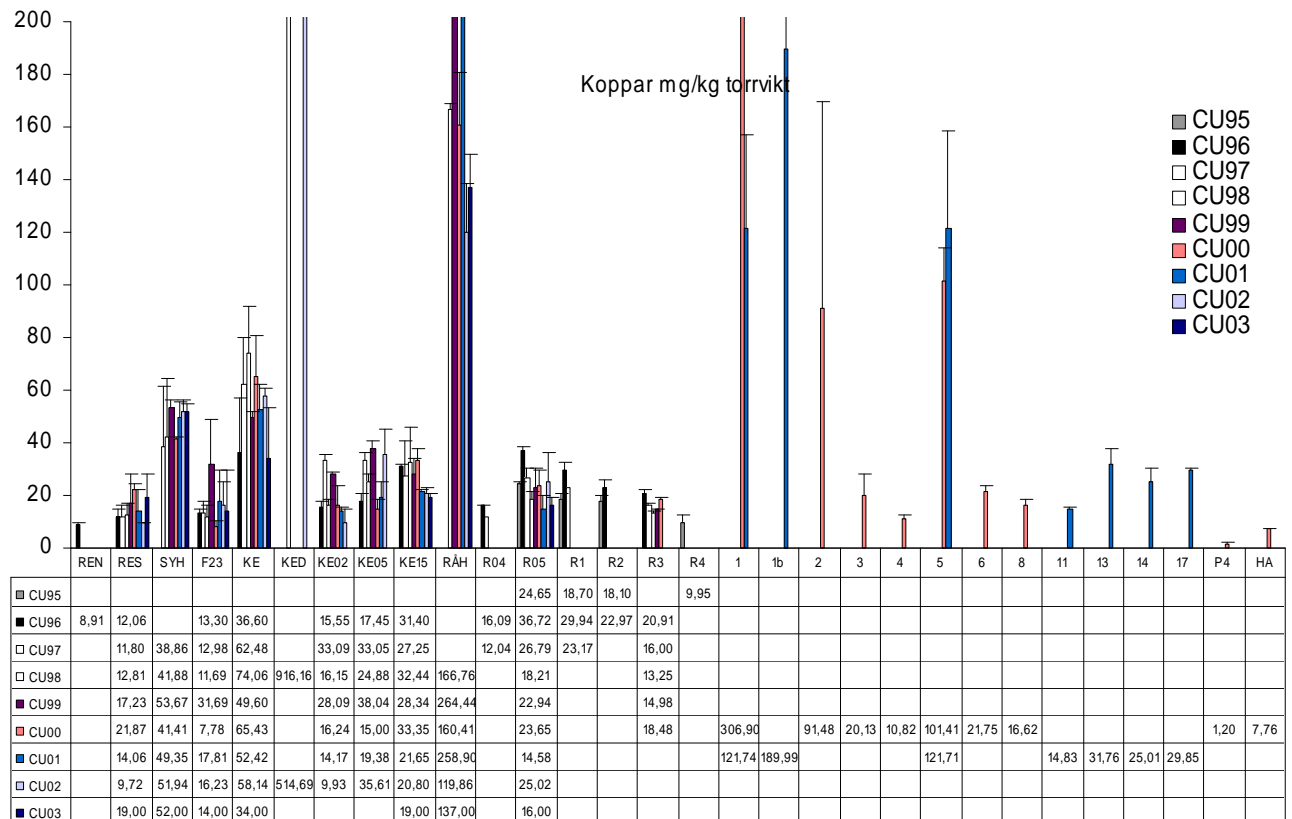


Fig. 37. Koppar (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Kvicksilver

Kvicksilverhalterna låg under perioden 1995-2003 över Naturvårdsverkets jämförvärde (0,04 mg/kg torrsvikt), men inom referensintervallet mellan 0,05 och 0,47 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997) för flertalet stationer (Fig. 37), liksom under tidigare år. Högst uppmätta halt är 1,49 mg/kg torrsvikt under 2001 från station F23, där höga halter även noterades 1998 och 1999 (Fig. 38). Genomgående hög nivå konstateras också för stationerna 1b, 5, SYH, KE0.5, KE1.5 och RÅH.

Kvicksilver sprids diffust och långväga från många olika källor. Den varierande nivån för kvicksilver på stationerna kan till viss del förklaras med de olikartade ackumulationsförhållandena och de högsta halterna noterades genomgående på stationer med hög organisk halt. Ett undantag utgör station RES, söder om reningsverket, där nivån är blygsam sett till sedimentets organiska halt. Detta tyder på att reningsprocesserna fungerar.

Värdena för 2003 var relativt normala för perioden.

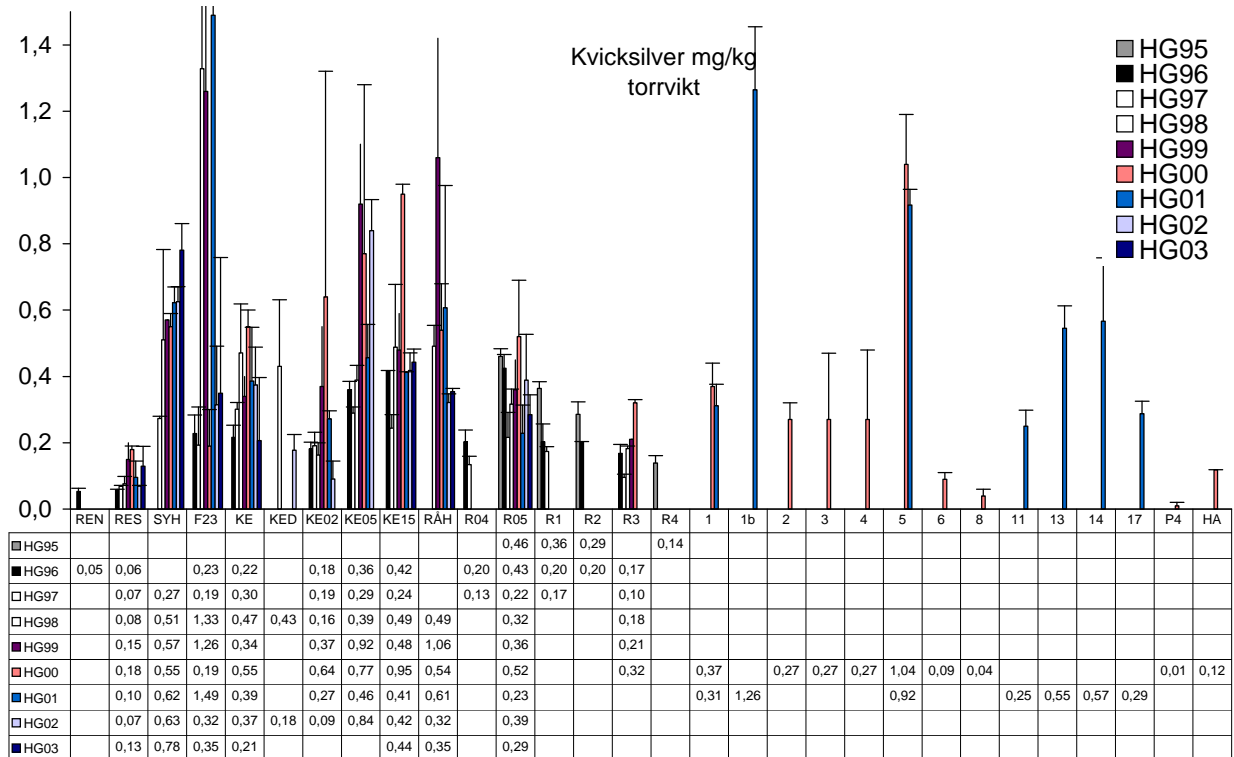


Fig. 38. Kvicksilver (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Tenn

Tenn har inte undersökts före 1997. Jämförvärde från Naturvårdsverket saknas. I relation till värden för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 mellan 1 och 9,9 mg/kg torrsvikt låg halterna utanför Helsingborg på samma nivå (Fig. 40). De högsta halterna har uppmätts på tre stationer i Helsingborgs hamnar, 1, 2 och 5 samt i Råå hamn (RÅH) och i Knähakenhamnen (KED), där halter mellan 3,7 och 10,4 mg/kg torrsvikt har uppmätts.

Tenn ingår i båtbottnfärger, för vilka användningen nyligen förbjudits på fritidsbåtar. Användningen kvarstår dock på större fartyg.

Värdena för 2003 var relativt normala för perioden.

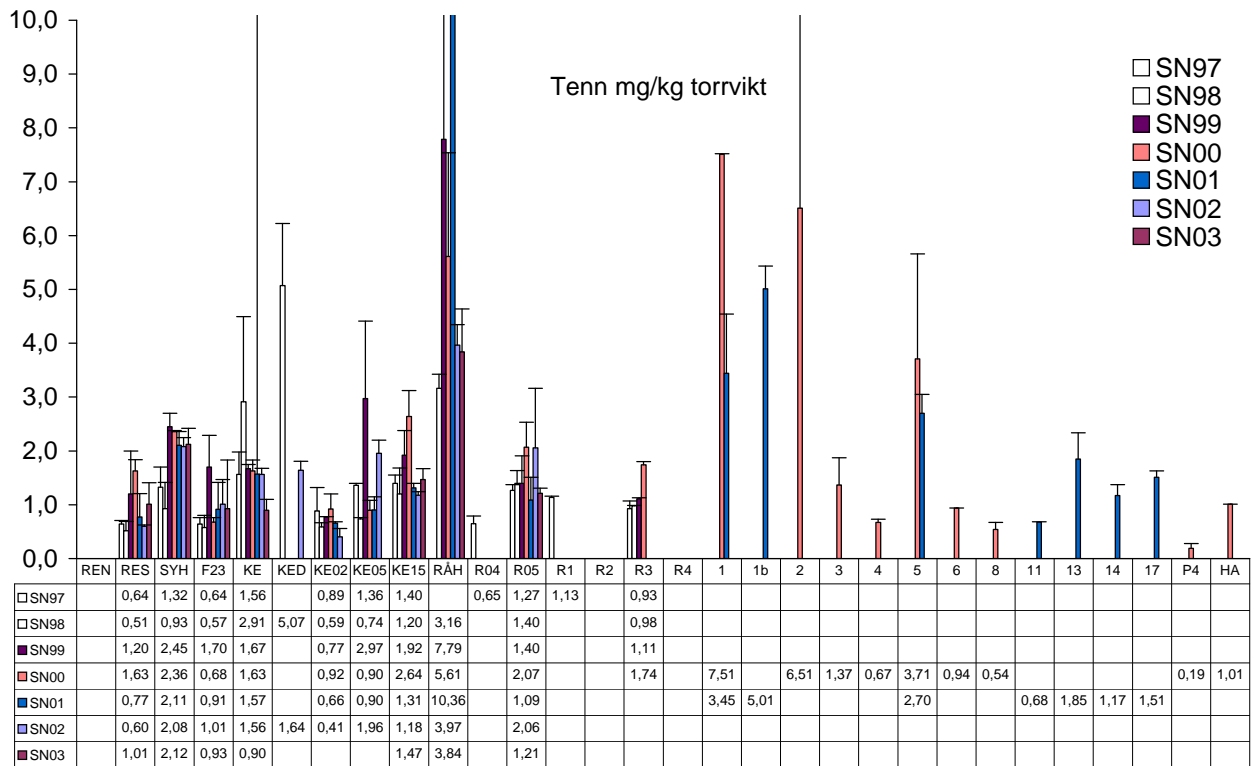


Fig. 40. Tenn (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Zink

Halterna av zink låg omkring eller över Naturvårdsverkets jämförvärde (85 mg/kg torrsvikt) och referensintervallet mellan 50 och 166 mg/kg torrsvikt för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 (Cato 1997) under perioden 1995-2003 (Fig. 41). Höga halter noterades på stationerna KED, KE och 5. Station KED, närmast dagvattenledningen i Knähakenhamnen, uppvisade 1998 de klart högsta halterna av zink, 9945 mg/kg torrsvikt. Under 2002 påvisades 7338 mg/kg torrsvikt.

Zink har tidigare släppts ut från Boliden AB som verkade där numera Kemira Kemi AB finns. Eftersom utsläppen i det närmaste upphört borde halterna minska. Zink tillförs också via dagvattnet vilket delvis kan förklara de höga halterna på stationerna KED och 5.

Värdena för 2003 var relativt normala för perioden.

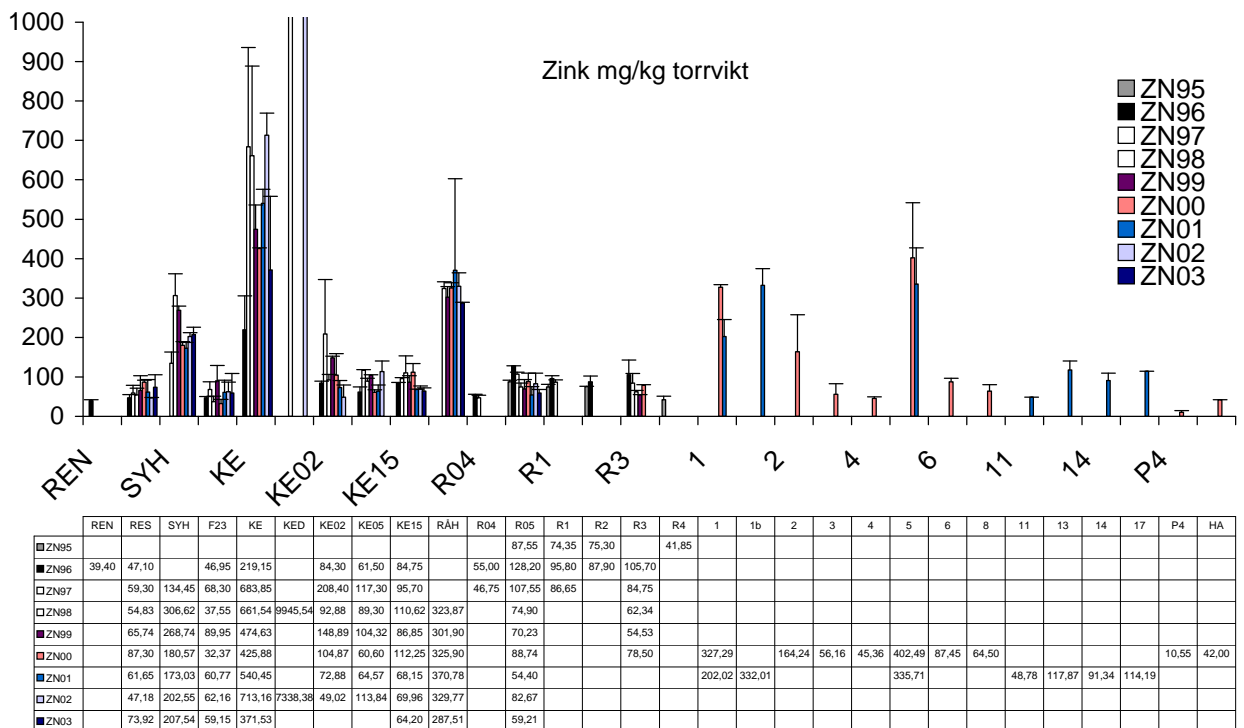


Fig. 41. Zink (mg/kg TS) i sediment på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

Avvikelseklassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder

De analyserade värdena för olika metaller kan relateras till Naturvårdsverkets jämförvärden (Anon 1999). Dessa jämförvärden anses motsvara förindustriella nivåer. Kvoten mellan uppmätt värde och jämförvärde ger ett klassningsvärde som kan ge en uppfattning om sedimentets föroreningsgrad d.v.s. hur sedimentet avviker från den förindustriella nivån (avvikelseklassning). En stor felkälla vid jämförelser mellan stationer är att ingen hänsyn har tagits till den organiska halten i sedimentet, vilken har ett samband med metallhalterna. I klassningssystemet saknas tenn, för vilken höga halter noterades utanför Helsingborg jämfört med Bohuskusten.

Metallhalterna i sedimenten från de 7 undersökta stationerna 2003 varierade kraftigt vilket framgår av tabell 15. För mer än hälften av elementen hamnade majoriteten av stationer i klass 1, vilken anger ingen eller obetydlig avvikelse från förindustriell nivå. För kvicksilver, koppar och kadmium är däremot haltnivån genomgående hög i området. Arsenikhalten är kraftigt förhöjd lokalt. För arsenik och zink samt koppar noterades mycket stor avvikelse i sedimenten från Kopparverkshamnen och Råå hamn.

Kvicksilver ligger ofta på en högre nivå numera jämfört med förindustriella förhållanden. Medelvärden från Skagerack-Kattegatt mellan 0,02 och 1,1 mg/kg TS talar för detta (Cato 1997b). Avvikelserna skall alltså ses i detta perspektiv. Under 2003 noterades maximalt 0,78 mg/kg TS längs Helsingborgskusten och ingen station kunde placeras i den högsta föroreningsklassen enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Haltnivån är relativt oförändrad sedan 2002.

Kopparhalten var under 2003 kraftigt förhöjd på en station. Haltnivån är relativt oförändrad sedan 2002 eftersom en station placeras i högre klass och en station placeras i lägre klass sedan 2003.

Kadmium ligger ofta på en förhöjd nivå numera jämfört med tidigare och medelvärden från Skagerack-Kattegatt ligger mellan 0,01 och 4,2 mg/kg TS (Cato 1997b). Det högsta värdet 2003 uppgick till 0,96 mg/kg TS och ingen station kunde placeras i den högsta föroreningsklassen enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Haltnivån är relativt oförändrad sedan 2002 eftersom en station placeras i högre klass och en station placeras i lägre klass sedan 2003.

Zinkhalten var under 2003 kraftigt förhöjd på en station. Haltnivån är relativt oförändrad eftersom endast en station placeras i högre klass sedan 2003.

Arsenikhalten var under 2003 kraftigt förhöjd på endast en station. Detta har även varit fallet under tidigare år och nivån är tämligen oförändrad längs Helsingborgskusten sedan 2002.

Halterna av kobolt var, som under tidigare år, genomgående låga under 2003.

Halterna av bly var något förhöjda i området under 2003. Haltnivån är relativt oförändrad eftersom endast en station placeras i högre klass sedan 2003.

Kromhalterna var under 2002 låga, precis som under tidigare år.

Sammanfattningsvis placerar resultaten från 2003 grovt sett stationerna i samma klasser som 1999-2002 för flertalet element. Under de sista åren har däremot genomgående lägre kadmiumhalter noterats för flera stationer. Halterna sjunker i och utanför Kopparverkshamnen och söder om Råån. Den avtagande tendensen är signifikant räknat per organisk halt för station KE i Kopparverkshamnen och R0.5 söder om Råån. Det finns också en tendens till minskande halter av arsenik och det finns en statistiskt signifikant minskande trend för station RÅH i Råå hamn.

I Kopparverkshamnen beror troligen de förhöjda halterna av flera element på en kombination av tidigare utsläpp från industrin och tillförsel från dagvatten som leds till hamnen, samt i viss mån från båtbottnfärger. För övriga hamnar gäller sannolikt tillförsel både från dagvatten och båtbottnfärger.

Tabell 15. Jämförvärden och avvikelseklassningar för metaller i sediment från kustzonen enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4914). Stationerna inom Helsingborgs kustkontrollprogram 2003 har placerats i olika klasser. Höga avvikelsevärden inom parentes (antalet gånger förhöjning av jämförvärde).

Variabel	Jämförvärde mg/kg TS	Klass 1 Ingen/obetydlig avvikelse ≤1,0	Klass 2 Liten Avvikelse	Klass 3 Tydlig avvikelse	Klass 4 Stor avvikelse	Klass 5 Mycket stor avvikelse
As	10	RES, F23, KE1.5, RÅH, R0.5		SYH		KE
Co	12	Samtliga stationer				
Pb	31	RES, F23, KE, KE1.5, R0.5		SYH, RÅH		
Cu	15	F23	RES, KE1.5, R0,5	KE	SYH	RÅH
Cr	40	Samtliga stationer				
Cd	0,2	KE1.5, R0.5	F23	RES, SYH, KE, RÅH		
Hg	0,04			RES, F23, KE, RÅH, R0.5	SYH, KE1.5	
Zn	85	RES, F23, KE1.5, R0.5			SYH, RÅH	KE

Effektgränser för metaller i sediment

Det finns olika effektgränser som anger koncentrationer över vilka biologiska effekter kan förväntas på känsligaste art. En av dessa har utarbetats av amerikanska NOAA och baseras på ett hundratal amerikanska undersökningar i sediment. Effektgränserna från NOAA ligger väl över de som utarbetats i Kanada för flertalet metaller. I Kopparverkshamnen låg arsenikhalterna fortfarande väl över NOAA:s effektgräns under 2003. I Råå hamn låg halten nästan på dubbla effektgränsen för koppar. Kvicksilverhalterna överskred effektgränsen på flertalet stationer. För bly överskreds effektgränsen i Sydhamnen och Råå hamn. Effektgränsen för zink överskreds kraftigt i Kopparverkshamnen (3 gånger).

Blåmusslor

Arsenik

Arsenikhalterna i blåmusslor från undersökningsområdet var genomgående något lägre 2003 än 2002 och har en tendens att minska (Fig. 42). Halterna låg i samma storleksordning för de olika stationerna. De jämförelsevis högsta halterna har noterats inne i Kopparverkshamnen. Halter från fyra stationer inom Öresunds vattenvårdsförbunds kontrollprogram 2002 var lägre och låg mellan 2,6 och 6,8 mg/kg (Lundgren 2003).

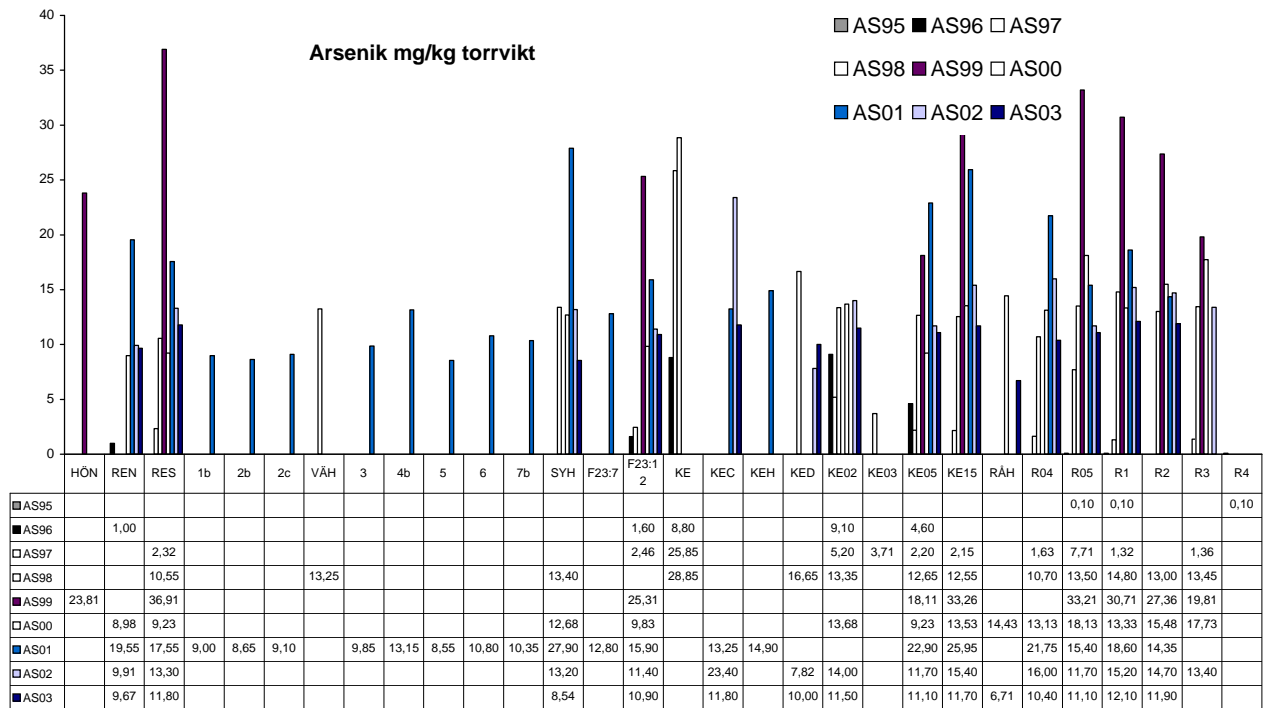


Fig. 42. Arsenik (mg/kg TS) i blåmusslor på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Kvicksilver

Kvicksilverhalten i blåmusslor var under 2003 lägre på flertalet stationer än under 2002 och mera normal för mätperioden 1995-2003 (Fig. 46). Under 2003 låg alla halter inom referensintervallet för svenska sidan av Öresund på 0,2-0,55 mg/kg torrsvikt (Anon. 1987), och värden från fyra stationer inom Öresunds vattenvårdsförbunds kontrollprogram 2002 som låg mellan 0,15 och 0,4 mg/kg torrsvikt (Lundgren 2003) samt danska sidan av Öresund, 0,15-0,38 mg/kg torrsvikt (Hein et al 2002). Referensvärden för övriga svenska kusten 1997 är ännu lägre, 0,1-0,13 mg/kg torrsvikt (Bignert 1999). Naturvårdsverkets jämförvärde för Västerhavet uppgår till 0,5 mg/kg torrsvikt (Anon 1999).

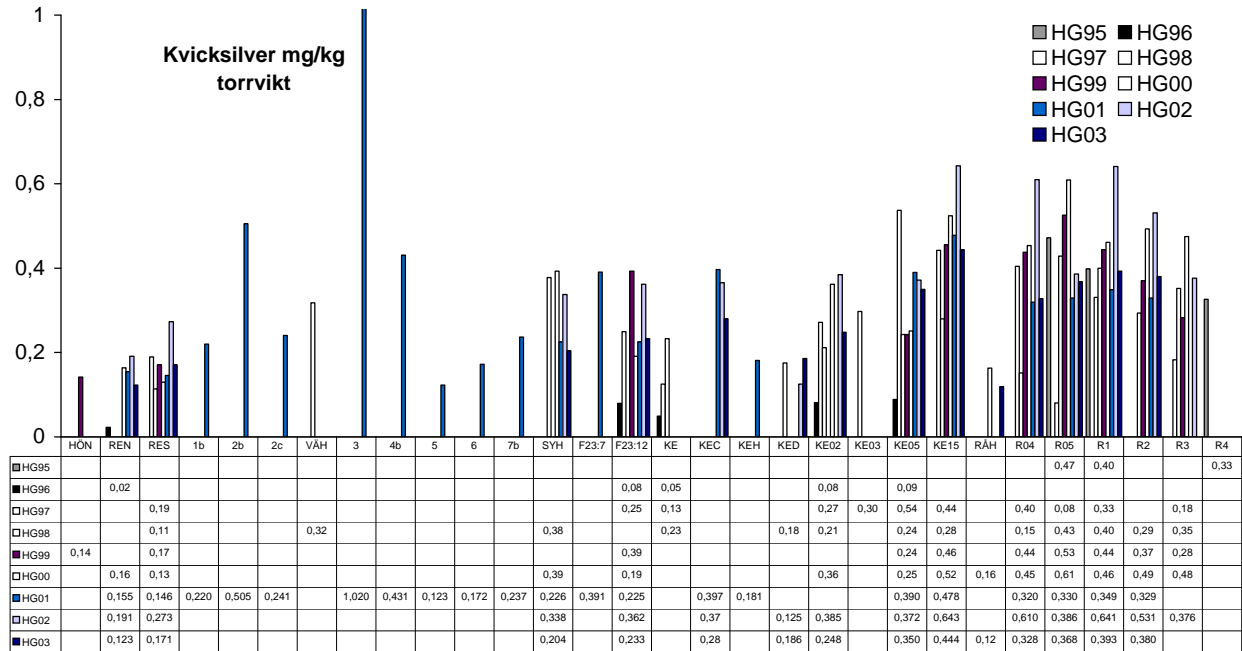


Fig. 46. Kvicksilver (mg/kg TS) i blåmusslor på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Kobolt

Kobolthalterna i undersökningsområdet var under 2003 lägre än 2002 på samtliga stationer (Fig. 47). På flertalet stationer noterades högre värden än från fyra stationer inom Öresunds vattenvårdsförbunds kontrollprogram 2002 som låg mellan 0,55 och 0,72 mg/kg torrsvikt (Lundgren 2003). Musslor från Knähakenhamnen, station KED, har haft tydligt högre halter av kobolt än på övriga stationer. Detta var även fallet 2003 även om halten där var påtagligt lägre jämfört med tidigare år.

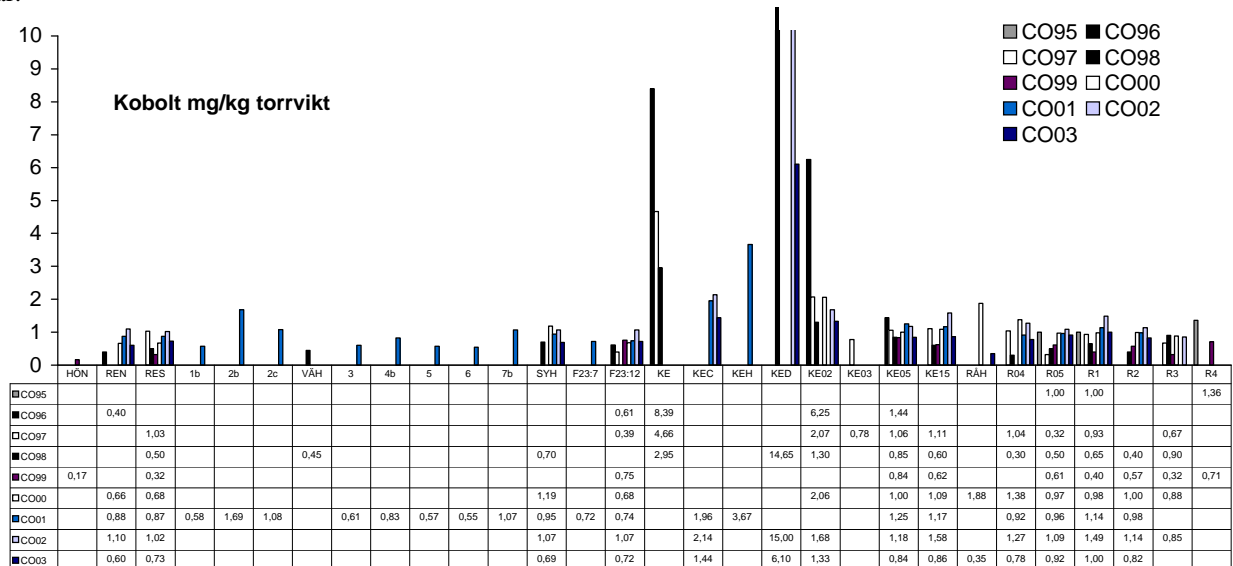


Fig. 47. Kobolt (mg/kg TS) i blåmusslor på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Bly

Blyhalterna i undersökningsområdet 2003 var genomgående lägre än 2002, då förhållandevis höga värden noterades (Fig. 48).

Halter från fyra stationer inom Öresunds vattenvårdsförbunds kontrollprogram 2002 var lägre och låg mellan 1,6 och 3,9 mg/kg torrsvikt (Lundgren 2003). Referensvärden för övriga svenska kusten, är jämförelsevis ännu lägre, 1,23- mg/kg torrsvikt 1,44 mg/kg torrsvikt (Bignert 1999). Naturvårdsverkets jämförvärde för Västerhavet uppgår till 0,9 mg/kg torrsvikt (Anon 1999).

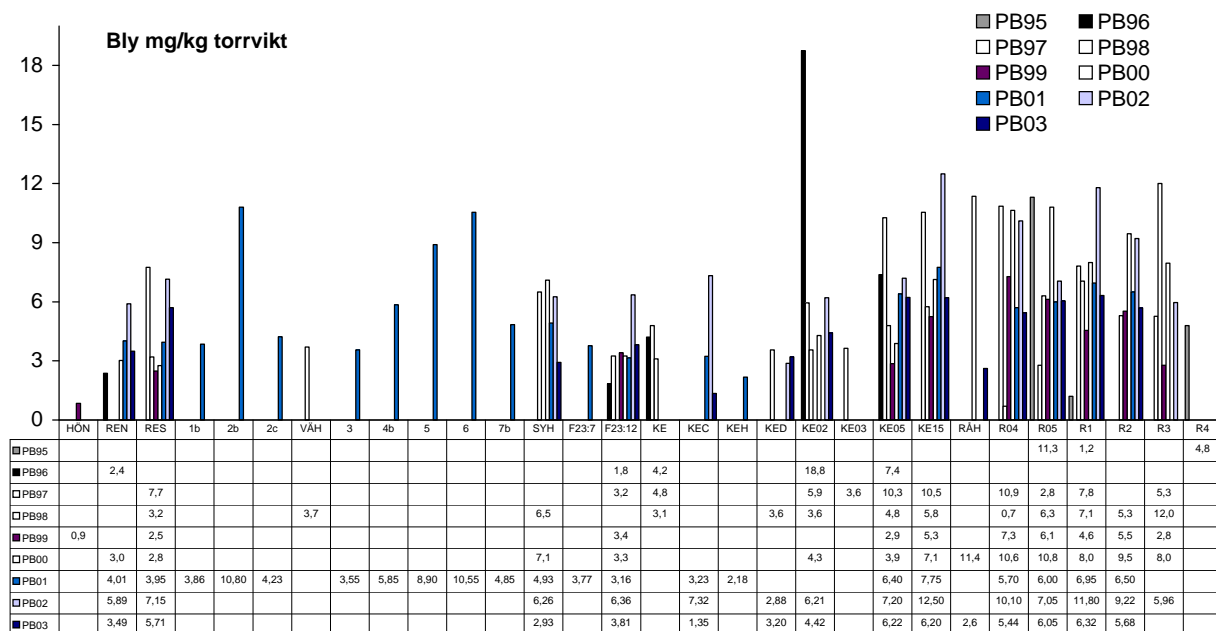


Fig. 48. Bly (mg/kg TS) i blåmusslor på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Krom

Kromhalterna i undersökningsområdet var genomgående normala 2003 för flertalet stationer jämfört med tidigare (Fig. 49). Halterna är tämligen jämnt fördelade över området under hela perioden 1995-2001. Alla halter utom en ligger under hela perioden 1995-2003 inom ramen för referensvärden för övriga svenska kusten 1997, 0,71-4,0 mg/kg torrsvikt (Bignert 1999).

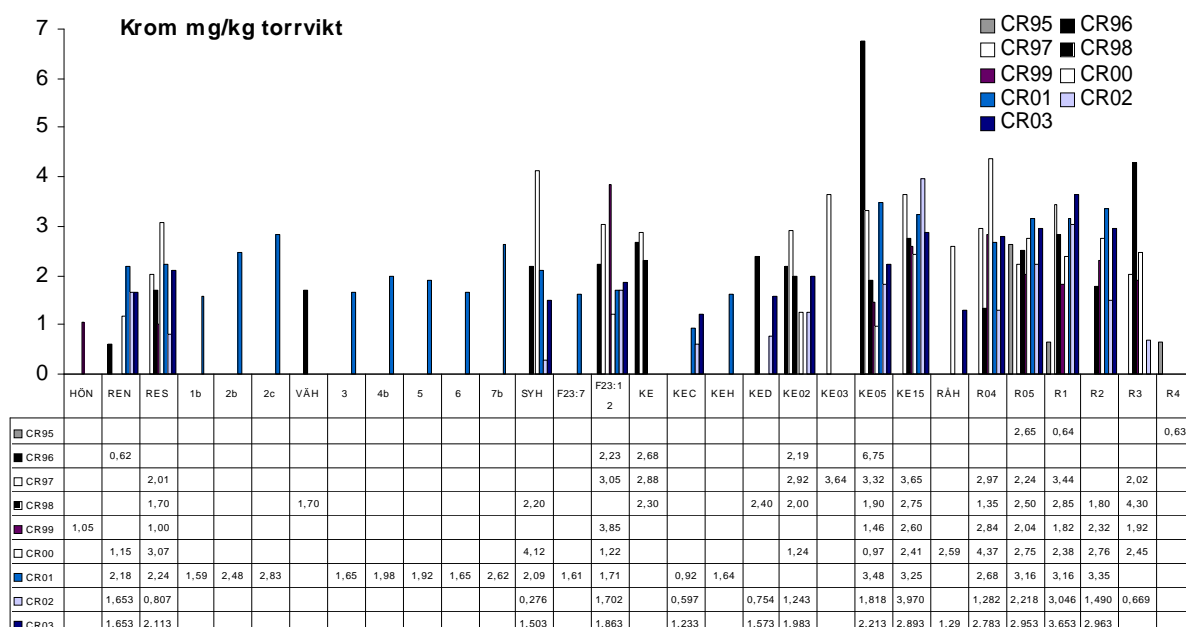


Fig. 49. Krom (mg/kg TS) i blåmusslor på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Tenn

Tennhalterna i blåmusslor har endast undersökts sedan 1997. Halterna i undersökningsområdet låg under 2003 på en genomgående låg nivå jämfört med tidigare (Fig. 50). I Råå hamn, station RÅH, påträffades dock den högsta halten hittills, 1,12 mg/kg torrsvikt. Däremot finns en statistiskt signifikant minskande trend för station F23, väster om Kopparverkshamnen (Fig. 51).

De tydligt högsta tennhalterna påträffades för övrigt i musslor från hamnar vid specialundersökningen 2001. Allra högst var halterna i inre Kopparverkshamnen (KEH) och Sydhamnen (7b), där drygt 1 mg/kg torrsvikt noterades. Eftersom tenn används i båtbottnfärger är det inte överraskande att halterna i dessa hamnar är högst med tanke på att större fartyg, för vilka användningen av tennhaltiga färger är tillåten, trafikerar dessa. Halter från Bohuskusten 1992-97 låg mellan 0,47 och 1,3 mg/kg torrsvikt (Cato 1999), alltså i samma storleksordning som utanför Helsingborg. Naturvårdsverkets jämförvärde för Västerhavet uppgår till 0,2 mg/kg torrsvikt (Anon 1999).

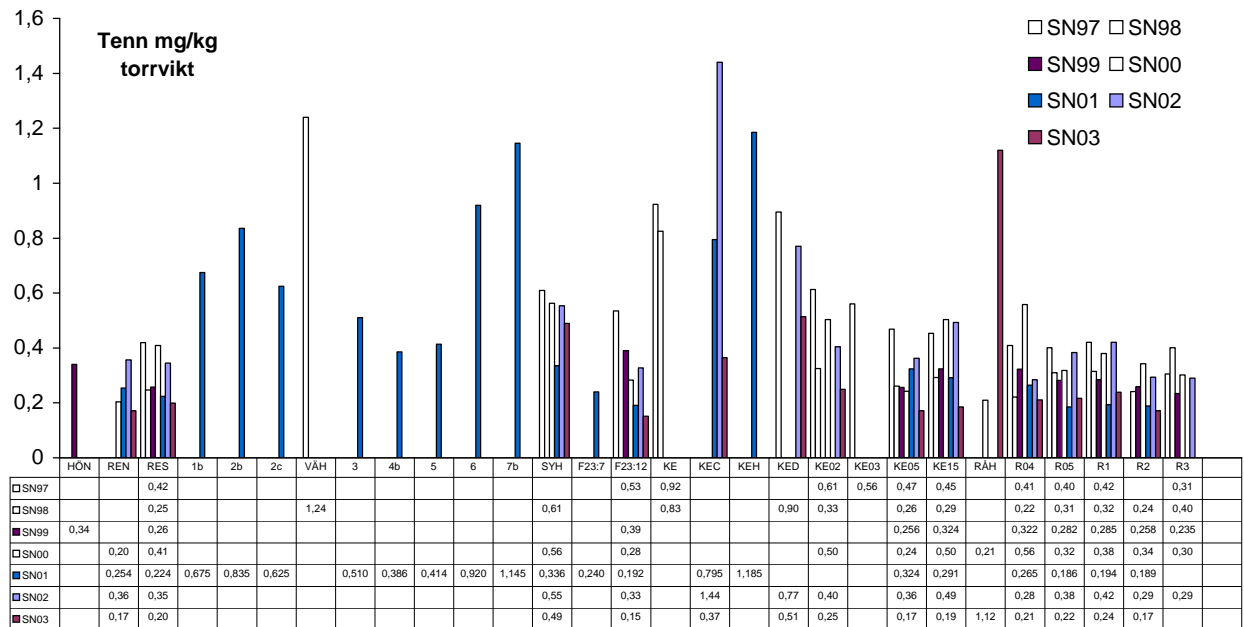


Fig. 50. Tenn (mg/kg TS) i blåmusslor på 29 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

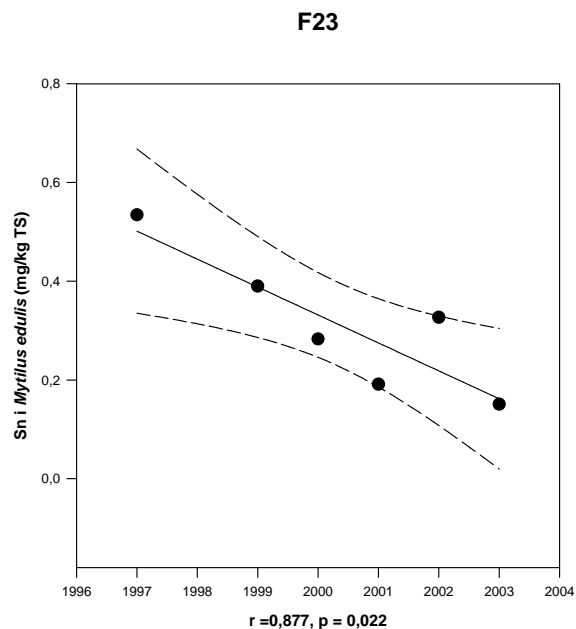


Fig. 51. Utvecklingen av tenn i blåmusslor (mg/kg torrsvikt) på station F23 inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1997-2003. Linjär regression.

Nickel

Nickelhalterna i undersökningsområdet var genomgående högre under 2003 jämfört med föregående år men relativt normala för perioden 1995-2003 på flertalet stationer (Fig. 54). Jämförelsevis mycket hög halt har uppmätts i mynningen till Kopperverkshamnen under 1996.

Halterna utanför Helsingborg 2002 ligger på samma nivå referensvärden för övriga svenska kusten 1997, 0,97-2,8 µg/g torrsvikt (Bignert 1999) men genomgående lägre än fyra stationer inom Öresunds vattenvårdsförbunds kontrollprogram 1999 mellan 3,8 och 5,0 mg/kg torrsvikt (Lundgren 2003) och även lägre än danska sidan av Öresund, 2,6-3,4 mg/kg torrsvikt (Hein et al 2002). Naturvårdsverkets jämförvärde för Västerhavet uppgår till 1 mg/kg torrsvikt (Anon 1999).

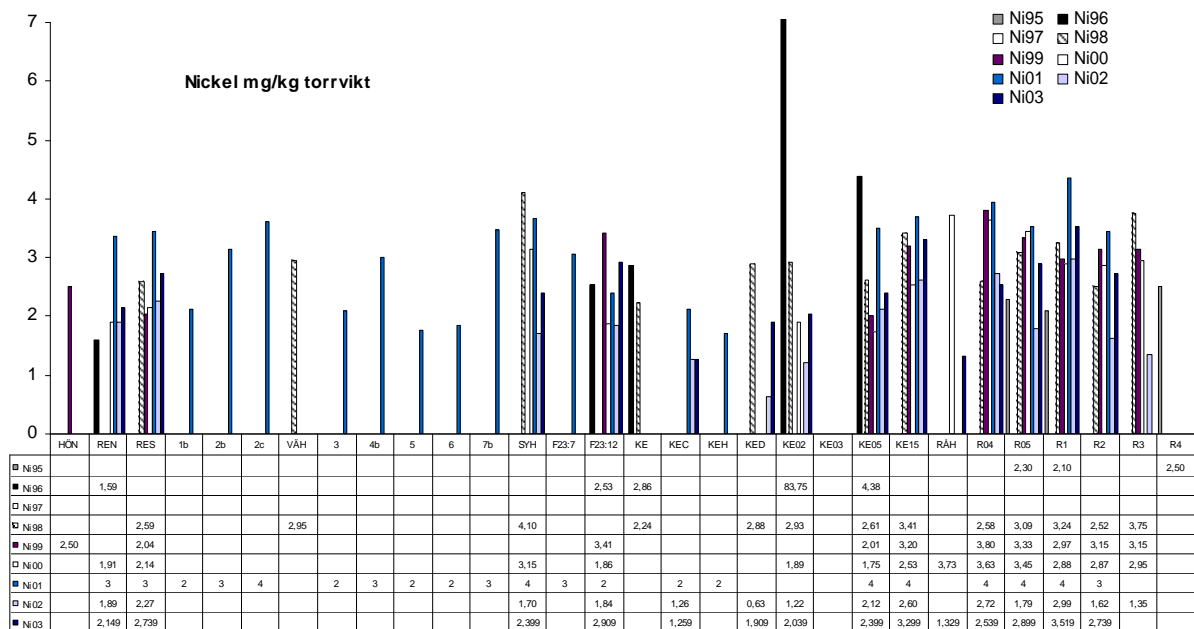


Fig. 54. Nickel (mg/kg TS) i blåmusslor på 30 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

Avvikelseklassning för metaller i blåmusslor

De analyserade värdena för olika metaller kan relateras till Naturvårdsverkets jämförvärden (Anon 1999) som utgör 5-percentilen av en stor mängd mätdata. Kvoten mellan uppmätt värde och jämförvärde ger ett klassningsvärde som kan ge en uppfattning om föroreningsgraden i musslorna jämfört med normala förhållanden längs kusten (avvikelseklassning).

Metallhalterna i blåmusslorna varierade en del men innebar att flera av värdena från de 14 provpunkterna under 2003 kunde klassas högt för många element, tabell 16. Endast för kvicksilver kunde flertalet stationer placeras i den lägsta klassen, som indikerar ingen eller obetydlig avvikelse från vad som kan betraktas som normala förhållanden. Detta var också fallet under de föregående åren.

För bly och nickel är nivåerna genomgående mycket höga i större delen av området. Halterna av tenn var mycket hög i Sydhamnen, Knähakenhamnen och Råå Hamn. Halte av koppar var också mycket hög i Kopparverkshamnen. Zink, kobolt, krom och arsenik kunde inte klassas enligt Naturvårdsverkets normer, men jämförelsevis höga halter av zink indikerar att detta element är ett lokalt problem. Kvicksilver och kadmium är däremot mindre problem i området.

Jämfört med halter från danska sidan 2001 noterades genomgående högre halter utanför Helsingborg för tre element, zink, bly och kvicksilver, vilket kan indikera lokalt förhöjd belastning. I relation till klassningen 2002 kunde många stationer klassas lägre för alla element utom nickel under 2003. Inga effektgränser anges i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för metaller i musslor.

Tab. 16. Jämförvärden och avvikelseklassningar för metaller i blåmusslor i Västerhavet enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4914). Stationerna inom Helsingborgs kustkontrollprogram 2003 har placerats i olika klasser. Höga avvikelsevärden inom parentes.

Variabel	Jämförvärde mg/kg TS	Klass 1 Ingen/obetydlig avvikelse ≤1,0	Klass 2 Liten avvikelse	Klass 3 Tydlig avvikelse	Klass 4 Stor avvikelse	Klass 5 Mycket stor avvikelse
Sn	0,2	REN, F23, KE0.5, KE1.5, R0.4, R0.5, R1,R2	RES, KE0.2		KEC	SYH, KED, RÅH
Pb	0,9		KEC	SYH, KED, RÅH	REN, RES, F23, KE0.2, R0.4, R2	KE0.5, KE1.5, R0.5, R1
Cu	8	F23, KE0.5, KE1.5, R0.4, R0.5, R1,R2	REN, SYH, KE0.2, RÅH		RES, KED	KEC
Ni	1		KEC, RÅH	KED	REN, RES, SYH, F23, KE0.2, KE0.5, R0.4, R0.5, R2	KE1.5, R1
Cd	1,3	REN, RES, F23, KE0.2, KE1.5, RÅH, R0.4, R0.5, R1, R2	SYH, KE0.5	KEC	KED	
Hg	0,5	Samtliga stationer				

ORGANISKA MILJÖGIFTER

Man bör ha i åtanke att organiska miljögifter är naturfrämmande och därför bör inga halter finnas i oförorenade sediment. Detta är tyvärr sällan fallet eftersom miljöfarliga kemikalier producerats och använts samt därför fått omfattande spridning. Genom förbud och restriktioner samt genom sänkta utsläpp har dock belastningen av flera av dessa föreningar minskat i den akvatiska miljön under senare år.

Sediment i Öresund

Jämförelsevis låga halter av organiska miljögifter uppmättes i sedimenten under 2003 liksom under 2002 (Fig. 55-57).

PCB-nivån har sjunkit kraftigt i området och för första gången uppmättes inte de högsta halterna i Kopperverkshamnen (Fig. 55). Halterna är de hittills lägst uppmätta på de tre stationerna.

Jämförelsevis mycket låga halter noterades även för HCB under 2003 (Fig. 56). I Kopperverkshamnen uppmättes den hittills lägsta halten. Referensintervallet för Bohuskusten, Stenungssund och Brofjorden 1995 avseende HCB ligger mellan halter under detektionsgränsen och 7,9 µg/kg torrsvikt (Cato 1997). Värdena från Kopperverkshamnen 2003 var alltså inte kraftigt förhöjda och HCB kunde endast detekteras på 2 stationer av 3.

Halterna av DDT låg under detektionsgränsen i alla provpunkter utom i Råå hamn (Fig. 57). En statistiskt signifikant minskande trend kan noteras för station KE i Kopperverkshamnen för perioden 1996-2003 (Fig. 58).

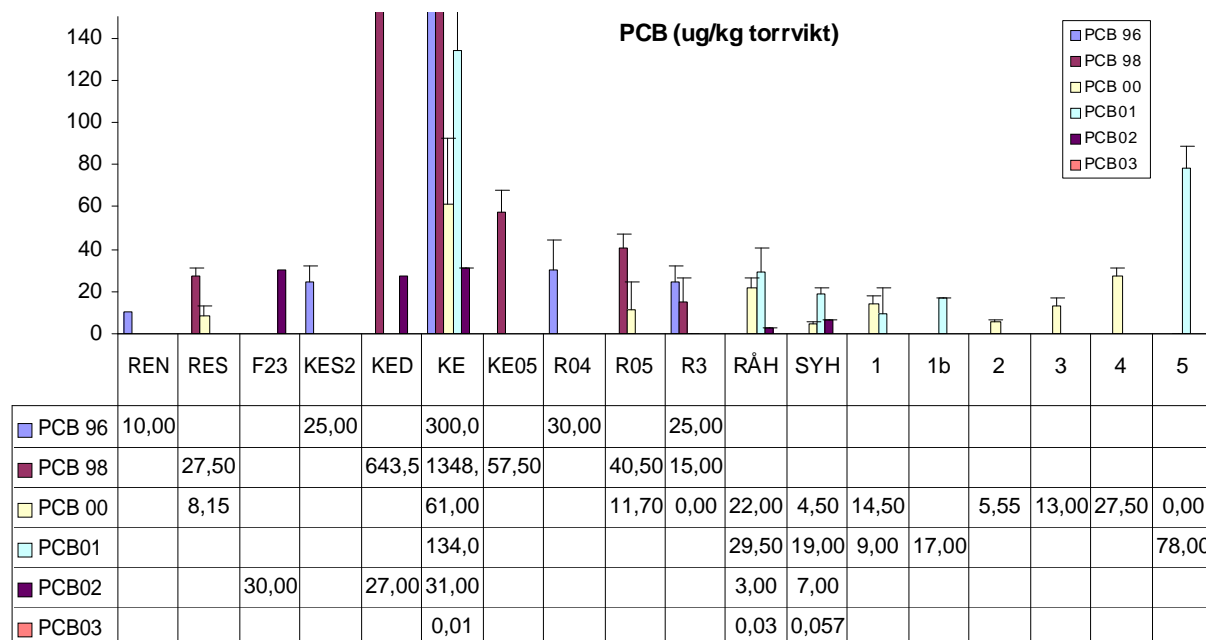


Fig. 55. PCB (µg/kg TS) i sediment på 18 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen. För PCB gäller total PCB 1996 och 1998 samt PCB7 under 2000 och framåt. 0,00 innebär att halten underskrider detektionsgränsen. KES2 anger djupsediment från station KE.

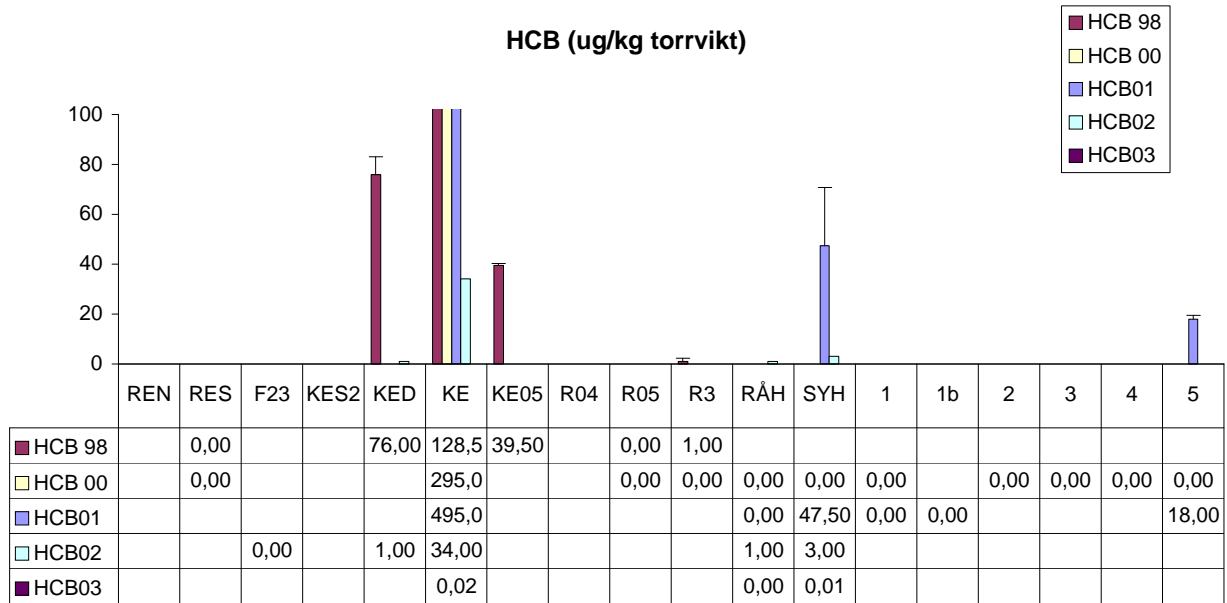


Fig. 56. HCB (µg/kg TS) i sediment på 18 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

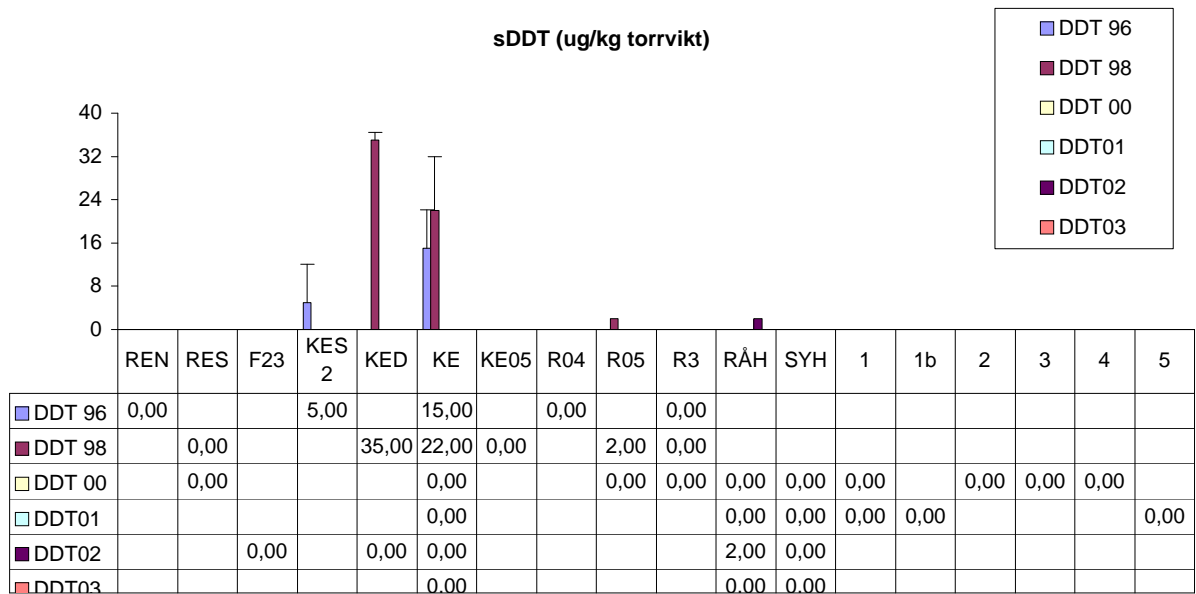


Fig. 57. sDDT (µg/kg TS) i sediment på 18 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003. Medelvärden av två prov och standardavvikelsen.

KE

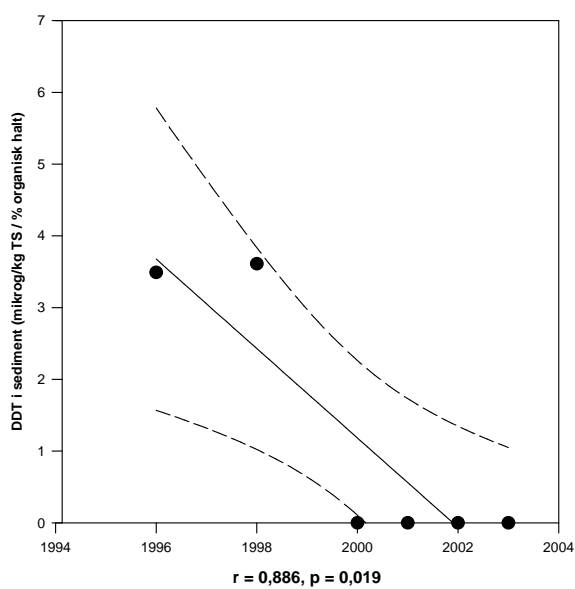


Fig. 58. Utvecklingen av sDDT ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$) i sediment på station KE inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Linjär regression.

Övriga substanser

Oktaklorstyren och oktaklor-naftalen analyserades dessutom på de tre stationerna under 2003. Ingen av substanserna låg över detektionsgränsen ($0,01 \mu\text{g}/\text{kg TS}$) på någon av stationerna. Oktaklorstyren påträffades i låga halter på station KE under 2002.

Tillståndsklassning för organiska miljögifter i sediment

De analyserade värdena för organiska miljögifter kan relateras till Naturvårdsverkets tillståndsklassningar (Anon 1999). Tillståndsklassningen har baserats på uppmätta halter i svenska kust- och utsjösediment. Klassningen medger en överblick över regionala skillnader samt möjlighet att identifiera områden med förhöjda föroreningshalter. Eftersom halterna av miljögifter är starkt beroende av sedimentets innehåll av organiskt kol skall uppmätta halter relateras till detta. Detta har inte utförts eftersom den organiska halten inte uppmätts som organiskt kol. För att ändå få en grov uppfattning om tillståndet i området har det antagits att den organiska halten låg omkring 1%, vilket verkar rimligt med tanke på analysresultaten för glödförlust i sedimenten.

Tab. 17. Statistiska tillståndsklassningar av organiska miljögifter i sediment enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4914) för stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram under 2003. Det skall observeras att den organiska halten har antagits vara omkring ca 1%.

Variabel	Klass 1 Ingen halt	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
PCB7		SYH, KE, RÅH			
HCB		SYH, KE, RÅH			
Summa DDT	KE, RÅH			RÅH	

Under 2003 kunde halterna av PCB och HCB betecknas som låga (Tab. 17). Detta är en radikal förbättring sedan tidigare år och även sedan 2002 då halterna fortfarande kunde betecknas som mycket höga. Hög halt av DDT i Råå hamn innebär däremot oförändrade förhållanden jämfört med 2002.

Halterna av PCB på de tre stationerna nådde inte upp till Oslo-Pariskommissionens (OSPAR) preliminära säkerhetsgräns (1 mikrogram/kg TS) för effekter på organismer. Halten av DDT låg även i Råå hamn också klart under amerikanska NOAA:s effektgräns på 3 ppm. För HCB har ingen sådan säkerhetsgräns angivits.

Blåmusslor

På flertalet stationer 2003 togs prover och behandlades på samma sätt som under åren 1995-2002, d.v.s. genom att musslorna skrapades upp, frystes direkt och därefter analyserades. I Kopparverkshamnen, där de högsta halterna av flera organiska miljögifter uppmätts under flera år, utfördes specialstudier 2003, liksom under tidigare år. Dessa prover togs av dykare i anslutning till rör som mynnar i hamnen, därefter fördes musslorna över till luftade akvarier där de förvarades i 24 timmar före analysen. Alla analyser redovisas på fettviktsbas och är jämförbara mellan de olika undersökningarna med reservation för att blåmusslorna var av något olika storlek. Storleksintervallet för de insamlade musslorna har varit 25-45 (50) mm.

PCB

PCB-halterna var genomgående låga i undersökningsområdet 2003 jämfört med tidigare år (Fig. 59 och 61). De högsta PCB-halterna uppmättes i mynningen till Kopparverkshamnen och i Råå hamn (KE0.2 och RÅH) där halter strax under 1 mg/kg fettvikt noterades, vilket var något högre än för övriga stationer. Nivån i Helsingborgsområdet är jämförbar med tre stationer inom Öresunds vattenvårdsförbunds kontrollprogram 2002 där halter mellan detektionsgränsen och 1,8 mg/kg fettvikt uppmättes, medan extremvärdet 49,2 mg/kg fettvikt noterades för en station vid Klagshamn (Lundgren 2003). Nivån i Helsingborgsområdet är även jämförbar med övriga svenska kusten, där medelvärden för summa PCB mellan 0,45 och 0,7 mg/kg fettvikt noterades 1997 (Bignert 1999).

För 8 stationer finns statistiskt signifikant minskande trender för perioden 1996-2003 med reservation för något olika analyser de första tre åren jämfört med de fem sista (Fig. 60). Detta beror på att PCB7 analyserades istället för total PCB. Total PCB, som analyserades 1996-1998, ger högre värden än PCB7. De avtagande trenderna är snarlika för de flesta stationerna men framförallt station KE0.2 avviker med högre utgångsvärden och uppvisar därmed kraftigare minskning.

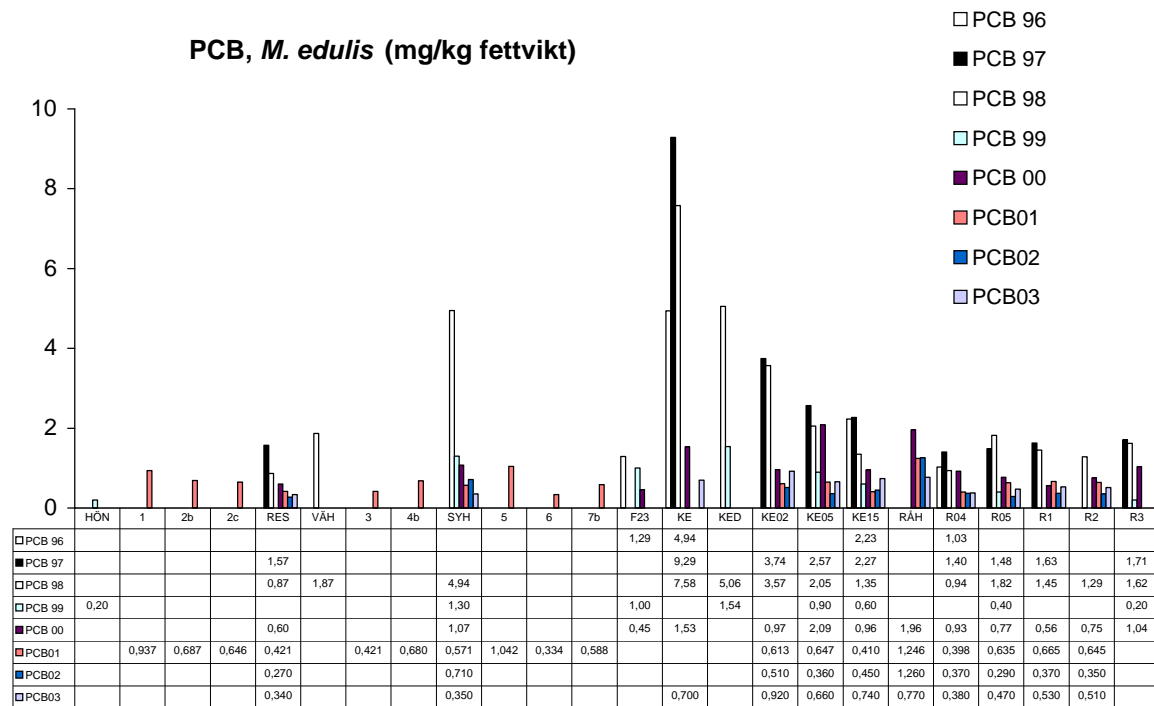


Fig. 59. PCB (mg/kg fettvikt) i blåmusslor på 24 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Under åren 1995-98 avser värdena total PCB samt under åren 1999 och framåt gäller PCB7.

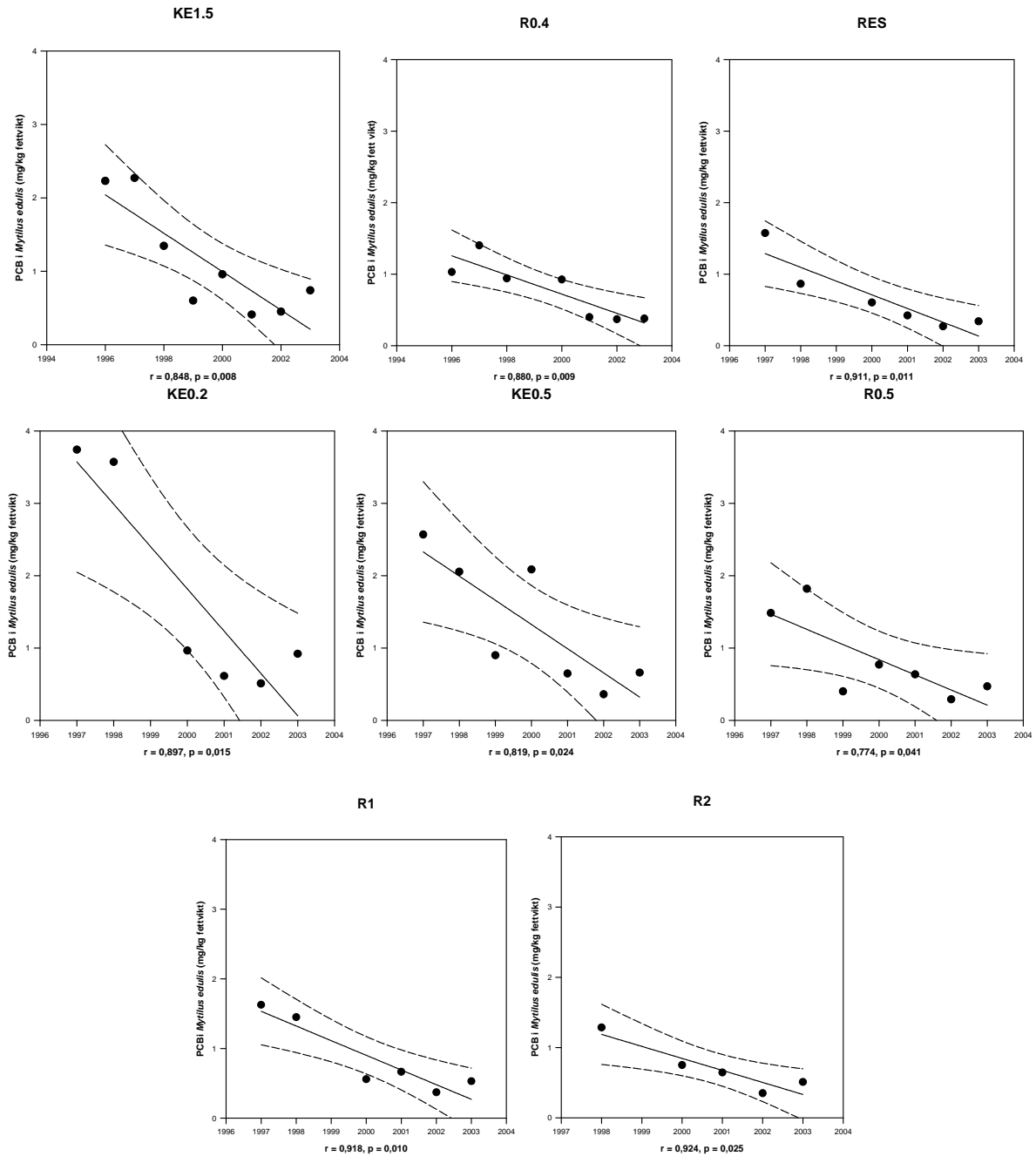


Fig. 60. Utvecklingen av PCB (mg/kg fettvikt) i blåmusslor på 8 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1996-2003. Linjär regression. Total PCB analyserades 1996-98. PCB7 analyserades därefter.

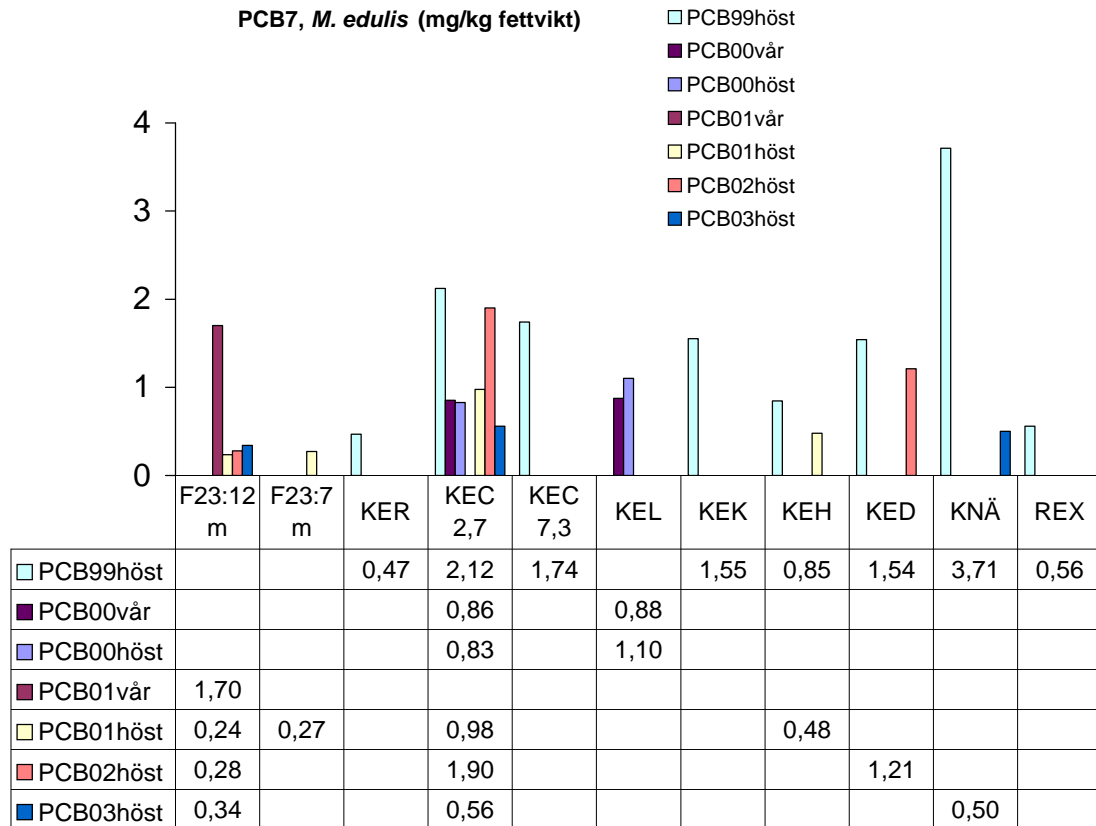


Fig. 61. PCB7 (mg/kg fettvikt) i blåmusslor på sju stationer inne i Kopparverkshamnen (KEC2.7, KEC7.3, KEH, KEL, KEK, KED och KNÄ) och fyra stationer strax utanför (F23:12m och F23:7m, KER och REX) inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1999-2003. KEC2.7 anger 2,7 m:s djup och närmast rör C medan KEC7,3 anger 7,3 m:s djup och vid botten under rör C. PCB7 exklusive CB101 under hösten 2001 och exklusive CB28 under hösten 2002 pga. osäkra analysvar.

DDT

För DDT låg halterna 2003 i samma storleksordning som de närmast föregående åren (Fig. 62 och 63). Endast på en station var halten högre än för yttre delar av svenska kusten 1984-97 (medelvärden: 0,08 och 0,11 mg/kg fettvikt, Bignert 1999) och för fyra stationer inom Öresunds vattenvårdsförbunds program där halterna låg under detektionsgränsen (Lundgren 2003).

Den högsta halten 2003, som var flera gånger högre än för övriga stationer, uppmättes i Råå hamn (RÅH), där 0,3 mg/kg fettvikt noterades .

HCB

HCB-halten i blåmussla *Mytilus edulis* har inte undersökts före 1997. Analysvärden har under perioden 1997-2001 visat på särskilt höga halter av denna substans inne i Kopparverkshamnen (Fig. 64 & 66) men även strax utanför har tydligt förhöjda halter noterats jämfört med yttre delar av svenska kusten 1988-97 (medelvärden: 0,003-0,007 mg/kg fettvikt, Bignert 1999) och övriga Öresund 2002 (under detektionsgränsen, Lundgren 2003). Det är därför glädjande att halterna var jämförelsevis mycket lägre 2002 och särskilt 2003.

Under 2003 kunde HCB endast detekteras på 9 av 14 stationer, medan substansen under 2002 detekterades på samtliga 13 stationer. Detektionsgränsen har dock varierat avsevärt.

För två stationer, R0.5 och R1 utanför Råå, finns statistiskt signifikant minskande trender för perioden 1997-2003 (Fig. 65). Detta är ett resultat av att haltinivån sjunkit i hela området. För stationen närmast avloppstuben i Kopparverkshamnen, KEC2.7, finns ingen statistiskt signifikant linjär trend även om extremvärdet stryks. Detta beror på de få och varierande analysvärdena.

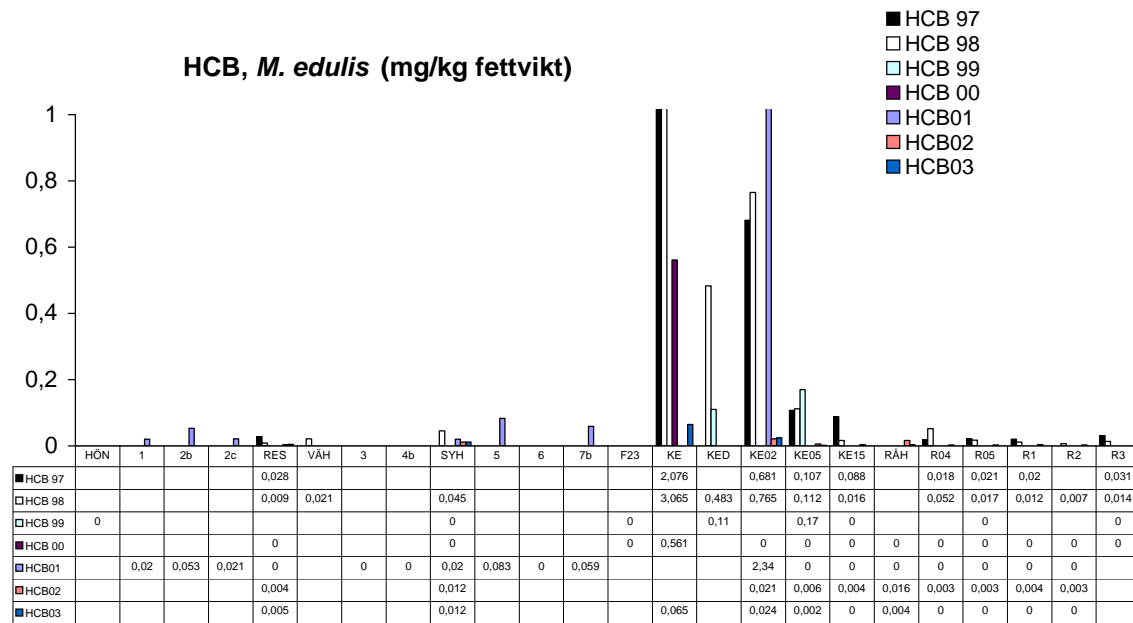


Fig. 64. HCB (mg/kg fettvikt) i blåmusslor på 24 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1995-2003.

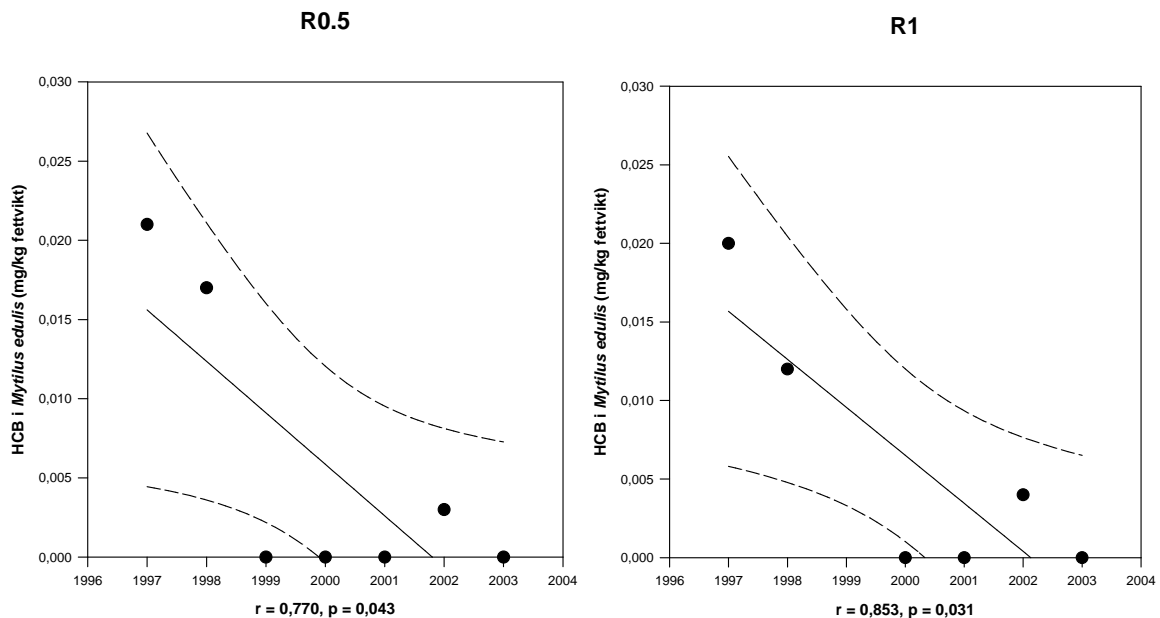


Fig. 65. Utvecklingen av HCB (mg/kg fettvikt) i blåmusslor på stationerna R0.5 och R1 inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1997-2003. Linjär regression.

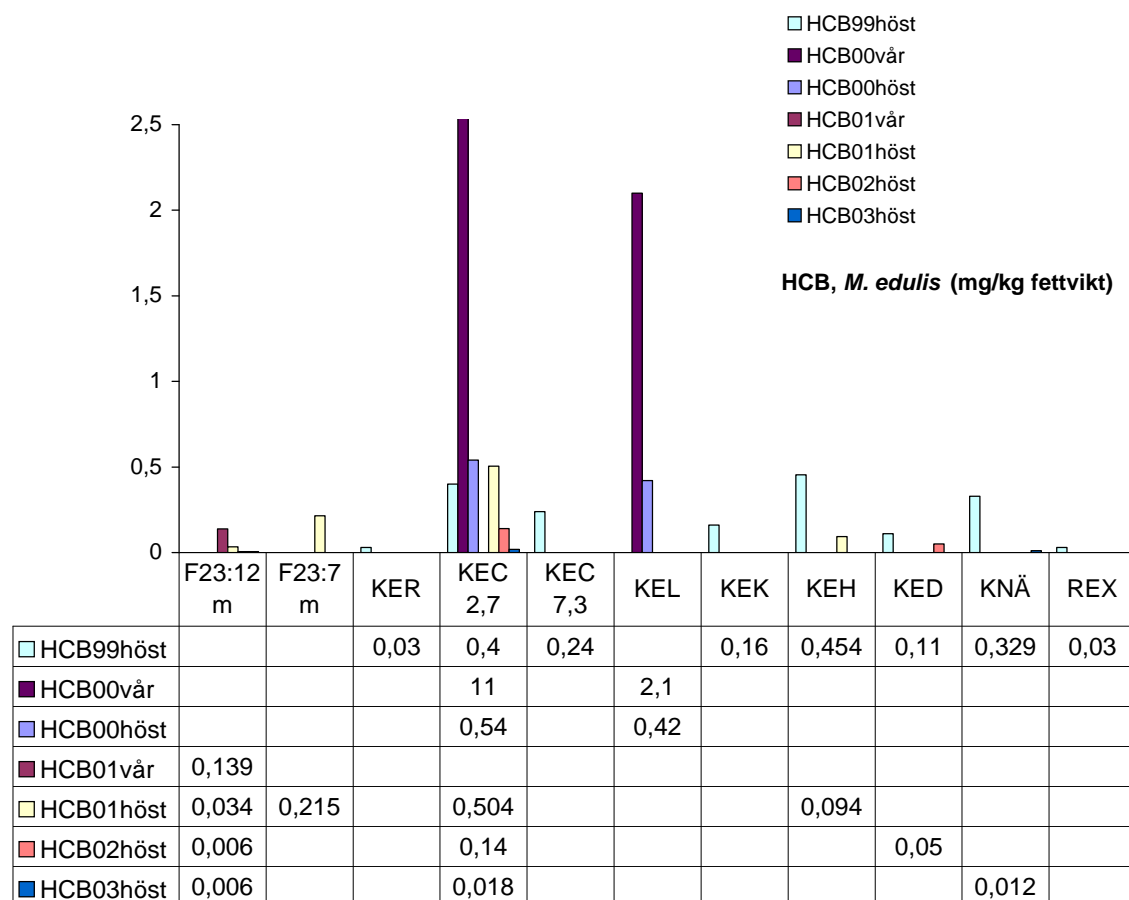


Fig. 66. HCB (mg/kg fettvikt) i blåmusslor på sju stationer inne i Kopparverkshamnen (KEC2.7, KEC7.3, KEH, KEL, KEK, KED och KNÄ) och fyra stationer strax utanför (F23:12m och F23:7m, KER och REX) inom Helsingborgs kustkontrollprogram 1999-2003. KEC2.7 anger 2,7 m:s djup och närmast rör C medan KEC7,3 anger 7,3 m:s djup och vid botten under rör C.

Bromerade difenyletrar

Bromerade difenyletrar, Hexabromcyclododekan och triclosan i blåmusslor analyserades av Institutet för tillämpad miljöforskning (ITM), Stockholm.

Under 2000 analyserades för första gången blåmusslor med avseende på innehåll av bromerade difenyletrar (flamskyddsmedel). I relation till halter i danska farvatten kunde halterna från 2000 utanför Helsingborg betraktas som genomgående höga, särskilt för PBDE99 och PBDE100. Maximum för fyra av fem variabler noterades på station F23, väster om Kopparverkshamnen. Under våren 2001 togs ytterligare prover på station F23 och analysresultaten bekräftade de höga halterna från 2000 förutom avseende pentabromdifenyleter100. Värdena för hösten 2001 var avsevärt lägre än under våren och tycks ha minskat ytterligare under 2003 (Fig. 67). Vad detta berodde på är svårt att uttala sig om. Halterna av PBDE under 2003 var i samma storleksordning som för referensstationer på Västkusten och i Östersjön (M Adofsson-Erici pers. komm.).

Nivån för de bromerade flamskyddsmedlen kan betraktas som hög fram till och med våren 2001 med tanke på att den var något högre än för PCB. Det kan befaras att flamskyddsmedlen i viss mån har ersatt PCB som ett stort och långsiktigt miljöproblem eftersom de är mycket svårnedbrytbara.

Bromerade flamskyddsmedel används i plast, gummi, textilier, möbler, hushållsapparater, kablar och elektronik (t ex datorer). Substanserna har påvisats över hela jordklotet och till och med i Arktis. Höga halter har framförallt uppmätts i den akvatiska miljön, i synnerhet i fisk och däggdjur från Östersjön och Nordsjön. De högsta halterna i Sverige har uppmätts i sediment och fisk längs Viskan i anslutning till textilindustri. Lägre halter har konstaterats i norra Sverige jämfört med södra delarna av landet (de Wit 2000). Människan är också

utsatt för dessa miljögifter, som både tas upp och ackumuleras samt är mycket svårnedbrytbara. Det är mycket oroande att halterna i svenska kvinnors bröstmjolk ökat under senare år, med en dubbling vart 5:e år. Effekterna av substanserna är inte välkända men påverkan av inlärningsförmågan och immunsystemet har påvisats hos försöksdjur. EU förbjuder användningen av bromerade difenyletrar från och med 1 januari 2008 (EU, ekologiska rådet 2000), men då har dessa substanser tyvärr använts i åtminstone 40 år och spritts över hela jordklotet.

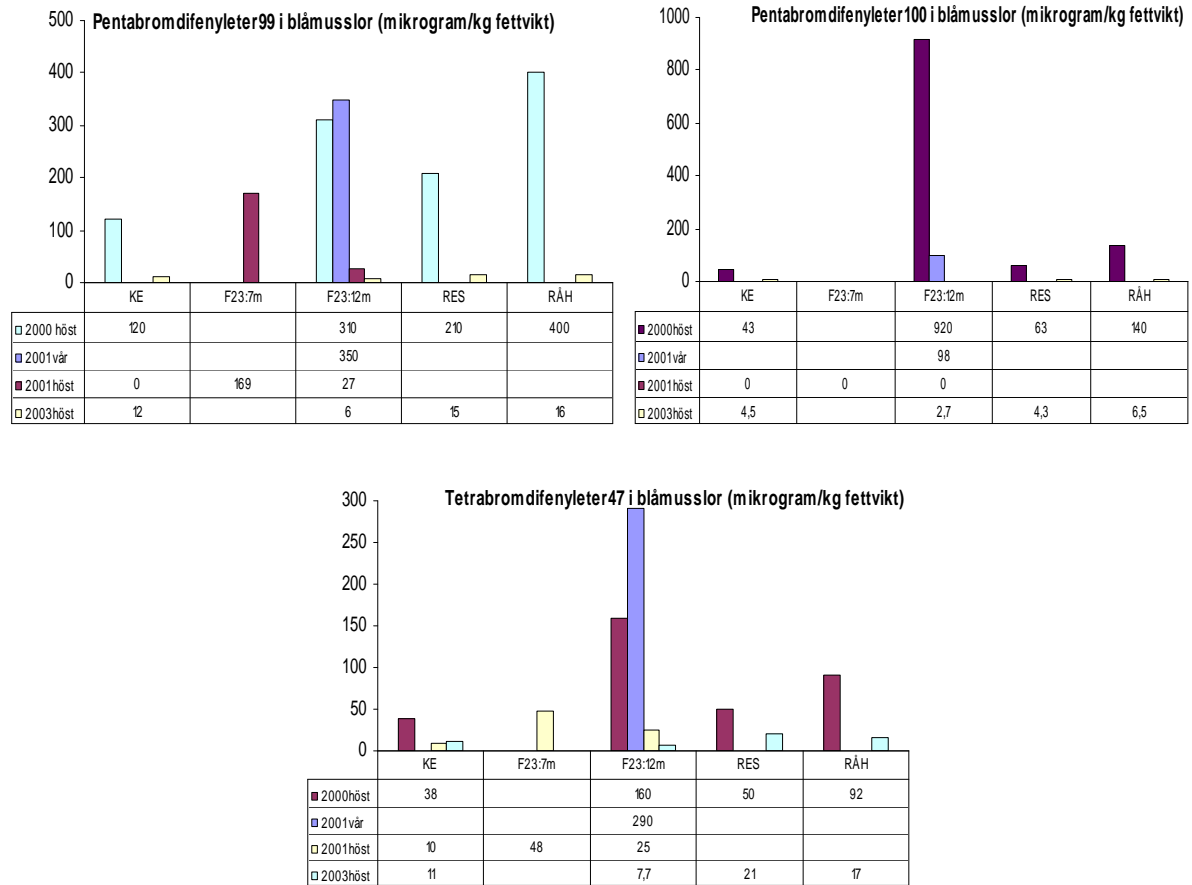


Fig. 67. Bromerade difenyletrar ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fettvikt) i blåmusslor på 4 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 2000-2003.

Hexabromcyclododekan

Hexabromcyclododekan är ett annat flamskyddsmedel som används i stor utsträckning i Europa. Intresset för denna substans som miljögift har dock ökat eftersom det har ungefär samma egenskaper som övriga organiska miljögifter dvs. svårnedbrytbarhet, ackumulerbarhet i organismer och födokedjor samt giftighet. Den globala användningen uppgick 1999 till 15900 ton. Slam från svenska reningsverk har visat sig innehålla halter i storleksordningen 4-650 mikrogram/kg torrsbstans (Remberger et al 2004).

Halter i blåmusslor från Väderöarna och Fladen i det nationella övervakningsprogrammet 2003 visade sig innehålla 5-10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fettvikt (M Adolfsson-Erici ITM pers. komm). Maximalt ca 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fettvikt har tidigare uppmätts av ITM (Institutet för tillämpad Miljöforskning). I detta perspektiv kan halterna i blåmusslor från 4 stationer utanför Helsingborg betraktas som höga till mycket höga, särskilt utanför reningsverket (Fig. 68).

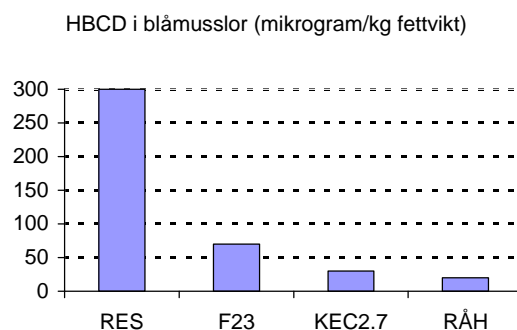


Fig. 68. Hexabromcyclododekan ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fettvikt) i blåmusslor på 4 stationer inom Helsingborgs kustkontrollprogram 2003.

Övriga substanser

HCH (a,b, lindan) och oktaklorstyren analyserades dessutom på de 14 stationerna under 2003. HCH i varierande form låg under eller strax över detektionsgränsen (upp till $0,008 \text{ mg}/\text{kg}$ fettvikt). Oktaklorstyren påträffades endast över detektionsgränsen i Kopparverkshamnen, halten var dock låg ($0,002 \text{ mg}/\text{kg}$ fettvikt), som under 2002.

Triclosan analyserades för första gången på två stationer, RÅH och KEC2,7. Halterna låg i samma storleksordning som för referensstationer på Västkusten och i Östersjön (RÅH: $12 \mu\text{g}/\text{kg}$ fettvikt, KEC2,7: $4,8 \mu\text{g}/\text{kg}$ fettvikt).

Effektgränser för organiska miljögifter i musslor

Oslo-Pariskommissionen (OSPAR) har utarbetat effektgränser för några organiska miljögifter i vävnader. Av dessa är två aktuella för undersökningsområdet, DDE och PCB. Dessvärre har effektgränser för HCB, bromerade difenyletrar, organiska tennföreningar och många andra organiska miljögifter inte utarbetats. Värdena anger gränser för biologiska effekter som kan förväntas på känsligaste art.

För DDE anges effektgränsen för mussla preliminärt till $0,075 \text{ mg}/\text{kg}$ torrsvikt enligt OSPAR. Inga prov som togs under 2002-2003 nådde upp till denna gräns, maximalt noterades ca $0,002 \text{ mg}/\text{kg}$ torrsvikt omräknat från fettviktsbaserade analysvärden.

För PCB7 anges effektgränsen för mussla till $0,04 \text{ mg}/\text{kg}$ torrsvikt enligt OSPAR. Inget resultat från perioden 2001-2003 nådde upp till denna gräns (max $0,022 \text{ mg}/\text{kg}$ torrsvikt). En station tangerade denna gräns under 2000. Under 1998 låg tre stationer strax över gränsen.

För HCB, oktaklorstyren, bromerade difenyletrar, hexabromcyclododekan har inga effektgränser utarbetats. Substanserna kan dock misstänkas ha effekter, främst på fortplantning, nervsystem och immunsystem.

SLUTORD

Undersökningarna utanför Helsingborg visar att havet påverkas av många aktiviteter på land men också av fartygstrafiken. Övergödning och miljögifter har visat sig vara stora och långsiktiga problem men det lönar sig att göra något åt dom! Årets resultat när det gäller miljögifter talar sitt tydliga språk. Miljögiftsproblemen är dock inte lösta. Nya substanser har uppmärksammats.

REFERENSER

- Anon. 1987. Öresund. Miljöfarlighetsanalys av toxiska ämnen. Naturvårdsverket. Rapport 3400. 1987. 83 pp.
- Anon. 1995. Nordic environmental specimen banking – methods in use in ESB. Tema Nord 1995:543.
- Anon. 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav. SNV Rapport 4914.
- Bergek S & M Tysklind. 2002. Analys av PCDD/PCDF samt non-orto PCB-er i två skrubbaprover. Miljö kemi. Umeå Universitet. 3 pp.
- Bignert A. 1999. Comments concerning the national Swedish contaminant monitoring programme in marine biota. Contaminant research group at the Swedish Museum of Natural history.
- Bray, J. R., Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory.
- Cato, I. 1997. Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet – en rapport från fem kontrollprogram. SGU Rapporter och meddelanden nr 95. 365 pp.
- Cato, I. 1997b. Contaminants in the Skagerrak and Kattegat Sediments. Research Papers. SGU series Ca 86. 15 pp.
- Cato, I. 1999. Miljögifter och miljö kvalitet längs Bohuskusten 1990-1998 – Förändringar, belastning och samband. SGU 2000. Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll. 135 pp.
- Christensen, J.H. & J. Platz. 2001. Screening of Polybrominated Diphenyl Ethers in Blue Mussels, Marine and Freshwater Sediments in Denmark. *Journal of Environmental Monitoring. Under tryckning*
- de Wit, C. 2000. Brominated flame retardants. *SNV Rapport 5065*.
- DMU 2003. Opgørelse af skadevirkninger på bundfaunaen efter iltvindet i 2002 i de indre danske farvande. Faglig rapport fra DMU, nr 456. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Diaz J D & R Rosenberg. 1995. Marine benthic hypoxia. A review of its ecological effects and the behavioural responses of the benthic macrofauna. *Oceanogr. Mar. Biol.* 33, 245-303.
- EU, Ekologiska rådet 2000. http://www.ecocouncil.dk/arkiv/2000/000908_flammehammer.html
- Fallesen G & H M Jörgensen. 1991. Distribution of *Nephtys hombergii* and *Nephtys ciliata* (Polychaeta: Nephtyidae) in Århus Bay, Denmark, with emphasis on the effect of severe oxygen deficiency. *Ophelia Suppl.* 5: 443-450.
- Göransson P. & M. Karlsson. 1996. Kustkontrollprogram för Helsingborg. Årsrapport 1995. 40 pp.
- Göransson P. & M. Karlsson. 1997. Kustkontrollprogram för Helsingborg. Årsrapport 1996. 60 pp.
- Göransson P. & M. Karlsson. 1998a. Knähaken – Öresunds stolthet. Ett hundraårigt perspektiv på biologisk mångfald i ett kustnära havområde. Miljönämnden i Helsingborg och Miljövårdsfonden Malmöhus läns landsting. 57 pp.
- Göransson P. & M. Karlsson. 1998b. Knähakens Hästmusselbankar – Ett hundraårigt perspektiv på biologisk mångfald i ett kustnära havområde. *Fauna och Flora* 93:1, 9-28.
- Göransson P. & M. Karlsson. 2000. Kustkontrollprogram för Helsingborg. Årsrapport 1998. 117 pp.
- Göransson P, M. Karlsson & L. Börjesson. 2001. Kustkontrollprogram för Helsingborg. Årsrapport 1999 & 2000. 88 pp.
- Göransson P, M. Karlsson & L. Börjesson. 2003. Kustkontrollprogram för Helsingborg. Årsrapport 2001. 104 pp.
- Göransson P. 1999. Bottenfauna och sediment. Undersökningar i Öresund 1998. ÖVF Rapport 1999:1. Öresunds vattenvårdsförbund.
- Göransson P. 1999b. Förslag till operationella miljömål för bottenfaunan i Öresund. Öresundsvattensamarbetet.
- Göransson P. 1999c. Det långa och det korta perspektivet i södra Kattegatt – bottendjurens berättelse från två provpunkter. *Fauna och Flora* 94:3, 125-138.
- Göransson P. 2001. Det långa och korta perspektivet – bottendjuren berättar från södra Kattegatt. Syrebrist i havet – dess orsaker och effekter. Havsmiljön temanummer. Göteborgs Marina Forskningscentrum och länsstyrelsen i Västra Götalands län.
- Hagerman L. 1998. Physiological flexibility; a necessity for life in anoxic and sulphidic habitats. *Development in hydrobiology* 132. 32nd EMBS. Lysekil, Sweden 1997.
- Hartmann-Schröder G. 1996. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta.
- Hein M, Brøns Hansen J, Holm Ditlevsen G, Burgdorf Nielsen J, Rasmussen J, Sørensen K & L A Angantyr. Övervakning av Öresund 2001. Fredriksborgs Amt, Københavns Amt, Københavns kommune og Roskilde Amt.

- Henriksson R. 1969. Influence of pollution on the bottom fauna of the Sound (Öresund). *Oikos* 20: 507-523.
- Håkansson L. & R. Rosenberg. 1985. Praktisk kustekologi. Naturvårdsverket. s.nv pm 1987. 110 pp.
- Jörundsdóttir H Ó & S Jensen. 2002. Koncentration av klorerade kolväten i fisk och musslor från Helsingborgsområdet 2001. Institutionen för miljökemi, Stockholms Universitet. 7 pp.
- Kanneworff E. & W. Nicolaisen. 1973. The "Haps" a frame-supported bottom corer. *Ophelia*, 10: 119-129.
- Karlsson M. & Göransson P. 1999. Kustkontrollprogram för Helsingborg. Årsrapport 1997. 30 pp.
- Kruskal, J.B., Wish, M. 1978. Multidimensional scaling. Sage Publications, Beverly Hills, California.
- Lundgren, F. 2003. Miljögifter i biota. Undersökningar i Öresund 2002. ÖVF Rapport 2003:1. Öresunds vattenvårdsförbund. 10 pp.
- OSPARCOM 1990. Oslo and Paris Comissions. Principles and methodolgy of the joint monitoring programme.
- Pearson T H. & R. Rosenberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16:229-311.
- Persson L-E. 1994. Nya arter ändrar Östersjön mer än våra föroreningar. *Fauna och Flora nr 5*, 33-37.
- Remberger M, Sternbeck J, Palm A, Kaj L, Strömberg K & E Brorström-Lundén. 2004. The environmental occurrence of hexabromcyclododecane in Sweden. *Chemosphere* 54:9-21.
- Rosenberg R, Loo L-O & P. Möller. 1992. Hypoxia, salinity and temperature as structuring factors for benthic communities in a eutrophic area. *Neth. J. Sea Res.* 30: 121-129.
- SEMAC 1996. Status report 1996. Shallow water fauna. The authorities' control and monitoring programme for the fixed link across Öresund.
- SEMAC 1998. Bundfauna. Anden fauna end blåmuslinger. Datarapport nr. 2. Forår 1998. Artlister. The authorities' control and monitoring programme for the fixed link across Öresund.
- Smith W. & McIntyre A. D. 1954. A spring-loaded bottom sampler. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 33.1954. p 261.
- Sokal R. R. & F. J. Rohlf. 1995. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Third edition. W. H. Freeman and company. 887 pp.
- Waldock, M J, Thain, J E. & M E. Waite. 1987. The distribution and potential toxic effects of TBT in UK estuaries during 1986. *Appl. Organomet. Chem. I*: 287-301.