

Miljögifter och miljö kvalitet längs Bohuskusten 1990–1998 – förändringar, belastning och samband

Toxic substances and environmental quality
of the Bohus Coast 1990–1998
– trends, load, and relationships

Ingemar Cato



**Miljögifter och miljö kvalitet
längs Bohuskusten 1990–1998
– förändringar, belastning och samband**

**Toxic substances and environmental quality
of the Bohus Coast 1990–1998
– trends, load, and relationships**

Ingemar Cato

ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-641-5

Uppdragsgivare:

Bohuskostens vattenvårdsförbund

Box 305

SE-451 18 Uddevalla

Sverige

Tel.: +46 522 159 80

Fax: +46 522 51 17 96

Hemsida: www.bvuf.com

Omslagsbild: Sundet mellan Nord- och Sydkoster. Foto I. Cato

© Sveriges Geologiska Undersökning

Redigering och layout: Ingemar Cato, RainmakerS

Tryck: Elanders Tofters AB, Östervåla 2000

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Abstract.....	5
Förord	6
1. Inledning.....	7
2. Undersökningsområde.....	7
3. Metoder.....	9
3.1 Provtagningsstationer.....	9
3.2 Insamlat och analyserat material.....	12
3.3 Utvärderingsmetodik.....	12
4. Resultat.....	16
4.1 Miljögifter i blåstång.....	17
4.1.1 Tungmetaller.....	17
4.1.2 Tennorganiska föreningar.....	20
4.1.3 Halogenerat organiskt material.....	21
4.1.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten.....	22
4.1.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensen.....	22
4.1.6 Diklorfenyltrikloretean.....	23
4.1.7 Klorerade aromater.....	23
4.1.8 Halogenerade alifater.....	24
4.1.9 Monocykliska aromater.....	24
4.1.10 Ftalater.....	26
4.1.11 Fenoler, kresol, katekoler och guajakoler.....	27
4.2 Miljögifter i tånglake.....	27
4.2.1 Tungmetaller.....	28
4.2.2 Tennorganiska föreningar.....	29
4.2.3 Halogenerat organiskt material.....	31
4.2.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten.....	32
4.2.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensen.....	33
4.2.6 Diklorfenyltrikloretean.....	35
4.2.7 Klorerade aromater.....	35
4.2.8 Halogenerade alifater.....	36
4.2.9 Monocykliska aromater.....	37
4.2.10 Ftalater.....	38
4.2.11 Fenoler, kresol, katekoler och guajakoler.....	39
4.3 Miljögifter i blåmussla.....	39
4.3.1 Tungmetaller.....	40
4.3.2 Tennorganiska föreningar.....	41
4.3.3 Halogenerat organiskt material.....	42
4.3.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten.....	44
4.3.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensen.....	45
4.3.6 Diklorfenyltrikloretean.....	47
4.4 Miljögifter i torsk.....	48
4.4.1 Tungmetaller.....	48
4.4.2 Tennorganiska föreningar.....	50
4.4.3 Halogenerat organiskt material.....	50
4.4.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten.....	51
4.4.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensen.....	52
4.4.6 Diklorfenyltrikloretean.....	55
4.4.7 Polyklorerade furaner och dioxiner.....	55

4.4.8	Plana polyklorerade bifenyler.....	56
4.4.9	Toxafen.....	56
4.5	Miljögifter i krabbtaska.....	57
4.5.1	Polyklorerade furaner och dioxiner.....	57
4.5.2	Plana polyklorerade bifenyler.....	58
4.5.3	Toxafen.....	58
4.6	Miljögifter i strandkrabba.....	58
4.6.1	Polyklorerade furaner och dioxiner.....	58
4.6.2	Plana polyklorerade bifenyler.....	59
4.6.3	Toxafen.....	59
5.	Sambandsanalyser.....	60
5.1	Sambandet mellan miljögifter i sediment och blåstång.....	60
5.1.1	Metaller.....	60
5.1.2	Organiska tennföreningar.....	62
5.1.3	Extraherbart organiskt klor och brom.....	62
5.2	Sambandet mellan miljögifter i sediment och tånglake.....	63
5.2.1	Metaller.....	63
5.2.2	Organiska tennföreningar.....	64
5.2.3	Extraherbart organiskt klor och brom.....	65
5.2.4	Polyklorerade bifenyler.....	66
5.3	Sambandet mellan miljögifter i sediment och blåmussla.....	67
5.3.1	Metaller.....	67
5.3.2	Organiska tennföreningar.....	70
5.3.3	Extraherbart organiskt klor och brom.....	70
5.3.4	Polyklorerade bifenyler.....	70
5.3.5	Hexaklorbensen.....	72
5.3.6	Bicykliska och polyaromatiska kolväten.....	72
5.4	Sambandet mellan miljögifter i sediment och torsk.....	73
5.4.1	Metaller.....	73
5.4.2	Extraherbart organiskt klor och brom.....	74
5.4.3	Polyklorerade bifenyler.....	75
5.4.4	Hexaklorbensen.....	76
5.5	Sambandet mellan miljögifter i blåmussla och blåstång.....	77
5.5.1	Metaller.....	77
5.5.2	Organiska tennföreningar.....	78
5.5.3	Extraherbart organiskt klor och brom.....	80
5.6	Sambandet mellan miljögifter i blåmussla och tånglake.....	80
5.6.1	Metaller.....	80
5.6.2	Organiska tennföreningar.....	82
5.6.3	Extraherbart organiskt klor och brom.....	82
5.6.4	Polyklorerade bifenyler.....	84
5.6.5	Bicykliska och polyaromatiska kolväten.....	85
5.7	Sambandet mellan miljögifter i blåmussla och torsk.....	87
5.7.1	Metaller.....	87
5.7.2	Extraherbart organiskt klor och brom.....	88
5.7.3	Polyklorerade bifenyler.....	89
5.7.4	Hexaklorbensen.....	91
5.8	Sambandet mellan miljögifter i tånglake och blåstång.....	91
5.8.1	Metaller.....	91
5.8.2	Organiska tennföreningar.....	93

5.8.3 Extraherbart organiskt klor och brom.....	94
5.8.4 Polyklorerade bifenyler.....	95
5.8.5 Pesticider.....	96
5.8.6 Klorerade aromater.....	96
5.8.7 Halogenerade alifater.....	96
5.8.8 Monocykliska aromater.....	96
5.8.9 Ftalater.....	97
5.8.10 Bicykliska och polycykliska aromatiska kolväten.....	98
5.9 Sambandet mellan miljögifter i tånglake och torsk.....	99
5.9.1 Metaller.....	99
5.9.2 Extraherbart organiskt klor och brom.....	101
5.9.3 Polyklorerade bifenyler.....	102
5.10 Sambandet mellan miljögifter i blåstång och torsk.....	103
5.10.1 Metaller.....	103
5.10.2 Extraherbart organiskt klor och brom.....	104
5.10.3 Polyklorerade bifenyler, hexaklorbensen och diklor- difenyltrikloretan.....	105
6. Bohuskustens belastning, miljö kvalitet och förändringar i tiden...	105
7. Sammanfattning.....	125
8. Summary.....	130
9. Referenser.....	134

Abstract

Cato, I., 2000: Toxic substances and environmental quality of the Bohus Coast 1990-1998 — trends, load and relationships. *Geological Survey of Sweden, SGU Rapport och Meddelanden 103,135 p.* Uppsala, ISBN 91-7158-641-5.

Investigations of environmentally harmful substances carried out on sediment and biota during the 1990's have been evaluated from areas along the Bohus Coast bordering the Skagerrak Sea on behalf of the Bohus Coast Water Conservation Association. Sediment and biological samples were collected five years apart at static sites. The biota investigated were blue mussel (*Mytilus edule*), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*), eel-pout (*Zoarces viviparus*) and cod (*Gadus morhua*); at one station crab (*Cancer pagurus*) and green crab (*Carcinus maenas*) were also evaluated. The different media were analysed for 11 metals, DBT, TBT, extractable organically halogenated compounds, 16 PAHs, 7 PCBs, DDTs, HCB, 7 chlorinated aromates, 10 halogenated aliphates, 6 monocyclic aromates, 5 bicyclic aromates, 6 phthalates, 12 chlorinated and 5 unchlorinated phenols, non-ortho-PCBs, toxaphen and dioxins/dibenzofuranes. The evaluations were conducted to record changes over time, existing concentration relationships between various investigated media and environmental quality according to the Swedish criteria for coast and sea.

The results show that a number of elements and compounds are dispersed along the Swedish Bohus Coast, but that the concentrations of the different elements and compounds vary between different media and sites. The environmental quality (EQ) along the coast varied from sites with good to sites with very bad conditions. The figures evidently showed an excess of harmful substances in the Gothenburg region for all studied media categories. The relationship between the concentration of the compounds in two different media was tested. Of the 174 selected tests, relationships with $P > 95\%$ were found in one quarter of the cases.

The trend analyses showed that the major trends are concordant between different media and generally show decreasing average concentration values with greater than 90 % probability in about 50 % of the cases between the two investigation phases. In summary, the conditions regarding environmentally harmful substances in both sediment and biota, with a few exceptions, improved along the Bohus Coast during the 1990s.

FÖRORD

Under en lång rad av år har den svenska Bohuskusten, i likhet med många andra kustavsnitt, fått ta emot föroreningar från främst industrier, jordbruk och samhällen belägna utmed kusten, men också andra urbaniserade områden inom hela dräneringsområdet har bidragit. Föroreningar från övriga Europa transporteras också i viss mån till kustregionen med hjälp av vindar och havsströmmar. Denna transport är emellertid vanligen underordnad de egna utsläppen. Den växande oron över de toxiska och svårnedbrytbara ämnenas hot mot miljön har resulterat i krav på att ett antal större industrier och vattenvårdsförbund skall följa miljöutvecklingen genom upprepad omgivningskontroll av bl a miljögifter i sediment och biota.

Föreliggande volym omfattar en utvärdering och trendanalys av tidigare utförda miljögiftsundersökningar av biota utmed Bohuskusten 1992/93 och 1997/98. De inbördes sambanden av miljögiftsbelastningen mellan olika arter (blåstång, blåmussla, tånglake och torsk) och sediment (undersökta 1990 och 1995) har särskilt utretts. Med hjälp av Naturvårdsverkets nyligen framtagna bedömningsgrunder för kust och hav har därutöver statusen på miljögiftsbelastningen utretts.

Utvärderingen har utförts på uppdrag av Bohuskustens vattenvårdsförbund. För värdefulla synpunkter på manus riktas ett varmt tack till Åke Granmo, Kristinebergs marinbiologiska station och Pege Schelander, Bohuskustens vattenvårdsförbund. Den engelska texten har granskats av Proper English AB, Alfta, Sverige

Ingemar Cato

1. Inledning

Bohuskustens (tidigare Göteborgs och Bohus läns) vattenvårdsförbund bildades 1988 med syfte att organisera den regionala miljöövervakningen av Bohuskustens marina vatten. Förbundets medlemmar utgörs bl a av samtliga kustkommuner inom Göteborgs och Bohus län, hamnar, petrokemisk industri, fisk- och konservindustri m fl, vilka samtliga på ett eller annat sätt kan påverka den Bohuslänska kustvattenmiljön. Vid sidan om den regionala miljöövervakningen löper för den petrokemiska industrin lokala recipientkontrollprogram.

Vattenvårdsförbundet genomför sedan 1990 löpande undersökningar, s k kustvattenkontroll, enligt ett av tillsynsmyndigheten länsstyrelsen fastställt program (1989-12-22). Programmet omfattar hydrografiska, biologiska inklusive fiske-riologiska, sedimentologiska och miljökemiska undersökningar.

Vattenvårdsförbundets målsättning med undersökningarna är att erhålla kunskap om och följa miljöbelastningen i kustvattnet utmed Bohuskusten. Detta genomförs genom analys av utvalda miljögifter i sediment, flora och fauna. Miljögifterna har valts med utgångspunkt från de utsläpp som kan förväntas från förbundets medlemmar. Undersökningarna genomförs kontinuerligt med, allt efter undersökningens art, kortare eller längre intervall. Sediment- och miljögiftsundersökningar genomförs vart femte år på fasta stationer.

Den första miljögiftsundersökningen av sediment inom ramen för kustvattenkontrollen ägde rum 1990 och genomfördes av Statens meteorologiska institut (SMHI), den andra sedimentundersökningen genomfördes av Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) 1995. Sveriges geologiska undersökning (SGU) svarade för sammanställning och utvärdering av resultaten i båda undersökningarna (Cato 1992, 1997).

Undersökningar av miljögifter i biologiskt material utmed Bohuskusten utfördes 1992/93 och 1997/98 och utanför Göteborg 1990, 1992, 1996 och 1997 av AnalyCen Nordic AB. Åke Granmo och Rolf Ekelund, Göteborgs universitets marina forskningsstation Kristineberg, redovisade resultaten i den först nämnda undersökningen (Granmo & Ekelund 1993) medan AnalyCen Nordic AB svarade för redovisningen av de andra undersökningarna (Olsson 1993, 1998).

Använda metoder i dessa undersökningar kommer inte att upprepas i sin helhet i föreliggande rapport. Istället hänvisas den intresserade läsaren till dessa ovan angivna rapporter.

2. Undersökningsområde

Undersökningsområdet omfattar Bohusläns kustvatten från Strömstad i norr till 20 km söder om Göteborg (fig. 1). Området kan beskrivas som ett skärgårdslandskap med djupa fjordar, rikt på kalspolat berg och trånga dalgångar fyllda med lera, ställvis överlagrad av tunna sandskikt. Morän förekommer sporadiskt. Bottnarna domineras av postglaciala leror som utmed land och i vikarna ofta överlagras av mo och sand, däremellan uppstickande berg inom framförallt

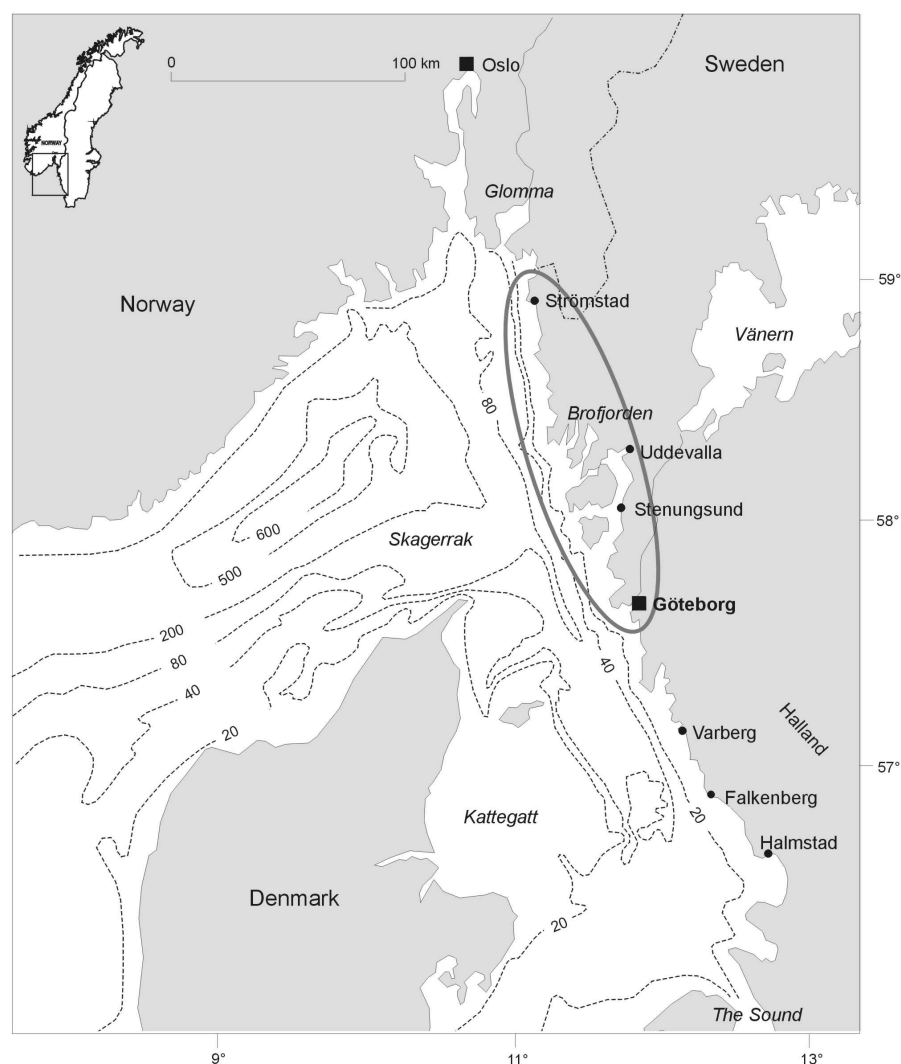


Fig. 1. Översiktskarta över Skagerrak och Kattegat med undersökningsområdet markerat med en oval. *Outline map of the Skagerrak and Kattegat showing the location of the investigated area (oval).*

erosionsområden. Områden med glaciärra, utvisande erosion, återfinns framförallt i ett bälte väster om Orust och norrut längs Bohuskusten (Fält 1982).

Bohuskustens ytvatten påverkas till stor del av den s k Baltiska strömmen, som är ett bräckt vatten som kommer från Östersjön via Öresund och Bälten och som i Kattegat blandats upp med underliggande saltare vatten (Svansson 1975). Den Baltiska strömmen följer den svenska västkusten norrut. I höjd med Skagen sker delvis en inblandning av ett pulsat tillskott av saltare vatten som kommer med Jutska strömmen från södra Nordsjön. Bottenvattnet i Skagerrak och Kattegat utgörs av salt tungt Atlant- och Nordsjövatten (Rodhe 1996). Mellan det Östersjöpåverkade mindre salta ytvattnet och det tyngre och saltare bottenvattnet från Atlanten och Nordsjön utbildas ett mer eller mindre tydligt språngskikt, oftast inom djupintervallet 10 till 20 meter. I fjordarna och de inre

skärgårdsområdena där vattenutbytet är begränsat sker dessutom en märkbar påverkan från de i Västerhavet utmynnande Bohuslänska vattendragen.

Sedan mitten av 1970-talet har ett antal rapporter om syrebrist i flera fjordsystem bottenvattnet redovisats (se t.ex. Rosenberg *et al.* 1991, 1996). Orsakerna till detta är ännu inte helt klarlagt, men vanligtvis har syrebristen kopplats till ökade närsaltsutsläpp, framförallt på kvävesidan, och därmed sammanhängande ökad produktion av biologiskt material (övergödning). Nya undersökningar har påvisat att en bidragande orsak också kan vara storskaliga förändringar i Nordatlanten. Man har funnit en stark korrelation mellan palaeoceanografiska sedimentdata och det klimatrelaterade s.k. NAO-indexet (North Atlantic Oscillation Index), som bl.a. har lett till ökade västvindar i Skagerrak under de senaste decennierna. Ett förhållande som normalt försvårar bottenvattenutbytet i tröskelfjordar, t.ex. Gullmarsfjorden (Nordberg *et al.* 2000), och därmed syresättningen.

3. Metoder

3.1. Provtagningsstationer

I föreliggande studie har analysdata från ytsediment (0-1 cm), blåmusslor (*Mytilus edulis*), blåstång (*Fucus vesiculosus*), tånglake (*Zoarcetes viviparus*), filé respektive lever av torsk (*Gadus morrhua*), krabbtaska (*Cancer pagurus*) och strandkrabba (*Carcinus maenas*) utnyttjats. Analysdata har hämtats från olika resultatredovisningar av sedimentundersökningar (Cato 1992, 1997) och undersökningar av biologiskt material (Granmo & Ekelund 1993, Olsson 1993, 1998).

I figur 2 redovisas den geografiska fördelningen av kustvattenkontrollens fasta provtagningsstationer för sediment och biologiskt material. Provtagningsstationer för biologiskt material anges med stationsbeteckningen utskrivna i en rektangel. På motsvarande sätt är de sedimentstationer som utnyttjats i föreliggande utvärdering markerade med en oval. Övriga, ej utnyttjade, sedimentstationer ligger enbart markerade med en svart punkt utan beteckning.

Ovaler, helt eller delvis överlappande rektanglar, markerar vilka biologiska stationer som parats ihop med respektive sedimentstationer vid de nedan redovisade sambandsanalyserna.

Stationernas positionskoordinater för insamling av såväl biologiskt material som sediment redovisas i tabell 1.

Av naturliga skäl sammanfaller koordinaterna för de olika provtagningarna inte exakt inom en och samma miljöövervakningsstation. Blåstång och blåmusslor har företrädesvis insamlats från klipp eller stenbottnar, tånglake och torsk från djupare vatten medan sediment hämtats från ackumulationsbottnar, dvs. där finsediment (kornstorlek <63 µm) företrädesvis sedimenterar. Gemensamt för de olika provtagningspunkterna på en och samma station är att de tillhör samma område och påverkas av samma vatten. Habitatet och bottenodynamiken va-

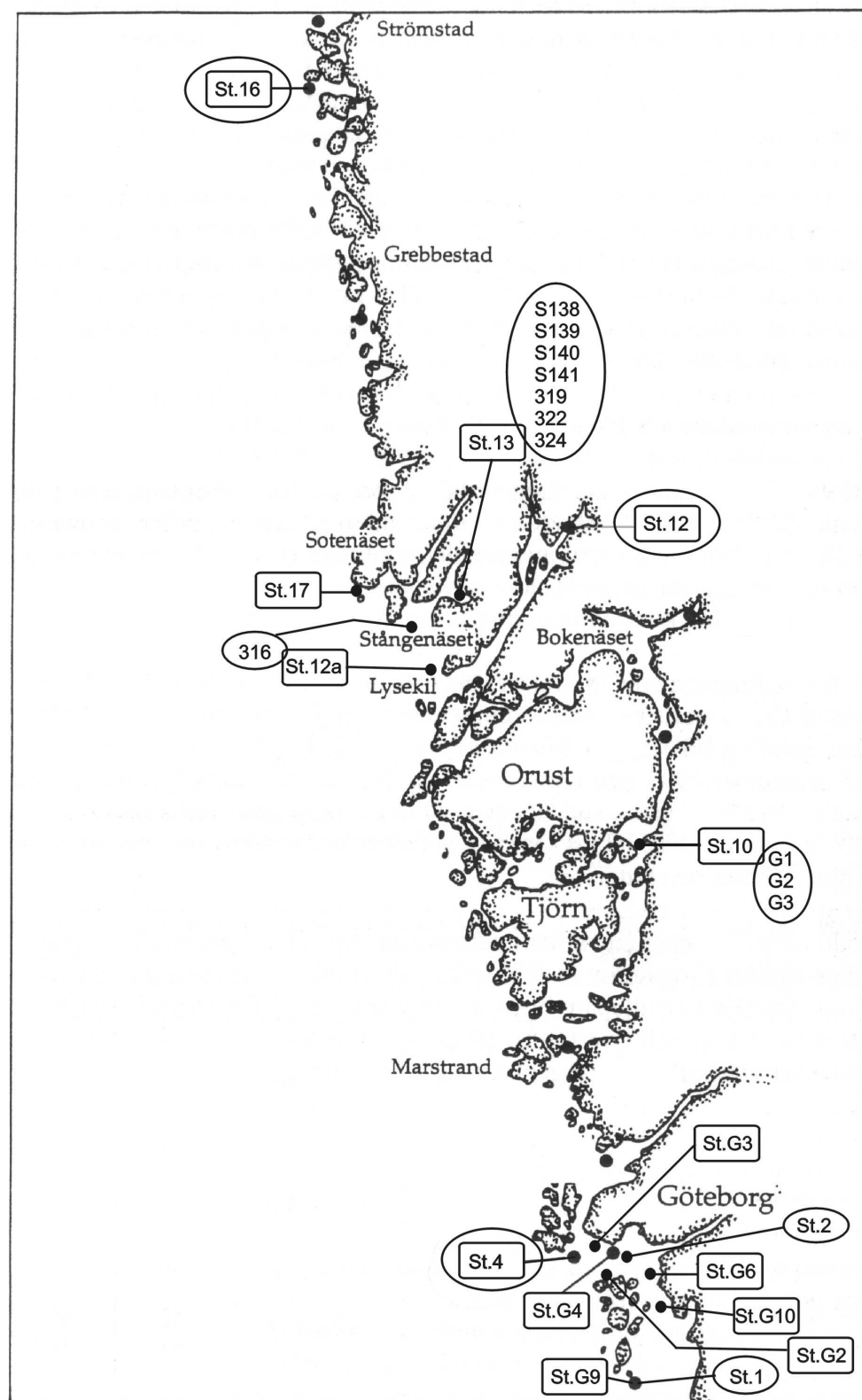


Fig. 2. Karta utvisande biologiska (rektangel) och sedimentologiska (oval) provtagningsstationer som utnyttjats i föreliggande studie. Stationerna ingår i Bohuskustens vattenvårdsförbunds kustvattenkontroll. Ovaler överlappande rektanglar helt eller delvis visar vilka stationer som jämförts med varandra. Se vidare i texten. *Map showing biological (rectangle) and sedimentological (oval) sampling sites used in this study. The sampling sites are part of the Coastal Water Monitoring Program of the Bohus Coast Water Conservation Association. Oval overlapping rectangle completely or partly show sites compared with each other. See further in the text.*

Tabell 1. Positioner för biologiska- respektive sedimentologiska provtagningar som matchats parvis i sambandsanalyserna. DGPS-positioner anges i WGS 84. *Positions of biological and sediment sampling sites respectively and their couple to each other used in the trendanalyses. DGPS-positions are given in WGS 84.*

Biologisk station	Koordinater biologisk station lat. resp. long.	Sedimentstation	Koordinater Sedimentstation lat. resp. long.
Gbg 9 Tornö-Kungsö, Göteborg	N 57° 33,75' E 11° 46,62'	1 Valö	N 57° 32,83' E 11° 48,56'
Gbg 2 Galterö, Göteborg	N 57° 39,04' E 11° 44,35'	2 Skalkorgarna, Göteborg	N 57° 40,91' E 11° 46,20'
Böttö, Göteborg	N 57° 38,94' E 11° 44,35'		
Gbg 3 L. Måvholmen, Göteborg	N 57° 41,08' E 11° 44,06'	2 Skalkorgarna	N 57° 40,91' E 11° 46,20'
Gbg 4 Skeppstadsholmen, Göteborg	N 57° 41,70' E 11° 47,18'	2 Skalkorgarna	N 57° 40,91' E 11° 46,20'
Gbg 6 Kopparholmarna, Göteborg	N 57° 40,11' E 11° 49,64'	2 Skalkorgarna	N 57° 40,91' E 11° 46,20'
Gbg 10 Långholmen-L. Rösö, Göteborg	N 57° 38,08' E 11° 52,00'	2 Skalkorgarna	N 57° 40,91' E 11° 46,20'
4 Danafjord	N 57° 40,30' E 11° 40,52'	4 Danafjord	N 57° 40,91' E 11° 46,20'
10 Galterön, Stenungsund	N 58° 06,39' E 11° 48,06'	G1 Galterön	N 58° 06,17' E 11° 48,22'
10 Galterön, Stenungsund	N 58° 06,39' E 11° 48,06'	G2 Galterön	N 58° 06,14' E 11° 48,12'
10 Galterön, Stenungsund	N 58° 06,39' E 11° 48,06'	G3 Galterön	N 58° 05,91' E 11° 47,85'
12 Saltkällefjorden (Inre Gullmaren)	N 58° 25,67' E 11° 40,07'	12 Saltkällefjorden (Inre Gullmaren)	N 58° 25,33' E 11° 39,33'
12a Flatholmen (Yttre Gullmaren)	N 58° 15,69' E 11° 24,95'	316 Malmöfjord	N 58° 18,91' E 11° 21,22'
13 Brofjorden	N 58° 21,65' E 11° 26,75'	S138 Brofjorden	N 58° 21,11' E 11° 27,12'
13 Brofjorden	N 58° 21,65' E 11° 26,75'	S139 Brofjorden	N 58° 20,99' E 11° 26,70'
13 Brofjorden	N 58° 21,65' E 11° 26,75'	S140 Brofjorden	N 58° 21,23' E 11° 26,26'
13 Brofjorden	N 58° 21,65' E 11° 26,75'	S141 Brofjorden	N 58° 21,44' E 11° 26,27'
13 Brofjorden	N 58° 21,65' E 11° 26,75'	319 Brofjorden	N 58° 21,16' E 11° 26,87'
13 Brofjorden	N 58° 21,65' E 11° 26,75'	322 Brofjorden	N 58° 21,60' E 11° 25,88'
13 Brofjorden	N 58° 21,65' E 11° 26,75'	324 Brofjorden	N 58° 21,93' E 11° 26,80'
16 Kosterfjorden	N 58° 52,94' E 11° 07,04'	16 Kosterfjorden	N 58° 52,10' E 11° 07,68'

rierar däremot mellan provtagningspunkterna inom stationsområdet beroende på den insamlade artens preferens eller krav på typ av botten/miljö.

3.2 Insamlat och analyserat material

Nedan redovisas i korthet de typer av material som insamlats på respektive station. För en närmare beskrivning av proverna avseende längd, vikt, kön, tidpunkt för provtagning, m.m. hänvisas till Granmmo & Ekelund (1993) och Olsson (1998).

Blåstång insamlades manuellt med hjälp av dykare. På varje station togs 5-10 toppskot (ca 50-60 mm långa) från 5-10 plantor och sammanfördes till ett gemensamt prov för vidare analys. Insamlingarna utfördes 1992 och 1997.

Även *blåmussla* insamlades med hjälp av dykare. Ca 50 musslor av 40-60 mm längd insamlades på respektive station. Ett samlingsprov av mjukdelarna från varje station analyserades. Insamlingarna utfördes 1992 och 1997.

Tånglake fångades med ryssja. 13-14 exemplar, med en längd och vikt varierande mellan 15 och 30 cm respektive mellan 25 och 166 gram, infångades från varje station. Ett samlingsprov av filén från varje station analyserades. Insamlingarna utfördes 1993 och 1998

Torsk fångades med ryssjor och trål. Vid undersökningarna 1992/93 uttogs prov både från filén och levern på varje station. Proverna analyserades separat. Vid 1997/98 års undersökningar gick det inte att samla in torsk i tillräcklig mängd varför ett samlingsprov av levern från stationerna 2 (Skalkorgarna) och 10 (Stenungsund) sammanfördes i ett prov benämnt "Syd". Torsklever insamlades också från station 17 (Byttelocket).

Strandkrabba infångades med ryssja. 2-4 kg, dvs 90-150 stycken krabbor, med en längd varierande mellan 40 och 50 mm insamlades på varje station för uttag av ett samlingsprov av hepatopancreas (lever/bukspottkörtel). Undersökningarna utfördes 1998.

Krabbtaska insamlades med hjälp av krabbekupor vid Vinga ungar beläget staxt väster om Vinga i Göteborgs yttre skärgård. 16 stycken honor insamlades med en vikt varierande mellan 0.3 och 0.45 kg. Krabbsmöret som analyserades som ett samlingsprov utgjorde ca 25 g per individ. Undersökningarna utfördes 1998.

Sedimentprover, ca 0.5 kg, insamlades från respektive station 1990 och 1995 (se vidare Cato 1992, 1997).

För beskrivning av respektive provers förbehandling och analysmetodik hänvisas till Olsson (1998) och Cato (1992, 1997) samt NIVA (1996).

3.3 Utvärderingsmetodik

Trendanalyser, dvs förändringen av halterna av metaller och organiska miljögifter i biologiskt material mellan de två provtagningsomgångarna 1992/93 och 1997/98, har utförts på de stationer som omfattats av upprepad provtagning (i

allmänhet stationerna 4, 10, 13 och 16). Medel- och medianvärden har beräknats och signifikansen för skillnaden mellan medelvärdena för respektive ämne och undersökningsomgång har testats statistiskt med hjälp av s.k. t-test med (n-1) frihetsgrader för matchade datapar (dvs. data från samma stationer men härrörande från olika år, 1992/93 respektive 1997/98) (Fowler & Cohen 1996). Motsvarande trendanalys baserad på sediment redovisas inte närmare i denna rapport, utan den intresserade läsaren hänvisas till sedimentrapporten från 1997 (Cato 1997).

I såväl sedimentrapporten från 1997 som i rapporten över miljögiftsundersökningen av biota (Olsson 1998) har, i brist på svenska bedömningsgrunder, resultaten tillståndsklassats enligt norska bedömningsgrunder (Rygg & Thèlin 1993). Från och med 1999 finns svenska bedömningsgrunder utarbetade av Naturvårdsverket (1999). I föreliggande rapport har en förnyad klassning därför skett mot bakgrund av de svenska bedömningsgrunderna.

Sambanden mellan koncentrationen av miljögifter i olika studerade medier har vidare undersökts i föreliggande rapport. Analysvärdena för respektive ämne och från olika media på en och samma station har därmed parats ihop, dvs betraktats som ett samhörande *x*- och *y*-värde. I vissa fall har, där så varit möjligt, medianvärdet för analysvärdena på flera stationer utnyttjats som ett av värdena. Detta har skett för sediment i Brofjorden och utanför Stenungsund samt vad gäller för musslor i Göteborgsområdet. Förfarandet har använts där det inte varit möjligt att objektivt välja ut en provtagningspunkt från en grupp av mycket närliggande provtagningspunkter för ett media som skall bilda par med en annan provtagningspunkt för ett annat media.

I Brofjorden har medianvärdena för analysdata från sex sedimentstationer (S138, S139, S140, S141, 322 och 324) belägna mellan Rixön och Trommekilen, provtagna 1989 och 1995 (Cato 1990, 1997), matchats mot biologiska data från provtagningar på station 13 vid Lahäll åren 1992/93 (Granmo & Ekelund 1993) respektive 1997/98 (Olsson 1998).

På motsvarande sätt har medianvärdena från sedimentstationerna G1, G2 och G3 vid Galterö, Stenungsund, provtagna 1990 och 1995 (Cato 1992, 1997) matchats mot biologiska data från station 10 vid Galterö, provtagna 1992/93 (Granmo & Ekelund 1993) och 1997/98 (Olsson 1998).

I skärgården utanför Göteborg har medianvärdet från fem musselstationer (Gbg3, Gbg4, Gbg6 och Gbg10) provtagna 1992 och 1997 (Olsson 1993, 1998) matchats mot sedimentstation 2 provtagen 1995 (Cato 1997).

I övrigt har enstaka sedimentstationer varit möjliga att matcha mot respektive biologiska station. Stationsnumrena och positionerna sammanfaller hyggligt med undantag för den biologiska stationen 12a (för blåmussla) vid Flatholmen utanför Lysekil. Närmaste sedimentstation med något sånär liknande vattenmiljö är station 316 i Malmöfjorden. Denna har valts att matcha station 12a. I tabell 2 ges en översikt över vilka stationer som parats ihop vid sambandsanalyserna för miljögifter. Detta illustreras också i figurerna 3 och 4.

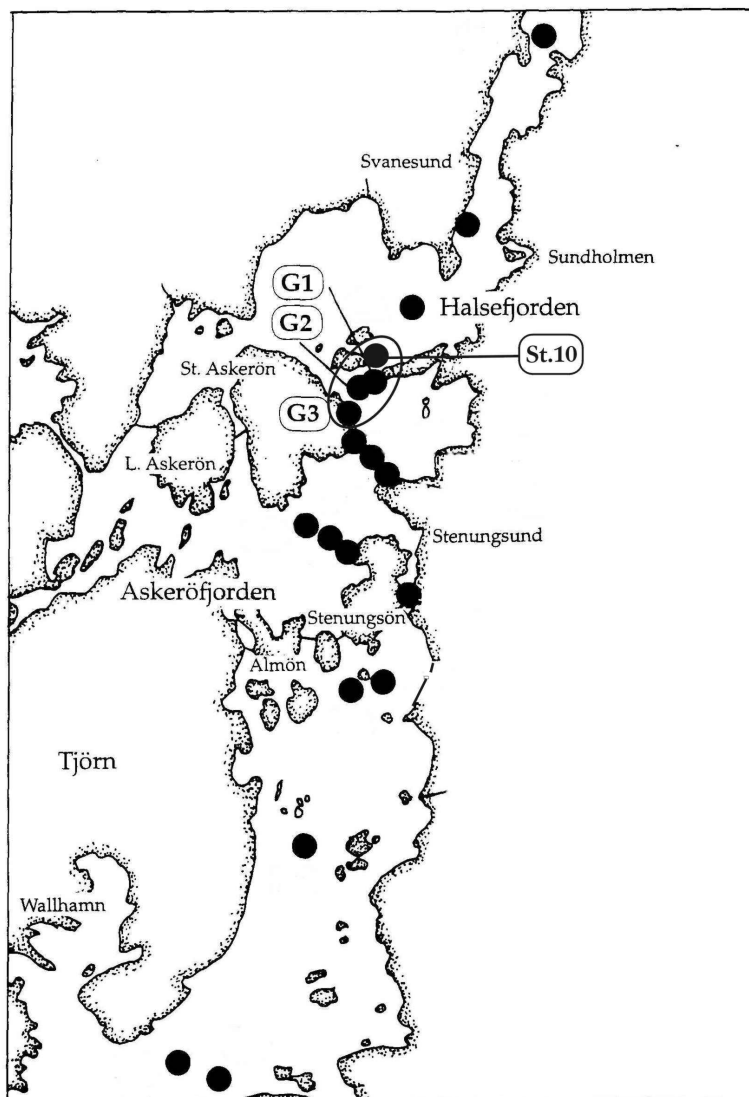


Fig. 3. Karta utvisande sedimentologiska provtagningsstationer (inom oval) i Stenungsundsområdet som i föreliggande studie jämförts med motsvarande biologiska station (St.10) vid Galterö. Se vidare i texten. *Map showing sedimentological sampling sites (within oval) in the Stenungsund area which have been compared in this study with the corresponding biological site (St.10) at Galterö. See further in the text.*

Sambandet (kovariansen) mellan förekomsten av ett ämne i olika media har, dels för varje provtagningsomgång, dels för provtagningsomgångarna gemensamt testats, t ex halten av kvicksilver i blåmussla vs. halten i sediment, eller halten i blåmussla vs. halten i tånglake etc. Allt som allt har närmare 450 parvisa (bivariata) kombinationer, plottats och studerats i 2D diagram. I de redovisade 174 plottdiagrammen anges en trendlinje för kovariansen. Linjen har beräknats, vid konfidensnivån 95 %, med hjälp av linjär regressionsanalys (typ: minsta kvadratmetoden). Statistiska metoder har sedan utnyttjats för att mäta det linjära förhållandet (korrelationen) för en och samma variabel i olika medier genom bestämning av Pearsons produktmoment-korrelationskoefficient (r). Denna kan variera från en perfekt negativ (-1) till en perfekt positiv ($+1$) korrelation. Som ett mått på variansen i y jämfört med i x redovisas i plottdiagrammen bestämningskoefficienten (r^2). Detta värde indikerar i vilken ut-

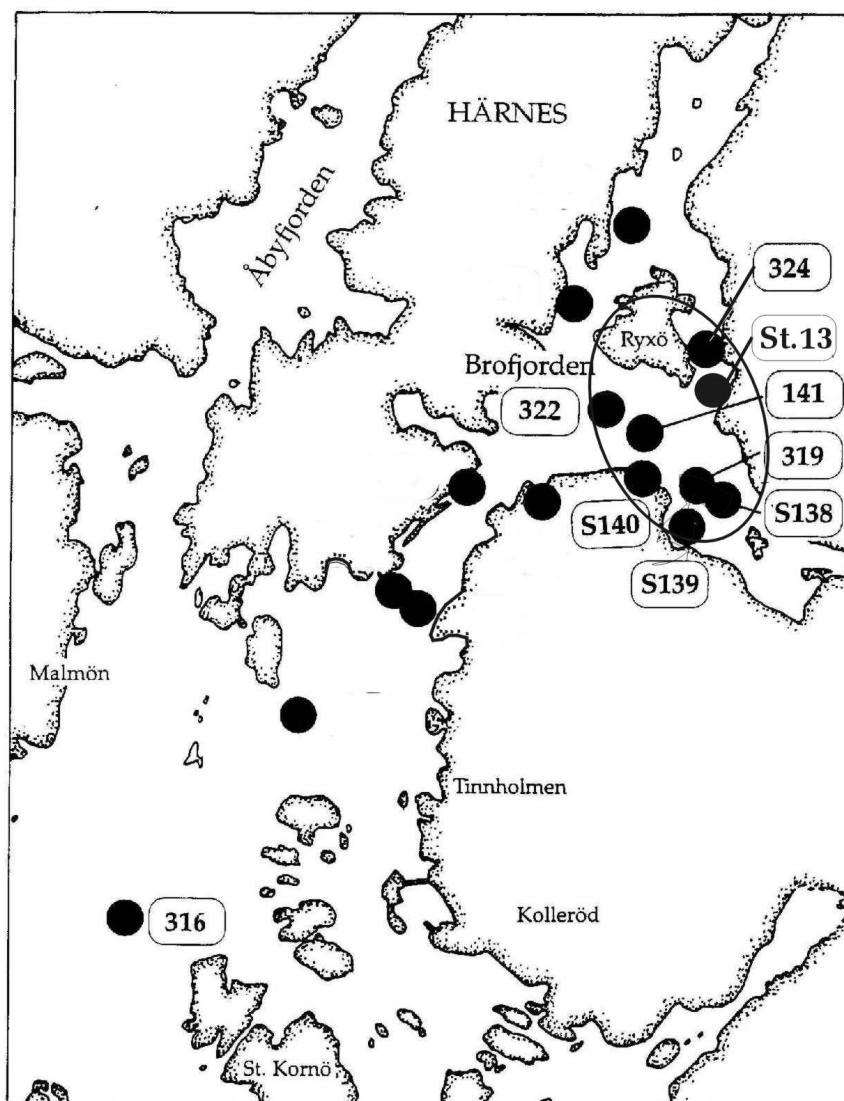


Fig. 4. Karta utvisande sedimentologiska provtagningsstationer (inom oval) i Brofjorden som i föreliggande studie jämförts med motsvarande biologiska station (St.13) vid Lahäll. Se vidare i texten. *Map showing sedimentological sampling sites (within oval) in the Brofjorden which have been compared in this study with the corresponding biological site (St.13) at Lahäll. See further in the text.*

sträckning andra faktorer influerar x - och y -värdena, t ex ett r^2 -värde på 0.7 anger att 30 % av variationen inte kan förklaras av det studerade sambandet. De beräknade sambanden har sannolikhetstestats (Fowler & Cohen 1996).

Ett problem i sammanhanget har varit att sedimentundersökningarna och de biologiska undersökningarna inte sammanfallit i tiden. Sedimentkemiska data från 1990 och 1995 har därför fått testas mot biologiska data från 1992/1993

Tabell 2. Matchningen av sedimentstationer mot respektive biologiska stationer. Asterisk (*) markerar att medianvärdet för analysdata från flera stationer använts. *Matching of sediment sites vs. biological sampling sites. Asterisk (*) marks that the median value of analyses from several sites been used.*

Biologisk station	Motsvarande sedimentstation
Station Gbg9 (Tornö-Kungsö)	Station 1 (Valö)
Stationerna Gbg2, Gbg3, Gbg4, Gbg6, Gbg10 (Göteborg)*	Station 2 (Skalkorgarna)
Station 4 (Danajord)	Station 4 (Danajord)
Station 10 (Galterön)	Stationerna G1, G2, G3 (Galterön, Stenungsund)*
Station 11 (Koljefjord)	Matchande sedimentstation saknas
Station 12 (Saltkällefjorden)	Station 12 (Saltkällefjorden)
Station 12a (Flatholmen)	Station 316 (Malmöfjorden)
Station 13 (Lahäll, Brofjorden)	Stationerna S138, S139, S140, S141, 322, 324 (utanför Lahäll, Brofjorden)*
Station 16 (Kosterfjorden)	Station 16 (Kosterfjorden)
Station 17 (Kungshamn)	Matchande sedimentstation saknas

respektive 1997/1998. Detta har ansetts möjligt att göra eftersom ytsedimentdata från den översta centimetern av botten motsvarar en intergrerad kemisk bild av ca 5 år.

En svaghet i bakgrundsmaterialet är det lilla antalet stationer och bristen på stationer där kemiska data från både sediment och biota finns. Detta medför att korrelations- och sambandsanalyserna i många fall är osäkra. Med fler stationer skulle sannolikt fler samband varit möjliga att påvisa och flera samband hade dessutom varit starkare alternativt motsatsen. För att i viss mån råda bot på detta problem har, där så varit möjligt, även hela materialet testats samtidigt, dvs båda provtagningsomgångarna har samkörts. Dessa resultat redovisas i diagram och tabeller. I diagrammen redovisas linjen för det linjära sambandet. Detta har gjorts oavsett om sambandet är starkt eller ej. I de fall där inget samband tycks råda har linjen uteslutits.

Det är väsentligt att understryka att funna respektive icke funna samband inte får ses som absoluta utan att dessa endast ger en indikation om att samband kan, alternativt kan ej, finnas mellan halter i två eller flera olika media.

4. Resultat

I följande avsnitt redovisas analysdata över biologiskt material från båda undersökningsomgångarna 1992/93 och 1997/98. Data har hämtats från Granmo & Ekelund (1993) och Olsson (1998). Utvecklingstrenden mellan undersökningsomgångarna redovisas för respektive station och respektive kemisk parameter i histogramform. I de fall då en kemisk parameter endast studerats vid ett undersökningstillfälle har en sådan redovisning inte varit möjlig. Skillnaden mellan medelvärdet för respektive ämne och år har sannolikhetstestats i kap. 6.

När det gäller trendutvecklingen för torsk så har den till följd av bristen på torsk vid 1998 års undersökningsomgång begränsats till en jämförelse av medelvärdet på torsklever 1993 med motsvarande värde på samlingsprovet "Syd" (från stationerna 2 (Skalkorgarna) och 10 (Stenungsund)) från 1998.

4.1 Miljögifter i blåstång

Analysresultaten från 1992 och 1997 års undersökningar av blåstång redovisas i tabellerna 4-16. Den första undersökningsomgången omfattade ett betydligt större antal föreningar än i den senare omgången 1997 (tabellerna 7, 11-16), vilket bl a förklaras av att flertalet eller alla föreningar i vissa ämnesgrupper inte kunde påvisas eller låg under eller mycket nära detektionsgränsen vid det första undersökningstillfället 1992. Analyser av dessa föreningar upprepades därför inte vid 1997 års undersökningar. Vilka specifika ämnen det gäller framgår av tabell 3.

Tabell 3. Analyserade miljögifter i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från Bohuskusten 1992 och 1997. Asterisk (*) markerar vad som analyserats respektive år. *Toxic elements and substances analysed in bladder wrack (Fucus vesiculosus) collected at the Bohus Coast in 1992 and 1997. Asterisk marks type of analyses carried out respective year.*

Ämnesgrupper analyserade i blåstång	Specifikation	1992	1997
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	*	*
Tennorganiska föreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn	*	*
Extraherbart org. Klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	*	*
Polyaromatiska kolväten	16 PAH	*	*
Polyklorerade bifenyler	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*
Diklordifenyltrikloretan	p,p-DDT, p,p-DDE, p,p-DDD, o,p-DDT	*	*
Hexaklorbensen	HCB	*	*
Klorerade aromater	7 st. klorbensener	*	*
Halogenerade alifater	10 st. halogenerade alifater	*	*
Monocykliska aromater	6 st. monocykliska aromater	*	*
Bicykliska aromater	5 st. bicykliska aromater	*	*
Ftalater	6 st. ftalater	*	*
Fenoler	12 st.klorerade -, 5 st icke klorer. fenoler	*	*

Blåstång insamlades 1992 på stationerna 2, 4, 10, 12, 13 och 16 och 1997 på stationerna 4, 10, 13, 16 och 17. Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns för alla stationer. Detta gäller också för de ämnesgrupper som enbart analyserats vid det ena undersökningstillfället.

För de metaller och organiska föreningar som analyserats vid båda undersökningstillfällena på en och samma station (4, 10, 13 och 16) har det varit möjligt att studera koncentrationsförändringarna i blåstång mellan 1992 och 1997.

4.1.1 Tungmetaller

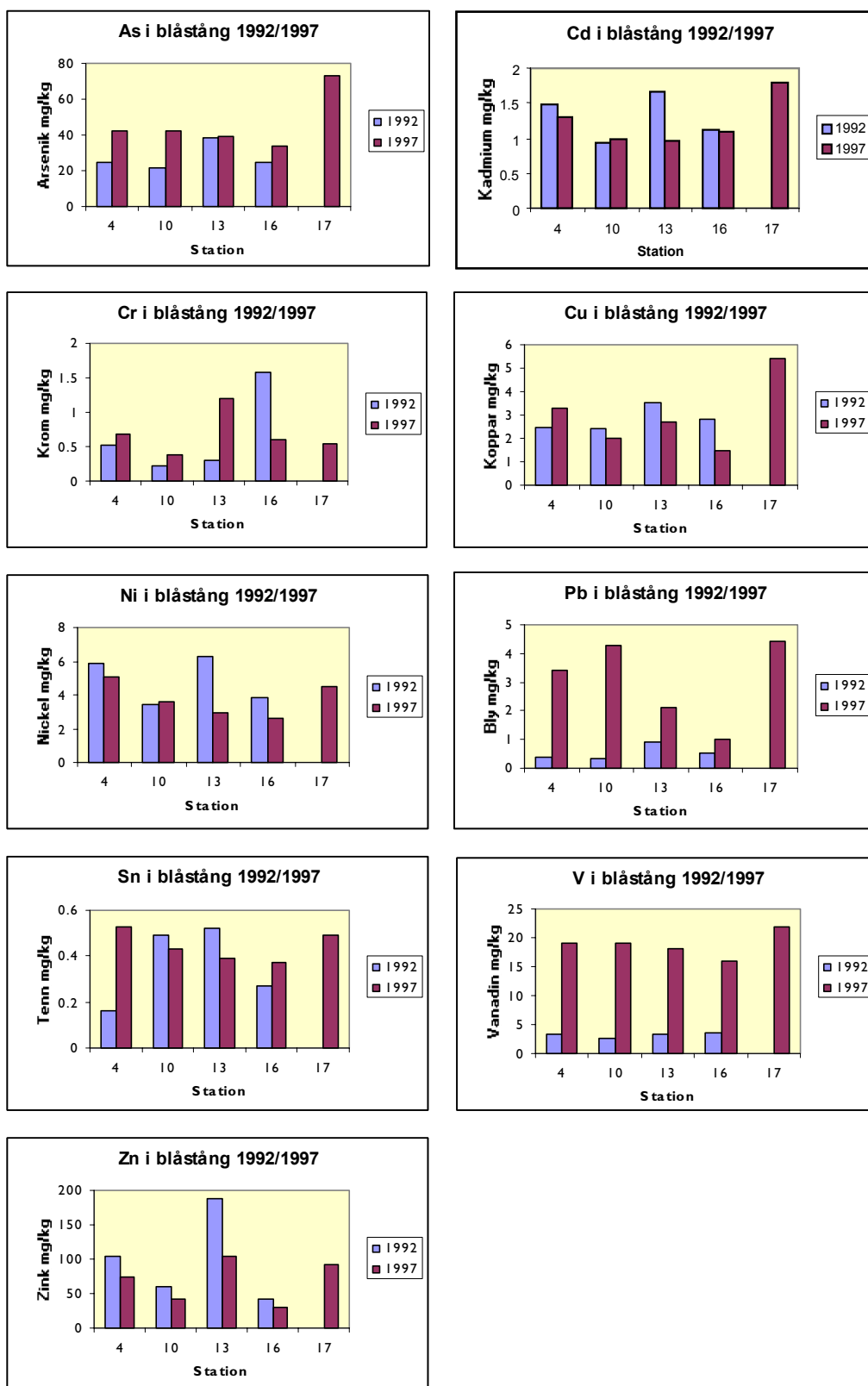
Analysresultaten från de två undersökningstillfällena 1992 och 1997 redovisas för varje station i tabell 4. Halten av kvicksilver (Hg) låg såväl 1992 som 1997 under detektionsgränsen på samtliga stationer. Detta var även fallet för tenn (Sn) 1997. I det senare fallet beror det på att en betydligt högre detektionsgräns valts av laboratoriet vid analys av materialet från 1997. I tabell 5 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive metall och år.

Tabell 4. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992 och 1997. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992 and 1997. Line (-) = not analysed.*

Station	År	Al mg/kg ts	As mg/kg ts	Cd mg/kg ts	Cr mg/kg ts	Cu mg/kg ts	Hg mg/kg ts	Ni mg/kg ts	Pb mg/kg ts	Sn mg/kg ts	V mg/kg ts	Zn mg/kg ts
2	1992	451	27.8	0.97	1.74	9.02	<0.14	10.4	1.86	0.14	5.9	298
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1992	25	25	1.49	0.53	2.45	<0.11	5.85	0.37	0.16	3.24	105
	1997	-	42	1.3	0.68	3.3	<0.1	5.1	3.4	<0.53	19	74
10	1992	41.5	21.9	0.93	0.22	2.4	<0.1	3.39	0.33	0.49	2.68	60.1
	1997	-	42	0.99	<0.39	2	<0.09	3.6	4.3	<0.43	19	43
12	1992	206	21.3	1.3	1.38	3.5	<0.13	4.38	3.3	0.13	5.06	70.6
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1992	34.2	38.5	1.67	0.31	3.51	<0.1	6.25	0.89	0.52	3.23	189
	1997	-	39	0.98	1.2	2.7	<0.08	2.9	2.1	<0.39	18	105
16	1992	17.2	24.7	1.13	1.59	2.85	<0.1	3.82	0.53	0.27	3.6	41.4
	1997	-	34	1.1	0.6	1.5	<0.07	2.6	1	<0.37	16	31
17	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	73	1.8	0.54	5.4	<0.1	4.5	4.4	<0.49	22	93

Tabell 5. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller och tennorganiska föreningar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992 och 1997. *Range and means (mg/kg dw) of metals and organic tin compounds in bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992 and 1997.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medel- Värde mg/kg ts	Median- Värde mg/kg ts	Standard- avvikelse mg/kg ts
Al	1992	6	17-451	129	38	172
As	1992	6	21-39	27	25	6.3
	1997	5	34-73	46	42	15
Cd	1992	6	0.93-1.7	1.2	1.2	0.29
	1997	5	0.98-1.8	1.2	1.1	0.34
Cr	1992	6	0.31-1.7	0.96	0.96	0.68
	1997	5	<0.39-1.2	0.68	0.6	0.31
Cu	1992	6	2.4-9.0	4	3.2	2.5
	1997	5	1.5-5.4	3	2.7	1.5
Hg	1992	6	<0.1	-	-	-
	1997	5	<0.07	-	-	-
Ni	1992	6	3.4-10	5.7	5.1	2.6
	1997	5	2.6-5.1	3.7	3.6	1.1
Pb	1992	6	0.33-1.9	1.4	0.89	1.2
	1997	5	1-4.4	3	3.4	1.5
Sn	1992	6	0.13-0.52	0.29	0.22	0.18
	1997	5	<0.37	-	-	-
V	1992	6	2.7-5.9	4	3.4	1.2
	1997	5	16-22	19	19	2.2
Zn	1992	6	41-300	115	124	33
	1997	5	31-105	69	74	32
Dibutyl-Sn	1992	4	n.d.	-	-	-
	1997	5	<0.005-0.086	0.021	0.005	0.036
Tributyl-Sn	1992	4	0.022-0.035	0.027	0.026	0.0059
	1997	5	0.005-0.042	0.021	0.008	0.019



Figur 5. Koncentrationen av några tungmetaller (mg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992 och 1997. *The concentration of some heavy metals (mg/kg dw) in bladder wrack (Fucus vesiculosus) at each station along the Bohus Coast in 1992 and 1997 respectively.*

Resultatet av trendanalysen illustreras i histogrammen i figur 5. Dessa visar på en ökning av framförallt vanadin (V) och bly (Pb) men också av arsenik (As) på samtliga stationer mellan 1992 och 1997. Detta gäller även för krom (Cr) med undantag för station 16 där en minskning skett. Koncentrationen av zink (Zn) har minskat på alla stationer, medan nickel (Ni) och koppar (Cu) har minskat på tre av fyra stationer. Tenn (Sn) varierar lika mycket åt båda hållen men osäkerheten är stor till följd av att detektionsgränsen 1997 låg över motsvarande gräns 1992. För kadmium (Cd) kan förhållandena betraktas som mer eller mindre konstant med undantag för station 13 där en kraftig minskning skett.

Den sammanlagda tendensen (tabell 5) tyder på en generell minskning av flertalet metaller medan halterna av As, Pb och V ökat i blåstång. Halten av Cd är mer eller mindre oförändrad. Den kraftiga ökningen för V och Pb är dock anmärkningsvärd och svår att förstå då en motsvarande ökad förbrukning i samhället inte är känd. Skillnader i analysteknik kan inte uteslutas som en möjlig orsak till den kraftiga ökningen.

Vid en jämförelse mellan stationerna kan konstateras att belastningen varierar dem emellan beroende på vilken metall som avses. En tendens finns dock till att station 17 (Byttelocket vid Kungshamn) och station 4 (Danafjord utanför Göteborg) uppvisar de högsta halterna i blåstång 1997. Undantag är Cr och Zn i Brofjorden (station 13) och Pb utanför Stenungsund (station 10).

4.1.2 Tennorganiska föreningar

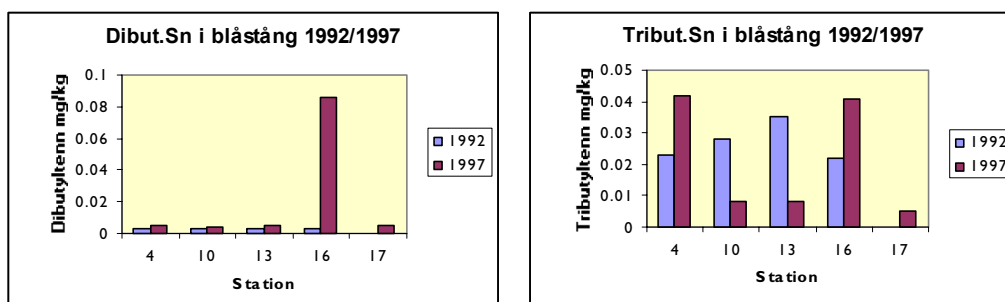
Analysresultaten från de två undersökningstillfällena 1992 och 1997 redovisas för varje station i tabell 6. Tennorganiska föreningar studerades på fyra respektive fem stationer 1992 och 1997. Dibutyltenn (DBT) detekterades inte på någon station 1992 men väl 1997. Tributyltenn (TBT) kunde konstateras i blåstång vid båda undersökningstillfällena. I tabell 5 redovisas medelvärden,

Tabell 6. Koncentrationen (mg/kg ts) av organiska tennföreningar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992 och 1997. Streck (-) = ej analyserat, n.d. = ej detekterat. *The concentration (mg/kg dw) of organic tin compounds in bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992 and 1997. Line (-) = not analysed, n.d. = not detected.*

Station	År	Dibutyltenn mg/kg ts	Tributyltenn mg/kg ts
4	1992	n.d.	0.023
	1997	0.005	0.042
10	1992	n.d.	0.028
	1997	0.004	0.008
13	1992	n.d.	0.035
	1997	<0.005	0.008
16	1992	n.d.	0.022
	1997	0.086	0.041
17	1992	n.d.	-
	1997	<0.005	0.005

medianvärden, standard-avvikelse och spridning för respektive tennorganisk förening och år.

Förändringarna mellan de två undersökningstillfällena i halten av organiska tennföreningar illustreras i histogrammen i figur 6. Resultaten visar att halten av DBT är mer eller mindre oförändrat låg (under eller mycket nära detektionsgränsen) mellan 1992 och 1997 med undantag för station 16 där en kraftig ökning kan noteras.



Figur 6. Koncentrationen av några organiska tennföreningar (mg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992 och 1997. *The concentration of some organic tin compounds (mg/kg dw) in bladder wrack (Fucus vesiculosus) at each station along the Bohus Coast in 1992 and 1997 respectively.*

Halten av TBT har däremot minskat kraftigt på två stationer och ökat kraftigt på två andra stationer. I det senare fallen rör det sig om Danafjord (station 4) och Kosterfjorden (station 16) som 1997 uppvisade de högsta halterna i blåstång. Trenden är inte uppenbar för dessa tennorganiska föreningar och kan inte direkt sättas i samband med motsvarande ökning av t ex antalet småbåtar och de med dessa sammankopplade användningen av båtbottnfärger innehållande tennorganiska föreningar.

4.1.3 Halogenerat organiskt material

Extraherbara organiskt bundna halogenföreningar (EOX), extraherbart organiskt bundet klor (EOCl) och brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och brom (EPOBr) undersöktes i blåstång enbart 1992. Analysresultaten redovisas i tabell 7. I tabell 8 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Den högsta halten av EOX noterades i Kosterfjorden (station 16) och den högsta halten av EOCl utanför Göteborg och i Saltkällefjorden. Höga halter av EOCl har även noterats i sedimenten i Saltkällefjorden (Cato 1992, 1997). EPOCl låg under detektionsgränsen på samtliga stationer.

De högsta halterna av EOBr och EPOBr noterades utanför Göteborg (station 2 och 4), i Brofjorden (station 13) och i Kosterfjorden (station 16).

Tabell 7. Koncentrationen (mg/kg ts) av extraherbart organiskt bundna halogenföreningar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *The concentration (mg/kg dw) of extractable organically combined halogen compounds in bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992.*

Station	År	EOX mg/kg ts	EOCl mg/kg ts	EPOCl mg/kg ts	EOBr mg/kg ts	EPOBr mg/kg ts
2	1992	5.55	3.9	<0.03	4.9	0.4
4	1992	11.7	<0.03	<0.03	4.3	0.23
10	1992	8.74	0.03	<0.03	4.9	0.2
12	1992	11.9	3.5	0.03	3.5	0.26
13	1992	15.6	3	<0.03	3.7	0.23
16	1992	15.1	<0.03	<0.03	5.9	0.3

Tabell 8. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för extraherbart organiskt bundna halogenföreningar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *Range and means (mg/kg dw) of extractable organically combined halogen compounds in bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg ts	Medel- värde µg/kg ts	Median- värde µg/kg ts	Standard- avvikelse µg/kg ts
EOX	1992	6	5.6-15.1	11	12	3.8
EOCl	1992	6	<0.03-3.9	1.7	1.5	1.9
EPOCl	1992	6	<0.03	-	-	-
EOBr	1992	6	3.5-5.9	4.5	4.6	0.89
EPOBr	1992	6	0.2-0.4	0.27	0.25	0.072

4.1.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten

Inga bicykliska aromater och polyaromatiska kolväten (PAH) kunde påvisas i blåstång 1992. Detektionsgränsen låg mellan 0.005 och 0.02 mg/kg ts. Vid 1997 års undersökningar låg detektionsgränsen lägre vilket resulterade i att tre bicykliska föreningar (naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen) och fyra PAH-föreningar (fenantren, antracen, fluoranten och pyren) kunde påvisas i små mängder. Analysresultaten redovisas i tabell 9. I tabell 10 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

De högsta halterna 1997 återfanns i blåstång från Brofjorden (station 13). Stationen ligger nära AB Scanraffs produkthamn.

4.1.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensen

Polyklorerade bifenyler (Dutch-7 PCB) kunde ej påvisas i halter över detektionsgränsen i blåstång vid 1992 och 1997 års undersökningar. Detektionsgränsen för analyserna 1992 låg på 1 µg/kg våtvikt och 1997 betydligt lägre ca 0.1 µg/kg våtvikt.

Hexaklorbensen (HCB) undersöktes endast 1992. Även i detta fall låg halterna under detektionsgränsen (0.3 µg/kg våtvikt). Höga HCB-halter noterades i se-

Tabell 9. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av bicykliska och polyaromatiska kolväten i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1997. *The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbons in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1997.*

Station	År	Naftalen $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	2-metyl- naftalen $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	1-metyl- naftalen $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Summa bicykl. $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Fenan- tren $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Antra- cen $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Fluor- anten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Pyren $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Sum PAH $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
4	1997	14	11	3	28	13	<1	3	<1	16
10	1997	20	9	3	32	12	12	4	4	31
13	1997	22	9	4	35	6	38	<1	<1	44
16	1997	<1	<1	<1	-	8	<1	11	7	26
17	1997	18	11	5	34	7	6	2	<1	15

Tabell 10. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för bicykliska och polyaromatiska kolväten i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1997. *Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbons in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1997.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medel- värde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Median- värde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standard- avvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
Naftalen	1997	5	<1-22	15	18	8.4
2-metyl-naftalen	1997	5	<1-11	8.2	9	4.1
1-metyl-naftalen	1997	5	<1-5	3.2	3	1.5
Summa bicykl.	1997	5	28-35	32	33	3.1
Fenantren	1997	5	6-13	9.2	8	3.1
Antracen	1997	5	<1-38	12	6	15
Fluoranten	1997	5	<1-11	4.2	3	4
Pyren	1997	5	<1-7	2.8	1	2.7
Sum PAH	1997	5	15-44	26	26	12

diment utanför Stenungsund 1990 och 1995 (Cato 1992, 1997), men har således inte konstaterats i blåstång 1992.

4.1.6 Diklordifenyltrikloreten

Varken pestiden diklordifenyltrikloreten (p,p-DDT, p,o-DDT) eller dess metaboliter p,p-DDE och p,p-DDD kunde påvisas i blåstång 1992 med undantag för spår under detektionsgränsen ($1 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt) av p,o-DDT på station 2 (Skalkorgarna). DDT undersöktes inte i blåstång 1997.

4.1.7 Klorerade aromater

Inga klorerade aromater (klorbensen, 1,2-diklorbensen, 1,3-diklorbensen, 1,4-diklorbensen, 1,2,4-triklorbensen, pentaklorbensen och oktaklorstyren) kunde påvisas i blåstång 1992. Detektionsgränsen låg mellan 6 och $7 \mu\text{g}/\text{kg ts}$ utom för oktaklorstyren där den låg något lägre; mellan 1 och $2 \mu\text{g}/\text{kg ts}$. Klorerade aromater undersöktes inte i blåstång 1997.

Förhöjda halter av pentaklorbensen i sediment noterades 1990 utanför Stenungsund och Göteborg och av oktaklorstyren i Kosterfjorden (Cato 1992).

4.1.8 Halogenerade alifater

Av de halogenerade alifaterna (diklormetan, kloroform, 1,1,1-trikloreten, 1,1,2-trikloreten, trikloreten, tetrakloreten, bromdiklormetan, dibromklormetan, bromoform och koltetraklorid) detekterades 1992 i blåstång; kloroform på stationerna 12 (Saltkällefjorden) och 16 (Kosterfjorden), 1,1,1-trikloreten på stationerna 4 (Danafjord) och 10 (Stenungsund), bromdiklormetan på stationerna 4 (Danafjord), 12 (Saltkällefjorden), 13 (Brofjorden) och 16 (Kosterfjorden), koltetraklorid på station 16, medan dibromklormetan och bromoform detekterades på samtliga stationer. Analysresultaten redovisas i tabell 11. I tabell 12 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Noterbart är att fem halogenerade alifater påträffades i Kosterfjorden, fyra i respektive Danafjord och Saltkällefjorden samt tre utanför Stenungsund och i Brofjorden. Blåstången i Kosterfjorden uppvisade de högsta halterna av dibromklormetan, bromoform och koltetraklorid, Saltkällefjorden de högsta halterna av kloroform och bromdiklormetan medan den högsta halten av 1,1,1-trikloreten påträffades utanför Stenungsund. Halterna låg mellan 6 och 40 gånger över detektionsgränsen på dessa stationer samtidigt som föreningarna inte kunde påvisas på flera stationer, dvs halterna låg där under detektionsgränsen. Referensvärden saknas.

Halogenerade alifater undersöktes inte i blåstång 1997, men väl i sedimenten 1995. I sedimentundersökningen detekterades kloroform på alla stationer och trikloreten på tre och tetrakloreten på 7 av totalt 12 stationer. De två sistnämnda föreningarna kunde som ovan nämnts inte påvisas i blåstång 1992.

Tabell 11. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av halogenerade alifater i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of halogenated aliphates in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1992.*

Station	År	Diklor- metan $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Kloro- form $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	1,1,1tri- kloreten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	1,1,2tri- kloreten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Tri- klor- eten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Tetra- kloreten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Brom- diklor- metan $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Dibrom- klor- metan $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Bromo- form $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Kol- tetra- klorid $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
2	1992	<6.9	<0.07	<0.69	<0.69	<0.69	<0.69	<0.07	0.12	1.34	<0.07
4	1992	<5.3	<0.05	<0.53	<0.53	<0.53	<0.53	0.22	1.34	1.5	<0.05
10	1992	<5.5	<0.05	3.22	<0.55	<0.55	<0.55	<0.55	0.05	1.75	<0.05
12	1992	<6.3	2.05	<0.63	<0.63	<0.63	<0.63	1.36	<0.06	0.46	<0.06
13	1992	<5.2	<0.05	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	0.07	0.11	1.75	<0.05
16	1992	<5.4	1.87	<0.54	<0.54	<0.54	<0.54	0.12	0.15	3.79	0.9

4.1.9 Monocykliska aromater

Av de monocykliska aromaterna (bensen, toluen, etylbensen, m,p-xylen, o-xylen och styren) som undersöktes i blåstång 1992 detekterades samtliga föreningar i Göteborgsområdet (stationerna 2 och 4), alla utom styren i Stenungsundsområdet (station 10) och alla utom bensen och styren i Kosterfjorden (station 16). I Saltkällefjorden och Brofjorden detekterades m,p-xylen och

Tabell 12. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g/kg ts}$) för halogenerade alifater i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *Range and means ($\mu\text{g/kg dw}$) of halogenated aliphates in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1992.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g/kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g/kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g/kg ts}$	standardavvikelse $\mu\text{g/kg ts}$
Diklormetan	1992	6	<5.2	-	-	-
Kloroform	1992	6	<0.05-2.1	0.69	0.06	0.98
1,1,1-triklorethan	1992	6	<0.5-3.2	-	-	-
1,1,2-triklorethan	1992	6	<0.5	-	-	-
Trikloretan	1992	6	<0.5	-	-	-
Tetraklorethan	1992	6	<0.5	-	-	-
Bromdiklormetan	1992	6	<0.05-1.4	0.4	0.17	0.5
Dibromklormetan	1992	6	<0.06-0.15	0.31	0.12	0.51
Bromoform	1992	6	0.46-3.8	1.8	1.6	1.1
Koltetraklorid	1992	6	<0.05-0.9	-	-	-

styren samt i Brofjorden även bensen. De högsta halterna påträffades i Göteborgsområdet och i Kosterfjorden där halterna låg mellan 4 och 9 gånger över detektionsgränsen. Referensvärden saknas. Analysresultaten redovisas i tabell 13. I tabell 14 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Monocykliska aromater undersöktes inte i blåstång 1997, men väl i sedimenten 1995. I sedimenten detekterades bensen, toluen och summa etylbensener och xylener på samtliga 12 stationer.

Tabell 13. Koncentrationen ($\mu\text{g/kg ts}$) av monocykliska aromater i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *The concentration ($\mu\text{g/kg dw}$) of monocyclic aromates in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1992.*

Station	År	Bensen $\mu\text{g/kg ts}$	Toluen $\mu\text{g/kg ts}$	Etylbensen $\mu\text{g/kg ts}$	m,p-xylen $\mu\text{g/kg ts}$	o-xylen $\mu\text{g/kg ts}$	Styren $\mu\text{g/kg ts}$
2	1992	9.72	3.47	9.03	4.58	9.7	27.1
4	1992	<2.7	6.38	4.78	14.9	5.9	7.98
10	1992	2.73	3.82	4.37	7.65	3.1	<2.7
12	1992	<3.13	<3.13	<3.13	3.75	<3.13	5.63
13	1992	1.88	<2.6	<2.6	3.67	<2.6	3.12
16	1992	<2.69	9.68	6.99	20.97	10.22	<2.69

Tabell 14. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g/kg ts}$) för monocykliska aromater i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *Range and means ($\mu\text{g/kg dw}$) of monocyclic aromates in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1992.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g/kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g/kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g/kg ts}$	standardavvikelse $\mu\text{g/kg ts}$
Bensen	1992	6	<2.7-9.7	3.8	2.7	2.9
Toluen	1992	6	<2.6-9.7	4.8	3.6	2.7
Etylbensen	1992	6	<2.6-9	5.2	4.6	2.4
m,p-xylen	1992	6	3.7-21	9.3	6.1	7.1
o-xylen	1992	6	<2.6-10	5.8	4.5	3.4
styren	1992	6	<2.7-27	8.2	4.4	9.5

4.1.10 Ftalater

Sex mjukgörare av typen ftalater (dimetylftalat, dibutylftalat, dietylftalat, dietylhexylftalat, dioktylftalat och butylbenzylftalat) undersöktes i blåstång 1992. Av dessa kunde dimetylftalat detekteras på samtliga stationer, dibutylftalat på alla stationer utom en (Danafjord), dietylftalat på alla utom två stationer (Skalkorgarna och Saltkällefjorden), dietylhexylftalat också på alla utom två stationer (Skalkorgarna och Danafjord) samt även dioktylftalat på alla utom två stationer (Skalkorgarna och Saltkällefjorden), medan butylbenzylftalat inte kunde detekteras på någon station. Analysresultaten redovisas i tabell 15. I tabell 16 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

De högsta halterna påträffades utanför Stenungsund och i Kosterfjorden med undantag för dietylhexylftalat i Brofjorden och dioktylftalat i Danafjord. Halterna låg mellan 3 och 7 gånger högre än detektionsgränsen. Referensvärden saknas.

Ftalater undersöktes inte i blåstång 1997, men väl i sediment 1995 (Cato 1997). I sedimenten detekterades dibutylftalat, dietylhexylftalat och butylbensylftalat i Havstensfjord och Byfjorden samt dietylhexylftalat vid Skalkorgarna utanför Göteborg. Sedimentstudierna antydde att ftalaterna kunde härröra från Stenungsundsområdet från vilket de transporterats norrut med det dominerande nordgående strömsystemet. Halterna i blåstång styrker detta antagande.

Tabell 15. Koncentrationen (mg/kg ts) av ftalater i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *The concentration of phtalates in bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992.*

Station	År	Dimetylftalat mg/kg ts	Dibutylftalat mg/kg ts	Dietylftalat mg/kg ts	Dietylhexylftalat mg/kg ts	Dioktylftalat mg/kg ts	Butylbensylftalat mg/kg ts
2	1992	1.17	2.91	<1.25	<1.39	<1.67	<1.67
4	1992	7.98	<1.06	1.7	<1.06	4.68	<1.27
10	1992	12.6	3.93	4.04	1.26	2.3	<1.31
12	1992	4.19	3.13	<1.12	1.31	<1.5	<1.5
13	1992	3.02	2.03	0.93	2.5	1.67	<1.25
16	1992	12.4	1.72	6.99	1.52	3.6	<1.29

Tabell 16. Spridning och medelvärden för ftalater i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992. *Range and means(mg/kg dw) of phtalates in bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medel-Värde mg/kg ts	Median-Värde mg/kg ts	standard-avvikelse mg/kg ts
Dimetylftalat	1992	6	1.2-13	6.9	6.1	4.9
Dibutylftalat	1992	6	<1.1-3.9	2.5	2.5	1
Dietylftalat	1992	6	<1.1-7	2.7	1.5	2.4
Dietylhexylftalat	1992	6	<1.1-2.5	1.5	1.4	0.5
Dioktylftalat	1992	6	<1.5-4.7	2.6	2	1.3
Butylbensylftalat	1992	6	<1.3	-	-	-

4.1.11 Fenoler, kresol, katekoler och guajakoler

Klorerade fenoler (2,4-diklorfenol, 2,4,6-triklorfenol, 2,3,5-triklorfenol, pentaklorfenol, 4,5-diklorguajakol, 3,4,5-triklorguajakol, 4,5,6-triklorguajakol, tetraklorguajakol, 4,5-diklorkatekol, 3,4,5-triklorkatekol och tetraklorkatekol) och icke klorerade fenoler (fenol, kresol, guajakol, dimetylfenol och trimetylfenol) undersöktes men kunde inte påvisas i blåstång 1992. Detektionsgränsen varierade för de klorerade ämnena mellan 0.3 till 2 µg/kg ts och för de icke klorerade ämnena låg detektionsgränsen på 0.2 mg/kg ts med undantag för fenol där detektionsgränsen var 3 mg/kg ts.

Undersökningarna upprepades inte 1997.

4.2 Miljögifter i tånglake

Analysresultaten från 1993 och 1998 års undersökningar av tånglake redovisas i tabellerna 18-33. Den första undersökningsomgången omfattade ett betydligt större antal föreningar än i den senare omgången 1998 (tabellerna 21-33), vilket bl a förklaras av att flertalet eller alla föreningar i vissa ämnesgrupper inte kunde påvisas eller låg under eller mycket nära detektionsgränsen vid det första undersökningstillfället 1993. Analyser av dessa föreningar upprepades därför inte vid 1998 års undersökningar. Vilka specifika ämnen det gäller framgår av tabell 17.

Tabell 17. Analyserade miljögifter i tånglake (*Zoarces viviparus*) från Bohuskusten 1993 och 1998. Stjärna (*) markerar vad som analyserats respektive år. *Toxic element and substances analysed in eel-pout (Zoarces viviparus) collected at the Bohus Coast in 1993 and 1998.*

Ämnesgrupper analyserade i tånglake	Specifikation	1993	1998
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	*	*
Tennorganiska föreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn	*	*
Extraherbart org. Klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EObR, EPOBr	*	
Polyaromatiska kolväten	16 PAH	*	*
Polyklorerade bifenyler	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*
Diklordifenyltrikloretan	p,p-DDT, p,p-DDE, p,p-DDD, o,p-DDT	*	
Hexaklorbensen	HCB	*	
Klorerade aromater	7 klorbensener	*	
Halogenerade alifater	10 halogenerade alifater	*	
Monocykliska aromater	6 monocykliska aromater	*	
Bicykliska aromater	5 bicykliska aromater	*	
Ftalater	6 ftalater	*	
Fenoler	12 klorerade -, 5 icke klorerade fenoler	*	

Tånglake fångades 1993 på stationerna 2, 4, 10, 12, 13 och 16 och 1998 på stationerna 4, 10, 13, 16 och 17. Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns för alla stationer. Detta gäller också för de ämnesgrupper som enbart analyserats vid det ena undersökningstillfället.

För de metaller och organiska föreningar som analyserats vid båda undersökningstillfällena på en och samma station (4, 10, 13 och 16) har det varit möjligt att studera koncentrationsförändringarna i tånglakefilé mellan 1993 och 1998.

4.2.1 Tungmetaller

Analysresultaten från de två undersökningstillfällena 1993 och 1998 redovisas för varje station i tabell 18. I tabell 19 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive metall och år. Halten av tenn (Sn) låg såväl 1993 som 1998 under detektionsgränsen (0.5 mg/kg ts) på samtliga stationer. Detsamma gällde för kadmium (Cd) och vanadin 1998. I dessa fall låg detektionsgränsen på 0.02 respektive 0.05 mg/kg.

Resultatet av trendanalysen illustreras i histogrammen i figur 7. Denna visar på en kraftig ökning av arsenik (As), kadmium (Cd) och nickel (Ni) på samtliga stationer mellan 1993 och 1998 med undatag för Cd på station 13 där halten är oförändrad. Koppar (Cu) och krom (Cr) har ökat på stationerna 10 (Stenungsund) och 16 (Kosterfjorden) men minskat eller är oförändrad på de övriga stationerna (4 och 13). Halterna av bly (Pb) och vanadin (V) har minskat kraftigt på samtliga stationer medan den är mer eller mindre oförändrad för tenn (Sn) och zink (Zn) mellan 1993 och 1998. Minskningen av kvicksilver (Hg) är bara reell på stationerna 4 (Danafjord) och 10 (Stenungsund). I övrigt beror förändringen i histogrammet på att detektionsgränsen sänkts i analysen mellan 1993 och 1998.

Tabell 18. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993 och 1998. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast in 1993 and 1998. Line (-) = not analysed.*

Station	År	Al mg/kg ts	As mg/kg ts	Cd mg/kg ts	Cr mg/kg ts	Cu mg/kg ts	Hg mg/kg ts	Ni mg/kg ts	Pb mg/kg ts	Sn mg/kg ts	V mg/kg ts	Zn mg/kg ts
2	1993	1.33	0.27	0.03	0.27	7.11	0.8	0.36	0.13	<0.4	2	57.8
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1993	1.55	0.45	0.02	0.41	3.64	0.55	0.64	0.27	<0.5	1.5	54.6
	1998	-	9.3	<0.03	0.10	1.8	0.28	1.7	0.06	<0.49	<0.49	59
10	1993	0.83	0.13	0.004	0.22	1.66	<0.44	0.31	0.13	<0.4	1.13	52.4
	1998	-	5.3	<0.02	0.53	2.8	0.11	3.7	<0.05	<0.48	<0.48	58
12	1993	4.52	0.27	0.009	0.22	0.63	<0.45	0.41	0.23	<0.5	1.72	49.8
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1993	4.06	0.31	0.02	0.42	1.14	<0.52	1.95	0.63	<0.5	1.98	67.7
	1998	-	13	<0.02	0.14	1.2	<0.10	2.3	0.06	<0.49	<0.49	56
16	1993	3.03	0.28	0.01	0.28	0.79	<0.47	1	0.37	<0.5	1.59	60.7
	1998	-	3.9	<0.02	0.31	4.1	<0.09	4.6	0.10	<0.46	<0.46	53
17	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1998	-	5.6	<0.02	0.31	1.2	<0.09	2.2	0.07	<0.47	<0.47	54

Den sammanlagda tendensen tyder på en generell minskning av koncentrationen för flera metaller (Hg, Pb, V och till del Cr). Halterna för Sn och Zn är oförändrade medan halterna av As, Cd, Cu och Ni ökat i tånglake mellan 1993 och 1998. Koncentrationen av Hg, Sn, Cd, Pb och V ligger 1998 dock under detektionsgränsen för respektive metall.

Vid en jämförelse mellan stationerna kan konstateras att belastningen varierar dem emellan beroende på vilken metall som avses. Ingen station kan betraktas som generellt metallkontaminerad om man utgår ifrån halterna i tånglake.

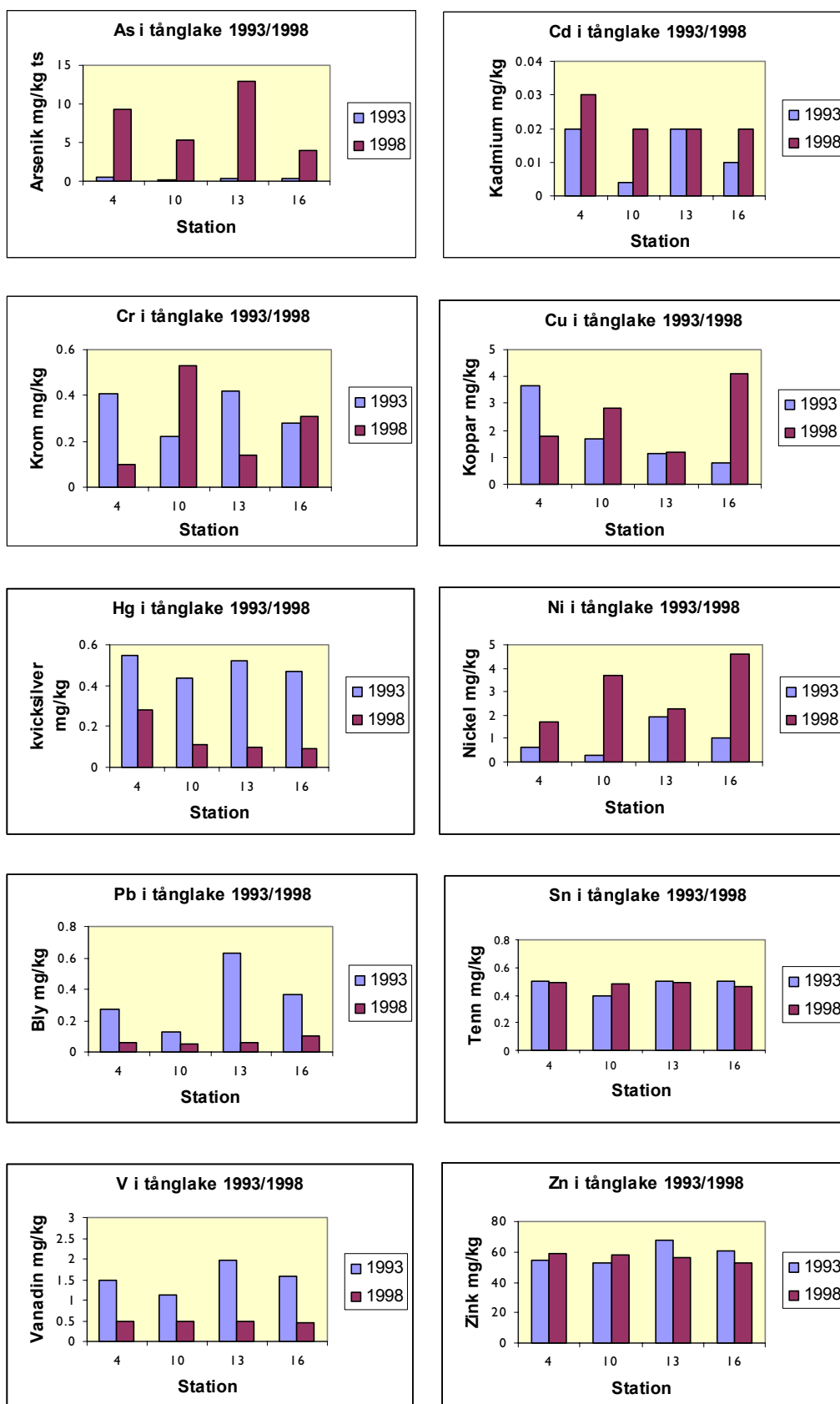
Tabell 19. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller och tennorganiska föreningar i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993 och 1998. *Range and means (mg/kg dw) of metals and organic tin compounds in eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast in 1993 and 1998.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medel-Värde mg/kg ts	Median-Värde mg/kg ts	standard-avvikelse mg/kg ts
Al	1993	6	0.83-4.5	2.6	2.3	1.5
As	1993	6	0.13-0.45	0.29	0.28	0.1
	1998	5	3.9-13	7.5	5.6	3.7
Cd	1993	6	0.004-0.03	0.016	0.015	0.0095
	1998	5	<0.02	-	-	-
Cr	1993	6	0.22-0.42	0.3	0.28	0.09
	1998	5	0.1-0.53	0.28	0.31	0.17
Cu	1993	6	0.63-7.1	2.5	1.4	2.5
	1998	5	1.2-4.1	2.2	1.8	1.2
Hg	1993	6	<0.44-0.8	0.54	0.5	0.13
	1998	5	<0.09-0.28	0.13	0.1	0.082
Ni	1993	6	0.31-2	0.78	0.53	0.63
	1998	5	1.7-4.6	2.9	2.3	1.2
Pb	1993	6	0.23-0.63	0.29	0.25	0.19
	1998	5	<0.05-0.1	0.068	0.06	0.019
Sn	1993	6	<0.4	-	-	-
	1998	5	<0.46	-	-	-
V	1993	6	1.1-2	1.7	1.7	0.33
	1998	5	<0.46	-	-	-
Zn	1993	6	50-68	57	56	6.5
	1998	5	53-59	56	56	2.5
Dibutyl-Sn	1993	4	0.004-0.009	0.0058	0.005	0.0022
	1998	5	<0.005-0.007	0.0054	0.005	0.00089
Tributyl-Sn	1993	4	0.017-0.045	0.029	0.028	0.014
	1998	5	<0.005-0.022	0.01	0.008	0.0070

4.2.2 Tennorganiska föreningar

Analysresultaten från de två undersökningstillfällena 1993 och 1998 redovisas för varje station i tabell 20. I tabell 19 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive tennorganisk förening och år.

Tennorganiska föreningar studerades på fyra respektive fem stationer 1993 och 1998. Dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) detekterades på samtliga stationer 1993 men endast på en respektive tre stationer 1998.



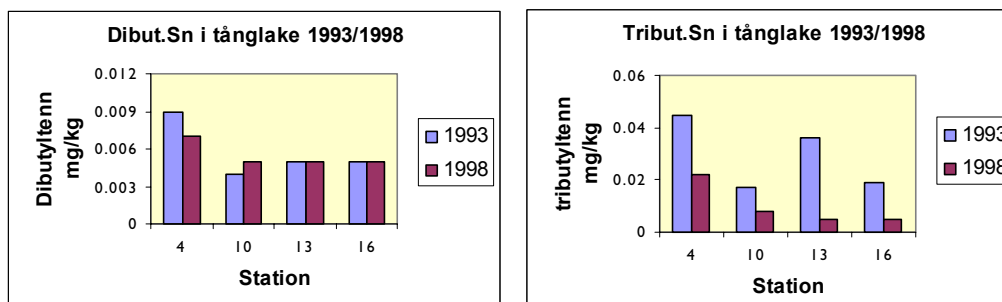
Figur 7. Koncentrationen av några tungmetaller (mg/kg ts) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1993 och 1998. *The concentration of some heavy metals (mg/kg dw) in eel-pout (Zoarces viviparus) at each station along the Bohus Coast in 1993 and 1998 respectively.*

Tabell 20. Koncentrationen (mg/kg ts) av organiska tennföreningar i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993 och 1998. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of organic tin compounds in eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast in 1993 and 1998. Line (-) = not analysed.*

Station	År	Dibutyltenn mg/kg ts	Tributyltenn mg/kg ts
4	1993	0.009	0.045
	1998	0.007	0.022
10	1993	0.004	0.017
	1998	<0.005	0.008
13	1993	0.005	0.036
	1998	<0.005	0.010
16	1993	0.005	0.019
	1998	<0.005	<0.005
17	1993	-	-
	1998	<0.005	<0.005

Förändringar i halten av organiska tennföreningar mellan undersökningstillfällena illustreras i histogrammen i figur 8. Resultaten visar att halten av dibutyltenn är mer eller mindre oförändrat låg (under eller mycket nära detektionsgränsen) mellan 1993 och 1998.

Halten av tributyltenn har under samma tid minskat kraftigt på samtliga stationer.



Figur 8. Koncentrationen av några organiska tennföreningar (mg/kg ts) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1993 och 1998. *The concentration of some organic tin compounds (mg/kg dw) in eel-pout (Zoarces viviparus) at each station along the Bohus Coast in 1993 and 1998 respectively.*

4.2.3 Halogenerat organiskt material

Extraherbara organiskt bundna halogenföreningar (EOX), extraherbart organiskt bundet klor (EOCl) och brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och brom (EPOBr) undersöktes i tånglake enbart 1993. Analysresultaten redovisas i tabell 21. I tabell 22 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Den högsta halten av EOX noterades vid Skalkorgarna (station 2) och den högsta halten av EOCl i Danafjorden (station 4). Höga halter av EOCl har även noterats i sedimenten vid Älvsborgsbron (Cato 1992). Halten av EPOCl låg under detektionsgränsen på samtliga stationer utom i Danafjord och Kosterfjorden (station 16).

Tabell 21. Koncentrationen (mg/kg ts) av extraherbara organiskt bundna halogenföreningar i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *The concentration (mg/kg dw) of extractable organically combined halogen compounds in eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast in 1993.*

Station	År	EOX mg/kg ts	EOCl mg/kg ts	EPOCl mg/kg ts	EOBr mg/kg ts	EPOBr mg/kg ts
2	1993	11	3.1	<0.7	1.1	<0.5
4	1993	4	5.8	1.1	1.5	<0.5
10	1993	4.3	4	<0.7	0.54	<0.5
12	1993	4.2	2.9	<0.7	2.8	<0.5
13	1993	1.5	2.2	<0.7	0.76	<0.5
16	1993	4.3	4.8	1.3	1.0	<0.5

Tabell 22. Spridning och medelvärden för extraherbara organiskt bundna halogenföreningar i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *Range and means of extractable organically combined halogen compounds in eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast in 1993.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg ts	Medel- värde µg/kg ts	Median- värde µg/kg ts	standard- avvikelse µg/kg ts
EOX	1993	6	1.5-11	4.9	4.3	3.2
EOCl	1993	6	2.2-5.8	3.8	3.6	1.3
EPOCl	1993	6	<0.7-1.3	0.87	0.7	0.27
EOBr	1993	6	0.54-2.8	1.3	1.1	0.81
EPOBr	1993	6	0.2-0.4			

De högsta halterna av EOBr noterades utanför Göteborg i Saltkällefjorden och Kosterfjorden, medan halten av EPOBr låg under detektionsgränsen på samtliga stationer.

4.2.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten

Inga bicykliska aromater och polyaromatiska kolväten (PAH) kunde påvisas i tånglake 1993. Detektionsgränsen låg mellan 0.005 och 0.02 mg/kg ts. Vid 1998 års undersökningar låg detektionsgränsen lägre vilket resulterade i att tre bicykliska föreningar (naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen) och fyra PAH-föreningar (fluoren, fenantren, fluoranten och pyren) kunde påvisas i små mängder. Analysresultaten redovisas i tabell 23.

I tabell 24 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Den högsta halten av naftalen återfanns i tånglake från Brofjorden (station 13). Stationen ligger nära AB Scanraffs produkthamn. I övrigt uppvisade Bytte-

locket (station 17) de högsta halterna för övriga bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar.

Tabell 23. Koncentrationen ($\mu\text{g/kg ts}$) av bicykliska och polyaromatiska kolväten i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1998. *The concentration ($\mu\text{g/kg dw}$) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbons in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1998.*

Station	År	Naftalen $\mu\text{g/kg ts}$	2-metyl- naftalen $\mu\text{g/kg ts}$	1-metyl- naftalen $\mu\text{g/kg ts}$	Summa bicykl. $\mu\text{g/kg ts}$	Fluoren $\mu\text{g/kg ts}$	Fenan- tren $\mu\text{g/kg ts}$	Fluor- anten $\mu\text{g/kg ts}$	Pyren $\mu\text{g/kg ts}$	Sum PAH $\mu\text{g/kg ts}$
4	1998	5	4	2	11	2	6	2	2	12
10	1998	21	2	3	25	1	5	3	<1	9
13	1998	73	2	2	77	1	7	4	1	13
16	1998	56	6	11	73	6	11	<1	<1	15
17	1998	21	11	8	40	5	19	7	2	33

Tabell 24. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g/kg ts}$) för bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar (PAHs) i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1998. *Range and means ($\mu\text{g/kg dw}$) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1998.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g/kg ts}$	Medel- värde $\mu\text{g/kg ts}$	Median- värde $\mu\text{g/kg ts}$	standard- avvikelse $\mu\text{g/kg ts}$
Naftalen	1998	5	5-73	35	21	28
2-metyl-naftalen	1998	5	2-11	5	4	3.7
1-metyl-naftalen	1998	5	2-11	5.2	3	4
Sum 3 bicykliska	1998	5	11-77	45	40	29
Fluoren	1998	5	1-6	3	2	2.3
Fenantren	1998	5	5-19	9.6	7	5.7
Fluoranten	1998	5	<1-7	3.4	3	2.3
Pyren	1998	5	<1-2	1.4	1	0.55
Sum 6 PAH	1998	5	9-33	16	13	9.5

4.2.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensenen

Polyklorerade bifenyler (Dutch 7 PCB) analyserades i tånglake vid båda undersökningstillfällena 1993 och 1998. Analysresultaten redovisas i tabell 25. I tabell 26 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening. Av de sju studerade PCB-erna kunde inte kongenerna PCB 28 och PCB 52 påvisas i halter över detektionsgränsen 1993 och 1998 med undantag för station 4 (Danafjord) 1998. Övriga kongener (PCB 101, PCB 118, PCB 153, PCB 138 och PCB 180) kunde påvisas på samtliga stationer vid båda undersökningstillfällena med undantag för PCB 101 på fyra stationer (4, 10, 12 och 16) 1993.

Hexaklorbensenen (HCB) kunde inte påvisas på någon station 1993. HCB undersöktes inte 1998 i tånglake.

Av histogrammen i figur 9 framgår att halterna av detekterade PCB har sjunkit kraftigt i tånglake på stationerna 13 (Brofjorden) och 16 (Kosterfjorden) mellan

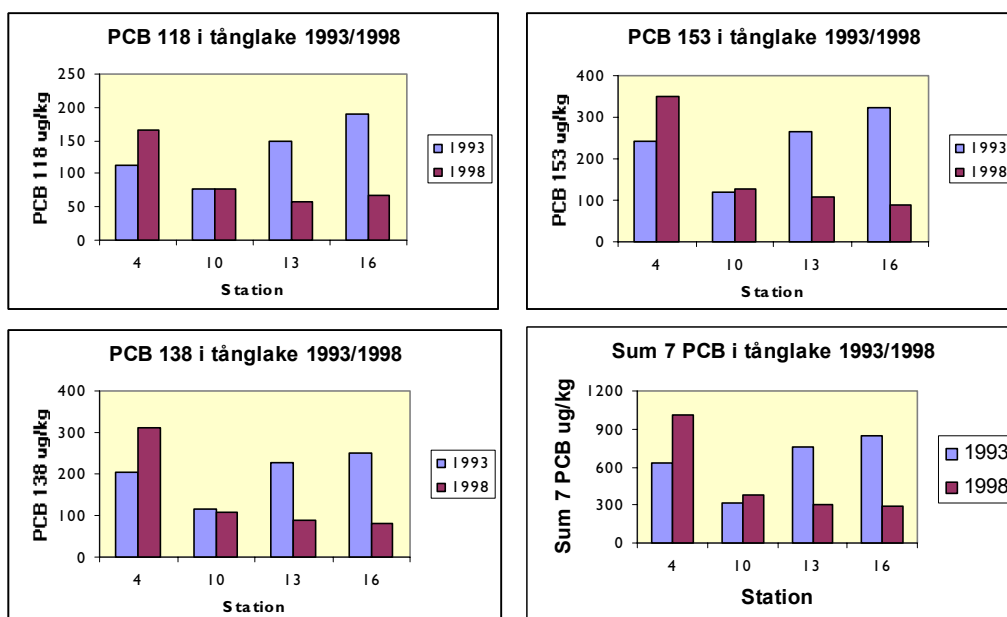
1993 och 1998, medan den är mer eller mindre oförändrad på station 10 (Stenungsund). Utanför Göteborg (station 4) har den däremot ökat med ca 30 %. Minskningen överensstämmer med vad som noterats i sedimenten mellan 1990 och 1995 (Cato 1997). Däremot kunde ingen ökning av halten under samma period noteras i sedimenten på station 4.

Tabell 25. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCBer i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993 och 1998. *The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993 and 1998.*

Station	År	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	Sum 7 PCB	Sum PCB Aroklor 1254
		$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett
2	1993	<57	<57	75	126	425	299	98	1024	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1993	<46	<46	<46	113	242	203	71	629	-
	1998	<10	11	58	165	350	311	107	1010	3530
10	1993	<71	<71	<71	77	120	114	<71	311	-
	1998	<8	<8	25	76	126	109	34	380	1330
12	1993	<64	<64	<64	<64	150	138	<64	288	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1993	<74	<74	113	148	264	228	<74	754	-
	1998	<8	<8	16	57	106	89	24	300	1050
16	1993	<71	<71	<71	191	322	250	78	847	-
	1998	<8	<8	22	67	90	82	22	290	1.02
17	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1998	<7	<7	37	147	176	169	44	580	2030

Tabell 26. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) för PCBer i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993 and 1998. *Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993 and 1998.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett
PCB 28	1993	6	<71	-	-	-
	1998	5	<10	-	-	-
PCB 52	1993	6	<71	-	-	-
	1998	5	<8-11	8.4	8	1.5
PCB 101	1993	6	<46-113	73	71	22
	1998	5	16-58	15	16	15
PCB 118	1993	6	<64-191	120	120	47
	1998	5	57-165	102	76	50
PCB 153	1993	6	120-425	254	253	112
	1998	5	90-350	170	126	106
PCB 138	1993	6	114-299	205	216	70
	1998	5	82-311	152	109	95
PCB 180	1993	6	<64-98	76	73	12
	1998	5	22-107	46	34	35
Sum 7 PCB	1993	6	288-1020	642	692	295
	1998	5	290-1010	512	380	302



Figur 9. Koncentrationen av några PCB kongener ($\mu\text{g/kg}$ fett) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1993 och 1998. *The concentration of some PCB congener ($\mu\text{g/kg}$ fat) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast in 1993 and 1998 respectively.*

4.2.6 Diklordifenyltriklorethan

Pesticiden diklordifenyltriklorethan (p,p-DDT) kunde 1993 detekteras i små mängder i tånglake utanför Göteborg på stationerna 2 och 4 (tabell 27). Varken p,o-DDT eller metaboliterna p,p-DDE och p,p-DDD kunde påvisas med undantag för spår straxt över detektionsgränsen ($1 \mu\text{g/kg}$ våtvikt) av p,p-DDE på stationerna 2 och 16. DDT och dess metaboliter undersöktes inte i tånglake 1998.

Tabell 27. Koncentrationen ($\mu\text{g/kg}$ fett) av DDTer i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *The concentration ($\mu\text{g/kg}$ fat) of DDTs in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993.*

Station	År	p,p-DDT $\mu\text{g/kg}$ fett	o,p-DDT $\mu\text{g/kg}$ fett	p,p-DDE $\mu\text{g/kg}$ fett	p,p-DDD $\mu\text{g/kg}$ fett
2	1993	345	n.d.	57	n.d.
4	1993	92	n.d.	n.d.	n.d.
10	1993	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12	1993	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
13	1993	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
16	1993	n.d.	n.d.	71	n.d.

4.1.7 Klorerade aromater

Inga klorerade aromater (klorbensen, 1,2-diklorbensen, 1,3-diklorbensen, 1,4-diklorbensen, 1,2,4-triklorbensen, pentaklorbensen och oktaklorstyren) kunde påvisas i tånglake 1993. Förhöjda halter av pentaklorbensen i sediment notera-

des 1990 utanför Stenungsund och Göteborg och av oktaklorstyren i Kosterfjorden (Cato 1992), men har således inte noterats i tånglake. Klorerade aromater undersöktes inte i tånglake 1998.

4.2.8 Halogenerade alifater

Av de halogenerade alifaterna (diklormetan, kloroform, 1,1,1-trikloreten, 1,1,2-trikloreten, trikloreten, tetrakloreten, bromdiklormetan, dibromklormetan, bromoform och koltetraklorid) detekterades 1993 i tånglake; kloroform på stationerna 4 (Danafjord), 10 (Stenungsund) och 12 (Saltkällefjorden), samt bromoform på stationerna 4, 10 och 16 (Kosterfjorden). Spår av bromoform och bromdiklormetan under detektionsgränsen noterades på övriga stationer. Analysresultaten redovisas i tabell 28. I tabell 29 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Tabell 28. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av halogenerade alifater i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of halogenated aliphates in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993.*

Station	År	Diklor- metan $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Kloro- form $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	1,1,1tri- kloreten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	1,1,2tri- kloreten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Triklor- eten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Tetra- kloreten $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Brom- diklor- metan $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Dibrom- klor- metan $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Bromo- form $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Kol- tetra- klorid $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
2	1993	<4.4	<0.04	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44
4	1993	<4.5	0.09	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	0.5	<0.05
10	1993	<4.4	0.09	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44	<0.44	1.4	<0.04
12	1993	<9.5	0.18	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.05
13	1993	<5.2	<0.05	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.52	<0.05
16	1993	<4.7	<0.05	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	<0.47	0.65	<0.05

Saltkällefjorden uppvisade i likhet med för blåstång den högsta halten av kloroform, medan den högsta halten av bromoform påträffades utanför Stenungsund. Halterna låg mellan 3 och 4 gånger över detektionsgränsen på dessa stationer samtidigt som föreningarna inte kunde påvisas på flera stationer, dvs halterna låg där under detektionsgränsen. Referensvärden saknas.

Tabell 29. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för halogenerade alifater i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of halogenated aliphates in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medel- värde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Median- värde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	standard- avvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
Diklormetan	1993	6	<4.4	-	-	-
Kloroform	1993	6	<0.04-0.18	0.083	0.07	0.052
1,1,1-trikloreten	1993	6	<0.44	-	-	-
1,1,2-trikloreten	1993	6	<0.44	-	-	-
Trikloreten	1993	6	<0.44	-	-	-
Tetrakloreten	1993	6	<0.44	-	-	-
Bromdiklormetan	1993	6	<0.44	-	-	-
Dibromklormetan	1993	6	<0.44	-	-	-
Bromoform	1993	6	<0.44-1.4	0.66	0.51	0.37
Koltetraklorid	1993	6	<0.04	-	-	-

Halogenerade alifater undersöktes inte i tånglake 1998, men väl i sedimenten 1995. I sedimentundersökningen detekterades kloroform på alla stationer och trikloreten på tre och tetrakloreten på 7 av totalt 12 stationer. De två sistnämnda föreningarna kunde som ovan nämnts inte påvisas i tånglake 1993.

4.2.9 Monocykliska aromater

Av de monocykliska aromaterna (bensen, toluen, etylbensen, m,p-xylen, o-xylen och styren) som undersöktes i tånglake 1993 detekterades inte bensen och styren på någon station. Toluen detekterades endast i Brofjorden (station 13). Etylbensen, m,p-xylen och o-xylen detekterades på stationerna 10 (stenuungsund), 12 (Saltkällefjorden) och 13 (Brofjorden). Därutöver detekterades m,p-xylen i Göteborgsområdet (station 4) och i Kosterfjorden (station 16). De högsta halterna av monocykliska aromater i tånglake påträffades i Saltkällefjorden där halterna låg mellan 80 och 300 gånger över detektionsgränsen. Referensvärden saknas. Analysresultaten redovisas i tabell 30. I tabell 31 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Monocykliska aromater undersöktes inte i tånglake 1998, men väl i sedimenten 1995. I sedimenten detekterades bensen, toluen och summa etylbensener och xylener på samtliga 12 stationer.

Tabell 30. Koncentrationen ($\mu\text{g/kg ts}$) av monocykliska aromater i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *The concentration ($\mu\text{g/kg dw}$) of monocyclic aromates in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993.*

Station	År	Bensen $\mu\text{g/kg ts}$	Toluen $\mu\text{g/kg ts}$	Etylbensen $\mu\text{g/kg ts}$	m,p-xylen $\mu\text{g/kg ts}$	o-xylen $\mu\text{g/kg ts}$	Styren $\mu\text{g/kg ts}$
2	1993	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2	<2.2
4	1993	<2.3	<2.3	<2.3	28.6	<2.3	<2.3
10	1993	<2.2	<2.2	96.5	86.5	49.3	<2.2
12	1993	<2.3	<2.3	156.6	609	463.3	<2.3
13	1993	<2.6	49.5	46.8	140.6	164	<2.6
16	1993	<2.3	<2.3	<2.3	48.6	46.3	<2.3

Tabell 31. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g/kg ts}$) för monocykliska aromater i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *Range and means ($\mu\text{g/kg dw}$) of monocyclic aromates in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g/kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g/kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g/kg ts}$	standardavvikelse $\mu\text{g/kg ts}$
Bensen	1993	6	<2.2	-	-	-
Toluen	1993	6	<2.2-50	10	2.3	19
Etylbensen	1993	6	<2.2-157	51	25	64
m,p-xylen	1993	6	<2.2-607	153	68	229
o-xylen	1993	6	<2.2-461	121	48	178
styren	1993	6	<2.2	-	-	-

4.2.10 Ftalater

Sex mjukgörare av typ ftalater (dimetylftalat, dibutylftalat, dietylftalat, dietylhexylftalat, dioktylftalat och butylbezyftalat) undersöktes i tånglake 1993. Analysresultaten redovisas i tabell 32. I tabell 33 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Av dessa kunde dibutylftalat och butylbensylftalat detekteras på samtliga stationer, dimetylftalat på endast en station (Kosterfjorden). Dietylftalat, dietylhexylftalat, dioktylftalat kunde inte detekteras på någon station.

De högsta halterna påträffades utanför Göteborg och i Kosterfjorden. Halterna låg mellan 2 och 30 gånger högre än detektionsgränsen. Referensvärden saknas.

Ftalater undersöktes inte i tånglake 1998, men väl i sediment 1995 (Cato 1997). I sedimenten detekterades dibutylftalat, dietylhexylftalat och butylbensylftalat i Havstensfjord och Byfjorden samt dietylhexylftalat vid Skalkorgarna utanför Göteborg. De högsta halterna av dibutylftalat och butylbensylftalat i tånglake påträffades 1993 vid Skalkorgarna.

Tabell 32. Koncentrationen (mg/kg ts) av ftalater i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *The concentration (mg/kg dw) of phtalates in eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast in 1993.*

Station	År	Dimetylftalat mg/kg ts	Dibutylftalat mg/kg ts	Dietylftalat mg/kg ts	Dietylhexylftalat mg/kg ts	Dioktylftalat mg/kg ts	Butylbensylftalat mg/kg ts
2	1993	<0.09	4.6	<0.09	<0.09	<0.09	65.78
4	1993	<0.09	2.68	<0.09	<0.09	<0.09	31.82
10	1993	<0.09	2.31	<0.09	<0.09	<0.09	27.9
12	1993	<0.09	1.67	<0.09	<0.09	<0.09	58.82
13	1993	<0.10	3.7	<0.10	<0.10	<0.10	21.9
16	1993	0.14	3.32	<0.09	<0.09	<0.09	33.18

Tabell 33. Spridning och medelvärden för ftalater i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993. *Range and means of phtalates in eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast in 1993.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medel-Värde mg/kg ts	Median-Värde mg/kg ts	standard-avvikelse mg/kg ts
Dimetylftalat	1993	6	<0.09-0.14	0.1	0.09	0.02
Dibutylftalat	1993	6	1.7-4.6	3	3	1
Dietylftalat	1993	6	<0.09	-	-	-
Dietylhexylftalat	1993	6	<0.09	-	-	-
Dioktylftalat	1993	6	<0.09	-	-	-
Butylbensylftalat	1993	6	22-66	40	33	18

4.2.11 Fenoler, kresol, katekoler och guajakoler

Klorerade fenoler (2,4-diklorfenol, 2,4,6-triklorfenol, 2,3,5-triklorfenol, pentaklorfenol, 4,5-diklorguajakol, 3,4,5-triklorguajakol, 4,5,6-triklorguajakol, tetraklorguajakol, 4,5-diklorkatekol, 3,4,5-triklorkatekol och tetraklorkatekol) och icke klorerade fenoler (fenol, kresol, guajakol, dimetylfenol och trimetylfenol) undersöktes men kunde inte påvisas i tånglake 1993. Detektionsgränsen varierade för de klorerade ämnena mellan 0.2 till 1 ug/kg ts och för de icke klorerade ämnena låg detektionsgränsen på 0.02 mg/kg ts med undantag för fenol där detektionsgränsen var 0.1 mg/kg ts.

Undersökningarna upprepades inte 1998.

4.3 Miljögifter i blåmussla

Analysresultaten från 1992 och 1997 års undersökningar av blåmussla redovisas i tabellerna 35-44. Den första undersökningsomgången omfattade något fler föreningar än i den senare omgången 1997 (tabellerna 38-39 och 44), vilket bl a förklaras av att flertalet eller alla föreningar i vissa ämnesgrupper inte kunde påvisas eller låg under eller mycket nära detektionsgränsen vid första undersökningstillfället 1992. Analyser av dessa föreningar upprepades därför inte vid 1997 års undersökningar. Vilka specifika ämnen det gäller framgår av tabell 34 .

Tabell 34. Analyserade miljögifter i blåmussla från Bohuskusten 1992 och 1997. * markerar vad som analyserats respektive år. *Toxic element and substances analysed in blue mussel from the Bohus Coast in 1992 and 1997.*

Ämnesgrupper undersökt i Blåmussla 1992 och 1997	Specifikation	1992	1997
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	*	*
Tennorganiska föreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn	*	*
Extraherbart org. Klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	*	
Polyaromatiska kolväten	16 PAH	*	*
Polyklorerade bifenyler	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*
Diklordifenyltrikloretan	p,p-DDT, p,p-DDE, p,p-DDD, o,p-DDT	*	
Hexaklorbensen	HCB	*	

Blåmussla fångades 1992 på stationerna 2, 4, 10, 12, 12a,12b, 13 och 16 och 1998 på stationerna 4, 10, 11, 12, 12a, 13, 16 och 17. Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns för alla stationer. Detta gäller också för de ämnesgrupper som enbart analyserats vid det ena undersökningstillfället.

För de metaller och organiska föreningar som analyserats vid båda undersökningstillfällena på en och samma station (4, 10, 13 och 16 och för tungmetaller även på stationerna 12 och 12a) har det varit möjligt att studera koncentrationsförändringarna i blåmussla mellan 1992 och 1997.

4.3.1 Tungmetaller

Arsenik (As), krom (Cr), vanadin (V) och zink (Zn) undersöktes inte i blåmussla 1992 men väl 1997. Aluminium (Al) undersöktes endast 1992. I övrigt undersöktes samma metaller vid båda undersökningstillfällena. Vid det första undersökningstillfället kunde samtliga sju studerade tungmetaller (Al, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb och Sn) detekteras. Vid undersökningarna 1997 däremot kunde inte kvicksilver (Hg) och tenn (Sn) detekteras. I det senare fallet berodde detta på att detektionsgränsen låg betydligt högre för Sn 1997 (0.1 mg/kg ts) jämfört med 1992 (ca 0.7 mg/kg ts). Analysresultaten från de två undersökningstillfällena 1992 och 1997 redovisas för varje station i tabell 35. I tabell 36 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive metall och år.

Tabell 35. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992 och 1997. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992 and 1997. Line (-) = not analysed.*

Station	År	Al mg/kg ts	As mg/kg ts	Cd mg/kg ts	Cr mg/kg ts	Cu mg/kg ts	Hg mg/kg ts	Ni mg/kg ts	Pb mg/kg ts	Sn mg/kg ts	V mg/kg ts	Zn mg/kg ts
2	1992	138	-	2.93	-	13	1.3	2.93	6.99	0.32	-	-
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1992	57	-	1.35	-	7.77	0.67	1.14	1.86	0.26	-	-
	1997	-	9.8	1.3	1.5	6.1	<0.24	1.7	2.4	<1.2	15	107
10	1992	41.7	-	1.28	-	9.63	0.64	1.22	0.86	0.26	-	-
	1997	-	15	0.69	0.81	6.7	<0.16	0.97	1.0	<0.81	16	97
11	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	20	0.87	0.84	6.8	<0.22	1.1	1.9	<1.1	22	110
12	1992	80.5	-	2.59	-	8.05	0.86	1.84	1.32	0.23	-	-
	1997	-	15	0.89	0.56	4.2	<0.16	0.96	0.96	<0.8	14	71
12a	1992	34.1	-	1.24	-	8.76	0.78	0.92	1.06	0.14	-	-
	1997	-	14	0.85	0.55	5.1	<0.17	1.1	1.8	<0.85	16	102
12b	1992	21	-	1.82	-	12.5	0.85	1.76	1.82	0.4	-	-
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1992	24.4	-	1.31	-	8.14	0.47	1.58	1.27	0.36	-	-
	1997	-	8.1	0.61	0.39	4.1	0.15	0.89	1.7	<0.74	13	96
16	1992	40.6	-	1.32	-	8.36	0.51	1.78	1.42	0.2	-	-
	1997	-	41	1.7	0.51	4.0	0.17	1.4	1.6	<0.85	18	110
17	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	13	0.83	0.83	8.3	<0.17	0.74	2.9	<0.83	19	133

Resultatet av trendanalysen illustreras i histogrammen i figur 10. Denna visar på en kraftig minskning på samtliga stationer av kvicksilver (Hg) och koppar (Cu) i blåmussla mellan 1992 och 1997. Halterna av kadmium (Cd) och nickel (Ni) har också minskat under samma tidsperiod med undantag för Cd på station 16 (Kosterfjorden) och Ni på station 4 (Danafjord). Halten av bly (Pb) där-

emot har ökat på samtliga stationer. Ökningen av tenn (Sn) är inte reell eftersom detektionsgränsen låg betydligt högre 1997 jämfört med 1992.

Aluminium (Al) undersöktes som ovan nämnts endast 1992 och krom (Cr), vanadin (V) och zink (Zn) endast 1997. Några trendanalyser för dessa metaller har därför inte varit möjliga att utföra.

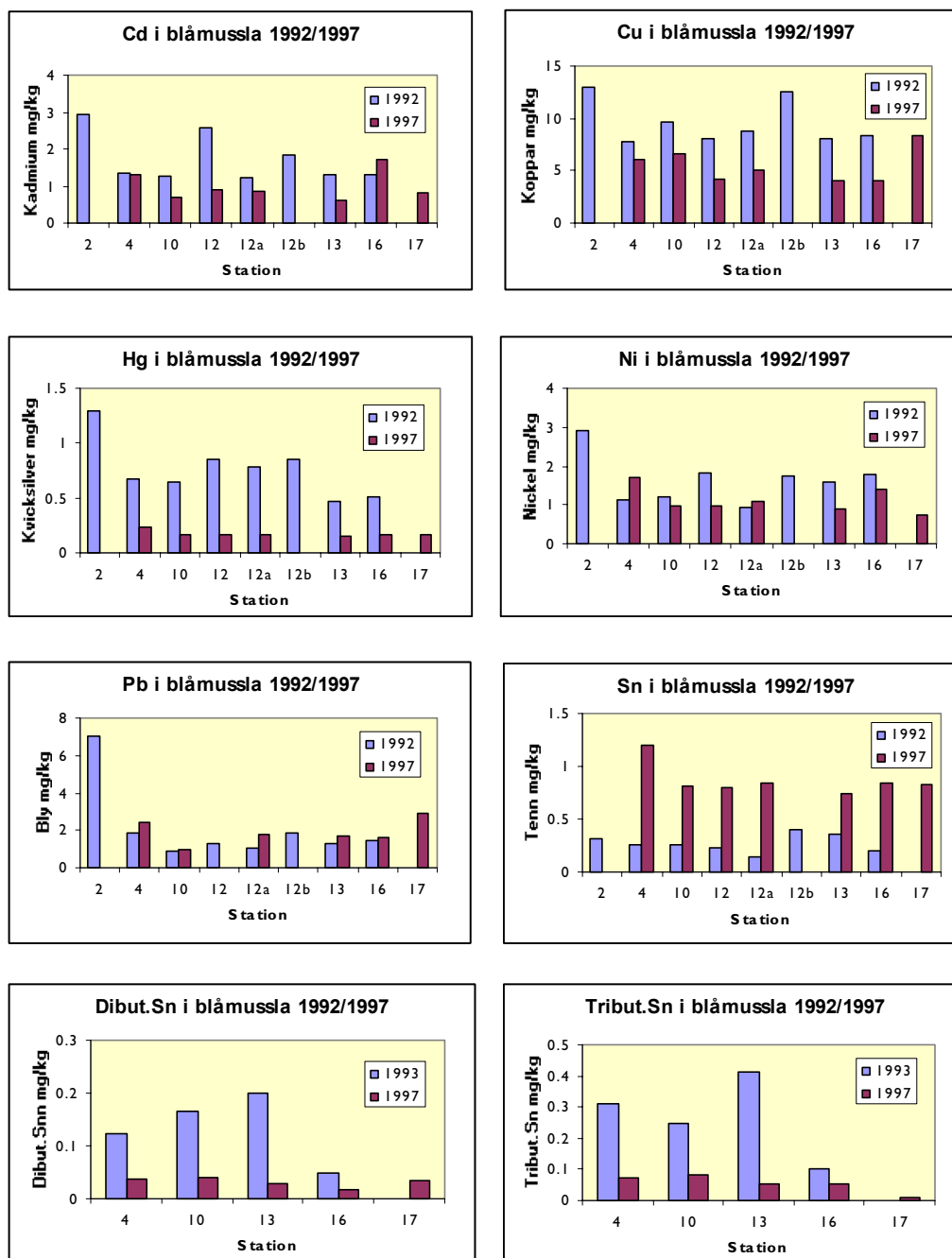
Tabell 36. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992 och 1997. *Range and means (mg/kg dw) of metals in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992 and 1997.*

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medel-Värde mg/kg ts	Median-Värde mg/kg ts	standardavvikelse mg/kg ts
Al	1992	8	21-138	55	41	39
As	1997	8	8.1-41	17	15	10
Cd	1992	8	1.2-2.9	1.7	1.3	0.67
	1997	8	0.61-1.7	0.97	0.86	0.36
Cr	1997	8	0.39-1.5	0.75	0.69	0.35
Cu	1992	8	7.8-13	9.5	8.6	2.1
	1997	8	4-8.3	5.7	5.6	1.6
Hg	1992	8	0.47-1.3	0.76	0.73	0.26
	1997	8	<0.22	-	-	-
Ni	1992	8	0.92-2.9	1.6	1.7	0.62
	1997	8	0.74-1.7	1.1	1.0	0.31
Pb	1992	8	0.86-7	2.1	1.4	2
	1997	8	0.96-2.9	1.8	1.8	0.65
Sn	1992	8	0.14-4.0	0.27	0.26	0.085
	1997	8	<1	-	-	-
V	1997	8	13-22	17	16	2.9
Zn	1997	8	71-133	103	105	17
Dibutyl-Sn	1992	4	0.049-0.2	0.13	0.15	0.065
	1997	5	0.017-0.04	0.031	0.033	0.0089
Tributyl-Sn	1992	4	0.10-0.41	0.27	0.28	0.13
	1997	5	0.008-0.081	0.053	0.052	0.028

4.3.2 Tennorganiska föreningar

Analysresultaten från de två undersökningstillfällena 1992 och 1997 redovisas för varje station i tabell 37. I tabell 36 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive tennorganisk förening och år. Tennorganiska föreningar studerades på fyra respektive fem stationer 1992 och 1997. Dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) detekterades på samtliga stationer vid båda undersökningstillfällena.

Förändringar i halten av organiska tennföreningar mellan undersökningstillfällena illustreras i histogrammen i figur 10. Resultaten visar att halten av både dibutyltenn och tributyltenn har minskat kraftigt på samtliga fyra undersökta stationer mellan 1992 och 1997.



Figur 10. Koncentrationen av några tungmetaller och organiska tennföreningar (mg/kg ts) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992 och 1997. *The concentration of some heavy metals and organic tin compounds (mg/kg dw) in blue mussel (Mytilus edulis) at each station along the Bohus Coast in 1992 and 1997 respectively.*

4.3.2 Halogenerat organiskt material

Extraherbara organiskt bundna halogenföreningar (EOX), extraherbart organiskt bundet klor (EOCl) och brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och brom (EPOBr) undersöktes i blåmussla enbart

Tabell 37. Koncentrationen (mg/kg ts) av organiska tennföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992 och 1997. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of organic tin compounds in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992 and 1997. Line (-) = not analysed.*

Station	År	Dibutyltenn mg/kg ts	Tributyltenn mg/kg ts
4	1992	0.124	0.311
	1997	0.037	0.073
10	1992	0.166	0.247
	1997	0.040	0.081
13	1992	0.199	0.411
	1997	0.030	0.052
16	1992	0.049	0.102
	1997	0.017	0.051
17	1992	-	-
	1997	0.033	0.008

1992. Analysresultaten redovisas i tabell 38. I tabell 39 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Den högsta halten av EOX, EOCl och EPOCl noterades vid Skalkorgarna (sta-

Tabell 38. Koncentrationen (mg/kg ts) av extraherbara organiskt bundna halogenföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992. *The concentration (mg/kg dw) of extractable organically halogenated compounds in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992.*

Station	År	EOX mg/kg ts	EOCl mg/kg ts	EPOCl mg/kg ts	EOBr mg/kg ts	EPOBr mg/kg ts
2	1992	33.3	24	3.3	10	0.82
4	1992	20.2	17	1.4	9.1	0.66
10	1992	5.35	15	1.6	9.4	0.68
12	1992	22.4	19	0.28	15	1.3
12a	1992	13.6	11	0.32	6.1	0.23
12b	1992	20.5	23	2.4	17	1.4
13	1992	17.2	14	1	7.7	0.44
16	1992	19.8	22	1.1	11	0.67

Tabell 39. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för extraherbart organiskt bundna halogenföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992. *Range and means (mg/kg dw) of extractable organically halogenated compounds in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992.*

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg ts	Medel- värde µg/kg ts	Median- värde µg/kg ts	standard- avvikelse µg/kg ts
EOX	1992	6	5.4-33	19	20	7.9
EOCl	1992	6	11-24	18	18	4.7
EPOCl	1992	6	0.28-3.3	1.4	1.3	1.0
EOBr	1992	6	6.1-17	11	9.7	3.6
EPOBr	1992	6	0.23-1.4	0.78	0.68	0.4

tion 2). Höga halter av EOC1 har även noterats i sedimenten vid Älvsborgsbron (Cato 1992).

De högsta halterna av EOBr och EPOBr noterades i Saltkällefjorden och Gullmarsfjorden (station 12b).

4.3.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten

Inga bicykliska aromater och polyaromatiska kolväten (PAH) kunde påvisas i blåmussla 1992. Detektionsgränsen låg mellan 0.02 och 0.06 µg/kg ts. Vid 1997 års undersökningar låg detektionsgränsen lägre vilket resulterade i att tre bicykliska föreningar (naftalen,) och sex PAH-föreningar (fenantren, antracen, fluoranten, pyren, bens(a)antracen och krysen/trifenylen) kunde påvisas i små mängder. Analysresultaten redovisas i tabell 40.

I tabell 41 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Tabell 40. Koncentrationen (µg/kg ts) av bicykliska och polyaromatiska kolväten i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1997. *The concentration (µg/kg dw) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbons in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1997.*

Station	År	Naftalen	2-metylnaftalen	1-metylnaftalen	Summa bicykl.	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Bens-(a)-antracen	Krysen/trifenylen	Sum PAH
		µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts	µg/kg ts
4	1997	48	23	9	80	5	27	<1	<1	<1	<1	32
10	1997	<1	<1	<1	<1	28	20	28	24	4	10	114
13	1997	<1	<1	<1	<1	15	116	11	10	5	27	184
16	1997	<1	<1	<1	<1	21	12	12	5	<1	11	61
17	1997	2	<1	<1	2	16	5	20	13	<1	12	66

Tabell 41. Spridning och medelvärden (µg/kg ts) för bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar (PAHer) i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1997. *Range and means (µg/kg dw) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbones (PAHs) in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1997.*

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg ts	Medelvärde µg/kg ts	Medianvärde µg/kg ts	standardavvikelse µg/kg ts
Naftalen	1997	5	<1-48	11	1	21
2-metylnaftalen	1997	5	<1-23	5.4	4.4	9.8
1-metylnaftalen	1997	5	<1-9	2.6	1	3.6
Sum 3 bicykliska	1997	5	<1-80	17	1	35
Fenantren	1997	5	5-28	17	16	8.5
Antracen	1997	5	5-116	36	20	45
Fluoranten	1997	5	<1-28	14	12	10
Pyren	1997	5	<1-24	11	10	8.8
Bens(a)antracen	1997	5	<1-5	2.4	1	1.9
Krysen/trifenyl	1997	5	<1-27	12	11	9.4
Sum 6 PAH	1997	5	32-184	91	66	59

De högsta halterna av naftalen, 2-metylnaftalen och 1-metylnaftalen återfanns i blåmussla utanför Göteborg (station 4). De högsta halterna av PAH föreningarna fenantren, fluoranten och pyren detekterades utanför Stenungsund medan de högsta halterna av antracen, bens(a)antracen och krysen/trifenyl detekterades i Brofjorden (station 13). Stationen ligger nära AB Scanraffs produkthamn.

4.3.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensen

Polyklorerade bifenyler (Dutch 7 PCB) analyserades i blåmussla vid båda undersökningstillfällena 1992 och 1997. Analysresultaten redovisas i tabell 42. I tabell 43 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

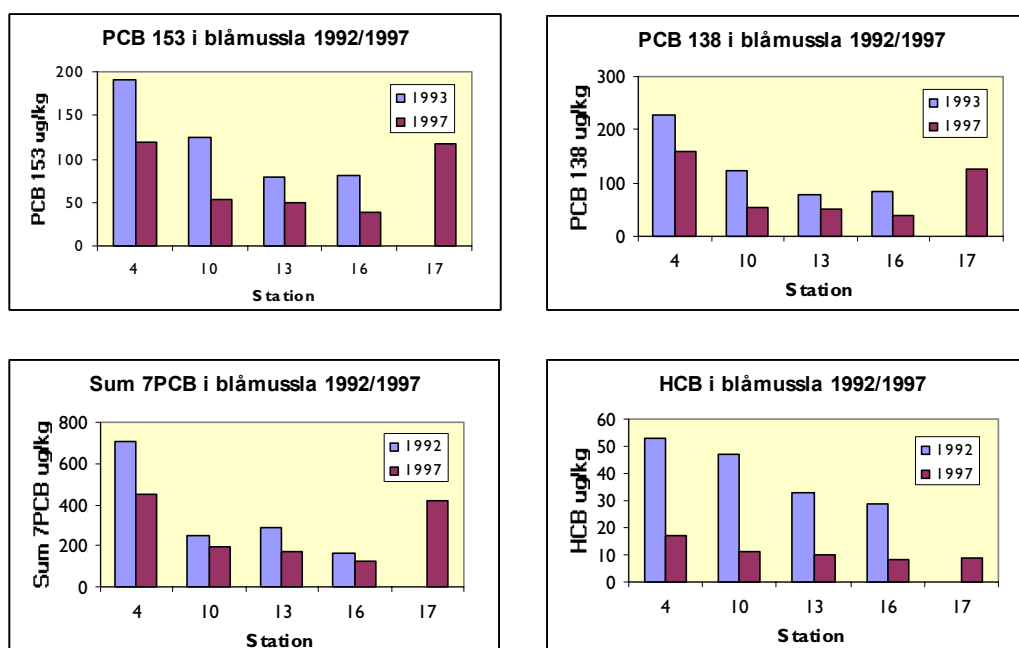
Av de sju studerade polyklorerade bifenyler (PCB) kunde kongenerna PCB 28 och PCB 52 inte detekteras i blåmussla på någon station i halter över detektionsgränsen 1992 och 1997 med undantag för PCB 52 som detekterades på station 12b vid det första undersökningstillfället 1992. PCB 101 och 118 detekterades enbart på station 2, 4 och 13 vid 1992 års undersökningar, men på samtliga stationer 1997. PCB 138 detekterades på samtliga stationer vid båda undersökningstillfällena medan PCB 180 enbart kunde detekteras på stationer

Tabell 42. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCBer i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992 och 1997. The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1992 and 1997.

Station	År	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	Sum 7 PCB	Sum PCB som Aroklor 1254	HCB
		$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	$\mu\text{g}/\text{kg}$ fett
2	1992	<175	<175	349	297	708	629	<175	1983	-	74
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1992	<88	<88	123	<88	190	228	165	706	-	53
	1997	<017	<017	69	69	120	160	<17	447	1550	<17
10	1992	<78	<78	<78	<78	124	124	<78	248	-	47
	1997	<11	<11	33	33	54	54	<11	196	680	<11
12	1992	<91	<91	<91	<91	<91	138	<91	138	-	<28
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12a	1992	<51	<51	<51	<51	63	69	<51	32	-	<0.15
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12b	1992	100	<83	<83	<83	<83	<83	<83	100	-	<25
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1992	<55	<55	<55	55	78	78	78	289	-	33
	1997	<10	<10	30	20	50	50	<10	170	600	<10
16	1992	<71	<71	<71	<71	80	84	<71	164	-	29
	1997	<8	<8	16	16	39	39	<8	124	430	<8
17	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	<9	9	72	81	117	126	9	423	1480	<9

Tabell 43. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g/kg}$ fett) för PCBer och HCB i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992 and 1997. Range and means ($\mu\text{g/kg}$ fat) of PCBs and HCB in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1992 and 1997.

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g/kg}$ fett	Medelvärde $\mu\text{g/kg}$ fett	Medianvärde $\mu\text{g/kg}$ fett	standardavvikelse $\mu\text{g/kg}$ fett
PCB 28	1992	8	<71-100	89	83	39
	1997	6	<8	-	-	-
PCB 52	1992	8	<71	87	81	39
	1997	6	<8	-	-	-
PCB 101	1992	8	<71-349	113	81	98
	1997	6	16-72	44	33	25
PCB 118	1992	8	<71-297	102	81	80
	1997	6	16-81	44	33	29
PCB 153	1992	8	<83-708	177	87	218
	1997	6	39-120	76	54	39
PCB 138	1992	8	<83-629	179	104	189
	1997	6	39-160	86	54	54
PCB 180	1992	8	<83-165	99	81	45
	1997	6	<8-9	-	-	-
Sum 7 PCB	1992	8	32-1980	458	206	650
	1997	6	120-450	272	196	151
HCB	1992	8	<0.15-74	36	31	22
	1997	5	<10	-	-	-



Figur 11. Koncentrationen av PCBer och HCB ($\mu\text{g/kg}$ fett) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992 och 1997. The concentration of PCBs and HCB ($\mu\text{g/kg}$ fat) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1992 and 1997 respectively.

na 4 och 13 1992 och på station 17 1997. Att i jämförelse med 1992 PCB detrekerades på fler stationer 1997 beror på att detektionsgränsen 1997 var betydligt lägre. PCB180 kunde endast påvisas i Danafjord (station 4) och Brofjorden (station 13).

Av histogrammen i figur 11 framgår att halterna av detekterbara PCB (153, 138 och summa 7 PCB) har sjunkit kraftigt i blåmussla på samtliga stationer mellan 1992 och 1997. Minskningen överensstämmer med vad som noterats i sedimenten mellan 1990 och 1995 (Cato 1997).

Hexaklorbensen (HCB) påvisades i blåmussla 1992 på stationerna utanför Göteborg (station 2 och 4), utanför Stenungsund (station 10) samt i Brofjorden (station 13) och Kosterfjorden (station 16). Den högsta halten återfanns på station 2 (Skalkorgarna). HCB kunde inte detekteras i blåmussla 1997, vilket betyder en kraftig minskning av HCB-halterna sedan 1992.

4.3.6 Diklordifenyltrikloretan

Pesticiden diklordifenyltrikloretan (p,p-DDT) kunde 1992 detekteras i små mängder i blåmussla på station 2 utanför Göteborg (tabell 44). p,o-DDT och metaboliten p,p-DDD kunde inte påvisas i halter över detektionsgränsen med undantag för p,o-DDT på station 16 (Kosterfjorden). Detektionsgränsen låg på 1 µg/kg våtvikt. Däremot påvisades p,p-DDE på flera stationer (12, 12a och 12b) i Saltkällefjorden/Gullmarsfjorden och på station 13 i Brofjorden (tabell 44). DDT undersöktes inte i blåmussla 1997.

I tabell 45 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Tabell 44. Koncentrationen (µg/kg fett) av DDTer i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992. *The concentration (µg/kg fat) of DDTs in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992.*

Station	År	p,p-DDT µg/kg fett	o,p-DDT µg/kg fett	p,p-DDE µg/kg fett	p,p-DDD µg/kg fett
2	1992	278	n.d.	n.d.	n.d.
4	1992	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
10	1992	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12	1992	n.d.	n.d.	210	n.d.
12a	1992	n.d.	n.d.	59	n.d.
12b	1992	n.d.	n.d.	171	n.d.
13	1992	55	n.d.	167	n.d.
16	1992	n.d.	79	n.d.	n.d.

Tabell 45. Spridning och medelvärden (µg/kg fett) för DDTer i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992. *Range and means (µg/kg fat) of DDTs in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992.*

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg fett	Medel- värde µg/kg fett	Median- värde µg/kg fett	standard- avvikelse µg/kg fett
p,p-DDT	1992	8	<51-278	99	81	74
p,o-DDT	1992	8	<51	-	-	-
p,p-DDE	1992	8	<71-210	127	128	59
p,p-DDD	1992	8	<51	-	-	-

4.4 Miljögifter i torsk

Analysresultaten från 1993 och 1998 års undersökningar av torskfilé och torsklever redovisas i tabell 47-59. Valet av analyser överensstämmer inte helt mellan de två undersökningstillfällena. Den första undersökningsomgången omfattade färre metaller och inga bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar (PAH). Däremot undersöktes extraherbara organiska halogenföreningar, vilket inte var fallet 1998. En översikt över utförda analyser respektive år ges i tabell 46.

Tabell 46. Analyserade miljögifter i torsk (*Gadus morhua*) från Bohuskusten 1993 och 1998. Stjärna (*) markerar vad som analyserats respektive år. *Toxic element and substances analysed in cod (Gadus morhua) caught along the Bohus Coast in 1993 and 1998.*

Ämnesgrupp	Specifikation	1993	1998
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	*	*
Tennorganiska föreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn		*
Extraherbart org. Klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	*	
Polyaromatiska kolväten	16 PAH		*
Polyklorerade bifenyler	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*
Diklordifenyltrikloretan	p,p-DDT, p,p-DDE, p,p-DDD, o,p-DDT	*	
Hexaklorbensen	HCB	*	

Torsk fångades 1993 på stationerna 4, 10, 13 och 16. Både prov på filé och lever kunde införskaffas. Bristen på torsk omöjliggjorde en motsvarande provtagning 1998. Torsk kunde vid det senare tillfället endast fångas vid Skalkorgarna utanför Göteborg (station 2) och vid Galterö utanför Stenungsund (station 10). Kvantiteten var dock så liten att ett samlingsprov på lever fick åstadkommas från dessa två stationer. Provet benämns "Syd". Därutöver erhöles leverprov vid Byttelocket (station 17). Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns och någon direkt trendanalys är därför inte möjlig att göra. Däremot kan medel- och medianvärden för de två undersökningsomgångarna jämföras.

4.4.1 Tungmetaller

Vid 1993 års undersökningar analyserades enbart kvicksilver (Hg) och kadmium (Cd) i torsklever respektive torskfilé. Vid 1998 års undersökningar analyserades Cd och Hg samt ytterligare 8 metaller (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V och Zn) i enbart torsklever. Analysresultaten från de två undersökningstillfällena 1993 och 1998 redovisas för varje station i tabellerna 47-48. I tabell 49 redovisas i förekommande fall medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive metall och år i torsklever.

En jämförelse mellan medelvärdet för Cd och Hg 1993 med motsvarande värden för samlingsprovet "Syd" 1998 (tabell 49) antyder att Hg-halterna har sjunkit och Cd-halterna ökat något. Osäkerheten är dock mycket stor eftersom

Tabell 47. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in cod fillet respective liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993. Line (-) = not analysed.*

Filé 1993 Station	År	Al mg/kg ts	As mg/kg ts	Cd mg/kg ts	Cr mg/kg ts	Cu mg/kg ts	Hg mg/kg ts	Ni mg/kg ts	Pb mg/kg ts	Sn mg/kg ts	V mg/kg ts	Zn mg/kg ts
4	1993	-	-	<0.02	-	-	0.99	-	-	-	-	-
10	1993	-	-	<0.02	-	-	0.74	-	-	-	-	-
13	1993	-	-	<0.02	-	-	0.76	-	-	-	-	-
16	1993	-	-	<0.02	-	-	0.88	-	-	-	-	-

Lever 1993 Station	År	Al mg/kg ts	As mg/kg ts	Cd mg/kg ts	Cr mg/kg ts	Cu mg/kg ts	Hg mg/kg ts	Ni mg/kg ts	Pb mg/kg ts	Sn mg/kg ts	V mg/kg ts	Zn mg/kg ts
4	1993	-	-	0.03	-	-	0.19	-	-	-	-	-
10	1993	-	-	0.03	-	-	0.18	-	-	-	-	-
13	1993	-	-	0.03	-	-	0.21	-	-	-	-	-
16	1993	-	-	0.03	-	-	0.25	-	-	-	-	-

Tabell 48. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1998. Line (-) = not analysed.*

Lever 1998 Station	År	Al mg/kg ts	As mg/kg ts	Cd mg/kg ts	Cr mg/kg ts	Cu mg/kg ts	Hg mg/kg ts	Ni mg/kg ts	Pb mg/kg ts	Sn mg/kg ts	V mg/kg ts	Zn mg/kg ts
Syd	1998	-	7.1	0.045	0.38	35	0.19	1.9	0.17	<0.3	<0.3	126
17	1998	-	7.2	0.026	0.19	11	0.04	2.8	0.33	<0.18	<0.18	20

Tabell 49. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993 och 1998. *Range and means (mg/kg dw) of metals in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1992 and 1997.*

Torsklever 1993 och 1998	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medel- Värde mg/kg ts	Median- Värde mg/kg ts	standard- avvikelse mg/kg ts
As	1998	2	7.1-7.2	7.2	7.2	0.07
Cd	1993	4	0.03	0.03	0.03	0
	1998	2	0.026-0.045	0.036	0.036	0.013
Cr	1998	2	0.19-0.38	0.29	0.29	0.13
Cu	1998	2	11-35	23	23	17
Hg	1993	4	0.18-0.25	0.21	0.2	0.03
	1998	2	0.04-0.19	0.12	0.12	0.10
Ni	1998	2	1.9-2.8	2.4	2.4	0.64
Pb	1998	2	0.17-0.33	0.25	0.25	0.11
Sn	1998	2	<0.3	-	-	-
V	1998	2	<0.3	-	-	-
Zn	1998	2	20-130	73	73	75
Dibutyl-Sn	1998	2	<0.03-0.06	-	-	-
Tributyl-Sn	1998	2	<0.06-0.13	-	-	-

jämförelsen baseras på ett medelvärde som jämförs med ett samlingsprov, även om det senare kan anses representera en medelhalt.

4.4.2 Tennorganiska föreningar

Organiska tennföreningar undersöktes inte i torsklever och torskfilé 1993 men väl 1998. Analysresultaten redovisas i tabell 50. I tabell 49 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive tennförening och år.

Resultaten från 1998 års undersökningar visar att halten av både dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) i samlingsprovet station ”Syd” ligger ca två gånger högre än detektionsgränsen. Halterna vid station 17 (Byttelocket) låg under detektionsgränsen.

Tabell 50. Koncentrationen (mg/kg ts) av organiska tennföreningar i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998. *The concentration (mg/kg dw) of organic tin compounds in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1998.*

Lever 1998 Station	År	Dibutyltenn mg/kg ts	Tributyltenn mg/kg ts
Syd (2+10)	1998	0.06	0.13
17	1998	<0.03	<0.06

4.4.3 Halogenerat organiskt material

Extraherbara organiskt bundna halogenföreningar (EOX), extraherbart organiskt bundet klor (EOCl) och brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) undersöktes i torskfilé och torsklever enbart 1993. Halten av EPOBr undersöktes inte. Analysresultaten redovisas i tabell 51. I tabell 52 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Halten av EOX i torskfilé var ungefär densamma på stationerna 4 (Danafjord), 10 (Stenungsund) och 16 (Kosterfjorden), medan halten låg ca tre gånger lägre i Brofjorden (station 13). I levern däremot var halten ungefär dubbelt så hög i Kosterfjorden som på de övriga stationerna.

I torskfilén var EOCl-halten ungefär densamma på alla stationerna. Dock kunde en svagt sjunkande gradient noteras från Göteborg i söder till Kosterfjorden i norr. En liknande trend kunde konstateras för EOCl i torsklevern. Halten utanför Göteborg låg ca 30 % högre än på övriga stationer. Höga halter av EOCl har även noterats i sedimenten vid Älvsborgsbron (Cato 1992).

EPOCl kunde inte detekteras i torskfilé på någon av stationerna och inte heller i torsklever från Kosterfjorden. Halterna på de övriga stationerna uppvisade en sjunkande gradient från Göteborgsområdet i söder till Brofjorden i norr.

Koncentrationen av EOBr i torskfilé var högst utanför Göteborg och i Kosterfjorden och något lägre utanför Stenungsund och i Brofjorden. I torsklever däremot var den högst utanför Stenungsund. På övriga stationer var halterna relativt lika.

Tabell 51. Koncentrationen (mg/kg ts) av extraherbara organiskt bundna halogenföreningar i torsklever och torskfilé (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993. Streck (-) = ej analyserat. *The concentration (mg/kg dw) of extractable organically halogenated compounds in cod liver and fillet (torsklever och torskfilé (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993. Line (-) = not analysed.*

Torskfilé 1993 Station	År	EOX mg/kg ts	EOCl mg/kg ts	EPOCl mg/kg ts	EOBr mg/kg ts	EPOBr mg/kg ts
4	1993	3.35	1.4	<0.3	0.52	-
10	1993	3.89	1.3	<0.3	0.42	-
13	1993	1.17	1.1	<0.3	0.45	-
16	1993	3.78	1.1	<0.3	0.51	-

Torsklever 1993 Station	År	EOX mg/kg ts	EOCl mg/kg ts	EPOCl mg/kg ts	EOBr mg/kg ts	EPOBr mg/kg ts
4	1993	66	30	3.6	6.2	-
10	1993	39	19	2.9	7	-
13	1993	46	20	1.9	6.4	-
16	1993	105	20	<3.1	6.3	-

Tabell 52. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för extraherbart organiskt bundna halogenföreningar i torsklever och torskfilé (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993. *Range and means (mg/kg dw) of extractable organically halogenated compounds in cod liver and cod fillet (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993.*

Torsklever 1993	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	standardavvikelse mg/kg ts
EOX	1993	4	39-105	64	56	29
EOCl	1993	4	19-30	22	20	5.2
EPOCl	1993	4	1.9-3.6	2.9	3	0.71
EOBr	1993	4	6.2-7	6.5	6.4	0.4

Torskfilé 1993	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	standardavvikelse mg/kg ts
EOX	1993	4	1.2-3.9	3	3.6	1.3
EOCl	1993	4	1.1-1.4	1.2	1.2	0.15
EPOCl	1993	4	<0.3	-	-	-
EOBr	1993	4	0.42-0.52	0.48	0.48	0.048

4.4.4 Bicykliska och polyaromatiska kolväten

Bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar (PAHer) undersöktes inte i torsk 1993, men väl i torsklever 1998. Analysresultaten redovisas i tabell 53. I tabell 54 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Fyra bicykliska föreningarna (naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen och bifenyl) detekterades 1998 på station 17 (Byttelocket). I samlingsprovet från station "Syd" detekterades de tre förstnämnda. Halterna var genomgående något högre på station "Syd" med undantag för bifenyl.

Av PAH-erna detekterades sex stycken (acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten och pyren) på station 17 och i samlingsprovet station ”Syd” med undantag för acenaften i det sist nämnda provet. Halter var genomgående högre i provet ”Syd” än på station 17. Summa PAH var mer än dubbelt så högt där.

Tabell 53. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) av bicykliska och polyaromatiska kolväten (PAHer) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998. *The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ dw) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998.*

Torsk- lever 1998 Station	År	Naftalen $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	2-metylnaftalen $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	1-metylnaftalen $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Bi-fenyl $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Summa bicykl. $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Ace-naft -en $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Fluo- ren $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Fenan- tren $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Antra- cen $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Fluo- ranta- n $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Pyren $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Sum PAH $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts
Syd 17	1998	35	31	20	<1	86	<1	11	26	6	21	13	77
	1998	33	18	16	5	72	3	8	13	1	9	1	35

Tabell 54. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) för bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar (PAHer) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998. *Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg}$ dw) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbons (PAHs) in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998.*

Torsklever 1998	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Medel- värde $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	Median- värde $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	standard- avvikelse $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts
Naftalen	1998	2	33-35	34	34	1.4
2-metylnaftalen	1998	2	18-31	25	25	9.2
1-metylnaftalen	1998	2	16-20	18	18	2.8
bifenyl	1998	2	<1-5	-	-	-
Sum 3 bicykliska	1998	2	72-86	79	79	9.9
Acenaften	1998	2	<1-3	-	-	-
Fluoren	1998	2	8-11	9.5	9.5	2.1
Fenantren	1998	2	13-26	20	20	9.2
Antracen	1998	2	1-6	3.5	3.5	3.5
Fluoranten	1998	2	9-21	15	15	8.4
Pyren	1998	2	1-13	7	7	8.5
Sum 6 PAH	1998	2	35-77	56	56	27

4.4.5 Polyklorerade bifenyler och hexaklorbensen

Av de sju studerade polyklorerade bifenyler (PCB) kunde fyra kongener (PCB 101, PCB 118, PCB 153 och PCB 138) detekteras i torskfilé utanför Göteborg (Danafjord) 1993. Utanför Stenungsund (station 10) och i Kosterfjorden (station 16) detekterades PCB 153 och PCB 138, medan ingen PCB kunde detekteras i Brofjorden. I torsklever däremot kunde samtliga sju kongener detekteras på samtliga stationer. De högsta halterna i såväl filé som i lever noterades från Göteborgsområdet (station 4). Halterna i filén var dubbelt så höga på denna station jämfört med övriga stationer. Analysresultaten redovisas i tabellerna 55 och 56. I tabellerna 57 och 58 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Anmärkningsvärt är att de näst högsta halterna påträffades i torsklever härrörde från Brofjorden (station 13), dvs från samma station där inga PCB halter kunde detekteras i filén. Koncentrationen i leverproverna från Göteborgsområdet låg två till tre gånger högre än i Brofjorden och ca tre till fyra gånger högre än på övriga stationer.

1998 års analyser är inte helt jämförbara med 1993 års analyser eftersom bristen på torsk resulterade i ett samlingsprov ”station Syd” som omfattade torsk ifrån Göteborgsområdet (station 2) och Stenungsund (station 10) samt en ny station 17 (Byttelocket).

Utvärderingen 1993 enligt Aroclor 1254 är sannolikt fel till följd av dålig överensstämmelse mellan proverna och den tekniska blandningen (tabell 55). Dessa data anges därför inom parentes och värderas inte vidare.

Tabell 55. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCBer och HCB i torskfilé och torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993. n.d. = ej detekterat. *The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs and HCB in cod fillet and liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993. n.d. = not detected*

Torsk-filé 1993	År	PCB 28 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 52 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 101 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 118 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Sum 7 PCB $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Sum PCB Som Aroklor 1254 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	HCB $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett
Station											
4	1993	n.d.	n.d.	200	159	369	338	n.d.	1077	(4 081)	n.d.
10	1993	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	182	182	n.d.	364	-	n.d.
13	1993	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	n.d.
16	1993	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	162	147	n.d.	309	-	n.d.

Torsk-lever 1993	År	PCB 28 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 52 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 101 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 118 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Sum 7 PCB $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Sum PCB Som Aroklor 1254 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	HCB $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett
Station											
4	1993	16.7	56.8	322	367	815	783	236	2 600	(10 600)	31
10	1993	6.26	15.4	74.9	108	233	218	73.8	730	(2 970)	23
13	1993	7.97	18.2	108	180	367	327	93.3	1 110	(4 570)	20
16	1993	6.27	11.6	11.6	63.1	227	212	67	700	(2 840)	12

Tabell 56. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCBer i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998. *The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998.*

Torsk-lever	År	PCB 28 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 52 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 101 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 118 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Sum 7 PCB $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	Sum PCB Som Aroklor 1254 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett
Station										
Syd	1998	29	78	354	93	1 210	1 340	513	3 600	12.7
17	1998	5	7	39	101	161	163	40	516	1.81

Tabell 57. Spridning och medelvärden för PCBer och HCB i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993 and 1998. *Range and means of PCBs and HCB in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993 and 1998.*

Torsklever 1993	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg fett	Medelvärde µg/kg fett	Medianvärde µg/kg fett	standardavvikelse µg/kg fett
PCB 28	1993	4	6.3-17	9.3	7.1	5
	1998	2	5-29	17	17	17
PCB 52	1993	4	12-57	26	17	21
	1998	2	7-78	43	43	50
PCB 101	1993	4	12-320	129	91	135
	1998	2	39-350	197	197	223
PCB 118	1993	4	63-370	180	144	134
	1998	2	93-101	97	97	5.7
PCB 153	1993	4	230-820	411	300	277
	1998	2	160-1210	686	686	271
PCB 138	1993	4	210-780	385	273	271
	1998	2	160-1340	752	752	832
PCB 180	1993	4	67-240	118	84	80
	1998	2	40-510	277	277	334
Sum 7 PCB	1993	4	700-2600	1 285	920	896
	1998	2	520-3600	2 058	2 058	2 181
PCB Aroclor 1254	1993	4	-	-	-	-
	1998	2	1.8-13	7.3	7.3	7.7
HCB	1993	4	12-31	21.5	21.5	7.9

Tabell 58. Spridning och medelvärden för PCBer och HCB i torskefile (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993 and 1998. *Range and means of PCBs and HCB in cod fillet (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993 and 1998.*

Torskefile 1993	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg fett	Medelvärde µg/kg fett	Medianvärde µg/kg fett	standardavvikelse µg/kg fett
PCB 38	1993	4	<147	-	-	-
PCB 53	1993	4	<147	-	-	-
PCB 101	1993	4	<147-200	-	-	-
PCB 118	1993	4	<147-160	-	-	-
PCB 153	1993	4	160-370	232	198	94
PCB 138	1993	4	150-340	220	198	83
PCB 180	1993	4	<147	-	-	-
Sum 7 PCB	1993	4	<213-1080	-	-	-
PCB Aroclor 1254	1993	1	4 080	-	-	-
HCB	1993	4	<45	-	-	-

PCB utvärderat som Aroclor 1254 i 1998 års undersökningar visar på mer tillförlitliga värden. Halten av Aroclor 1254 i lever i samlingsprovet från Göteborgs- och Stenungsundsområdet (stationerna 2 och 10) är ca sex gånger högre än i provet från station 17 (Byttelocket).

Hexaklorbensen (HCB) kunde inte detekteras i torskefile 1993, men väl i torsklever. Den högsta halten noterades utanför Göteborg med en svagt fallande gradient norrut till Kosterfjorden. HCB analyserades inte i proverna från 1998.

4.4.6 Diklordifenyltrikloretan

Pesticiden diklordifenyltrikloretan (p,p-DDT) kunde 1993 detekteras i små mängder i torsksfilé på samtliga fyra undersökta stationer. I tabell 59 redovisas analysresultaten och i tabell 60 spridning, medelvärden, medianvärden och standardavvikelse. Den högsta halten p,p-DDT noterades i Brofjorden (station 13) och i Kosterfjorden (station 16). Av metaboliterna kunde endast p,p-DDE påvisas utanför Göteborg (station 2).

Såväl p,p-DDT som o,p-DDT som dess metaboliter (p,p-DDE och p,p-DDD) kunde detekteras i torsklever på samtliga stationer. De högsta halterna påträffades utanför Göteborg (station 4). Halterna låg där mellan tre och fyra gånger högre än på övriga stationer. DDT undersöktes inte i torsk 1998.

Tabell 59. Koncentrationen ($\mu\text{g/kg}$ fett) av DDTer i torsksfilé och torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993. n.d. = ej detekterat. *The concentration ($\mu\text{g/kg}$ fat) of DDTs in cod fillet and cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993. n.d. = not detected.*

Torsksfilé 1993 Station	År	p,p-DDT $\mu\text{g/kg}$ ts	o,p-DDT $\mu\text{g/kg}$ ts	p,p-DDE $\mu\text{g/kg}$ ts	p,p-DDD $\mu\text{g/kg}$ ts
4	1993	154	n.d.	154	n.d.
10	1993	97	n.d.	n.d.	n.d.
13	1993	255	n.d.	n.d.	n.d.
16	1993	191	n.d.	n.d.	n.d.

Torsklever 1993 Station	År	p,p-DDT $\mu\text{g/kg}$ ts	o,p-DDT $\mu\text{g/kg}$ ts	p,p-DDE $\mu\text{g/kg}$ ts	p,p-DDD $\mu\text{g/kg}$ ts
4	1993	147	100	681	199
10	1993	37.5	27.9	162	43.3
13	1993	48.7	41.2	356	80.2
16	1993	45.4	23	154	28.5

Tabell 60. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g/kg}$ fett) för DDTer i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993. *Range and means ($\mu\text{g/kg}$ fat) of DDTs in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993.*

Torsklever 1993	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g/kg}$ fett	Medel- värde $\mu\text{g/kg}$ fett	Median- värde $\mu\text{g/kg}$ fett	standard- avvikelse $\mu\text{g/kg}$ fett
p,p-DDT	1993	4	38-150	70	47	52
p,o-DDT	1993	4	23-100	48	35	35
p,p-DDE	1993	4	150-680	338	259	247
p,p-DDD	1993	4	29-200	88	62	77

4.4.7 Polyklorerade furaner och dioxiner

Inga analyser av polyklorerade furaner och dioxiner utfördes på torsk 1993, men väl på torsklever i 1998 års samlingsprov ”Syd” (från stationerna 2 och 10). Provet analyserades med avseende på de polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) som ingår i den nordiska modellen för TCDD-ekvivalentberäkning. Inga föreningar kunde dock detekte-

ras till följd av för hög detektionsgräns. Detektionsgränserna för TCDD-ekvivalenterna enligt Eadonmodell och nordisk modell låg på 0.07 respektive 0.05 ng/g våtvikt.

4.4.8 Plana polyklorerade bifenyler

Ingen analys av nonorto polyklorerade bifenyler (plana PCB) utfördes 1993. Samlingsprovet på lever från 1998 (stationerna 2 och 10) analyserades däremot. Resultaten redovisas i tabell 61.

Noterbart är att den högsta halten utgjordes av PCB 126. Vid 1995 års sedimentundersökning utgjordes den högsta halten (155 ng/kg ts) i sediment av PCB 77. Sedimentprovet togs utanför Stenungsund, dvs från en av de stationer från vilket del av torskleverprovet härrör.

Tabell 61. Koncentrationen (ng/kg våtvikt) av plana PCBer i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998. *The concentration (ng/kg ww) of non-ortho PCBs in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1998.*

Plana PCB i torsklever 1998	Station "Syd" ng/kg våtvikt
33'44'-TeCB (PCB 77)	380
33'44'5'-PeCB (PCB 126)	790
33'44'55'-HxCB (PCB 169)	140
Summa nonorto PCB	1 310

4.4.9 Toxafen

Toxafen (PCC) undersöktes inte i torsk 1993 men väl i samlingsprov "Syd" på lever 1998. Samlingsprov "Syd" består av prov från stationerna 2 och 10 utanför Göteborg respektive Stenungsund. Resultatet redovisas i tabell 62. Halten är att betrakta som mycket hög.

I 17 sedimentprover från Skagerrak som undersöktes i början på 1990-talet varierade halterna mellan 100 och 1 300 ng/kg ts (Cato 1997). De högsta halterna återfanns i Norska Rännan. Toxafen har huvudsakligen använts tillsammans med DDT till följd av dessa föreningars synergetiska effekter. Någon egentlig användning är inte känd i Norden, varför det är troligt att substansen har en långväga härkomst (luftburet).

Tabell 62. Koncentrationen (ng/kg våtvikt) av toxafen i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998. *The concentration (ng/kg ww) of toxaphene in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1998.*

Torsklever 1998	Station "Syd" ng/kg våtvikt
toxafen	150 000

4.5 Miljögifter i krabbtaska

Krabbtaska (*Cancer pagurus*) undersöktes på en station utanför Vinga med avseende på polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF), plana PCBer och toxafen 1998. Ingen undersökning utfördes 1993. Prov togs 1998 på hepatopancreas.

Bristen på tidigare provtagning medför att ingen trendanalys varit möjlig.

4.5.1 Polyklorerade furaner och dioxiner

Krabbtaskaprov från Vinga analyserades med avseende på de polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) som ingår i den nordiska modellen för TCDD-ekvivalentberäkning. Resultaten redovisas i tabell 63. Referensvärden saknas.

Tabell 63. Koncentrationen (ng/kg vs) av polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och dibensofuraner (PCDF) i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Vinga, Bohuskusten 1998. *The concentration (ng/kg ww) of polychlorinated dibenzo-p-dioxines (PCDD) and dibenzofuranes (PCDF) in crab (Cancer pagurus) from Vinga, the Bohus Coast 1998.*

Isomerer resp. s:a CDD och CDF	Station Vinga ng/kg våtvikt
2,3,7,8-TCDD	0.95
Tot TCDD's	3.97
1,2,3,7,8-PeCDD	2.05
Tot PeCDD's	6.55
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.23
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.77
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1.17
Tot HxCDD's	12.1
1,2,3,4,6,7,8, Hp CDD	3.88
Tot HpCDD	11.4
OCDD	4.83
Sum PCDD	38.9
1,2,7,8-TCDF	6.39
Tot TCDF's	32.3
1,2,3,7,8/1,2,3,4,8-PeCDF	2.18
2,3,4,7,8-PeCDF	5.88
Tot PeCDF's	23.2
1,2,3,4,7,8/1,2,3,4,7,9-HxCDF	3.36
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.15
1,2,3,7,8,9- HxCDF	0.10
2,3,4,6,7,8 -HxCDF	3.24
Tot HxCDF's	12.5
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	5.68
1,2,3,7,8,9-HpCDF	<0.2
Tot HpCDF	7.05
OCDF	0.36
Sum PCDF	75.3
Sum PCDD/PCDF	114
N-TEQ/89	6.98
Intern. TEQ	7.07

4.5.2 Plana polyklorerade bifenyler

Krabbtaska från Vinga 1998 analyserades med avseende på nonorto polyklorerade bifenyler (plana PCBer). Resultaten redovisas i tabell 64. Inga analyser utfördes 1993. Referensvärden saknas.

Tabell 64. Koncentrationen (ng/kg våtvikt) av plana PCBer i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Vinga, Bohuskusten 1998. *The concentration (ng/kg ww) of non-ortho PCBs in crab (Cancer pagurus) from Vinga, the Bohus Coast 1998.*

Plana PCB i krabbtaska 1998	Station Vinga ng/kg våtvikt
33'44'-TeCB (PCB 77)	122
33'44'5'-PeCB (PCB 126)	56
33'44'55'-HxCB (PCB 169)	20
Summa nonorto PCB	198
Sum TE PCB enl. WHO	5.86
Sum TE PCB enl. Safe	7.81

4.5.3 Toxafen

Toxafen (PCC) undersöktes inte i krabba 1993 men väl i prov från Vinga 1998. Resultatet redovisas i tabell 65. Halten är att betrakta som låga till måttliga.

Tabell 65. Koncentrationen (ng/kg våtvikt) av toxafen i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Vinga, Bohuskusten 1998. *The concentration (ng/kg ww) of toxaphene in crab (Cancer pagurus) from Vinga, the Bohus Coast 1998.*

Krabbtaska 1998	Station Vinga ng/kg våtvikt
Toxafen 26 (okta-)	270
Toxafen 32 (hepta-)	130
Toxafen 50 (nona-)	70
Toxafen 62 (nona-)	4 990
Summa toxafen (26+50+62)	5 330

4.6 Miljögifter i strandkrabba

Strandkrabba (*Carcinus maenas*) insamlades inte för analys 1993, men väl från två stationer utmed Bohuskusten 1998. Bristen på jämförelsedata från 1993 har medfört att ingen trendanalys varit möjlig att utföra.

4.6.1 Polyklorerade furaner och dioxiner

Prov på strandkrabba insamlades från Danafjord (station 4) och Kosterfjorden (station 16) och analyserades med avseende på de polyklorerade dibenso-p-

dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) som ingår i den nordiska modellen för TCDD-ekvivalentberäkning. Inga föreningar kunde dock detekteras. Detektionsgränsen på station 4 och 16 låg för TCDD ekvivalent enligt Eadon på 0.1 respektive 0.06 µg/kg våtvikt och för TCDD ekvivalent enligt nordisk modell på 0.1 respektive 0.05 µg/kg våtvikt.

4.6.2 Plana polyklorerade bifenyler

Ingen analys av nonorto polyklorerade bifenyler (plana PCB) utfördes på strandkrabba 1993. Däremot undersöktes halten i prov från Danafjord (station 4) och Kosterfjorden (station 16) 1998. Resultaten redovisas i tabell 66. Spridning, medelvärden, medianvärden och standardavvikelse redovisas i tabell 67.

De högsta halterna noterades på station 16 (Kosterfjorden).

Tabell 66. Koncentrationen (ng/kg våtvikt) av plana PCBer i strandkrabba (*Carcinus maenas*) från Bohuskusten 1998. *The concentration (ng/kg ww) of non-ortho PCBs in green crab (Carcinus maenas) from the Bohus Coast in 1998.*

Plana PCB i strandkrabba 1998	Station 4 ng/kg våtvikt	Station 16 ng/kg våtvikt
33'44'-TeCB (PCB 77)	38	49
33'44'5'-PeCB (PCB 126)	16	22
33'44'55'-HxCB (PCB 169)	<0.9	<0.6
Summa nonorto PCB	54	71

Tabell 67. Spridning och medelvärden (ng/kg våtvikt) för DDTer plana PCBer i strandkrabba (*Carcinus maenas*) från Bohuskusten 1998. *Range and means (ng/kg ww) of non-ortho PCBs in green crab (Carcinus maenas) from the Bohus Coast in 1998.*

Strandkrabba 1998	År	Antal stationer	Intervall µg/kg vs	Medelvärde µg/kg vs	Medianvärde µg/kg vs	standardavvikelse µg/kg vs
33'44'-TeCB (PCB 77)	1998	2	38-49	44	44	7.8
33'44'5'-PeCB (PCB 126)	1998	2	16-22	19	19	4.2
33'44'55'-HxCB (PCB 169)	1998	2	<0.6	-	-	-
Summa nonorto PCB	1998	2	54-71	63	63	12

4.5.4 Toxafen

Toxafen (PCC) undersöktes inte i strandkrabba 1993 men väl på stationerna 4 (Danafjord) och 16 (Kosterfjorden) 1998. Halterna låg under detektionsgränsen (<10 µg/kg våtvikt) på båda stationerna.

5. Sambandsanalyser

I föreliggande avsnitt redovisas plottar och sambandsanalyser mellan koncentrationsfördelningen av miljögifter i sediment och olika typer av biologiskt material samt dito mellan olika typer av biologiskt material. Avsikten har varit att så långt som möjligt redovisa data i figurer oaktat om där kan anses föreligga ett signifikant samband eller ej. I många fall är sambanden svaga, vilket kan bero på små dataset (för få stationer). I flera fall kan tendenser skönjas vilka bör vara möjliga att klarlägga när kustvattenkontrollen pågått ytterligare några undersökningsomgångar.

I de flesta plottarna har en linje för det linjära förhållandet mellan koncentrationerna i de två medierna lagts ut tillsammans med ett r^2 -värde. Detta betyder inte att linjen nödvändigtvis representerar ett verkligt samband utan skall enbart betraktas som ett matematiskt objektivet sätt att redovisa sambandsanalysen. I några uppenbara fall utan tendens har ingen linje lagts ut.

Ett problem vid sambandsanalysen har varit att para ihop data när provtagningsstationerna inte stämmer överens mellan olika medier, Hur stationerna för respektive sediment och biologiskt material parats ihop redovisas i avsnitt 3.

5.1 Sambandet mellan miljögifter i sediment och blåstång

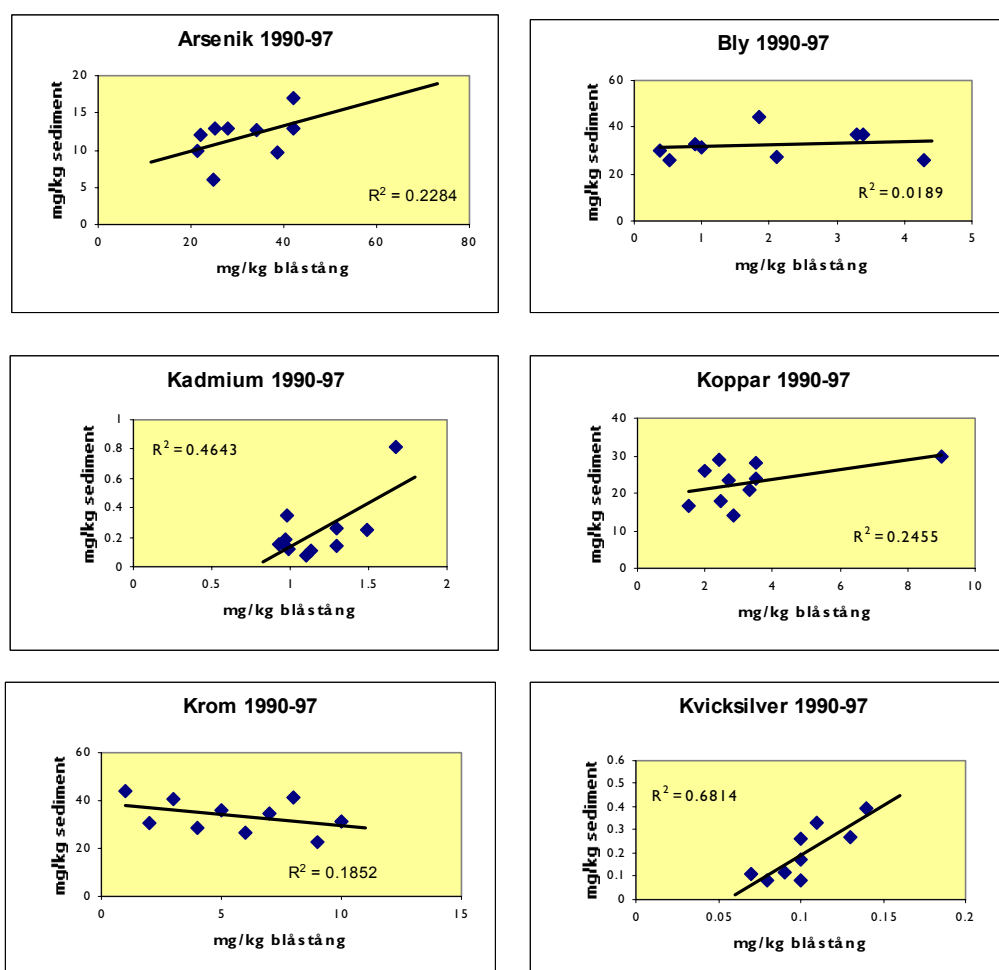
5.1.1 Metaller

Koncentrationen av Arsenik (As), bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), tenn (Sn), vanadin (V) och zink (Zn) har analyserats i både sediment och blåstång vid båda undersökningstillfällena 1990/1992 och 1995/1997. Aluminium (Al) har enbart undersökts i blåstång 1992, varför detta grundämne inte ingår i nedanstående sambandsanalys. Halten av Hg i blåstång låg vid båda undersökningstillfällena under detektionsgränsen. Det samma gäller för Sn vid undersökningstillfället 1997.

I diagrammen (figurerna 12 och 13) har respektive metallkoncentration (uttryckt i mg/kg torrsbstans) i sediment plottats mot motsvarande metallkoncentration i blåstång. I de fall där data föreligger för båda undersökningstillfällena (1990/92 och 1995/97) har dessa plottats i ett gemensamt diagram. I övriga fall redovisas data för det år som de undersökts, dvs 1990/92 eller 1995/97.

Sambandsanalyserna visar på signifikant positiva korrelationer mellan sediment och blåstång vad avser koncentrationen av Hg och Cd i respektive medier. Korrelationskoefficienterna för Hg och Cd är 0.83 respektive 0.68. Av r^2 -värdena framgår att mellan 17 och 32 % av klusterfördelningen för dessa metaller beror på andra faktorer.

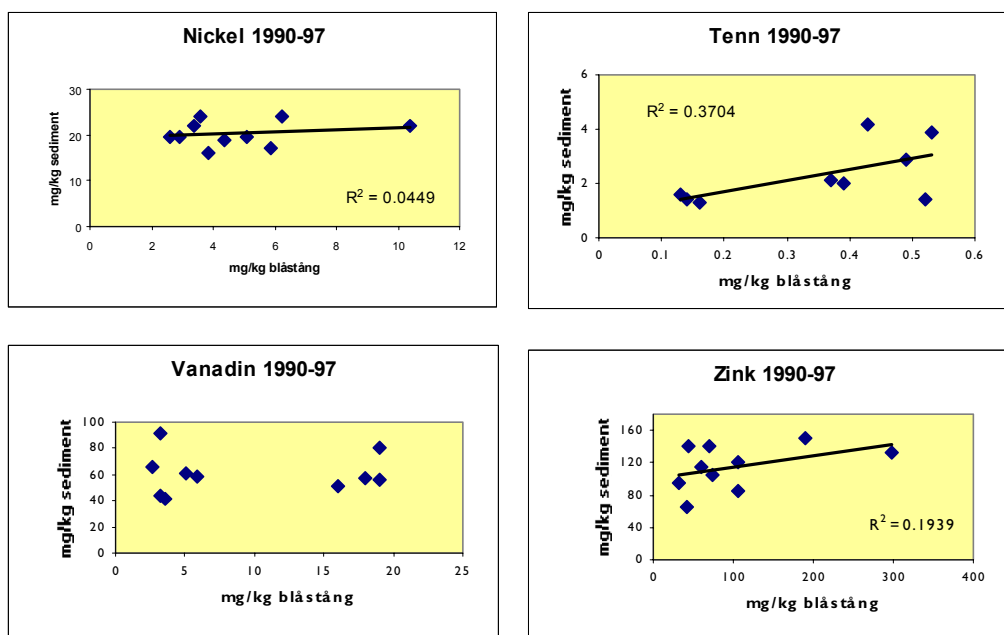
För övriga metaller är korrelationen svag (tabell 68) och inga klara samband kan beläggas. De flesta metallerna visar dock på en tendens som pekar mot att ett positivt samband kan råda. Detta gäller dock inte för Ni och V och inte för Cr som uppvisar ett svagt negativt samband.



Figur 12. Sambandet mellan några metallhalter i sediment och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in sediment and bladder wrack (Fucus vesiculosus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

Tabell 68. Det linjära sambandet för några tungmetaller och EOCl i sediment och blåstång utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t-fördelning (t_s) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some heavy metals and EOCl in sediment and bladder wrack in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t-distribution (t_s) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Sediment (mg/kg)	Blåstång (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
As	As	0.23	0.48	9	1.4395	0.1<P<0.05
Cd	Cd	0.46	0.68	10	2.6332	0.025<P<0.01
Cr	Cr	0.19	-0.43	10	1.3485	P<0.25
Cu	Cu	0.25	0.50	10	1.6134	0.1<P<0.05
Hg	Hg	0.68	0.83	9	3.8693	0.005<P<0.001
Ni	Ni	0.04	0.21	10	0.6133	P<0.25
Pb	Pb	0.02	0.14	10	0.3926	P<0.25
Sn	Sn	0.37	0.61	9	2.0276	0.05<P<0.025
V	V	0.00	0.05	10	0.1298	P<0.25
Zn	Zn	0.19	0.44	10	1.3872	0.25<P<0.1
EOCl	EOCl (1990/92)	0.40	0.63	4	1.1542	0.25<P<0.1



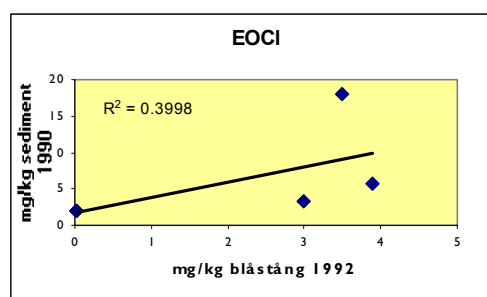
Figur 13. Sambandet mellan några metallhalter i sediment och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in sediment and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) at the Bohus Coast in the 1990's.*

5.1.2 Organiska tennföreningar

Halten av dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) har studerats i blåstång vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98, men inte i sediment. Eventuellt koncentrationssamband har därför inte varit möjligt att undersöka.

5.1.3 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och -brom (EPOBr) har studerats i blåstång vid första undersökningstillfället 1992/93. I sediment har endast EOCl och EPOCl undersökts, men då vid båda undersök-



Figur 14. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet klor i blåstång (*Fucus vesiculosus*) och sediment utmed Bohuskusten under 1990/92. *The relationship between extractable organically combined chlorine in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) and sediment at the Bohus Coast in 1990/92.*

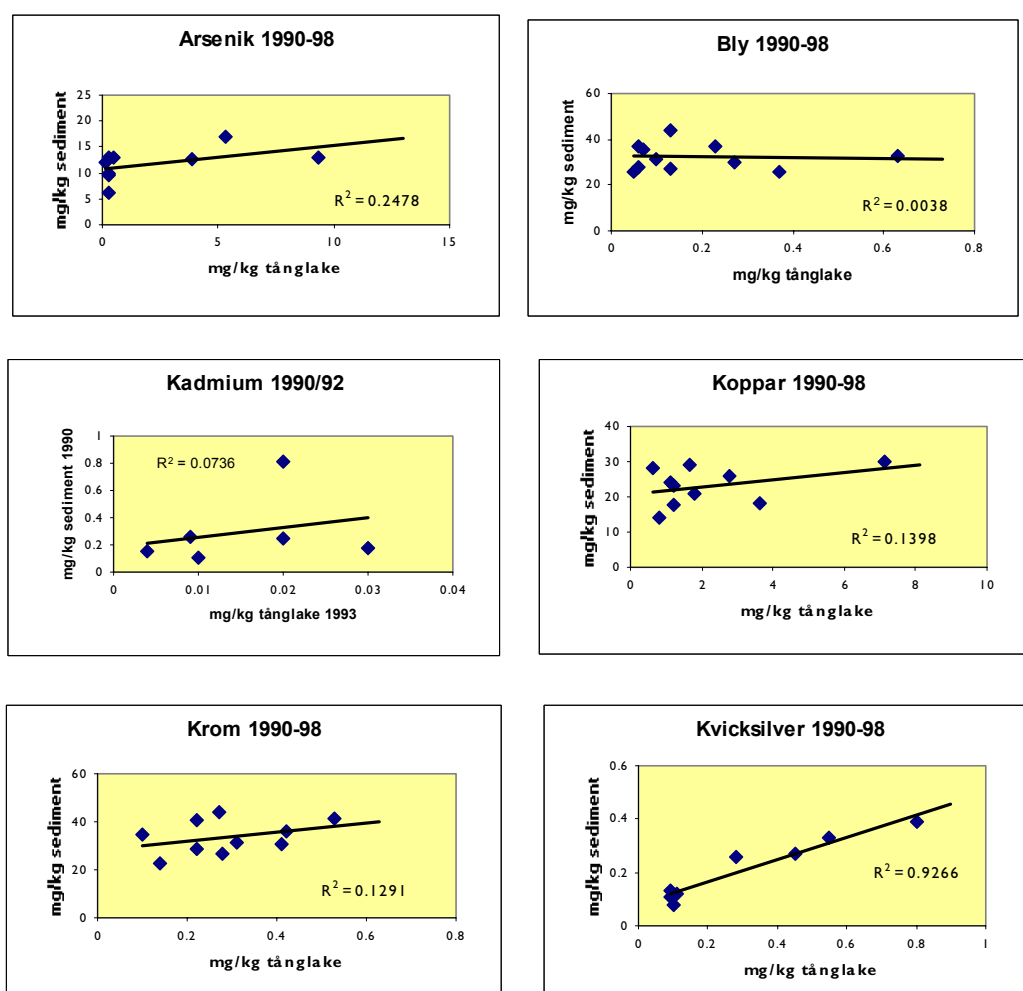
ningstillfällena 1990 och 1995. I blåstång kunde EPOCl inte detekteras på någon station men väl EOCl på tre stationer (stationerna 2, 12 och 13). EOBr och EPOBr kunde detekteras i på samtliga stationer.

Sambandsanalys har endast varit möjlig att genomföra för EOCl. Analysresultaten finns plottade i digrammet i figur 14. Inget klart samband kan påvisas, men en tendens till ett positivt samband tycks föreligga. Korrelationskoefficienten är 0.63, men med en låg sannolikhet (tabell 68).

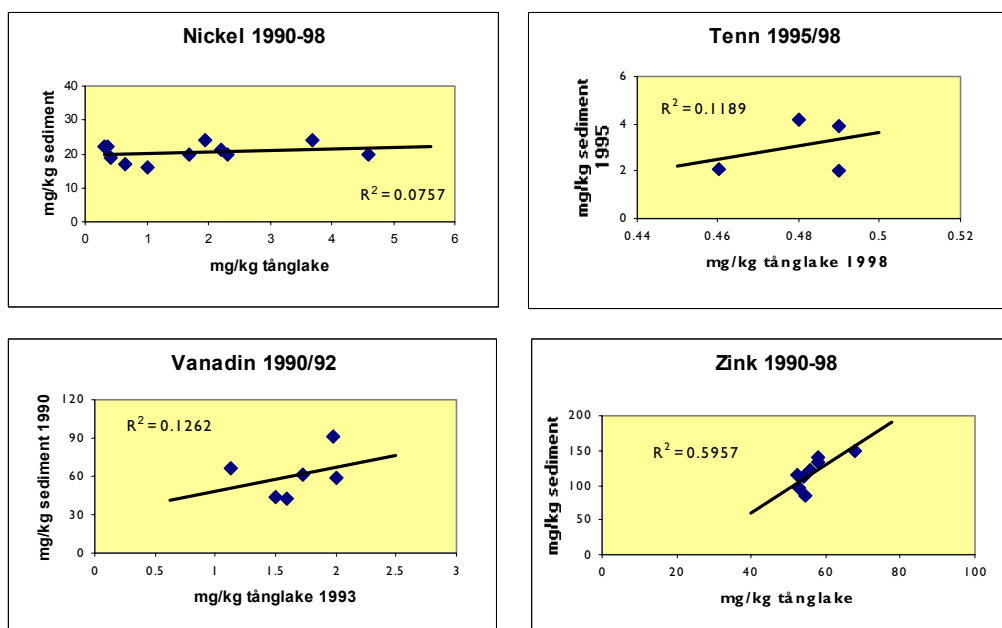
5.2 Sambandet mellan miljögifter i sediment och tånglake

5.2.1 Metaller

Koncentrationen av arsenik (As), bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), tenn (Sn), vanadin (V) och zink (Zn) har analyserats i både sediment och tånglake vid båda undersökningstillfällena



Figur 15. Sambandet mellan några metallhalter i sediment och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in sediment and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in the 1990's.*



Figur 16. Sambandet mellan några metallhalter i sediment och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in sediment and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

1990/93 och 1995/98. Aluminium (Al) däremot endast i tånglake 1993, varför detta grundämne inte ingår i nedanstående sambandsanalys.

I ovanstående diagram (figurerna 15 och 16) har respektive metallkoncentration (uttryckt i mg/kg torrsbstans) i sediment plottats mot motsvarande metallkoncentration i tånglake. I de fall där data föreligger för båda undersökningstillfällena (1990/93 och 1995/98) har dessa plottats i ett gemensamt diagram. I övriga fall redovisas data för det år som de undersökts, dvs 1990/93 eller 1995/98.

Sambandsanalyserna visar på signifikant positiva korrelationer (tabell 66) mellan sediment och tånglake vad avser koncentrationen av Hg och Zn i respektive medier. Korrelationskoefficienterna för Hg och Zn är 0.96 respektive 0.77. Av r^2 -värdena framgår att mellan 23 och 4 % av klusterfördelningen för dessa två metaller beror på andra faktorer.

För övriga metaller är korrelationen svag (tabell 69) och inga klara samband kan beläggas. De flesta metallerna visar dock på en tendens som pekar mot att ett positivt samband kan råda. Detta gäller främst As, Cr och Cu.

5.2.2 Organiska tennföreningar

Halten av dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) har studerats i tånglake vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98, men inte i sediment. Eventuella koncentrationssamband har därför inte varit möjliga att undersöka.

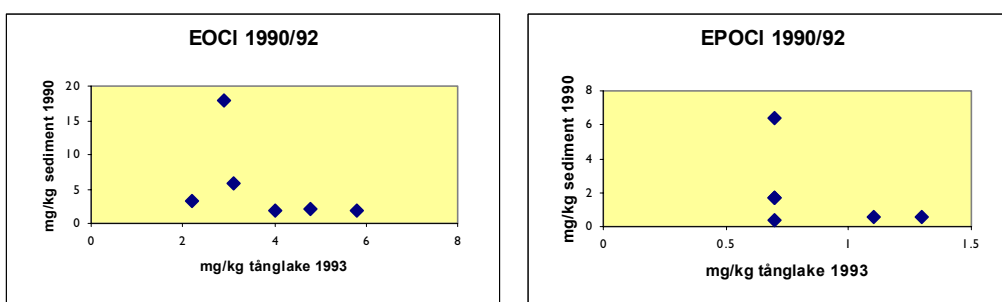
Tabell 69. Det linjära sambandet för några tungmetaller i tånglake och sediment utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t-fördelning (t_s) med (n-2) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some heavy metals in eel-pout and sediment in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t-distribution (t_s) with (n-2) degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Sediment (mg/kg)	Tånglake (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
As	As	0.25	0.50	10	1.6234	0.1<P<0.05
Cd	Cd	0.07	0.27	6	0.5637	P<0.25
Cr	Cr	0.13	0.36	11	1.1550	0.25<P<0.1
Cu	Cu	0.14	0.37	11	1.2094	0.25<P<0.1
Hg	Hg	0.93	0.96	8	8.7031	P<0.001
Ni	Ni	0.08	0.28	11	0.8585	0.025<P<0.1
Pb	Pb	0.004	-0.06	11	0.1853	0.05<P<0.025
Sn	Sn	0.12	0.34	4	0.5195	P<0.25
V	V	0.13	0.36	6	0.7601	0.25<P<0.1
Zn	Zn	0.59	0.77	10	3.4261	0.005<P<0.001
EOCl	EOCl	0.21	-0.46	6	1.0228	0.25<P<0.1
EPOCl	EPOCl	0.18	-0.43	5	0.8230	0.025<P<0.1
Sum 7 PCB -95	Sum 7 PCB -97	0.83	0.91	4	3.1745	0.05<P<0.025
Sum 7 PCB -90	Sum 7 PCB -92	0.50	0.71	5	1.7453	0.1<P<0.05
PCB 101	PCB 101	0.08	0.28	5	0.5045	P<0.25
PCB 118	PCB 118	0.05	0.23	5	0.4077	P<0.25
PCB 153	PCB 153	0.73	0.86	5	2.8764	0.05<P<0.025
PCB 138	PCB 138	0.58	0.76	5	2.0279	0.05<P<0.025
PCB 180	PCB 180	0.68	0.83	5	2.5518	0.05<P<0.025

5.2.3 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och -brom (EPOBr) har studerats i tånglake vid första undersökningstillfället 1992/93. I sediment har endast EOCl och EPOCl undersökts, men då vid båda undersökningstillfällena. I tånglake kunde EPOCl endast detekteras på stationerna 4 och 16 och EPOBr kunde inte detekteras i tånglake på någon station.

Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figur 17. Inget tydligt samband mellan koncentrationen av EOCl respektive EPOCl i tånglake och blåstång kan påvisas (tabell 69).

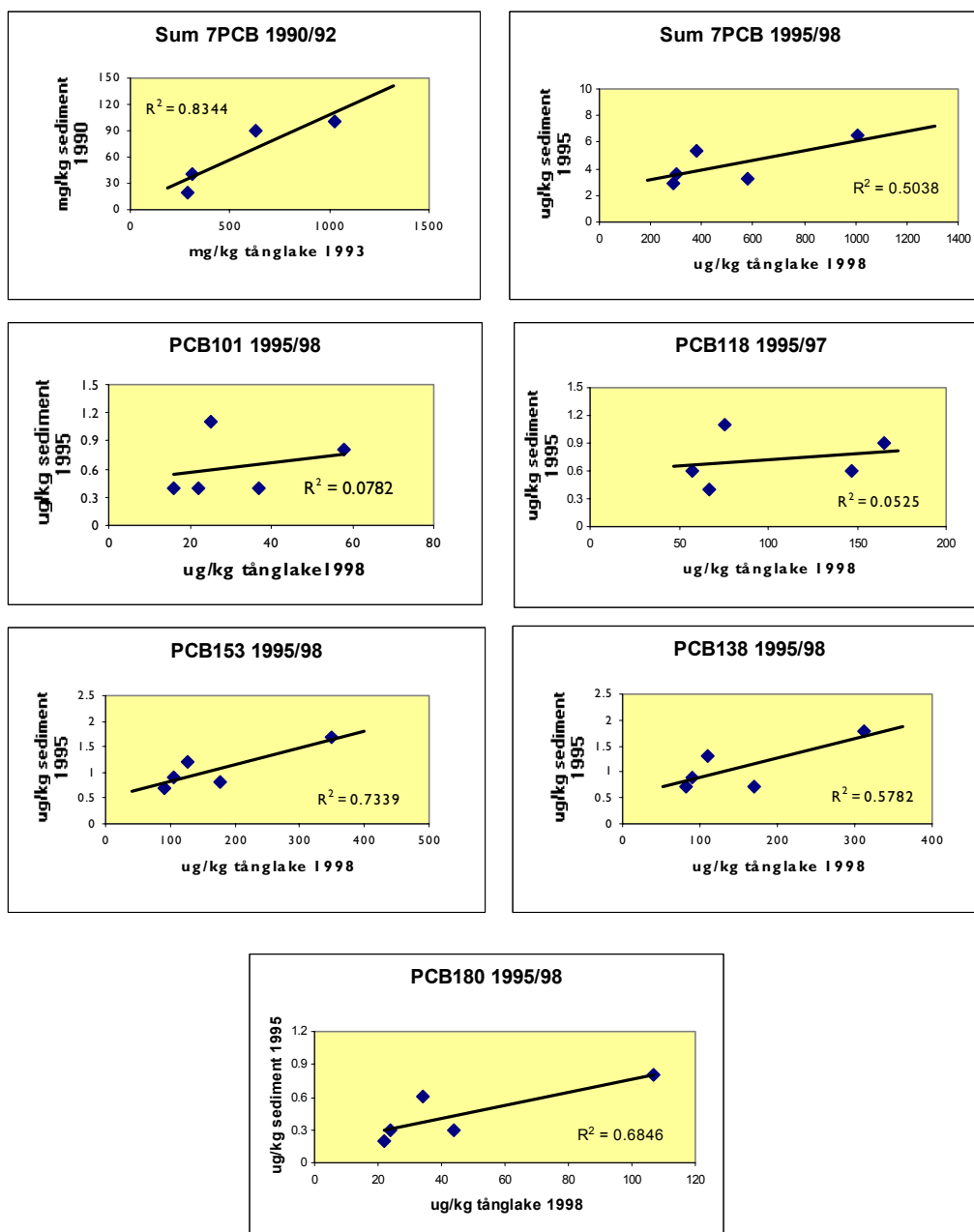


Figur 17. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet klor i tånglake (*Zoarces viviparus*) och sediment utmed Bohuskusten under 1990/92. *The relationship between some extractable organically combined chlorine compounds in eel-pout (*Zoarces viviparus*) and sediment at the Bohus Coast in 1990/92.*

5.2.4 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler (PCB:er) har undersökts i både sediment och tånglake vid båda undersökningstillfällena 1990/93 och 1995/98. Samtliga PCB:er kunde med undantag för PCB28 och PCB52 detekteras i tånglake på de flesta stationerna.

Vid första undersökningstillfället studerades enbart total PCB i sedimenten. Vid en grov uppskattning anses summa 7 PCB motsvara 50 % av halten total



Figur 18. Sambandet mellan några polycykliska bifenyler i tånglake (*Zoarces viviparus*) och sediment utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some polychlorinated biphenyls in eel-pout (Zoarces viviparus) and sediment at the Bohus Coast in the 1990's.*

PCB (De Voogt & Brinkman 1989). Genom att räkna om total PCB-halterna i sediment har det därmed blivit möjligt att göra en sambandsanalys mellan halterna i sediment och tånglake från 1990/92. Motsvarande analys för perioden 1995/97 har baserats på analyserade värden.

Resultaten redovisas i plottdiagrammen i figur 18. Summa 7 PCB för de båda provtagningsomgångarna har inte analyserats gemensamt eftersom det föreligger stora skillnader i halter i sedimenten för de båda provtagningsomgångarna. De redovisas separat för varje provtagningsstillfälle. Övriga sambandsanalyser hänför sig till perioden 1995/97.

Positiva samband råder mellan halterna för de olika PCB isomererna i sediment och tånglake med undantag för PCB 28 och PCB 52 (fig. 18). Korrelationskoefficienterna (r) varierar mellan 0.28 och 0.86 (tabell 69). Sambanden har låg eller måttlig signifikans till följd av det lilla antalet stationer och bör därför betraktas som en tendens. Den stora samstämmigheten förstärker dock sannolikheten något.

Även summa 7 PCB uppvisar positiva samband vad gäller koncentrationen i sediment och tånglake. Detta gäller för båda provtagningsstillfällena, vilket ytterligare förstärker sannolikheten för att ett samband finns.

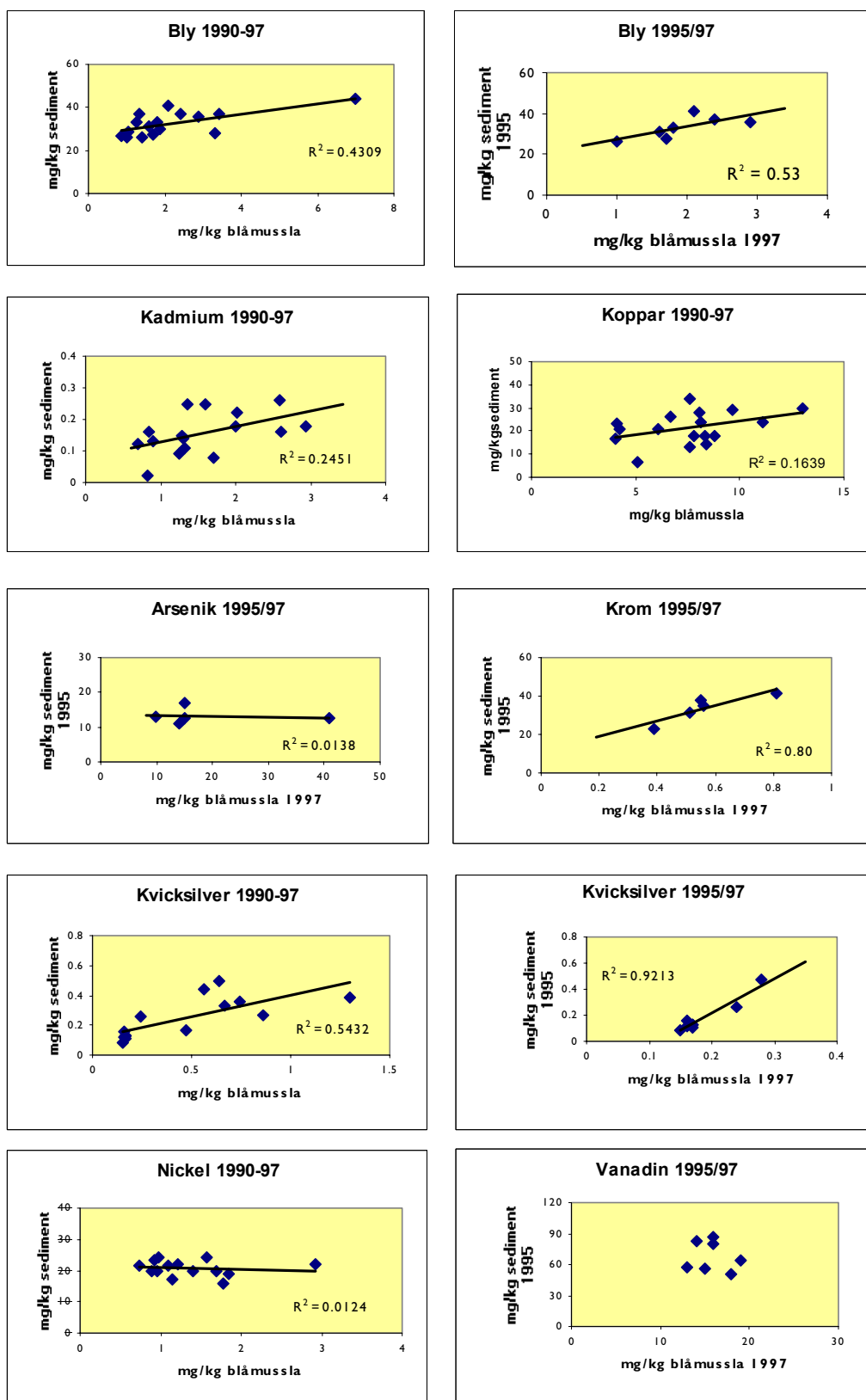
5.3 Sambandet mellan miljögifter i sediment och blåmussla

5.3.1 Metaller

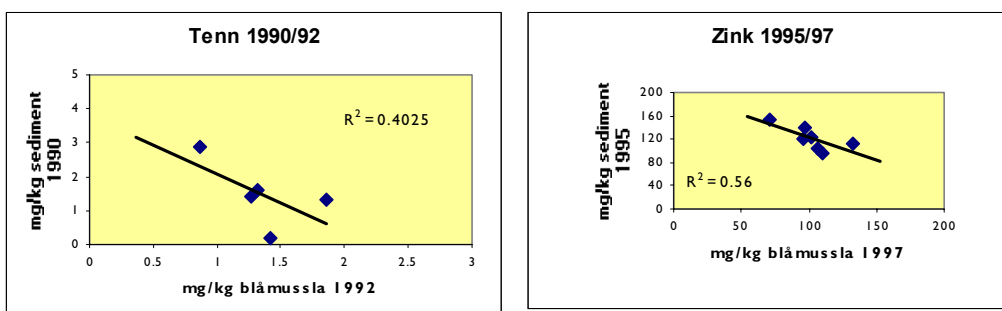
Koncentrationen av bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni) och tenn (Sn) har analyserats i både sediment och blåmussla vid båda undersökningstillfällena 1990/1992 och 1995/1997. Arsenik (As), krom (Cr), vanadin (V) och zink (Zn) undersöktes i sediment vid båda tillfällena och i blåmussla endast vid undersökningstillfället 1997. Aluminium (Al) undersöktes endast i blåmussla 1992, varför detta grundämne inte ingår i nedanstående sambandsanalys.

I nedanstående diagram (figurerna 19 och 20) har respektive metallkoncentration (uttryckt i mg/kg torrs substans) i sediment plottats mot motsvarande metallkoncentration i blåmussla. I de fall där data föreligger för båda undersökningstillfällena (1990/92 och 1995/97) har dessa plottats i ett gemensamt diagram. I övriga fall redovisas data för det år som de undersökts, dvs 1990/92 eller 1995/97.

Sambandsanalysen visar på signifikant positiva korrelationer mellan sediment och blåmussla vad avser koncentrationen av Cd, Cr, Hg, Pb och Zn i respektive medier. Korrelationskoefficienterna (r) varierar för dessa metaller mellan 0.5 och 0.96. Från r^2 -värdena (tabell 70) kan man sluta sig till att endast mellan 8 och 20 % av klusterfördelningen (1995/97) för Cr och Hg beror på andra faktorer. Inga samband kan påvisas för Ni och V.



Figur 19. Sambandet mellan några metallhalter i sediment och blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in sediment and blue mussel (Mytilus edulis) at the Bohus Coast in the 1990's.*



Figur 20. Sambandet mellan några metallhalter i sediment och blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in sediment and blue mussel (*Mytilus edulis*) at the Bohus Coast in the 1990's.*

Tabell 70. Det linjära sambandet för några tungmetaller i sediment och blåmussla utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t-fördelning (t_s) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some heavy metals in sediment and blue mussel in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t-distribution (t_s) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Sediment (mg/kg)	Blåmussla (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
As	As 95/97	0.01	-0.12	7	0.2645	$P < 0.25$
Cd	Cd	0.25	0.50	14	1.9739	$0.05 < P < 0.025$
Cr	Cr 95/97	0.80	0.89	5	3.4641	$0.025 < P < 0.01$
Cu	Cu	0.16	0.40	15	1.5964	$0.1 < P < 0.05$
Hg	Hg 95/97	0.92	0.96	5	5.9262	$0.005 < P < 0.001$
Hg	Hg	0.54	0.74	14	3.7775	$0.005 < P < 0.001$
Ni	Ni	0.01	-0.11	14	0.3882	$P < 0.25$
Pb	Pb 95/97	0.53	0.73	7	2.3745	$0.01 < P < 0.005$
Pb	Pb	0.43	0.66	14	3.0143	$0.25 < P < 0.1$
Sn	Sn	0.40	0.63	5	1.4142	$0.25 < P < 0.1$
V	V 95/97	0.03	0.18	7	0.4046	$P < 0.25$
Zn	Zn 95/97	0.56	0.75	7	2.5226	$0.05 < P < 0.025$
EOCl	EOCl 92/93	0.53	0.73	4	1.5102	$0.25 < P < 0.1$
EPOCl	EPOCl 92/93	0.88	0.94	4	3.8609	$0.05 < P < 0.025$
PCB 101	PCB 101	0.19	0.43	4	0.6807	$P < 0.25$
PCB 118	PCB 118	0.35	0.59	4	1.0368	$0.25 < P < 0.1$
PCB 153	PCB 153	0.25	0.50	5	1.0104	$0.25 < P < 0.1$
PCB 138	PCB 138	0.30	0.55	5	1.1274	$0.25 < P < 0.1$
Sum 7 PCB	Sum 7 PCB	0.19	0.44	5	0.8465	$0.25 < P < 0.1$
Sum 7 PCB	Sum 7 PCB 90/92	0.52	0.72	7	2.3503	$0.05 < P < 0.025$
HCB	HCB 90/92	0.12	0.35	7	0.8234	$0.25 < P < 0.1$
Naftalen	Naftalen	0.56	0.75	5	1.9422	$0.1 < P < 0.05$
Fenantren	Fenantren	0.68	-0.82	5	2.5214	$0.05 < P < 0.025$
Antracen	Antracen	0.08	0.29	5	0.5153	$P < 0.25$
Fluoranten	Fluoranten	0.05	-0.22	5	0.3859	$P < 0.25$
Pyren	Pyren	0.08	-0.28	5	0.5135	$P < 0.25$
Bens(a)antracen	Bens(a)antracen	0.12	0.34	5	0.6280	$P < 0.25$
Krysen/trifenylen	Krysen/trifenylen	0.20	0.45	5	0.8739	$0.1 < P < 0.05$
Sum 6 PAH	Sum 6 PAH	0.03	0.16	5	0.2796	$P < 0.25$

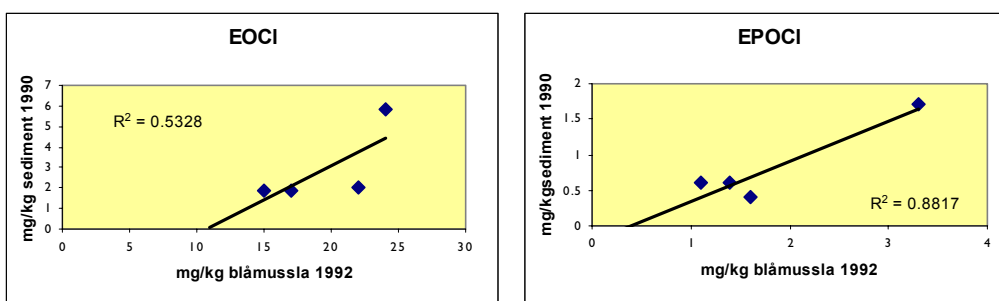
5.3.2 Organiska tennföreningar

Halten av dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) har studerats i blåmussla vid båda undersökningstillfällena 1992 och 1997, men inte i sediment 1990 och 1995. Eventuella koncentrationssamband har därför inte varit möjliga att undersöka.

5.3.3 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och -brom (EPOBr) har studerats i blåmussla vid första undersökningstillfället 1992. I sediment har endast EOCl och EPOCl undersökts, men då vid båda undersökningstillfällena 1990 och 1995.

Sambandsanalys har därför endast varit möjlig att utföra för EOCl och EPOCl. Resultaten finns plottade i diagrammen i figur 21. Positiva korrelationer föreligger för båda parametrarna. Korrelationskoefficienten (r) är för EOCl och EPOCl 0.73 respektive 0.94 (tabell 70). Signifikansen är måttlig till följd av få stationer. r^2 -värdet anger att mellan 12 och 47 % av fördelningen beror på andra faktorer.



Figur 21. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet klor i blåmussla (*Mytilus edulis*) och sediment utmed Bohuskusten under 1990/92. *The relationship between organically combined chlorine in blue mussel (*Mytilus edulis*) and sediment at the Bohus Coast in 1990/92.*

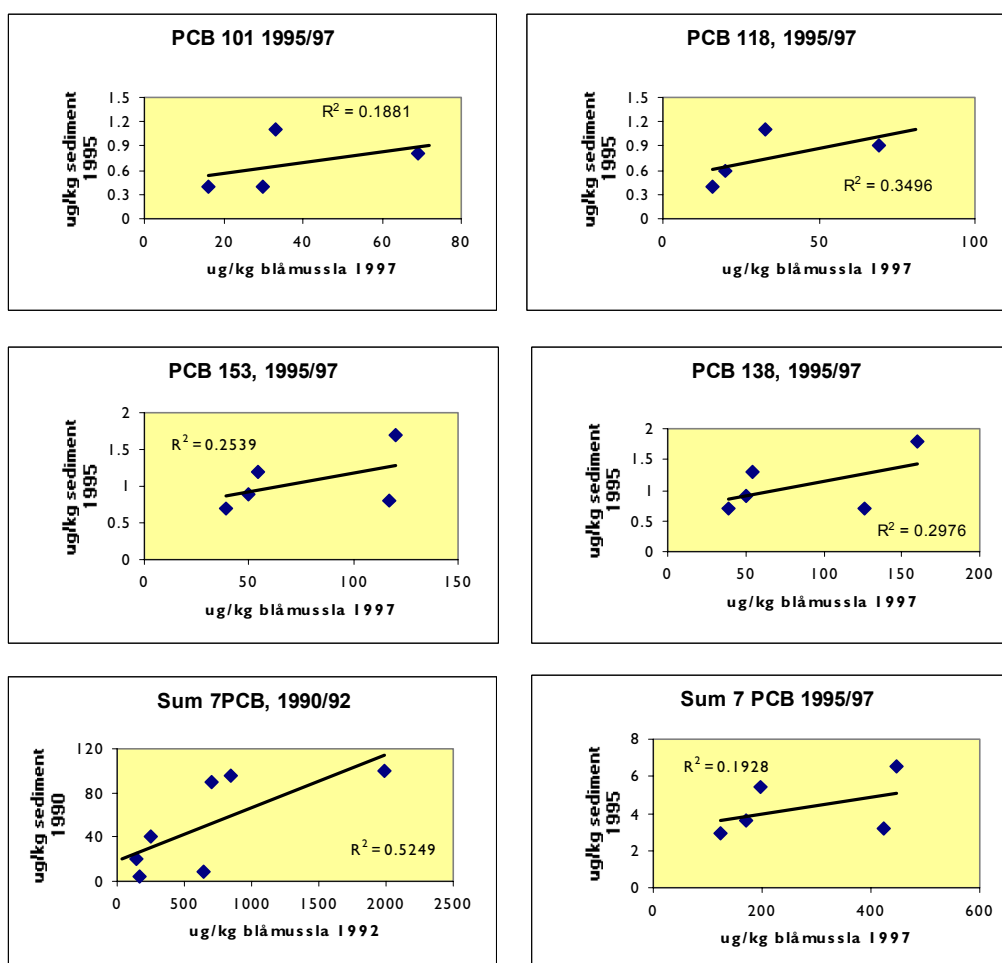
5.3.4 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler (PCB:er) har undersökts i både sediment och blåmussla vid båda undersökningstillfällena 1990/92 och 1995/97. Samtliga PCB:er kunde med undantag för PCB 28, PCB 52 och PCB 180 detekteras i blåmussla på samtliga stationer 1997. Vid den föregående undersökningen låg detektionsgränsen högre (1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt) vilket ledde till att PCB detekterades på färre stationer.

Vid första undersökningstillfället för sediment (1990) studerades enbart total PCB i sedimenten. Vid en grov uppskattning anses summa 7 PCB motsvara 50

% av halten total PCB (De Voogt & Brinkman 1989). Genom att räkna om total PCB-halterna i sediment har det därmed blivit möjligt att göra en sambandsanalys mellan halterna av summa 7 PCB i sediment och blåmussla från 1990/92. Motsvarande analys för perioden 1995/97 har baserats på analyserade värden av respektive PCB.

Resultaten redovisas i plottdiagrammen i figur 22. Summa 7 PCB för de båda provtagningsomgångarna har inte analyserats gemensamt eftersom det föreligger stora skillnader i halter i sedimenten för de båda provtagningsomgångarna. De redovisas separat för varje provtagningsstillfälle. Övriga sambandsanalyser hänför sig till perioden 1995/97.



Figur 22. Sambandet mellan några PCBer (ug/kg fett) i blåmussla (*Mytilus edulis*) och sediment (ug/kg ts) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some PCBs (ug/kg fett) in blue mussel (Mytilus edulis) and sediment (ug/kg ts) at the Bohus Coast in the 1990's.*

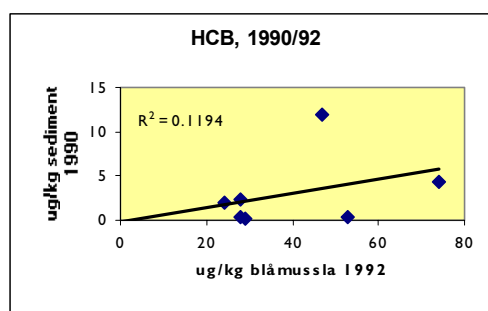
Positiva samband råder mellan halterna för de olika detekterade PCB kongenerna i sediment och blåmussla. Korrelationskoefficienterna (r) varierar mellan 0.19 och 0.52 (tabell 70). Sambanden har låg eller måttlig signifikans till följd av det lilla antalet stationer och bör därför betraktas som en tendens. Den stora samstämmigheten förstärker dock sannolikheten något.

Även summa 7 PCB uppvisar positiva samband vad gäller koncentrationen i sediment och blåmussla. Detta gäller för båda provtagningstillfällena, vilket ytterligare förstärker sannolikheten för att ett samband finns.

5.3.5 Hexaklorbensen

Hexaklorbensen (HCB) har undersökts i både blåmussla och sediment vid båda undersökningstillfällena 1990/92 och 1995/97. Vid den senare undersökningsomgången låg halterna i blåmussla under detektionsgränsen ($0.1 \mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt), varför ingen sambandsanalys varit möjlig att utföra för den andra provtagningsomgången.

Ett svagt positiv korrelation med låg signifikans föreligger mellan HCB i blåmussla och sediment för den första undersökningsomgången 1990/92 (fig 23, tabell 70).



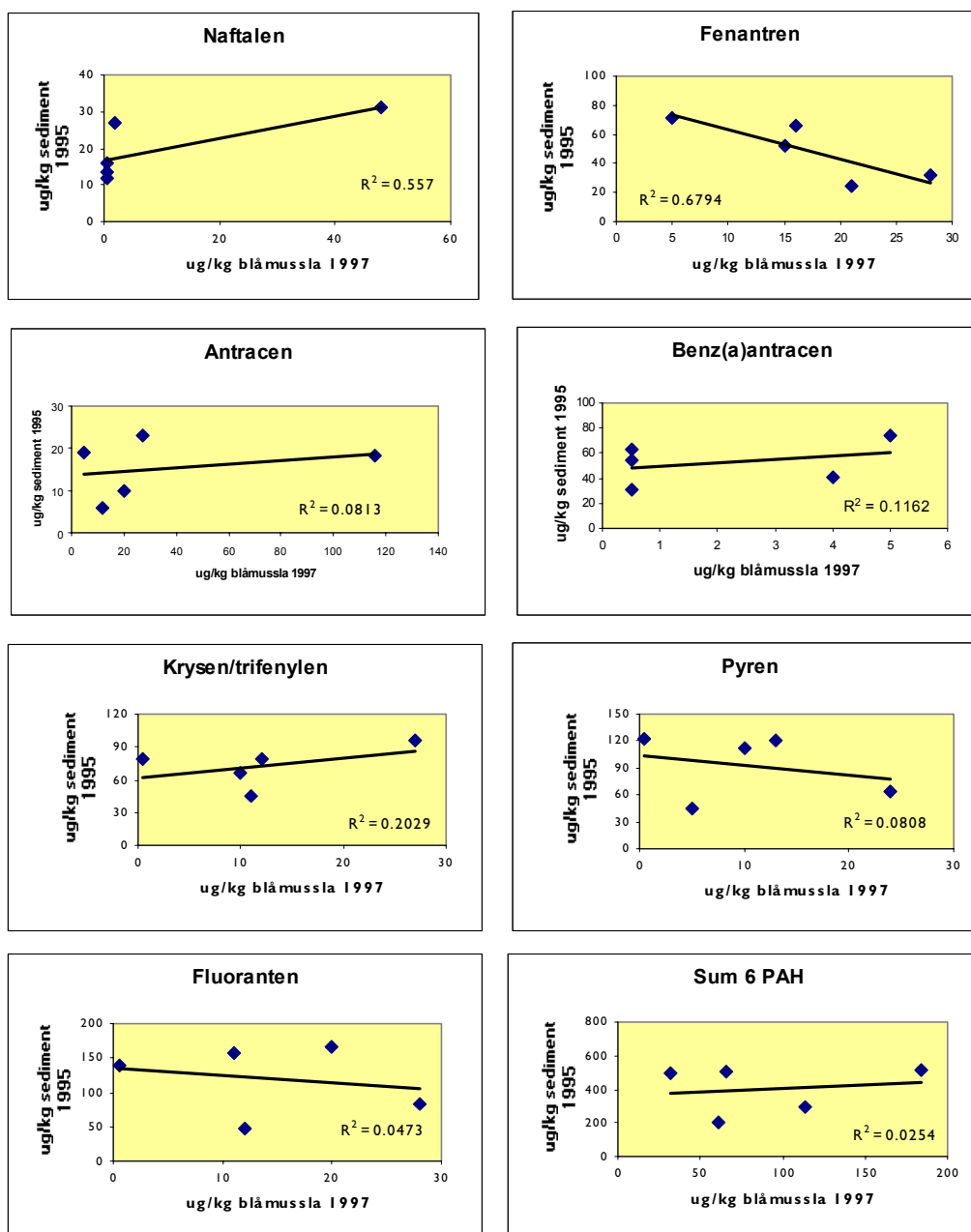
Figur 23. Sambandet mellan HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) i blåmussla (*Mytilus edulis*) och sediment ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) utmed Bohuskusten 1990/92. *The relationship between HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) in blue mussel (*Mytilus edulis*) and sediment ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) at the Bohus Coast in the 1990/92.*

5.3.6 Bicykliska och polyaromatiska kolväten

Inga bicykliska och polyaromatiska kolväten kunde påvisas i blåmussla 1992 till följd av för hög detektionsgräns. Med en lägre detektionsgräns 1997 kunde tre bicykliska och sex polyaromatiska kolväten (PAH) påvisas. Sambandsanalys har därför endast varit möjlig att utföra på den senare omgångens analysdata från blåmussla. Denna har studerats tillsammans med sedimentdata från 1995.

I nedanstående diagram (figur 24) har respektive bicyklisk kolväteförening och PAH (uttryckt i $\mu\text{g}/\text{kg}$ torrs substans) i blåmussla plottats mot motsvarande koncentration i sediment.

Svagt positiva korrelationer med låg signifikans föreligger för antracen, bens(a)antracen och krysen/trifenyl (tabell 70). Även summa 6 PAH uppvisar ett svagt positivt samband. Fenantren i synnerhet, men även fluoranten och pyren uppvisar i motsats negativa korrelationer. Signifikansen för alla sambanden är låg till följd av allt för få data.



Figur 24. Sambandet mellan några polyaromatiska kolväteföreninga, PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) i blåmussla (*Mytilus edulis*) och sediment utmed Bohuskusten 1995/97. *The relationship between some polyaromatic hydrocarbones, PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) in blue mussle (*Mytilus edulis*) and sediment along the Bohus Coast in 1995/97.*

5.4 Sambandet mellan miljögifter i sediment och torsk

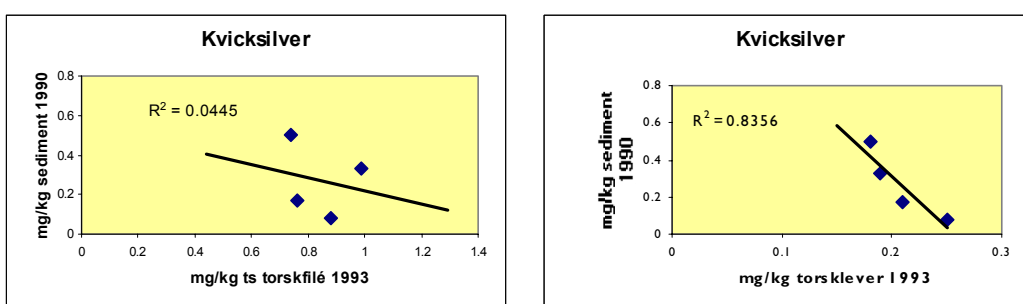
5.4.1 Metaller

Koncentrationen av kadmium (Cd), och kvicksilver (Hg) har analyserats i både sediment och torsk vid båda undersökningstillfällena 1990/93 och 1995/98. Torsk undersöktes enbart på fyra stationer (4, 10, 13 och 16) 1993, medan sediment undersöktes på 12 stationer både 1990 och 1995. Vid det andra undersökningstillfället (1997/98) medförde bristen på torsk att tillräckligt med prov

inte kunde erhållas på varje station. Analyserna fick därför genomföras på ett samlingsprov från flera stationer. Samlingsprovet ingår inte i nedanstående sambandsanalyser.

I torsk undersöktes koncentrationen av Cd och Hg både i filén och levern 1993. I torskfilén kunde Cd inte detekteras på någon station, däremot på samtliga stationer i torsklevern och i sediment. I torsklevern var koncentrationen konstant låg (0.03 mg/kg). Hg kunde detekteras på samtliga stationer i såväl sediment, torskfilé som torsklever.

I nedanstående diagram (figur 25) har koncentration av Hg (uttryckt i mg/kg torrs substans) i sediment plottats mot motsvarande metallkoncentration i torskfilé respektive torsklever.



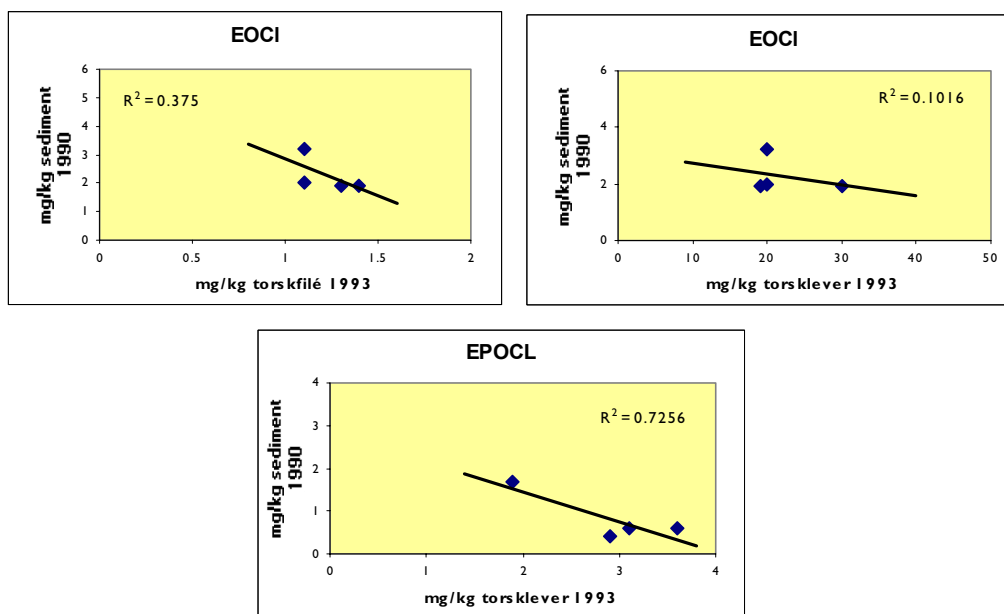
Figur 25. Sambandet mellan kvicksilver i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och i sediment utmed Bohuskusten 1990/93. *The relationship between mercury in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and in sediment at the Bohus Coast in 1990/93.*

Inget säkert samband kan påvisas mellan kvicksilverkoncentrationen i sediment och torskfilé. Däremot föreligger ett negativt samband mellan halterna i sediment och torsklever. Korrelationskoefficienten är -0.91 , men signifikansen är låg till följd av få analyser (tabell 71). r^2 -värdet anger att endast 17 % av clusterfördelningen beror på andra faktorer.

5.4.2 Extraherbart organiskt klor

Extraherbart organiskt bundet klor (EOCI) och extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCI) har studerats i sediment och torsk vid första undersökningstillfället 1990/93. Halterna av EPOCI i torskfilé låg då under detektionsgränsen på samtliga stationer och i torsklever på station 16.

Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figur 26. Negativa samband kan noteras för EOCl och EPOCl vad avser koncentrationen i sediment och torskfilé respektive torsklever. Det är dock bara sambandet för koncentrationen av EPOCl i lever som är signifikant. Korrelationskoefficienten i detta fall är -0.85 (tabell 71) och bestämningskoefficienten (r^2) 0.73 , vilket innebär att 27 % av x - och y -värdena påverkas av andra faktorer.



Figur 26. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet klor i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och sediment utmed Bohuskusten under 1990/93. *The relationship between extractable organically combined chlorine in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and sediment at the Bohus Coast in 1990/93.*

Tabell 71. Det linjära sambandet för några miljögifter i sediment och torsk utmed Bohuskusten under 1990/93. Observerad t-fördelning (t_s) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some toxic substances and metals in sediment and cod from the Bohus Coast in 1990/93. Observed t -distribution (t_s) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Sediment (mg/kg)	Torskfilé (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Hg	Hg	0.045	-0.21	4	0.3052	$P > 0.25$
EOCI	EOCI	0.38	-0.61	4	1.0954	$0.25 < P < 0.1$
Sum 7 PCB	Sum 7 PCB	0.90	0.95	4	4.3422	$0.025 < P < 0.01$

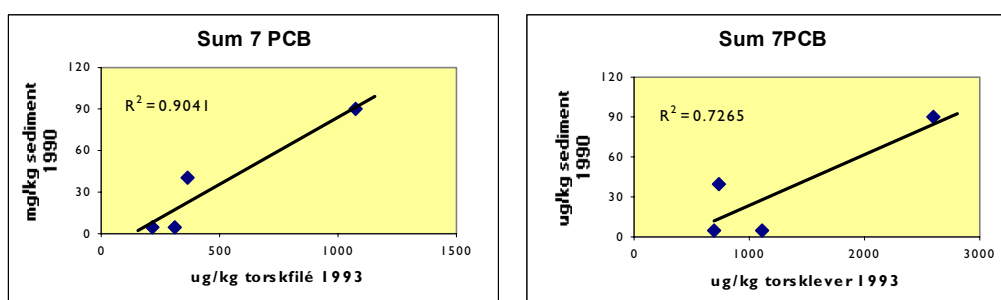
Sediment (mg/kg)	Torsklever (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Hg	Hg	0.84	-0.91	4	3.1883	$0.05 < P < 0.01$
EOCI	EOCI	0.1	-0.32	4	0.4756	$P > 0.25$
EPOCI	EPOCI	0.73	-0.85	4	2.2997	$0.1 < P < 0.05$
Sum 7 PCB	Sum 7 PCB	0.73	0.85	4	2.3049	$0.1 < P < 0.05$
HCB	HCB	0.0179	0.13	4	0.1909	$P > 0.25$

5.4.3 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler (PCB) har undersökts i både sediment och torsk vid båda undersökningstillfällena 1990/93 och 1995/98. Bristen på torsk vid det

senare undersökningstillfället resulterade i två samlingsprov, vilka inte ingår i nedanstående analys.

I torsk analyserades samtliga sju PCB-isomerer på samtliga fem stationer som undersöktes 1993. I sediment däremot undersöktes 1990 enbart total PCB (Cato 1992). Vid en grov uppskattning anses summa 7 PCB motsvara ca 50 % av halten total PCB (De Voogt & Brinkman 1989). Genom att räkna om total PCB-halterna i sediment har det därmed blivit möjligt att göra en sambandsanalys mellan halterna i torsk och sediment. Resultaten redovisas i figur 27 och tabell 71.



Figur 27. Sambandet mellan polyklorerade bifenyls (Summa 7PCB) i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och sediment utmed Bohuskusten under 1990/93. *The relationship between polychlorinated biphenyls (sum 7 PCB) in cod fillet and cod liver respectively (*Gadus morhua*) and sediment at the Bohus Coast in 1990/93.*

Ett positivt samband föreligger mellan sediment och torskfilé respektive sediment och torsklever vad avser koncentrationen av summa 7 PCB. De höga korrelationskoefficienterna (r) 0.95 och 0.85 har godtagbar signifikans (tabell 71), men styrs i hög grad av en punkt varför sambandet bör betraktas som en indikation om att ett möjligt samband föreligger.

5.4.4 Hexaklorbensen

Hexaklorbensen (HCB) har undersökts i både sediment och torsk vid båda undersökningstillfällena 1990/93 och 1995/98. Bristen på torsk vid det senare undersökningstillfället resulterade i två samlingsprov, vilka inte ingått i sambandsanalysen.

I torsklever detekterades HCB på samtliga fyra stationer som undersöktes 1993 medan endast spår av HCB detekterades i filén. I sediment detekterades 1990 HCB på alla utom en station (Cato 1992). Data mellan torsk och sediment sammanfaller endast på fyra stationer.

Inget samband har kunnat påvisas mellan halten HCB i sediment och halten HCB i torsk. Det skall noteras att endast fyra punkter ingår i analysen, varför observationen endast kan betraktas som en möjlig indikation.

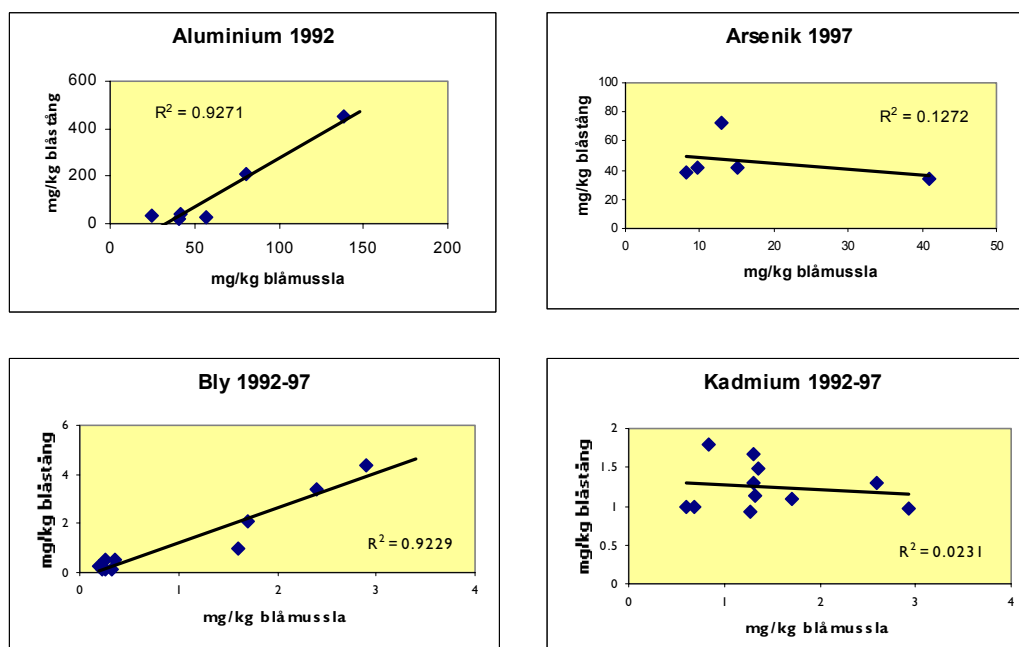
5.5 Sambandet mellan miljögifter i blåmussla och blåstång

5.5.1 Metaller

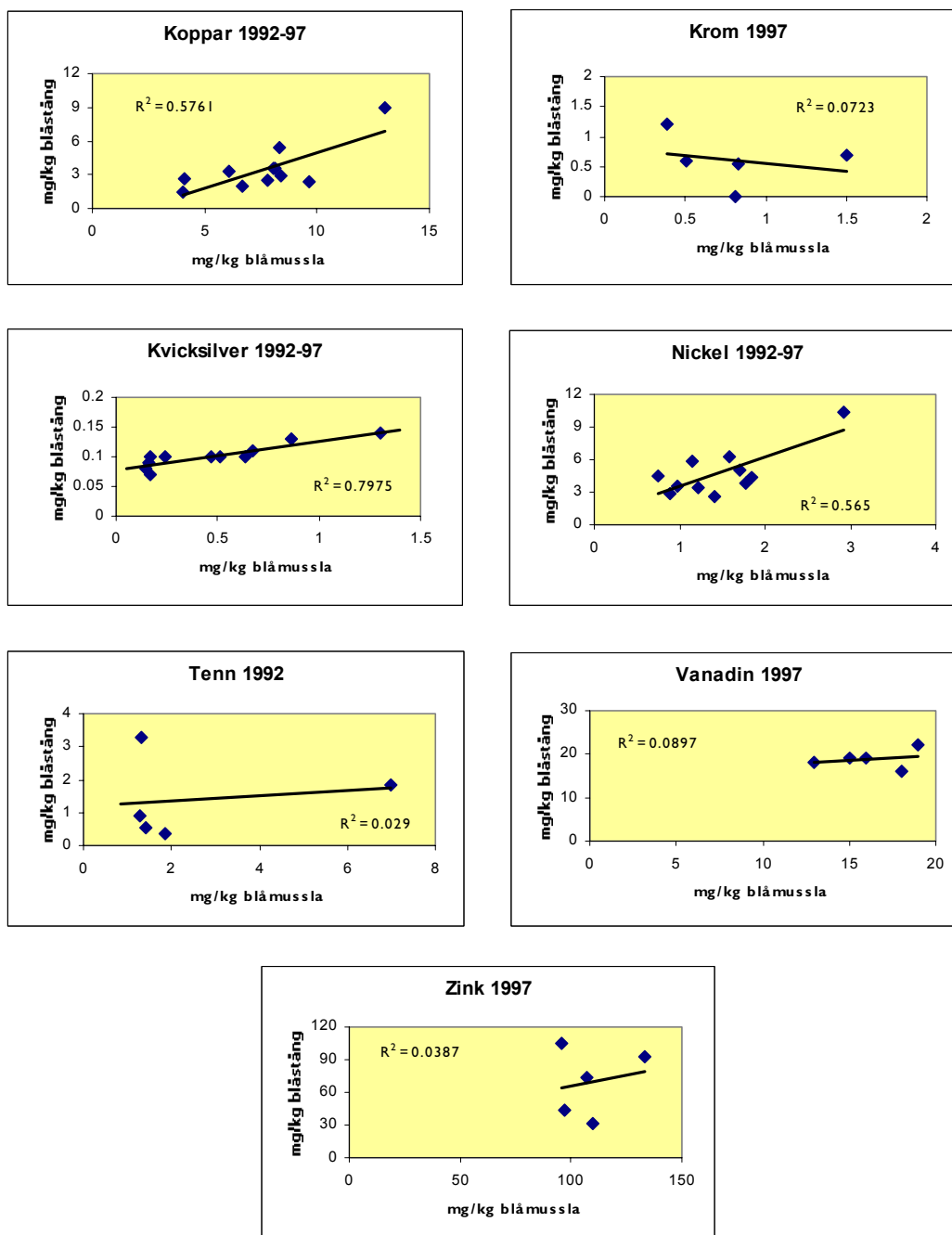
Koncentrationen av arsenik (As), bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), tenn (Sn), vanadin (V) och zink (Zn) har analyserats i blåstång vid båda undersökningstillfällena 1992 och 1997. Aluminium (Al) däremot endast 1992. I blåmussla undersöktes halten av As, Cr, V och Zn endast 1997 och Al endast 1992. De övriga metallerna undersöktes i blåmussla såväl 1992 som 1997.

I nedanstående diagram (figurerna 28 och 29) har respektive metallkoncentration (uttryckt i mg/kg torrsbstans) i blåmussla plottats mot motsvarande metallkoncentration i blåstång. I de fall där data föreligger för båda undersökningsåren (1992 och 1997) har dessa plottats i ett gemensamt diagram. I övriga fall redovisas data för det år som de undersökts, dvs 1992 eller 1997.

Sambanden för respektive metall Al, Pb, Cu, Hg och Ni mellan blåmussla och blåstång är relativt höga till höga. Korrelationskoefficienterna (r) varierar mellan 0.75 och 0.96 med en signifikans varierande mellan $0.005 < P < 0.001$ (tabell 72). Bestämningkoefficienten (r^2) varierar mellan 0.57 och 0.93, vilket dock innebär att mellan ca 10 och 40 % av de berörda metallhalterna (x - och y -värdena) påverkas av andra faktorer. För övriga metaller är sambanden dåliga, korrelationen och signifikansen låg (tabell 72).



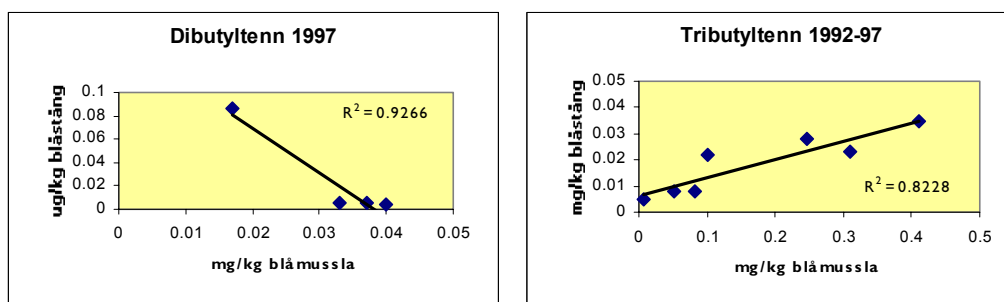
Figur 28. Sambandet mellan några metallhalter i blåmussla (*Mytilus edulis*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in blue mussel (Mytilus edulis) and bladder wrack (Fucus vesiculosus) at the Bohus Coast in the 1990's.*



Figur 29. Sambandet mellan några metallhalter i blåmussla (*Mytilus edulis*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in blue mussel (*Mytilus edulis*) and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) at the Bohus Coast in the 1990's.*

5.5.2 Organiska tennföreningar

Tributyltenn (TBT) har studerats i blåmussla och blåstång vid båda undersökningstillfällena 1992 och 1997. Dibutyltenn (DBT) däremot endast i blåmussla vid båda undersökningstillfällena och i blåstång år 1997. Med undantag för station 16 ligger DBT-halterna i blåstång mycket nära detektionsgränsen.

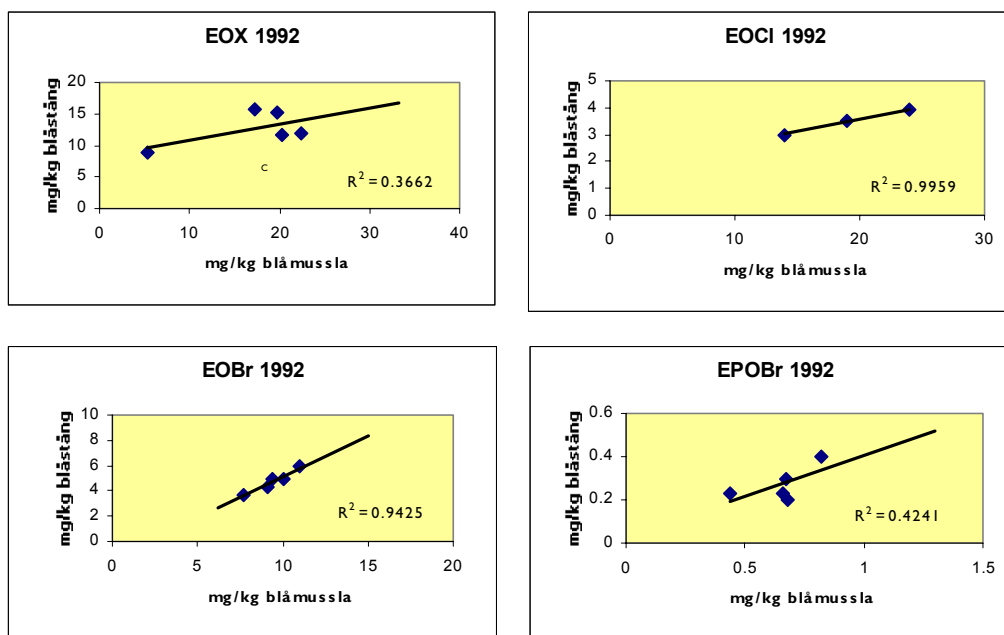


Figur 30. Sambandet mellan några organiska tennföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some organic tin-compounds in blue mussel (Mytilus edulis) and bladder wrack (Fucus vesiculosus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

Analysresultaten redovisas i ovanstående plottdiagram (fig. 30). Ett starkt positivt samband med hög sannolikhet föreligger mellan TBT i blåmussla och blåstång (tabell 72) medan en tendens till det motsatta kan anas för DBT. Det senare är dock mycket osäkert till följd av allt för få analysdata och genom att tre av fyra värden för DBT i blåstång ligger på detektionsgränsen.

Tabell 72. Det linjära sambandet för några tungmetaller i blåmussla och blåstång utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t-fördelning (t_s) med (n-2) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some heavy metals in blue mussel and kelp in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t-distribution (t_s) with (n-2) degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Blåmussla (mg/kg)	Blåstång (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Al	Al	0.93	0.96	6	7.1326	0.005<P<0.001
As	As	0.13	-0.36	5	0.6612	P<0.25
Cd	Cd	0.02	-0.15	11	0.4613	P<0.25
Cr	Cr	0.07	-0.27	5	0.4835	P<0.25
Cu	Cu	0.58	0.76	11	3.4973	0.005<P<0.001
Hg	Hg	0.80	0.89	11	5.9535	P<0.001
Ni	Ni	0.57	0.75	11	3.4190	0.005<P<0.001
Pb	Pb	0.92	0.96	10	9.7858	P<0.001
Sn	Sn	0.029	0.17	5	0.2993	P<0.25
V	V	0.09	0.3	5	0.5437	P<0.25
Zn	Zn	0.039	0.2	5	0.3475	P<0.25
DBT	DBT	0.92	-0.96	4	5.0247	0.025<P<0.01
TBT	TBT	0.82	0.91	7	4.8183	0.005<P<0.001
EOX	EOX	0.37	0.61	5	1.3166	0.25<P<0.1
EOCl	EOCl	0.99	1	3	15.585	0.025<P<0.01
EOBr	EOBr	0.94	0.97	5	7.0124	0.005<P<0.001
EPOBr	EPOBr	0.42	0.65	5	1.4863	0.25<P<0.1



Figur 31. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundna halogenföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1992. The relationship between extractable organically combined halogen compounds in blue mussel (*Mytilus edulis*) and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) at the Bohus Coast in 1992.

5.5.3 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och -brom (EPOBr) har enbart studerats i blåmussla och blåstång vid första undersökningstillfället 1992. Halterna av EPOCl i blåstång låg under detektionsgränsen på samtliga stationer och för EOCl på två stationer (4 och 10).

Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figur 31. Starka positiva samband med höga korrelationskoefficienter (1 repektive 0.97) och hög signifikans kan konstateras för EOCl och EOBr mellan halterna i blåmussla och blåstång (tabell 72). Bestämningkoefficienten (r^2) varierar mellan 0.94 och 0.99 för EOBr respektive EOCl, vilket innebär att endast mellan ca 1 och 6 % av de berörda ämnena (x - och y -värdena) påverkas av andra faktorer.

Sambanden mellan blåmussla och blåstång är betydligt sämre för EOX och EPOBr. I det förra fallet styrs det eventuella sambandet av en enda punkt, vilket innebär mycket stor osäkerhet (tabell 72). Trenden i de redovisade sambanden är dock enhetligt positiv, vilket får tas som en indikation. Med fler mätdata och därigenom bättre statistik skulle dessa samband säkrare kunna beläggas eller förkastas.

5.6 Sambandet mellan miljögifter i blåmussla och tånglake

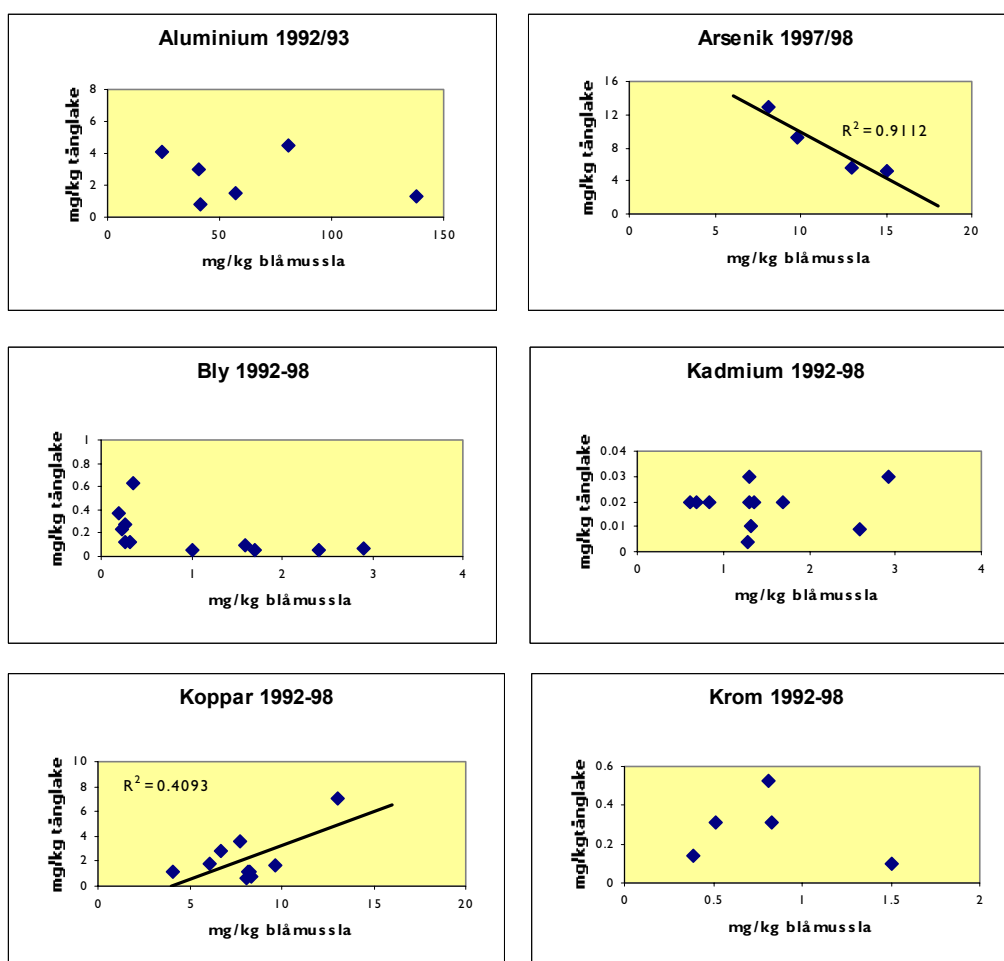
5.6.1 Metaller

Koncentrationen av arsenik (As), bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), krom

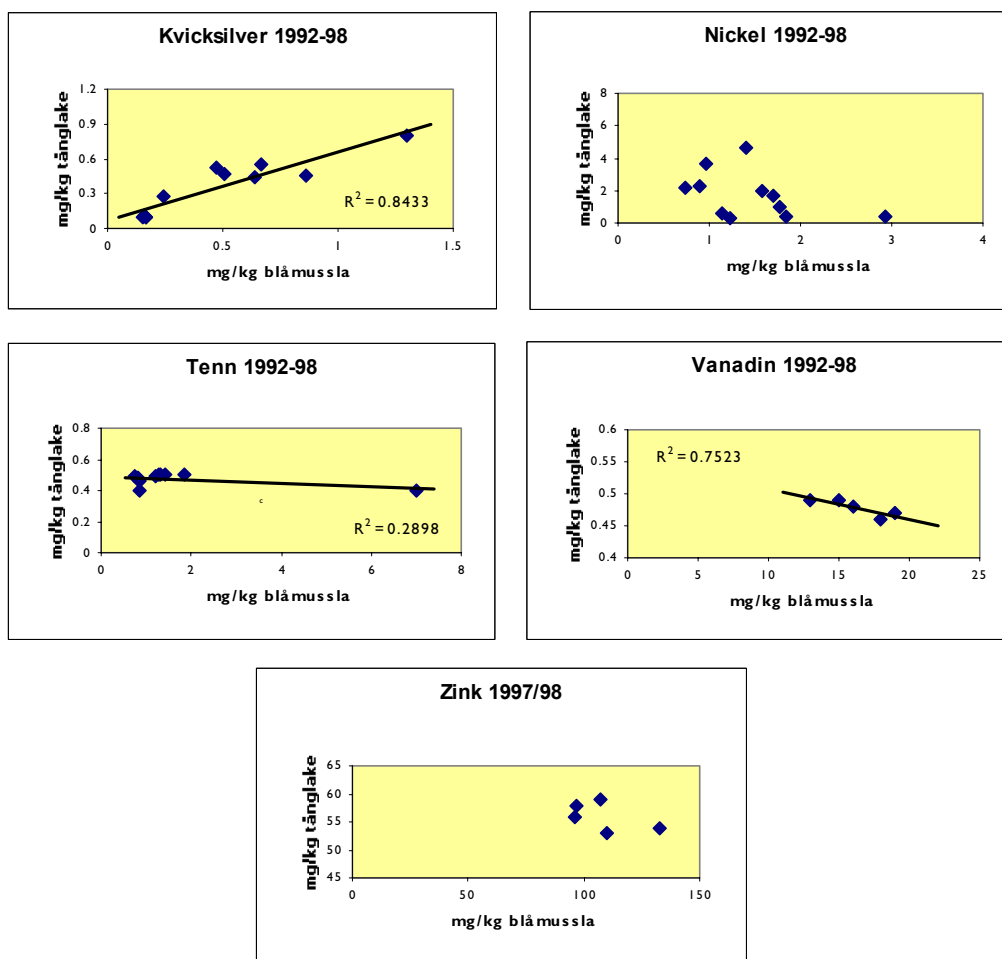
(Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), tenn (Sn), vanadin (V) och zink (Zn) har analyserats i tånglake vid båda undersökningstillfällena 1993 och 1998. Aluminium (Al) däremot endast 1993. I blåmussla undersöktes halten av As, Cr, V och Zn endast 1997 och Al endast 1992. De övriga metallerna undersöktes i blåmussla såväl 1992 som 1997.

I nedanstående diagram (figurerna 32 och 33) har respektive metallkoncentration (uttryckt i mg/kg torrsbstans) i blåmussla plottats mot motsvarande metallkoncentration i tånglake. I de fall där data föreligger för båda undersökningssären (1992 och 1997) har dessa plottats i ett gemensamt diagram. I övriga fall redovisas data för det år som de undersökts, dvs 1992/93 eller 1997/98.

Positiva samband råder mellan blåmussla och tånglake vad avser metallerna Cu och Hg (tabell 73). I synnerhet det senare sambandet uppvisar en mycket hög korrelationskoefficient (0.92) med mycket hög sannolikhet ($p < 0.001$).



Figur 32. Sambandet mellan några metallhalter i blåmussla (*Mytilus edulis*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in blue mussel (*Mytilus edulis*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*) at the Bohus Coast in the 1990's.*



Figur 33. Sambandet mellan några metallhalter i blåmussla (*Mytilus edulis*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in blue mussel (Mytilus edulis) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

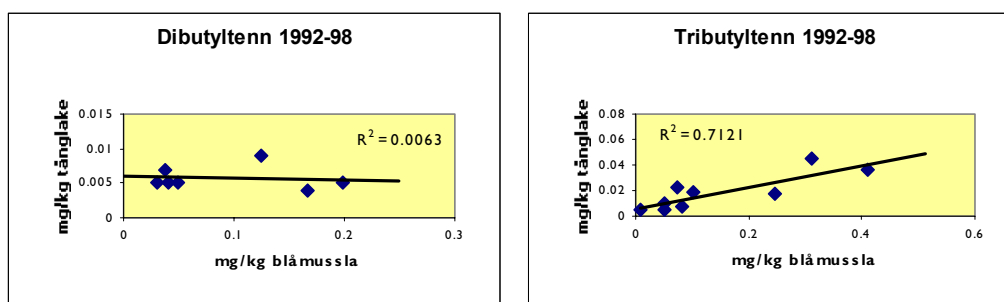
Starka negativa samband med hög korrelation (0.91) och hög sannolikhet råder mellan blåmussla och tånglake vad avser koncentrationen av metallerna As och V (figurerna 32, 33 och tabell 73). För övriga metaller (Al, Cd, Cr, Ni, Pb, Sn och Zn) saknas påvisbara samband. En tendens till ett negativa samband kan anas för Ni, Sn och Zn, men fler mätdata krävs för att bekräfta detta.

5.6.2 Organiska tennföreningar

Tributyltenn (TBT) har studerats i blåmussla och tånglake vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98. Analysresultaten redovisas i nedanstående plottdiagram (fig. 34). Ett starkt positivt samband med hög sannolikhet föreligger mellan TBT i blåmussla och tånglake (tabell 73) medan inget samband kan påvisas för DBT. I det senare fallet är halten i tånglake i det närmaste konstant när halten ökar i blåmussla.

5.6.3 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr)

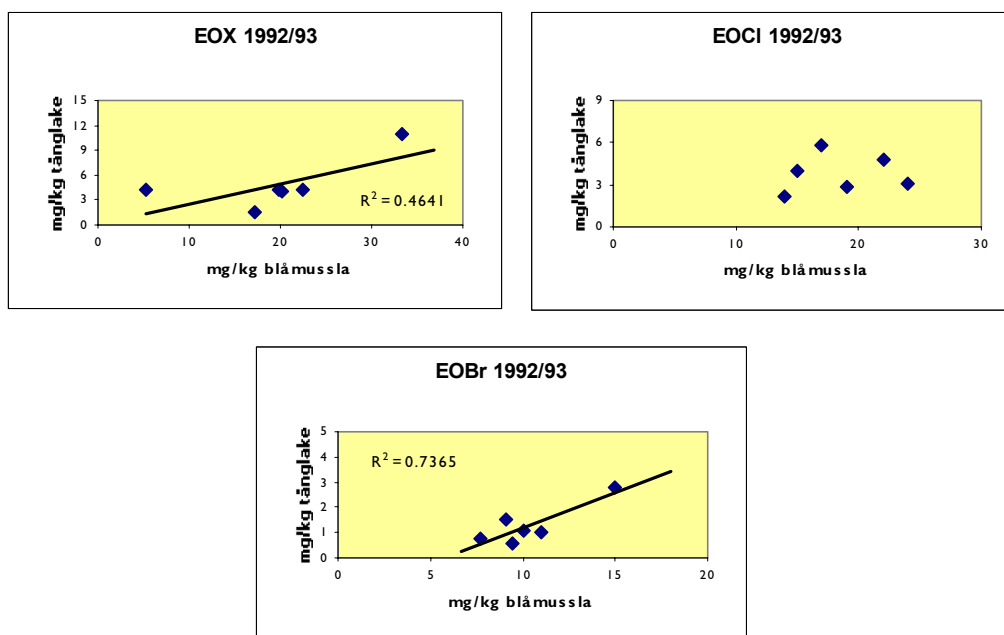


Figur 34. Sambandet mellan några organiska tennföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some organic tin-compounds in blue mussel (Mytilus edulis) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

samt extraererbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och -brom (EPOBr) har studerats i blåmussla och tånglake vid första undersökningstillfället 1992/93. Halterna av EPOBr i tånglake låg under detektionsgränsen på samtliga stationer och för EPOCl på samtliga utom två stationer (4 och 16). Det har därför inte varit möjligt att testa sambanden för dessa två parametrar.

Tabell 73. Det linjära sambandet för några tungmetaller i blåmussla och tånglake utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t-fördelning (t_s) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some heavy metals in blue mussel and eel-pout in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t-distribution (t_s) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Blåmussla (mg/kg)	Blåstång (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Al	Al	0.07	-0.26	6	0.5483	0.005<P<0.001
As	As	0.91	-0.95	4	4.5302	0.25<P<0.1
Cd	Cd	0.01	-0.08	11	0.2408	P<0.25
Cr	Cr	0.06	-0.25	5	0.4495	P<0.25
Cu	Cu	0.41	0.64	10	2.3544	0.025<P<0.01
Hg	Hg	0.84	0.92	11	6.9595	P<0.001
Ni	Ni	0.20	-0.44	11	1.4883	0.1<P<0.05
Pb	Pb	0.32	0.56	11	2.0514	0.05<P<0.025
Sn	Sn	0.29	-0.54	11	1.9164	0.05<P<0.025
V	V	0.75	-0.87	5	3.0185	0.05<P<0.025
Zn	Zn	0.28	-0.53	5	1.0868	0.25<P<0.1
DBT	DBT	0.01	-0.08	7	0.1780	P<0.25
TBT	TBT	0.71	0.84	9	4.1610	0.005<P<0.001
EOX	EOX	0.46	0.68	6	1.8612	0.1<P<0.05
EOCl	EOCl	0.01	0.10	6	0.2070	P<0.25
EOBr	EOBr	0.74	0.86	6	3.3437	0.25<P<0.1
PCB101	PCB101	0.68	0.82	5	2.5110	0.05<P<0.025
PCB118	PCB118	0.91	0.95	5	5.3584	0.01<P<0.005
PCB153	PCB153	0.45	0.67	11	2.7295	0.25<P<0.1
PCB138	PCB138	0.35	0.59	11	2.1937	0.05<P<0.025
7PCB	7PCB	0.37	0.61	11	2.3080	0.25<P<0.1
Naftalen	Naftalen	0.37	0.61	5	1.3271	0.25<P<0.1
2-metylnaftalen	2-metylnaftalen	0.02	0.15	4	0.2136	P<0.25
Sum bicykl.för.	Sum bicykl.för.	0.23	0.48	4	0.7777	P<0.25
Fluoranten	Fluoranten	0.16	0.40	5	0.7503	P<0.25
Pyren	Pyren	0.14	0.37	5	0.6980	P<0.25
Sum PAH	Sum PAH	0.27	0.52	5	1.0566	0.25<P<0.1



Figur 35. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet halogen i blåmussla (*Mytilus edulis*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1993. *The relationship between extractable organically combined halogen compounds in blue mussel (Mytilus edulis) and eelpout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in 1993.*

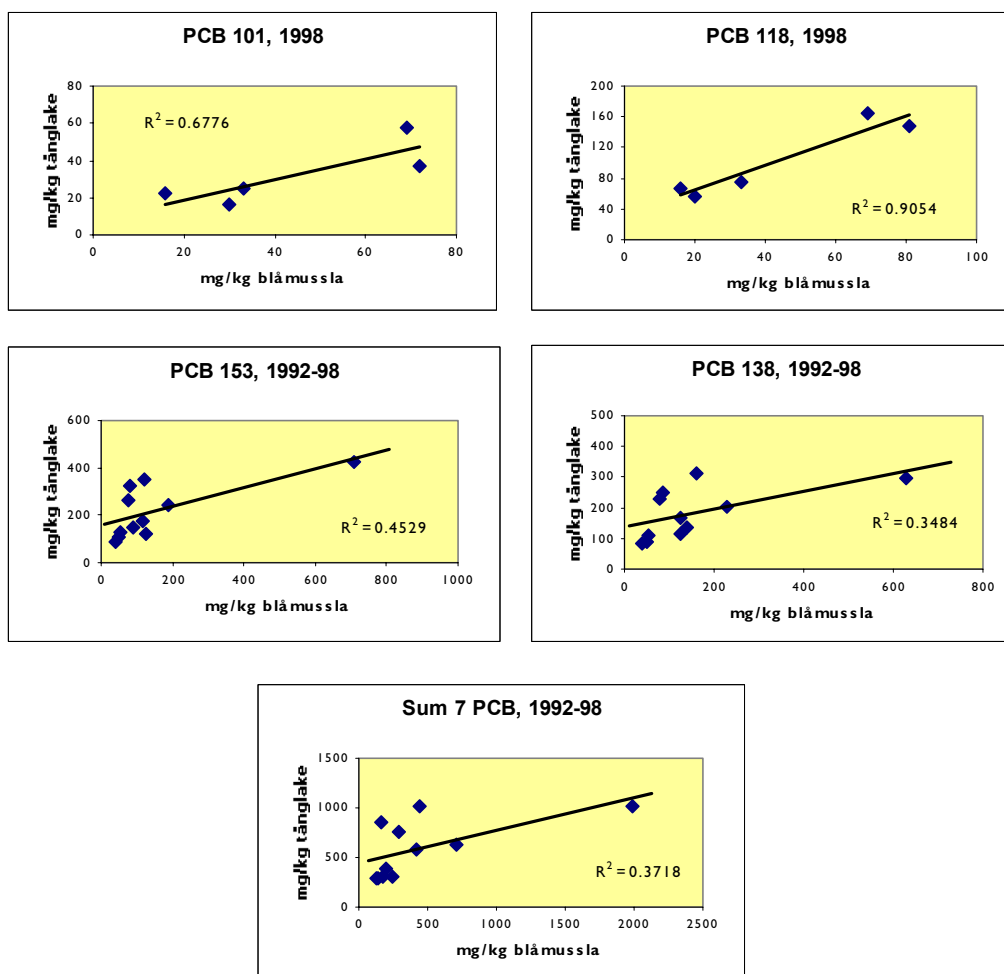
Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figur 35. Positiva samband med höga korrelationskoefficienter (0.68 respektive 0.86) men med måttlig signifikans kan konstateras för EOX och EOBr mellan halterna i blåmussla och tånglake (tabell 73). Bestämningkoefficienten (r^2) varierar mellan 0.46 och 0.74 för EOX respektive EOBr, vilket innebär att mellan ca 26 och 54 % av de berörda ämnena (x - och y -värdena) påverkas av andra faktorer.

För EOCl kan inget samband konstateras mellan halterna i blåmussla och tånglake. En dålig överensstämmelse mellan EOX och EOCl har tidigare konstaterats av Granmo och Ekelund (1993). Författarna anger att detta kan bero på att olika laboratorier utfört analyserna med olika metoder.

5.6.4 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler har undersökts i blåmussla och tånglake vid båda undersökningstillfällena 1992 och 1997 respektive 1993 och 1998. Med undantag för någon enstaka station låg halterna för PCB 28 och PCB 52 under detektionsgränsen i både blåmussla och tånglake. I blåmussla låg dessutom PCB 180 under detektionsgränsen på alla utom tre stationer.

För övriga PCB kongener låg i allmänhet koncentrationen över detektionsgränsen (tabell 73) i båda media. Resultaten och sambanden återfinns plottade i diagrammen i figur 36. Positiva samband kan påvisas mellan halten PCB 118 i blåmussla och tånglake samt dito för PCB 101 (tabell 73). Korrelationskoeffi-



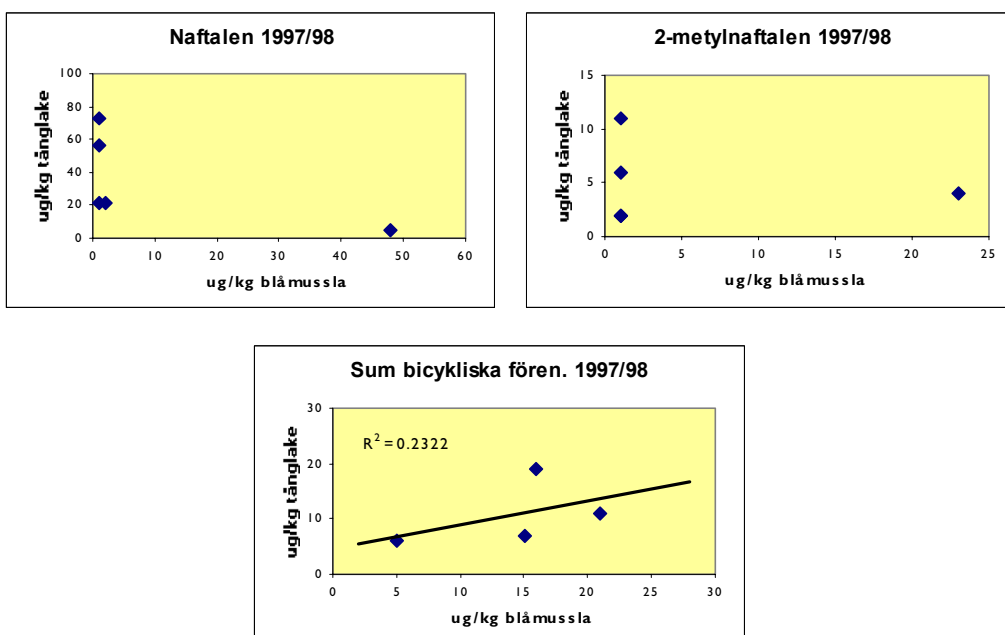
Figur 36. Sambandet mellan några polyklorerade bifenyler (PCB:er) i blåmussla (*Mytilus edulis*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1993. *The relationship between some polychlorinated biphenyles (PCBs) in blue mussel (Mytilus edulis) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in 1993.*

cienterna är 0.82 och 0.95 för respektive PCB 118 respektive PCB 101. Signifikansen är hygglig. För övriga kongener ligger korrelationskoefficienterna lägre. Samtliga resultat antyder ett genomgående positivt samband mellan PCB-halter i blåmussla och tånglake.

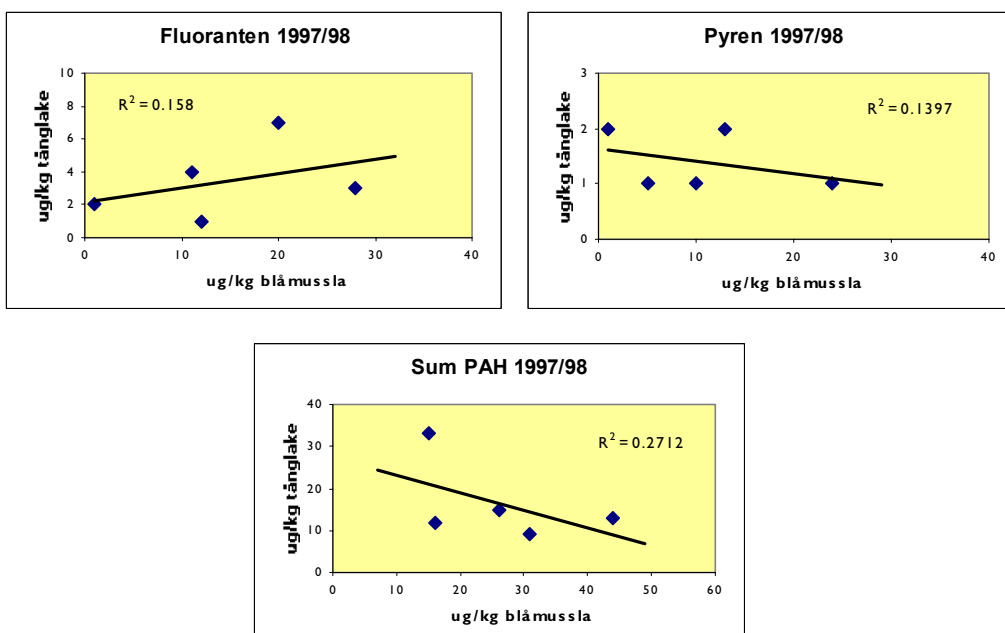
5.6.5 Bicykliska och polyaromatiska kolväten

Inga bicykliska och polyaromatiska kolväten kunde påvisas i blåmussla och tånglake 1992/93 till följd av för hög detektionsgräns. Med en lägre detektionsgräns 1997/98 kunde tre bicykliska och sex polyaromatiska kolväten (PAH) påvisas i blåmussla respektive tre och fyra i tånglake. Sambandsanalys har därför endast varit möjlig att utföra på den senare omgångens analysdata från blåmussla och tånglake.

I nedanstående diagram (figurerna 37 och 38) har respektive bicyklisk kolväteförening och PAH (uttryckt i $\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsustans) i blåmussla plottats mot motsvarande koncentration i tånglake.



Figur 37. Sambandet mellan några bicykliska kolväteföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1997/98. *The relationship between some bicyclic hydrocarbons in blue mussel (Mytilus edulis) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in 1997/98.*



Figur 38. Sambandet mellan några polyaromatiska kolväteföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1997/98. *The relationship between some polyaromatic hydrocarbons in blue mussel (Mytilus edulis) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in 1997/98.*

Analysresultaten visar på positiva samband mellan blåmussla och tånglake vad avser halten av summa bicykliska föreningar och fluoranten. Signifikansen är låg (tabell 70), sannolikt till följd av bristen på data. För pyren och summa PAH är sambanden negativa. Inget samband kan utläsas vad gäller förhållandet för naftalen och 2-metyl-naftalen.

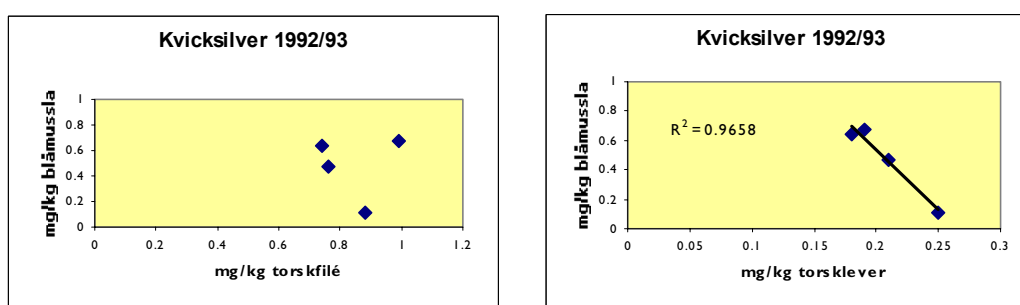
5.7 Sambandet mellan miljögifter i blåmussla och torsk

5.7.1 Metaller

Koncentrationen av kadmium (Cd), och kvicksilver (Hg) har analyserats i både blåmussla och torsk vid första undersökningstillfället 1992/93 samt för blåmussla även 1997/98. Torsk undersöktes enbart på fyra stationer (4, 10, 13 och 16). Vid det andra undersökningstillfället (1997/98) medförde bristen på torsk att tillräckligt med prov inte kunde erhållas på varje station. Analyserna fick därför genomföras på ett samlingsprov från två stationer. Samlingsprovet ingår inte i nedanstående sambandsanalyser.

I blåmussla undersöktes metallkoncentrationen i mjukdelarna och i torsk både i filén och levern. I torskfilén kunde Cd inte detekteras på någon station, däremot på samtliga stationer i torsklevern och i blåmussla. I torsklevern var koncentrationen konstant låg (0.03 mg/kg). Hg kunde detekteras på samtliga stationer i såväl blåmussla, torskfilé som torsklever.

I nedanstående diagram (figur 39) har koncentration av Hg (uttryckt i mg/kg torrs substans) i blåmussla plottats mot motsvarande metallkoncentration i torskfilé respektive torsklever.

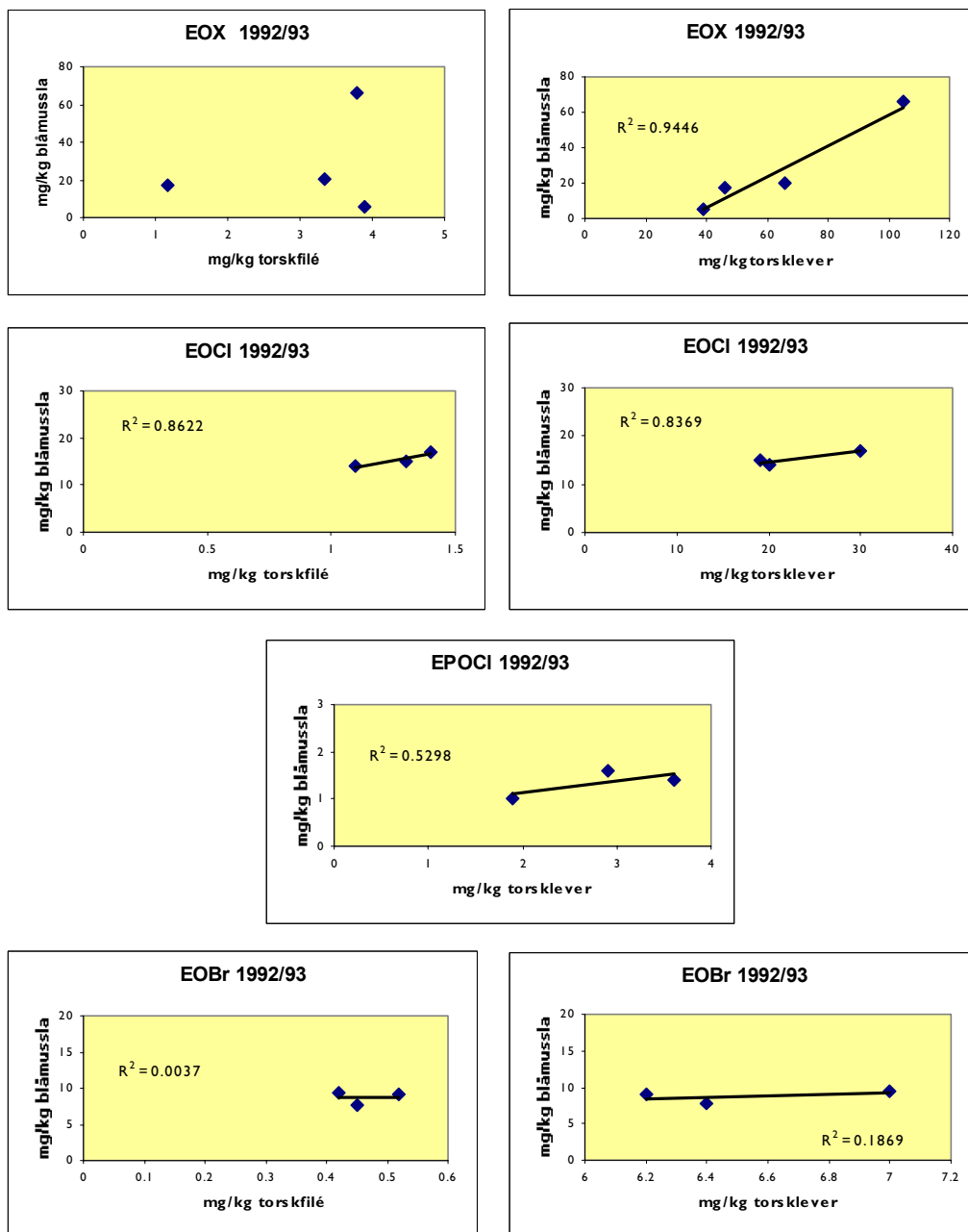


Figur 39. Sambandet mellan kvicksilver i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992/93. *The relationship between mercury in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) at the Bohus Coast in 1992/93.*

Ett negativt samband föreligger mellan koncentrationen av Hg i blåmussla och torsklever ($r = -0.98$), medan inget samband tycks råda mellan koncentrationen i blåmussla och torskfilé (tabell 74). Det föreligger inte heller något samband mellan halterna i torskfilén och torsklevern. Resultaten bör endast betraktas som en möjlig sambandstrend eftersom dataunderlaget (stationerna) är få.

5.7.2 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) har endast studerats i blåmussla och torsk vid första undersökningstillfället 1992/93. Halterna av EPOCl i torskfilé låg då under detektionsgränsen på samtliga stationer och i torsklever på station 16.



Figur 40. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet halogen i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten under 1992/93. The relationship between extractable organically combined halogen in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) at the Bohus Coast in 1992/93.

Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figur 40. Positiva signifikanta samband kan noteras för EOX, EOCl och EPOCl vad avser koncentrationen i blåmussla och torsklever. Korrelationskoefficienterna varierar mellan 0.73 och 0.97 (tabell 74). Bestämningkoefficienten (r^2) för sambanden varierar mellan 0.53 respektive 0.94, vilket innebär att 47 respektive 6 % av x - och y -värdena påverkas av andra faktorer.

En positiv korrelation föreligger också mellan blåmussla och torskefile vad avser koncentrationen av EOCl, medan ingen korrelation föreligger i fallen EOX, EPOCl och EOBr (tabell 74). Det föreligger inte heller någon korrelation mellan halterna av EOBr i blåmussla och torsklever.

Tabell 74. Det linjära sambandet för några miljögifter i blåmussla och torsk utmed Bohuskusten under 1992/93. Observerad t -fördelning (t_s) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningkoefficienten. *The linear relationships between some toxic substances and metals blue mussel and cod from the Bohus Coast in 1992/93. Observed t -distribution (t_s) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

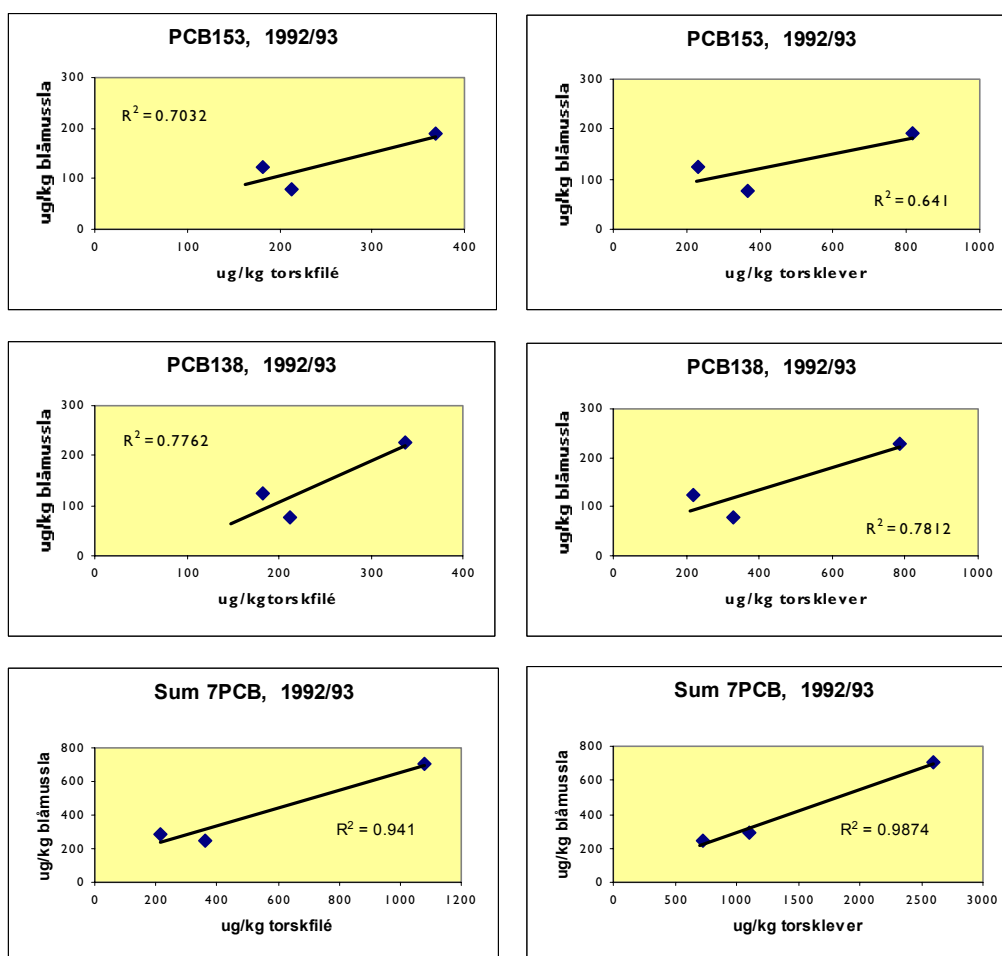
Blåmussla (mg/kg)	Torskefile (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Hg	Hg	0.0003	-0.02	4	0.0245	$P \ll 0.25$
EOX	EOX	0.069	0.26	4	0.3838	$P < 0.25$
EOCl	EOCl	0.86	0.93	3	2.5014	$0.1 < p < 0.05$
EPOCl	EPOCl					
EOBr	EOBr	0.0037	0.06	3	0.0609	$P \ll 0.25$
PCB153	PCB153	0.70	0.84	3	1.5392	$0.25 < p < 0.1$
PCB138	PCB138	0.78	0.88	3	1.8623	$0.25 < p < 0.1$
Sum 7 PCB	Sum 7 PCB	0.94	0.97	3	3.9936	$0.05 < p < 0.025$
HCB	HCB	0.91	-0.96	3	3.2726	$0.05 < p < 0.025$

Blåmussla (mg/kg)	Torsklever (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Hg	Hg	0.97	-0.98	4	7.5153	$0.005 < p < 0.001$
EOX	EOX	0.94	0.97	4	5.8396	$0.01 < p < 0.005$
EOCl	EOCl	0.84	0.91	3	2.2652	$0.1 < p < 0.05$
EPOCl	EPOCl	0.53	0.73	3	1.0615	$0.25 < p < 0.1$
EOBr	EOBr	0.19	0.43	3	0.4794	$P < 0.25$
PCB153	PCB153	0.64	0.80	3	1.3362	$0.25 < p < 0.1$
PCB138	PCB138	0.78	0.88	3	1.8895	$0.1 < p < 0.05$
Sum 7 PCB	Sum 7 PCB	0.99	0.99	3	8.8524	$0.01 < p < 0.005$
HCB	HCB	0.78	0.89	3	1.9040	$0.1 < p < 0.05$

5.7.3 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler (PCB) har undersökts i både blåmussla och torsk vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98. Bristen på torsk vid det senare undersökningstillfället resulterade i två samlingsprov, vilka inte ingår i nedanstående analys.

I torsklever detekterades samtliga sju PCB-isomerer på samtliga fem stationer som undersökts. I torskfilén däremot detekterades bara vissa isomerer på tre stationer (4, 10 och 16), medan endast spår av övriga isomerer, alla under detektionsgränsen, noterades på dessa och övriga stationer. I blåmussla detekterades fler PCB-isomerer på fler stationer, men i mer än hälften av fallen låg halterna under detektionsgränsen. Sambandsanalyserna har till följd av bristen på data fått inskränkas till två isomerer (PCB 153 och PCB 138) och summa 7 PCB på tre stationer där data sammanfaller. Resultaten redovisas i figur 41 och tabell 74.



Figur 41. Sambandet mellan några polyklorerade bifenyler (PCB) i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten under 1992/93. The relationship between some polychlorinated biphenyls in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) at the Bohus Coast in 1992/93.

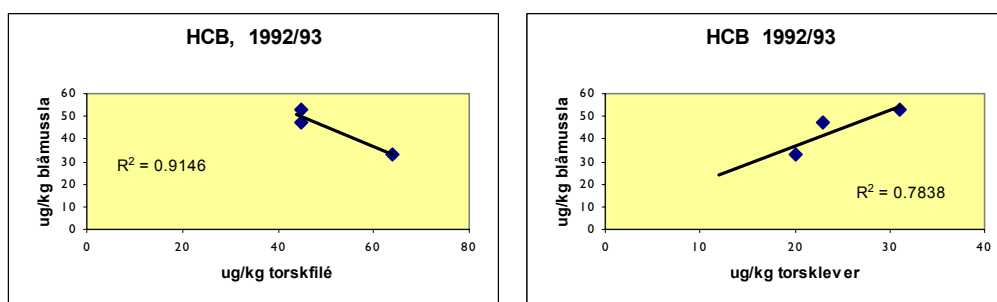
Sambandsanalyserna visar på positiva samband mellan halterna av olika PCBer i blåmussla och torskfilé respektive blåmussla och torsklever. Korrelationskoefficienterna varierar i det förra sambandet mellan 0.84 och 0.97 och i det senare mellan 0.80 och 0.90 (tabell 74). Bestämningkoefficienten (r^2) för sambanden varierar mellan 0.64 och 0.94, vilket innebär att mellan 36 och 6 % av x - och y -värdena påverkas av andra faktorer.

Signifikansen för sambanden är dock inte särskilt stark till följd av för få punkter (stationer). De positiva sambanden får därför tas som en indikation på att ett samband kan råda.

5.7.4 Hexaklorbensen

Hexaklorbensen (HCB) har undersökts i både blåmussla och torsk vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98. Bristen på torsk vid det senare undersökningstillfället resulterade i två samlingsprov, vilka inte ingår i nedanstående analys.

I torsklever detekterades HCB på samtliga fyra stationer som undersökts medan endast spår av HCB detekterades i filén. I blåmussla detekterades HCB på alla utom en station. Data sammanfaller endast på tre stationer. Sambandsanalyserna redovisas i figur 42 och tabell 74.



Figur 42. Sambandet mellan hexaklorbensen (HCB) i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten under 1992/93. *The relationship between hexachlore benzene (HCB) in cod fillet and liver respectively (Gadus morhua) and blue mussel (Mytilus edulis) at the Bohus Coast in 1992/93.*

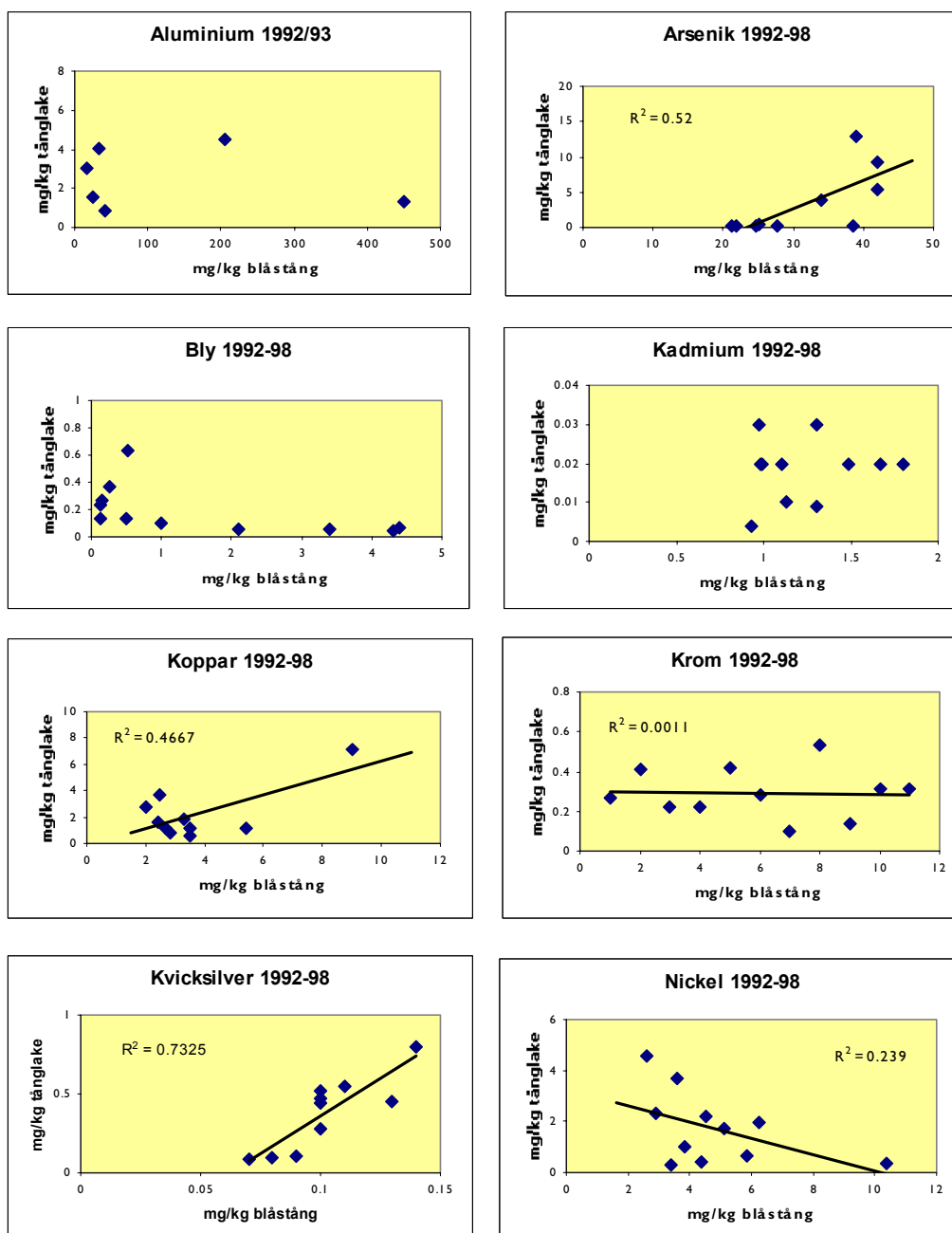
Ett positivt korrelation föreligger mellan koncentrationen av HCB i blåmusslans mjukdelar och torsklever, medan det omvända föreligger mellan blåmussla och torskfilé. Korrelationskoefficienterna (r) är 0.89 respektive -0.96 . Signifikansen för sambanden är låg till följd av allt för få analyser (tabell 74). Resultatet kan därför endast betraktas som en indikation.

5.8 Sambandet mellan miljögifter i tånglake och blåstång

5.8.1 Metaller

Koncentrationen av arsenik (As), bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), tenn (Sn) och zink (Zn) har analyserats i både blåstång och tånglake vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98. Aluminium (Al) däremot endast 1993. Halten av vanadin (V) undersöktes i tånglake vid båda undersökningstillfällena, men i blåstång endast 1992.

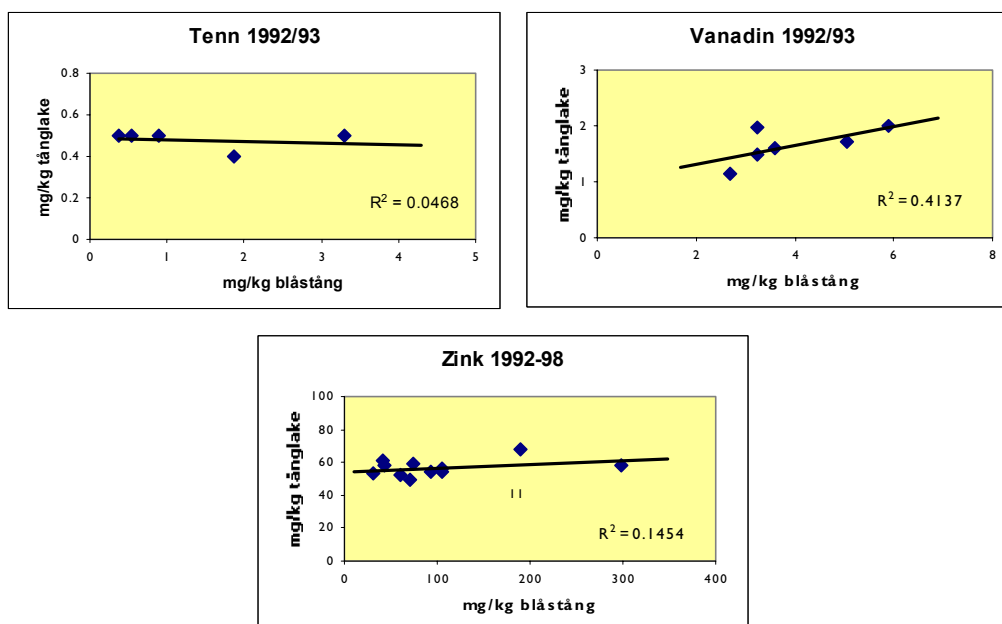
I nedanstående diagram (figurerna 43 och 44) har respektive metallkoncentration (uttryckt i mg/kg torrs substans) i blåstång plottats mot motsvarande metall-



Figur 43. Sambandet mellan några metallhalter i blåstång (*Fucus vesiculosus*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in bladder wrack (Fucus vesiculosus) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

koncentration i tånglake. I de fall där data föreligger för båda undersökningstillfällena (1992/93 och 1997/98) har dessa plottats i ett gemensamt diagram. I övriga fall redovisas data för det år som de undersökts, dvs 1992/93 eller 1997/98. Koncentrationen av Hg i blåstång låg vid båda undersökningstillfällena under kvantifieringsgränsen och representeras därför av mindre än-värden.

Sambandsanalyserna visar på positiva korrelationer mellan blåstång och tånglake vad avser As, Cu, Hg och V. Korrelationskoefficienterna varierar mellan 0.64 och 0.86 med hög sannolikhet för Hg och relativt hög sannolikhet för As



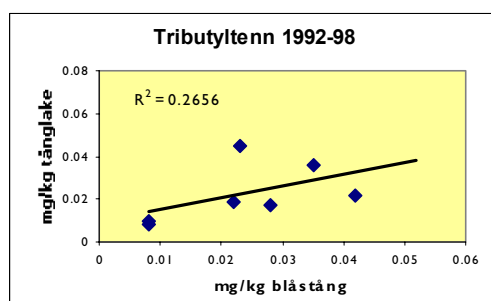
Figur 44. Sambandet mellan några metallhalter i blåstång (*Fucus vesiculosus*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between some metals in bladder wrack (Fucus vesiculosus) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

och Cu, men med sämre sannolikhet för V (tabell 75). Av r^2 -värdena framgår att mellan 27 och 59 % av klusterfördelningen beror på andra faktorer.

För övriga metaller råder inget samband mellan respektive metallkoncentration i blåstång och tånglake. En tendens till negativ korrelation föreligger eventuellt för Ni.

5.8.2 Organiska tennföreningar

Halten av dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) har studerats i tånglake och blåstång vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98. DBT kunde inte påvisas i blåstång 1992. Med några få undantag ligger DBT-halterna



Figur 45. Sambandet mellan halten tributyltenn i tånglake (*Zoarces viviparus*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1990-talet. *The relationship between the concentration of tributyl tin in eel-pout (Zoarces viviparus) and bladder wrack (Fucus vesiculosus) at the Bohus Coast in the 1990's.*

Tabell 75. Det linjära sambandet för några tungmetaller i tånglake och blåstång utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t-fördelning (t_s) med (n-2) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some heavy metals in eel-pout and kelp in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t-distribution (t_s) with (n-2) degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

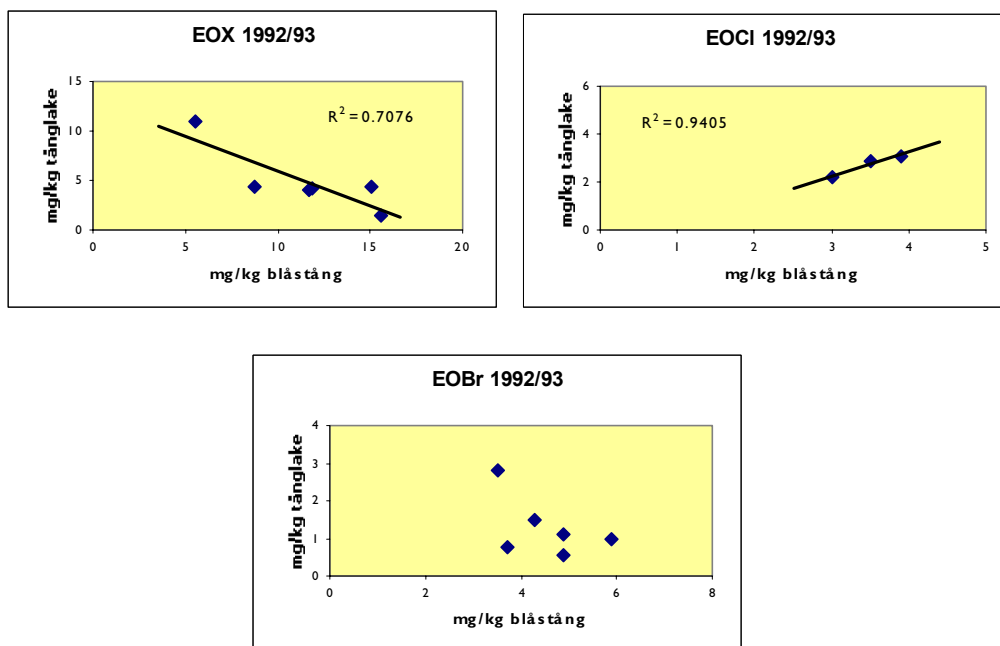
Tånglake (mg/kg)	Blåstång (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Al	Al	0.02	0.14	6	0.2783	P<0.25
As	As	0.52	0.72	10	3.1225	0.01<P<0.005
Cd	Cd	0.02	0.14	11	0.4175	P<0.25
Cr	Cr	0.00	-0.03	11	0.0996	P<0.25
Cu	Cu	0.47	0.68	10	2.6459	0.025<P<0.01
Hg	Hg	0.73	0.86	10	4.6804	P<0.001
Ni	Ni	0.24	-0.49	11	1.6812	0.1<P<0.05
Pb	Pb	0.31	0.55	11	1.9949	0.05<P<0.025
Sn	Sn	0.05	-0.22	5	0.3838	P<0.25
V	V	0.41	0.64	6	1.6800	0.1<P<0.05
Zn	Zn	0.15	0.38	11	1.2374	0.25<P<0.1
TBT	TBT	0.27	0.52	7	1.3447	0.25<P<0.1
EOX	EOX	0.71	-0.84	5	2.6944	0.05<P<0.025
EOCl	EOCl	0.94	0.97	3	3.9758	0.1<P<0.05
EOBr	EOBr	0.28	-0.53	6	1.2481	0.25<P<0.1
Naftalen	Naftalen	0.70	0.84	4	2.1567	0.1<P<0.05
1-metylnaftalen	1-metylnaftalen	0.67	0.82	4	2.0124	0.1<P<0.05
2-metylnaftalen	2-metylnaftalen	0.55	0.74	3	1.1111	0.1<P<0.05
Sum bicykl.för.	Sum bicykl.för.	0.75	0.87	4	2.4574	0.1<P<0.05
Fenantren	Fenantren	0.32	-0.57	5	1.1986	0.25<P<0.1
Fluoranten	Fluoranten	0.57	-0.76	3	1.1546	0.25<P<0.1
Sum PAH	Sum PAH	0.21	-0.46	5	0.8984	0.25<P<0.1
Bromoform	Bromoform	0.07	0.26	3	0.2744	P<0.25
m,p-xylen	m,p-xylen	0.36	-0.60	5	1.3004	0.25<P<0.1
Dibutylftalat	Dibutylftalat	0.21	-0.46	5	0.9046	0.25<P<0.1

i blåstång och tånglake 1997/98 mycket nära eller under detektionsgränsen. Eventuellt koncentrationssamband har därför inte varit möjligt att undersöka för DBT.

I ovanstående diagram (figur 45) har koncentration av TBT (uttryckt i mg/kg torrs substans) i blåstång plottats mot motsvarande koncentration i tånglake. Ett måttligt positivt samband kan påvisas ($r = 0.52$). r^2 -värdet anger att 73 % av sambandet måste förklaras med andra faktorer. Sannolikheten är måttlig (tabell 75).

5.8.3 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) och -brom (EPOBr) har studerats i tånglake och blåstång vid första undersökningstillfället 1992/93. Halterna av EPOCl i blåstång låg då under detektionsgränsen på samtliga stationer och för EOCl på två stationer (4 och 10). EPOCl i tånglake



Figur 46 . Sambandet mellan några extraherbart organiskt bundet halogen i tånglake (*Zoarces viviparus*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1992/93. *The relationship between extractable organically combined halogen in eel-pout (*Zoarces viviparus*) and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) at the Bohus Coast in 1992/93.*

kunde endast detekteras på stationerna 4 och 16 och EPOBr kunde inte detekteras i tånglake på någon station.

Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figur 46. Ett starkt negativt samband med hög korrelationskoefficient ($r = 0.84$) och relativt hög signifikans kan konstateras mellan koncentrationen av EOX i tånglake och blåstång (tabell 75). Bestämningkoefficienten (r^2) är 0.71, vilket innebär att endast 29 % av x - och y -värdena påverkas av andra faktorer.

Motsvarande samband för EOCl uppvisar en positiv trend. Osäkerheten är dock stor till följd av att endast tre datapar ingår i analysen (tabell 72).

Inget tydligt samband mellan koncentrationen av EOBr i tånglake och blåstång kan påvisas.

De omvända sambanden mellan koncentrationerna av EOX och EOCl är anmärkningsvärda. De borde rimligen visa samma trend.

5.8.4 Polyklorerade bifenyl

Polyklorerade bifenyl (PCB:er) har undersökts i både blåstång och tånglake vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98. Samtliga PCB:er kunde med undantag för PCB28 och PCB52 detekteras i tånglake på de flesta stationerna. Koncentrationerna i blåstång däremot låg under detektionsgränsen

på samtliga stationer vid båda undersökningstillfällena, varför inga sambandsanalyser varit möjliga att göra.

5.8.5 Pesticider

Diklordifenyltrikloretan (DDT) med dess aktiva komponent p,p-DDT och dess metaboliter p,p-DDE och p,p-DDD undersöktes i både blåstång och tånglake vid första undersökningstillfället 1992/93. I blåstång låg koncentrationerna under detektionsgränsen på samtliga stationer och i tånglake endast över detektionsgränsen på tre stationer (2, 4 och 16). Inga sambandsanalyser har varit möjliga att göra.

5.8.6 Klorerade aromater

Klorbensen, 1,2-diklorbensen, 1,3-diklorbensen, 1,4-diklorbensen, 1,2,4-triklorbensen, pentaklorbensen, hexaklorbensen (HCB) och oktaklorstyren undersöktes i både blåstång och tånglake vid första undersökningstillfället 1992/93.

Hexaklorbensen (HCB) kunde detekteras i blåstång på en station (4). I övrigt kunde inga klorerade aromaterna påvisas i endera blåstång och tånglake.

5.8.7 Halogenerade alifater

Diklormetan, kloroform, 1,1,1-trikloretan, 1,1,2-trikloretan, trikloretan, tetrakloretan, bromdiklormetan, dibromklormetan, bromoform och koltetraklorid undersöktes i både blåstång och tånglake vid första undersökningstillfället 1992/93.

Kloroform och bromoform kunde detekteras i tånglake på stationerna 4, 10 och 12 respektive stationerna 4 och 10.

I blåstång återfanns kloroform på stationerna 12 och 16, 1,1,1-trikloretan på stationerna 4 och 10, bromdiklormetan på stationerna 4, 12, 13 och 16. Dibromklormetan och bromoform kunde detekteras i blåstång på samtliga stationer. Inga sambandsanalyser har därför varit möjliga att göra.

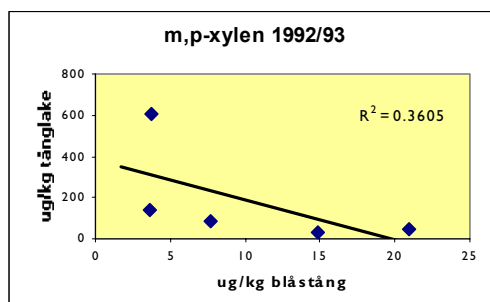
5.8.8 Monocykliska aromater

Bensen, toluen, etylbensen, m,p-xylen, o-xylen och styren undersöktes i både blåstång och tånglake vid första undersökningstillfället 1992/93.

I tånglake påträffades toluen på station 13, etylbensen på stationerna 10, 12 och 13, m,p-xylen på alla stationer utom station 2 och o-xylen på samtliga stationer utom stationerna 2 och 4.

I blåstång påvisades samtliga analyserade monocykliska aromater, dock ej benzen på stationerna 4, 12 och 16, toluen, etylbensen och o-xylen på stationerna 12 och 13, samt inte heller styren på stationerna 10 och 16.

Sambandsanalys har varit möjlig att göra för m,p-xylen. Analysresultaten finns plottade i diagrammet i figur 47. Ett svagt negativt samband med måttlig korrelationskoefficient ($r = 0.6$) och signifikans kan konstateras (tabell 75). Bestämningkoefficienten (r^2) är 0.36, vilket innebär att 64 % av x- och y-värdena påverkas av andra faktorer.

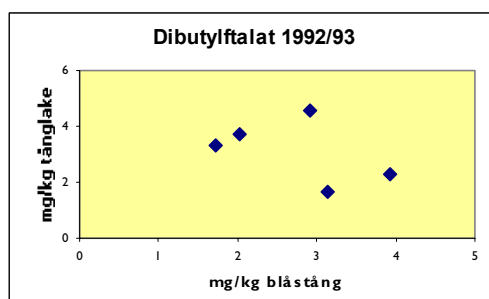


Figur 47. Sambandet mellan m,p-xylen i tånglake (*Zoarces viviparus*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1992/93. *The relationship between m,p-xylene in eel-pout (Zoarces viviparus) and bladder wrack (Fucus vesiculosus) at the Bohus Coast in 1992/93.*

5.8.9 Ftalater

Dimetylfthalat, dibutyfthalat, dietylfthalat, dietylhexylfthalat, dioktylfthalat och butylbenzylfthalat undersöktes i både blåstång och tånglake vid första undersökningstillfället 1992/93.

I tånglake påträffades dimetylfthalat på station 16 och dietylfthalat och butylbenzylfthalat på samtliga stationer. I blåstång däremot påträffades inte butylbenzylfthalat på någon station medan övriga ftalater kunde detekteras på samtliga stationer, dock ej dibutyfthalat på station 4, dietylfthalat och dioktylfthalat på stationerna 2 och 12, samt dietylhexylfthalat på stationerna 2 och 4.



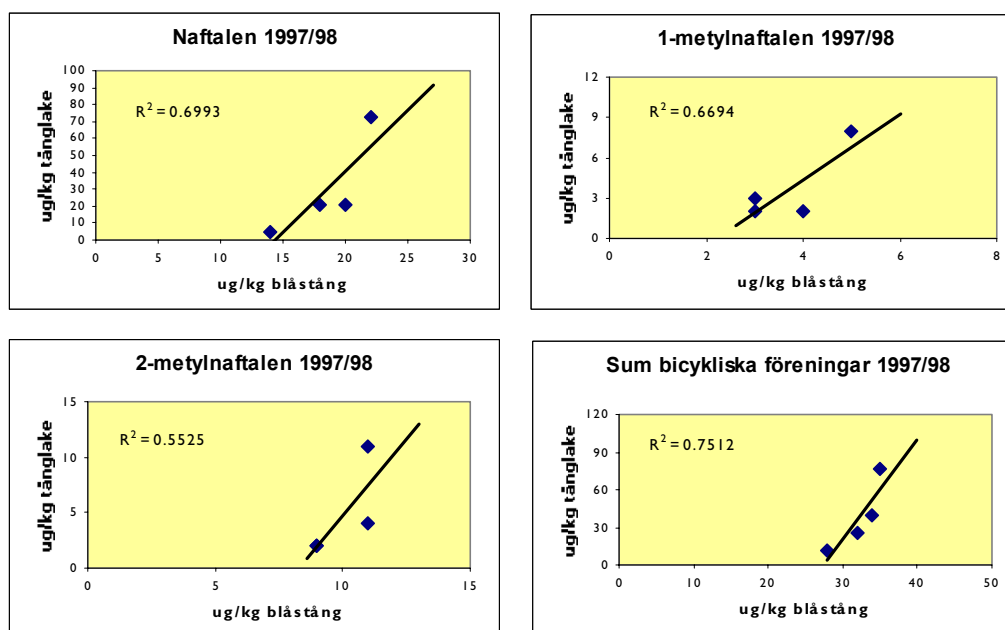
Figur 48. Förhållandet mellan halten dibutyfthalat i tånglake (*Zoarces viviparus*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1992/93. *The relationship between the concentration of dibutylphthalate in eel-pout (Zoarces viviparus) and bladder wrack (Fucus vesiculosus) at the Bohus Coast in 1992/93.*

Endast sambandet mellan koncentrationen av dibutyftalat i tånglake och blåstång har varit möjlig att studera. Diagrammet i figur 48 visar klusterfördelningen. Korrelationen är låg ($r = 0.46$) och med låg sannolikhet (tabell 75).

5.8.10 Bicykliska och polycykliska aromatiska kolväten

Inga bicykliska och polyaromatiska kolväten (PAH) kunde påvisas i blåstång och tånglake 1992/93 till följd av för hög detektionsgräns. Med en lägre detektionsgräns 1997/98 kunde tre bicykliska kolväten detekteras (naftalen, 1-metylnaftalen och 2-metylnaftalen) i tånglake och blåstång på samtliga stationer utom station 16 vad avser blåstång.

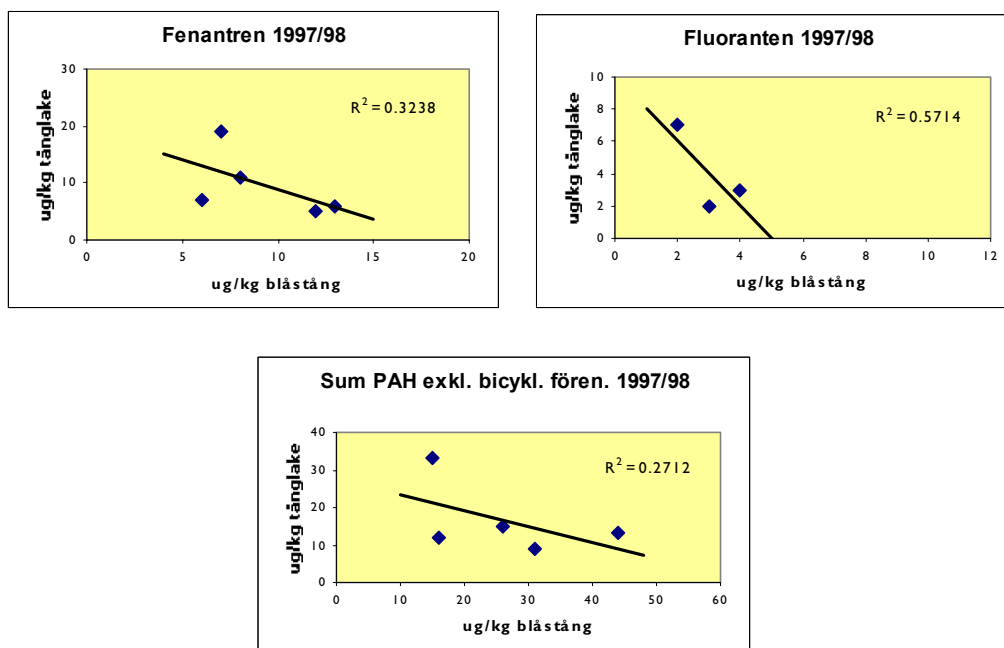
Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figurerna 49. Starka positiva samband med höga korrelationskoefficient ($r = 0.74-0.84$), men med måttlig signifikans kan konstateras för samtliga bicykliska aromater i tånglake och blåstång (tabell 75). Bestämningkoefficienten (r^2) varierar mellan 0.55 och 0.75, vilket innebär att mellan 25 och 45 % av x - och y -värdena påverkas av andra faktorer.



Figur 49. Sambandet mellan några bicykliska kolväten i tånglake (*Zoarces viviparus*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1997/98. The relationship between some bicyclic hydrocarbons in eel-pout (*Zoarces viviparus*) and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) at the Bohus Coast in 1997/98.

Av de studerade polycykliska aromatiska kolväteföreningarna (PAH:er) detekterades i blåstång fenantren på samtliga stationer, antracen på stationerna 10, 13 och 17, fluoranten på stationer 4, 10, 16 och 17 och pyren på stationerna 10 och 16. Fluoren däremot detekterades inte på någon station.

I tånglake detekterades fluoren och fenantren på samtliga stationer. Fluoranten och pyren detekterades på samtliga stationer utom station 16 (Kosterfjorden)



Figur 50. Sambandet mellan några polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i tånglake (*Zoarces viviparus*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1997/98. The relationship between some polycyclic and aromatic hydrocarbons in eel-pout (*Zoarces viviparus*) and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) at the Bohus Coast in 1997/98.

och pyren inte heller på station 10.

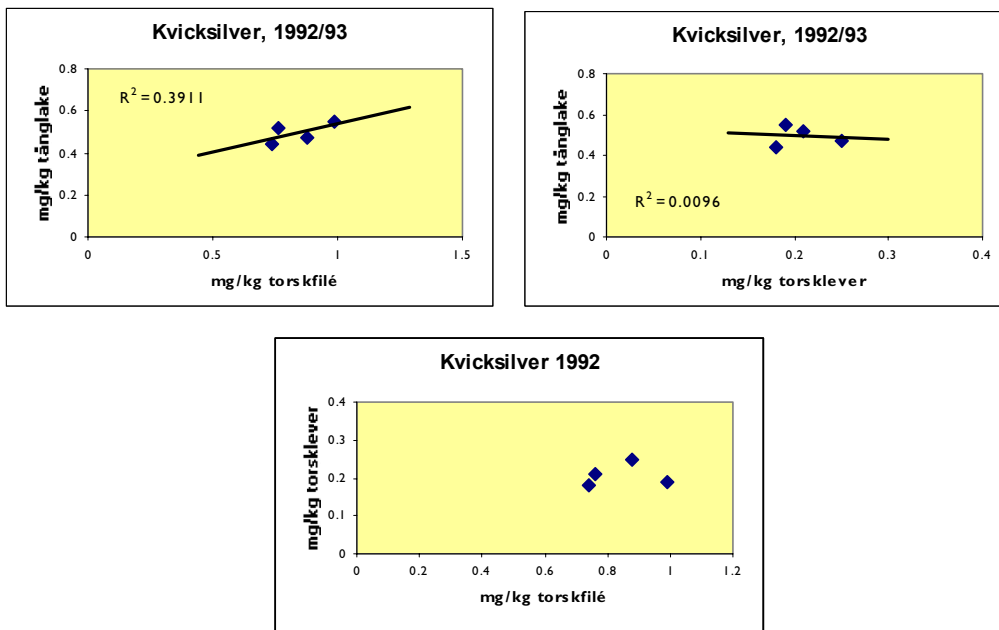
Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figur 50. Signifikant svaga negativa samband kan konstateras för samtliga polycykliska aromater vad avser koncentrationsförhållandet mellan respektive förening i tånglake och blåstång (tabell 75). Signifikansen för sambanden är dock låg, varför resultaten endast bör betraktas som en möjlig indikation.

5.9 Sambandet mellan miljögifter i tånglake och torsk

5.9.1 Metaller

Koncentrationen av kadmium (Cd), och kvicksilver (Hg) har analyserats i både tånglake och torsk vid första undersökningstillfället 1992/93 samt för tånglake även 1997/98. Vid det andra undersökningstillfället (1997/98) medförde bristen på torsk att tillräckligt med prov inte kunde erhållas på varje station. Analyserna fick därför genomföras på ett samlingsprov från flera stationer. Samlingsprovet ingår inte i nedanstående sambandsanalyser.

I tånglake undersöktes metallkoncentrationen i filén och i torsk både i filén och levern. I torskfilén kunde Cd inte detekteras på någon station, däremot på samtliga stationer i torsklevern och i tånglakefilén. Hg kunde detekteras på samtliga stationer i såväl torskfilén som torsklevern, men endast på stationerna 2 och 4 vad gäller tånglakefilén.



Figur 51. Sambandet mellan kvicksilver i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1992/93. *The relationship between mercury in cod fillet and liver respectively (Gadus morhua) and eel-pout (Zoarces viviparus) at the Bohus Coast in 1992/93.*

Tabell 76. Det linjära sambandet för några miljögifter i tånglake och torskfilé utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t-fördelning (t_s) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten. *The linear relationships between some heavy metals in eel-pout and cod fillet in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t-distribution (t_s) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Tånglake (mg/kg)	Torskfilé (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Hg	Hg	0.39	0.63	4	1.1334	$0.25 < p < 0.1$
EOX	EOX	0.99	1.00	4	16.841	$P > 0.001$
EOCl	EOCl	0.41	0.64	4	1.1840	$0.25 < p < 0.1$
EPOCl	EPOCl	0.44	0.66	4	1.2485	$0.25 < p < 0.1$
EOBr	EOBr	0.82	0.91	4	3.0579	$0.025 < p < 0.01$
PCB118	PCB118	0.11	0.33	4	0.4969	$P < < 0.25$
PCB153	PCB153	0.00	0.00	4	0.0045	$P < < 0.25$
PCB138	PCB138	0.00	0.01	4	0.0200	$P < < 0.25$

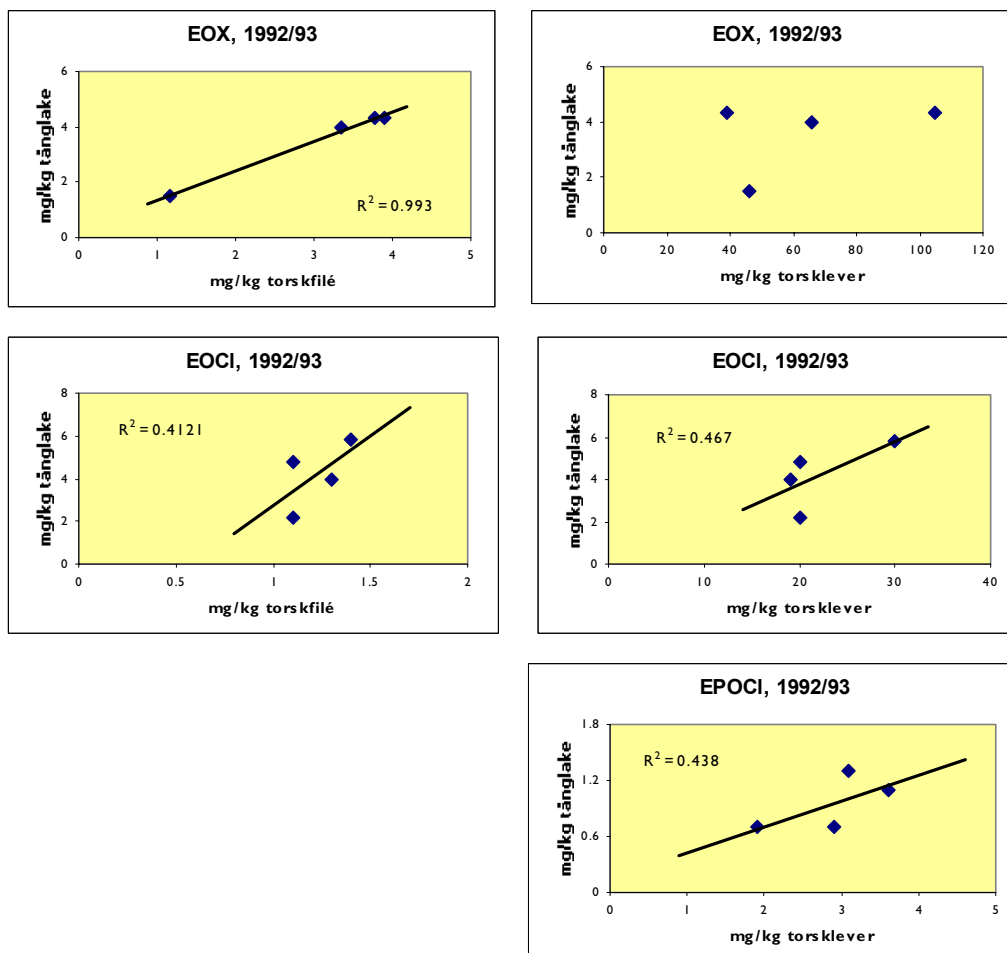
Tånglake (mg/kg)	Torsklever (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
Hg	Hg	0.01	-0.10	4	0.1392	$P < 0.25$
EOX	EOX	0.17	0.41	4	0.6407	$P < 0.25$
EOCl	EOCl	0.47	0.68	4	1.3238	$0.25 < p < 0.1$
EOBr	EOBr	0.66	-0.81	4	1.9726	$0.1 < p < 0.05$
PCB153	PCB153	0.01	0.08	4	0.1204	$P < 0.25$
PCB138	PCB138	0.01	0.11	4	0.1552	$P < 0.25$

I ovanstående diagram (figur 51) har koncentration av Hg (uttryckt i mg/kg torrs substans) i tånglake plottats mot motsvarande metallkoncentration i torskfilé respektive torsklever.

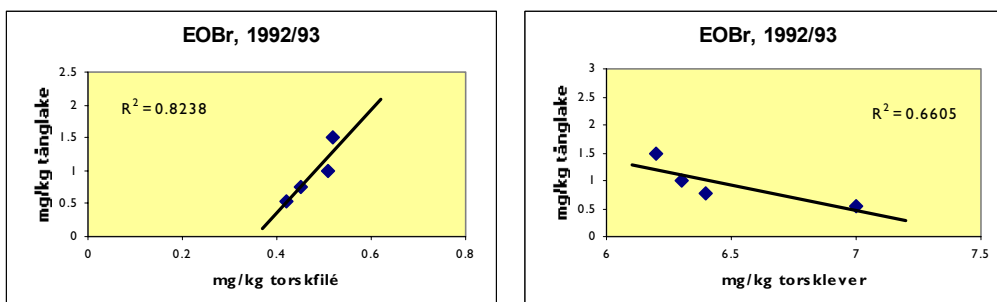
Ett positivt samband tycks föreligga mellan koncentrationen av Hg i fiskarnas filé ($r = 0.63$), medan inget samband tycks råda mellan halten i tånglakefilé och torsklever. Det föreligger inte heller något klart samband mellan halterna i torskfilén och torsklevern (fig. 51 och tabell 76).

5.9.2 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) har studerats i tånglake och torsk vid första undersökningstillfället 1992/93. Halterna av EPOCl i torskfilé låg då under detektionsgränsen på samtliga stationer och i torsklever på station 16.



Figur 52. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundna halogen i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1992/93. The relationship between extractable organically combined chlorine in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*) at the Bohus Coast in 1992/93.



Figur 53. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet brom i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1992/93. *The relationship between extractable organically combined bromine in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*) at the Bohus Coast in 1992/93.*

Analysresultaten finns plottade i diagrammen i figurerna 52 och 53. Positiva signifikanta samband kan noteras för EOX, EOCl och EOBr vad avser koncentrationen i tånglakefilé och torskfilé. Korrelationskoefficienterna varierar mellan 0.64 och 1.0 (tabell 76). Bestämningkoefficienten (r^2) för EOBr och EOX är 0.82 respektive 0.99, vilket innebär att endast 18 respektive 1 % av x- och y-värdena påverkas av andra faktorer.

Korrelationerna mellan tånglakefilé och torsklever är sämre när det gäller koncentrationen av EOCl och EPOCl och saknas för EOX (tabell 76). Dock uppvisar de två första parametrarna ett positivt samband (fig. 52).

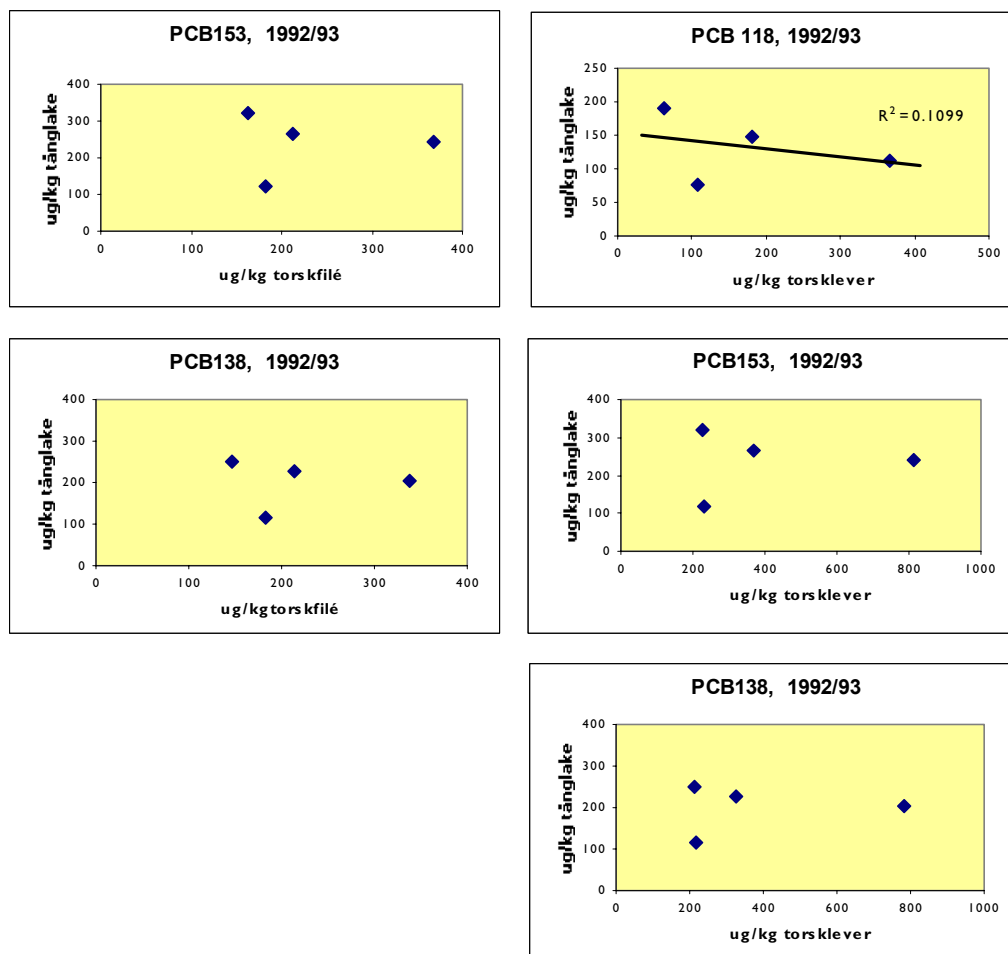
Halten av EOBr i tånglakefilé och torsklever uppvisar ett negativt samband med god signifikans (tabell 76).

5.9.3 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler (PCB) har undersökts i både tånglake och torsk vid båda undersökningstillfällena 1992/93 och 1997/98. Bristen på torsk vid det senare undersökningstillfället resulterade i två samlingsprov, vilka inte ingår i nedanstående analys.

I torsklever detekterades samtliga sju PCB-isomerer på samtliga fyra stationer som undersökts (stationerna 4, 10, 13 och 16). I torskfilén däremot detekterades bara vissa isomerer på tre stationer (4, 10 och 16), medan endast spår av övriga isomerer, alla under detektionsgränsen, noterades på dessa och övriga stationer. I tånglake detekterades tre PCB-isomerer på samtliga stationer och ytterligare två isomerer på stationerna utanför Göteborg (stationerna 2 och 4) samt på station 16 i Kosterfjorden. I övrigt låg halterna under detektionsgränsen. Sambandsanalyserna har till följd av bristen på data fått inskränkas till tre isomerer (PCB 118, PCB 153 och PCB 138) och summa 7 PCB på fyra stationer där data sammanfaller. Resultaten redovisas i figur 54 och tabell 76.

Inga tydliga samband har kostaterats mellan tånglake och torsk vad gäller koncentrationen av studerade PCB kongener (tabell 76). Däremot förefaller kon-



Figur 54. Sambandet mellan några polyklorerade bifenyler i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten under 1992/93. *The relationship between some polychlorinated biphenyls in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*) at the Bohus Coast in 1992/93.*

centrationen i filén hos båda arterna vara ungefär densamma, medan halten på en station är betydligt högre i torsklevern än i tånglakefilén. Bristen på data medför dock att inga slutsatser kan dras.

5.10 Sambandet mellan miljögifter i blåstång och torsk

5.10.1 Metaller

Koncentrationen av kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg) har analyserats i både blåstång och torsk vid första undersökningstillfället 1992/93 samt för blåstång även 1997/98. Vid det andra undersökningstillfället (1997/98) medförde bristen på torsk att tillräckligt med prov inte kunde erhållas på varje station. Analyserna fick därför genomföras på ett samlingsprov från flera stationer. Samlingsprovet ingår inte i nedanstående sambandsanalyser.

I torsk undersöktes metallkoncentrationen både i filén och levern, dock ej på station 2. I torskfilén kunde Cd inte detekteras på någon station, däremot på

samtliga stationer i torsklevern och i blåstången. Kadmiumhalterna var densamma i alla leverproven och låg på en mycket låg nivå (0.03 mg/kg ts).

Hg kunde detekteras på samtliga stationer i såväl torsksfilén som torsklevern och blåstången, men i det senare fallet låg koncentrationerna under detektionsgränsen.

Inga sambandsanalyser har därför varit möjliga att göra mellan metallhalter i torsk och blåstång.

5.10.2 Extraherbart organiskt klor och brom

Extraherbart organiskt bundet halogen (EOX), -klor (EOCl) och -brom (EOBr) samt extraherbart persistent organiskt bundet klor (EPOCl) har studerats i blåstång och torsk vid första undersökningstillfället 1992/93. Halterna av EPOCl i torsksfilé och blåstång låg då under detektionsgränsen på samtliga stationer och i torsklever på station 16. På stationerna 4, 10 och 16 låg koncentrationen av EOCl under detektionsgränsen i blåstång.

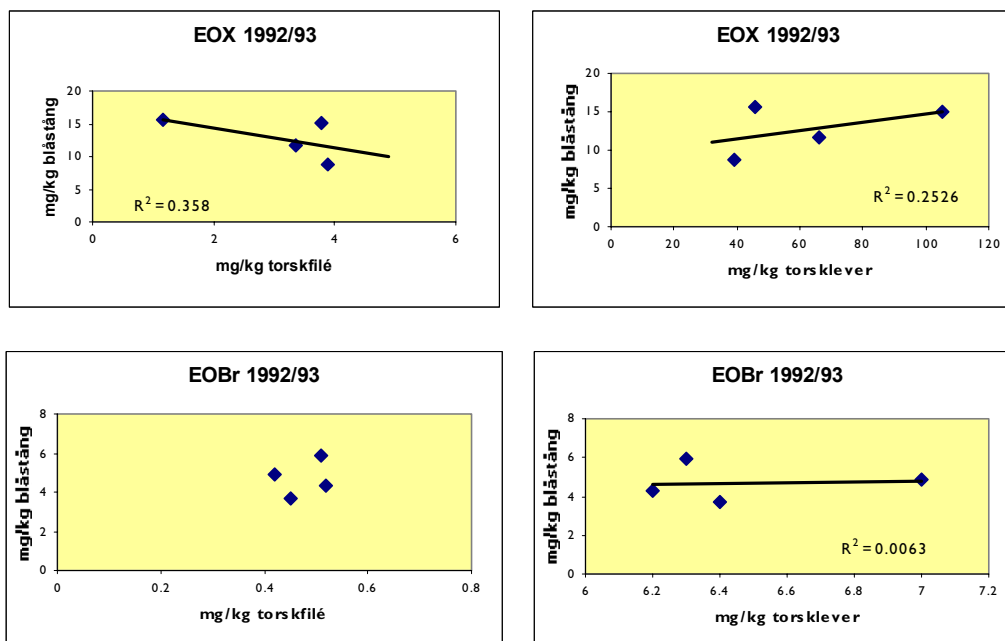
Detekterade analysresultat finns plottade i diagrammen i figur 55. Inga signifikanta samband kan noteras för EOBr vad avser koncentrationen mellan blåstång och torsksfilé respektive torsklever (tabell 77). En svag signifikans kan noteras för en negativ korrelation ($r = -0.6$) vad avser koncentrationen av EOX i blåstång och torsksfilé. Bestämningkoefficienten (r^2) är 0.36, vilket innebär att 64 % av x - och y -värdena påverkas av andra faktorer.

Tabell 77. Det linjära sambandet för några miljögifter i blåstång och torsksfilé respektive torsklever utmed Bohuskusten under 1990-talet. Observerad t -fördelning (t_s) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningkoefficienten. *The linear relationships between some organic compounds in kelp and cod filet respective cod liver in the Bohus Coast in the 1990's. Observed t -distribution (t_s) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.*

Blåstång (mg/kg)	Torsksfilé (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
EOX	EOX	0.36	-0.60	4	1.0561	0.25 < P < 0.1
EOBr	EOBr	0.0793	0.28	4	0.4150	P > 0.25

Blåstång (mg/kg)	Torsklever (mg/kg)	r^2	r	n	t_s	Observerat P
EOX	EOX	0.25	0.50	4	0.8222	P > 0.25
EOBr	EOBr	0.0063	0.08	4	0.1126	P > 0.25

En positiv korrelation med dålig signifikans kan däremot noteras för halten av EOX i blåstång och torsklever, dvs en motsatt trend jämfört med förhållandet mellan blåstång och torsksfilé. Sambanden styrs till stor del av en enda punkt och får därför endast betraktas som möjliga indikationer på samband.



Figur 55. Sambandet mellan extraherbart organiskt bundet halogen i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) och blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten under 1992/93. *The relationship between extractable organically combined halogen in cod fillet and liver respectively (*Gadus morhua*) and bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) at the Bohus Coast in 1992/93.*

5.10.3 Polyklorerade bifenyler, hexaklorbensen och diklordifenyltriklore-tan

Polyklorerade bifenyler (PCB:er), hexaklorbensen (HCB) och diklordifenyltriklore-tan (p,p-DDT) och dess metaboliter (p,p-DDE, p,p-DDD) har analyserats i både torsk och blåstång vid första undersökningstillfället 1992/93. I blåstång låg halterna för dessa under detektionsgränsen. Inga sambandsanalyser har därför varit möjliga att göra mellan halterna i torsk och blåstång.

6. Bohuskustens belastning, miljö kvalitet och förändringar i tiden

I det föregående avsnittet har miljökemiska data och utvecklingstrenden för dessa presenterats per undersökt media, station, ämne och undersökningssår. Detta har gett svar på enskilda detaljer, om belastningen och utvecklingen i respektive media på varje enskild station. Sambandet mellan koncentrationen av ett ämne i ett media har också testats mot motsvarande koncentration i ett annat media. Härigenom har information erhållits om organismerna och sedimenten genom upptag och deposition, i var media för sig, ger liknande svar på belastningen i miljön.

En annan fråga som inställer sig i miljöövervakningssammanhang är om en, med avseende på ett visst miljögift i ett media, maxbelastad station också upp-

Tabell 78. Utvisande per station förekomst (*), högsta halt 1992/93 (H) och 1997/98 (H) av några tungmetaller i sediment (1990 och 1995), blåstång (*Fucus vesiculosus*), tånglake (*Zoarces viviparus*), torsk (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) 1992/93 och 1997/98. Tom ruta = föreningen ej påvisad eller ej mätt. Showing at each station detected concentration (*), the highest concentration 1992/93 (H) and 1997/98 (H) of some heavy metals in sediments (in 1990 and 1995), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*), cod (*Gadus morhua*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) in 1992/93 and 1997/98. Empty panel = the compound was not detected or not measured.

Compound:	År 1992/1993 och 1997/98	St 2	St 4	St 10	St 12	St 13	St 16	St 17
Aluminium, Al	Sediment 1990/95							
	Blåstång	H	*	*	*	*	*	
	Tånglake	*	*	*	H	*	*	
	Torsk, filé							
	Torsk, lever							
	Blåmussla	H	*	*	*	*	*	
Arsenik, As	Sediment 1990/95	*	*	HH	*	*	*	
	Blåstång	*	*	*	*	H	*	H
	Tånglake	*	H	*	*	H	*	*
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	*		*				H
	Blåmussla		*	*	*	*	H	*
Bly, Pb	Sediment 1990/95	HH	*	*	*	*	*	
	Blåstång	*	*	*	H	*	*	H
	Tånglake	*	*	*	*	H	H	*
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	*		*				H
	Blåmussla	H	*	*	*	*	*	H
Kadmium, Cd	Sediment 1990/95	*	*	*	*	HH	*	
	Blåstång	*	*	*	*	H	*	H
	Tånglake	H	*	*	*	*	*	
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	H		H				*
	Blåmussla	H	*	*	*	*	H	*
Koppar, Cu	Sediment 1990/95	HH	*	*	*	*	*	
	Blåstång	H	*	*	*	*	*	H
	Tånglake	H	*	*	*	*	H	*
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	H		H				*
	Blåmussla	H	*	*	*	*	*	H
Krom, Cr	Sediment 1990/95	HH	*	*	*	*	*	
	Blåstång	H	*	*	*	H	*	*
	Tånglake	*	H	*	*	H	*	*
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	H		H	*	*	*	*
	Blåmussla		H	*	*	*	*	*
Kvicksilver, Hg	Sediment 1990/95	HH	*	*	*	*	*	
	Blåstång							
	Tånglake	H	*			*		
	Torsk, filé		H					
	Torsk, lever	H	*	H	*	*	H	*
Blåmussla	H	*	*	*	*	*		

Tabell 79. Utvisande per station förekomst (*), högsta halt 1992/93 (H) och 1997/98 (H) av några tungmetaller och organiska tennföreningar i sediment (1990 och 1995), blåstång (*Fucus vesiculosus*), tånglake (*Zoarces viviparus*), torsk (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) 1992/93 och 1997/98. Tom ruta = föreningen ej påvisad eller ej mätt. Showing at each station detected concentration (*), the highest concentration 1992/93 (H) and 1997/98 (H) of some heavy metals and organic tin compounds in sediments (in 1990 and 1995), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*), cod (*Gadus morhua*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) in 1992/93 and 1997/98. Empty panel = the compound was not detected or not measured.

Compound:	År 1992/1993 och 1997/98	St 2	St 4	St 10	St 12	St 13	St 16	St 17
Nickel, Ni	Sediment 1990/95	*	*	HH	*	*	*	
	Blåstång	H	H	*	*	*	*	*
	Tånglake	*	*	*	*	H	H	*
	Torsk, filé			*			*	
	Torsk, lever	*		*				H
	Blåmussla	H	H	*	*	*	*	*
Tenn, Sn	Sediment 1990/95	*	HH	*	*	*	*	
	Blåstång	*	*	*	*	H	*	
	Tånglake							
	Torsk, filé							
	Torsk, lever							
	Blåmussla	*	*	*	*	H	*	*
Vanadin, V	Sediment 1990/95	*	*	*	HH	*	*	
	Blåstång	H	*	*	*	*	*	H
	Tånglake	H	*	*	*	*	*	
	Torsk, filé							
	Torsk, lever							
	Blåmussla	*	*	*	*	*	H	*
Zink, Zn	Sediment 1990/95	*	*	*	HH	*	*	
	Blåstång	H	*	*	*	H	*	*
	Tånglake		H	*	*	H	*	*
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	H		H				*
	Blåmussla	*	*	*	*	*	*	H
DBT	Sediment 1990/95							
	Blåstång		*	*		*	H	
	Tånglake		H H	*		*	*	
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	H		H				*
	Blåmussla		*	H		H	*	*
TBT	Sediment 1990/95	*	*		*		*	
	Blåstång		H	*	*	H	*	*
	Tånglake		H	*		H	*	
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	H	*	H	*	*	*	*
	Blåmussla		*	H		H	*	*

visar en maxbelastning vad avser andra media och andra miljögifter. I ett försök att besvara denna fråga har följande sammanställning gjorts (tabellerna 78–84) utvisande på vilken av Bohuskustens miljökontrollstationer och i vilket media den högsta påvisade koncentrationen för respektive undersökt ämne fö-

Tabell 80. Utvisande per station förekomst (*), högsta halt 1992/93 (H) och 1997/98 (H) av polyklorerade bifenyler (PCB), DDTer, hexaklorbensen (HCB) och polyaromatiska kolväten i sediment (1990 och 1995), blåstång (*Fucus vesiculosus*), tånglake (*Zoarces viviparus*), torsk (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) 1992/93 och 1997/98. Tom ruta = föreningen ej påvisad eller ej mätt. Showing at each station detected concentration (*), the highest concentration 1992/93 (H) and 1997/98 (H) of polychlorinated biphenyls (PCB), DDTs and hexachlorbenzene (HCB) in sediments (in 1990 and 1995, bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*), cod (*Gadus morhua*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) in 1992/93 and 1997/98. Empty panel = the compound was not detected or not measured.

Compound:	År 1992/1993 och 1997/98	St 2	St 4	St 10	St 12	St 13	St 16	St 17
Sum PCB 7 dutch	Sediment 1990/95	HH	*	*	*	*	*	
	Blåstång							
	Tånglake	H	H	*	*	*	*	*
	Torsk, filé		H	*			*	
	Torsk, lever		H H	H				*
p,p-DDT	Blåmussla	H	H	*	*	*	*	*
	Sediment 1995							
	Blåstång							
	Tånglake	H	*					
	Torsk, filé		*	*	*	H	*	
p,p-DDE	Torsk, lever		H	*	*	*	*	
	Blåmussla	H				*		
	Sediment 1995	*	*	*	H	*	*	
	Blåstång							
	Tånglake							
HCB	Torsk, filé		H			*	*	
	Torsk, lever		H	*	*	*	*	
	Blåmussla				H	*		
	Sediment 1990/95	*	*	HH	*		*	
	Blåstång							
Sum PAH	Tånglake							
	Torsk, filé	H	*	*	*	*	*	
	Torsk, lever	H	*	*		*	*	
	Blåmussla	HH	*	*	*	*	*	
	Sediment 1990/95	HH	*	*	*	*	*	*
	Blåstång		*	*		H	*	*
	Tånglake		*	*	*	*	*	H
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	H		H				*
	Blåmussla		*	*	*	H	*	*

religger. Den högsta halten redovisas med et normalt "H" (H för högsta uppmätta koncentration) för den första provtagningsomgången och med ett fett "H" för den andra provtagningsomgången. Dessutom redovisas med en asterisk (*) på vilka stationer som respektive ämne detekterats i kvantifierbara halter. Tomma rutor betyder att halterna legat under detektionsgränsen eller att ämnet ej är analyserat på ifrågavarande station.

Tabellerna visar att fördelningen av den högsta koncentrationen för respektive ämne är mycket spridd mellan de olika undersökta medierna och stationerna. Dock föreligger en tydlig tendens från den första provtagningsomgången

1992/1993 (sedimentdata från 1990) där 34 % av de högsta halterna, alla medier inräknat, faller på station 2 följt av 19 % på station 4, dvs. ca 53 % av uppmätta maxkoncentrationer hamnar utanför Göteborg. Endast 8 % faller utanför Stenungsund (station 10) och mellan 13 och 14 % vardera på stationerna 12, 13 och 16 utmed den norra Bohuskusten.

Förhållanden vid den andra undersökningsomgången 1997/98 (sedimentdata från 1995) är något annorlunda. Betydligt färre ämnen undersöktes i biota vid detta tillfälle, vilket medför att fullständig jämförbarhet inte råder med första undersökningsomgången. Skillnader föreligger också mellan omgångarna vad avser undersökta stationer. Station 17 (Byttelocket) ingick inte i den första undersökningsomgången, samtidigt som station 2 (Skalkorgarna) inte ingick i den andra undersökningsomgången (sediment undantaget). Även dessa omständigheter påverkar jämförbarheten.

Vid den andra undersökningsomgången föll 35 % av maxkoncentrationerna utanför Göteborg (stationerna 2 och 4) följt av 17 % utanför Stenungsund (station 10) respektive Byttelocket (station 17) utanför Kungshamn. På resterande stationer; Saltkällefjorden (station 12), Brofjorden (station 13) och Koster-

Tabell 81. Utvisande per station förekomst (*), högsta halt 1992/93 (H) och 1995 (H) av halogenerade alifater i sediment (1995), blåstång (*Fucus vesiculosus*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) 1992/93. Tom ruta = föreningen ej påvisad eller ej mätt. *Showing at each station detected concentration (*), the highest concentration 1992/93 (H) and 1995 (H) of aliphatic halogen compounds in sediments (in 1995), bladder wrack (Fucus vesiculosus) and eel-pout (Zoarces viviparus) in 1992/93. Empty panel = the compound was not detected or measured.*

Compound:	År 1992/1993	St 2	St 4	St 10	St 12	St 13	St 16	St 17
Diklormetan	Blåstång							
Kloroform	Tånglake							
	Sediment 1995	*	*	*	*	*	H	
	Blåstång				H		*	
	Tånglake		*	*	H			
1,1,1-trikloreten	Blåstång		*	H				
	Tånglake							
1,1,2-trikloreten	Blåstång							
	Tånglake							
Trikloretan	Sediment 1995		H				*	
	Blåstång							
	Tånglake							
Tetrakloreten	Sediment 1995					H	H	
	Blåstång							
	Tånglake							
Bromdiklormetan	Blåstång		*		H	*	*	
	Tånglake							
Dibromklormetan	Blåstång	*	*	*		*	H	
	Tånglake							
Bromoform	Blåstång	*	*	*	*	*	H	
	Tånglake		*	H			*	
Koltetraklorid	Blåstång						H	
	Tånglake							

Tabell 82. Utvisande per station förekomst (*), högsta halt 1992/93 (H) och 1995 (H) av ftalater i sediment (1995), blåstång (*Fucus vesiculosus*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) 1992/93. Tom ruta = föreningen ej påvisad eller ej mätt. *Showing at each station detected concentration (*), the highest concentration 1992/93 (H) and 1995 (H) of phtalates in sediments (in 1995), bladder wrack (Fucus vesiculosus) and eel-pout (Zoarces viviparus) in 1992/93. Empty panel = the compound was not detected or not measured.*

Compound:	År 1992/1993	St 2	St 4	St 10	St 12	St 13	St 16	St 17
Dimetylfталат	Sediment 1995							
	Blåstång	*	*	H	*	*	*	
Dibutylftalat	Tånglake						H	
	Sediment 1995							
Dietylfталат	Blåstång	*	*	H	*	*	*	
	Tånglake	H	*	*	*	*	*	
Dietylhexylftalat	Sediment 1995							
	Blåstång		*	*		*	H	
Dioktylfталат	Tånglake							
	Sediment 1995	H			*	*	H	*
Butylbensylftalat	Blåstång		H	*		*	*	
	Tånglake							
Butylbensylftalat	Sediment 1995							
	Blåstång				*	*	*	*
Butylbensylftalat	Tånglake	H	*	*	*	*	*	

fjorden (station 16), föll 8 %, 10 % respektive 13 % av maxkoncentrationerna.

Trots att fullständig jämförbarhet inte råder mellan de två provtagningsomgångarna visar resultaten ändå på att de båda undersökningsomgångarnas geografiska fördelning av maxkoncentrationerna ger en tydlig övervikt i miljögiftsbelastning för Göteborgsområdet, alla mediakategorier. Detta är inte helt överraskande eftersom Göteborgsområdet är det mest urbaniserade området utmed Bohuskusten.

I endast två fall upprepas maxkoncentrationen i samma biologiska media och på samma station mellan de två undersökningsomgångarna. Det gäller DBT i tånglake och PCB i torsklever på station 4 (Danafjord). I sediment däremot upprepades maxkoncentrationen på samma station i inte mindre än 12 av fallen. Detta visar på en stabilitet i både depositionen och sedimenten samtidigt som motsatsen kan föreligga för biologiskt material. Orsakerna till det senare kan vara flera bl.a. nyetablerade plantor och musslor, nya fiskindivider eller att organismerna har förmåga att metabolisera och göra sig av med en del av de studerade miljögifterna.

Betraktar man varje station och ämne för sig i tabellerna 78-84 kan man konstatera att i inte mindre än 32 fall återfinns maxkoncentrationen i två eller flera medier samtidigt på samma station. Störst överensstämmelse visade Cu vid första undersökningsomgången då maxkoncentrationen återfanns samtidigt i

Tabell 83. Utvisande per station förekomst (*), högsta halt 1992/93 (H) och 1995 (H) av monocykliska aromater i sediment (1995), blåstång (*Fucus vesiculosus*) och tånglake (*Zoarces viviparus*) 1992/93. Tom ruta = föreningen ej påvisad eller ej mätt. Showing at each station detected concentration (*), the highest concentration 1992/93 (H) and 1995 (H) of monocyclic aromatic compounds in sediments (in 1995), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) and eel-pout (*Zoarces viviparus*) in 1992/93. Empty panel = the compound was not detected or not measured.

Compound:	År 1992/1993	St 2	St 4	St 10	St 12	St 13	St 16	St 17
Bensen	Sediment 1995	*	H				*	
	Blåstång	H		*		*		
	Tånglake							
Toluen	Sediment 1995	*	H	*	*	*	*	
	Blåstång	*	*	*			H	
	Tånglake					H		
Etylbensen	Sediment 1995	*	H	*	*	*	*	
	Blåstång	H	*	*			H	
	Tånglake			*	H	*		
m,p-xylen	Sediment 1995	*	H	*	*	*	*	
	Blåstång	*	*	*	*	*	H	
	Tånglake		*	*	H	*	*	
o-xylen	Sediment 1995	*	H	*	*	*	*	
	Blåstång	*	*	*			H	
	Tånglake			*	H	*	*	
Styren	Blåstång	H	*		*	*		
	Tånglake							

fyra medier (sediment, blåstång, tånglake och blåmussla) på station 2 (Skalkorgarna). På samma station påträffades maxkoncentrationen av Hg och summa-7PCB i tre medier (sediment, tånglake och blåmussla) samtidigt. Motsvarande kombination förelåg också vid andra undersökningsomgången, men då på station 4 (Danafjord). I de övriga fallen föreligger maxhalterna i två olika medier på samma station.

Av matrisen (tabell 85) framgår att sju ämnen (Cr, Cd, Cu, Hg, summa 7 PCB, p,p-DDT och EOX), alla stationer inräknat, samtidigt uppträder med maxhalter i blåmussla och tånglake. Motsvarande siffra för kombinationen blåmussla och tånglake är sex (Al, Cu, Ni, Pb, Sn och EOCl) vid första undersökningsomgången. Intressant är att även i den andra undersökningsomgången var detta fallet för Cu och Ni.

I övriga mediakombinationer uppträder mellan tre och fyra ämnen i maxkoncentrationer samtidigt i två olika medier. Noterbart är att maxkoncentrationerna för EOX, EOCl, EOBr, p,p-DDT, DBT och TBT endast uppträder i kombinationer av biologiskt material, men aldrig i kombinationen biologiskt material och sediment. Av de organiska miljögifterna är det endast PAH och PCB som uppträder i kombinationer mellan sediment och biologiskt material. Orsakerna till detta kan vara de organiska ämnas fettlöslighet som leder till en större af-

Tabell 84. Utvisande per station förekomst (*), högsta halt 1990, 1992/93 (H) och 1995 (H) av extraherbart organiskt bundet halogen i sediment (1990 och 1995), blåstång (*Fucus vesiculosus*) och tånglake (*Zoarcetes viviparus*), torsk (*Gadus morhua*) och blåmussla (*Mytilus edulis*) 1992/93. Tom ruta = föreningen ej påvisad eller ej mätt. Showing at each station detected concentration (*), the highest concentration 1990, 1992/93 (H) and 1995 (H) of extractable organically combined halogen in sediments (in 1990 and 1995), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) and eel-pout (*Zoarcetes viviparus*), cod (*Gadus morhua*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) in 1992/93. Empty panel = the compound was not detected or not measured.

Compound:	År 1992/1993	St 2	St 4	St 10	St 12	St 13	St 16	St 17
EOX	Blåstång	*	*	*	*	*	H	
	Tånglake	H	*	*	*	*	*	
	Torsk, filé	*	*	H	*	*	*	
	Torsk, lever	*	*	*	*	*	H	
	Blåmussla	H	*	*	*	*	*	
EOCI	Sediment 1990/95	*	*	*	HH	*	*	
	Blåstång	H			H	*		
	Tånglake	*	H	*	*	*	*	
	Torsk, filé	*	H	*	*	*	*	
	Torsk, lever	*	H	*	*	*	*	
	Blåmussla	H	*	*	*	*	*	
EPOCI	Sediment 1990/95	*	*	*	HH	*	*	
	Blåstång							
	Tånglake		*				H	
	Torsk, filé							
	Torsk, lever	*	H	*	*	*	*	
Blåmussla	H	*	*	*	*	*		
EOBr	Sediment 1995	*	*	*	H	*	*	
	Blåstång	*	*	*	*	*	H	
	Tånglake	*	H	*	*	*	*	
	Torsk, filé	*	H	*	*	*	H	
	Torsk, lever	*	*	H	*	*	*	
	Blåmussla	*	*	*	H	*	*	
EPOBr	Sediment 1995	*	*	*	H	*	*	
	Blåstång	H	*	*	*	*	*	
	Tånglake							
	Blåmussla	*	*	*	H	*	*	

finitet till biologiskt material.

Vid en jämförelse mellan matrisen för maxkoncentrationernas samtidiga uppträdande i två eller flera olika media (tabell 85) med matrisen över den mest signifikanta sannolikheten att positiva samband råder mellan koncentrationen för ett ämne i två olika medier (tabell 86) kan konstateras att flera överensstämmelser finns. I de fall där sådana råder har detta markerats med fet stil för respektive ämne.

Denna typ av överensstämmelse kan konstateras i 19 av drygt 40 fall, dvs nästan i 50 % av fallen. Hg utgör 21 %, Cu och PCB 16 %, PB och EOCl 11 % och Al, Cd, Ni, EOBr och HCB 5 % av fallen.

Tabell 85. Matris utvisande studerade ämnen som samtidigt uppvisar maxkoncentration i två olika medier utmed Bohuskusten under 1990-talet. Fet stil markerar överensstämmelse med matrisen i tabell 86. *Matrix showing those parameters studied that simultaneously appear with maximum concentrations in two different media along the Bohus Coast in the 1990 's* . *Bolded text marks agreement with matrix in Table 86.*

	Sediment	Blåstång	Tånglake	Blåmussla	Torsk
Sediment		Cd, Cu, Cr	Hg, PCB	Cu, Hg, Pb, PCB	Cu, Cr, Hg, PAH
Blåstång	Cd, Cu, Cr		Cu, Ni, V, Kloroform	Al, Cu, Ni, Pb, Sn, EOCl	Al, Pb, EOX, EOBr
Tånglake	Hg, PCB	Cu, Ni, V, Kloroform		Cd, Cr, Cu, Hg, PCB, DDT, EOX	PAH, EOCl, EOBr
Blåmussla	Cu, Hg, Pb, PCB	Al, Cu, Ni, Pb, Sn, EOCl	Cd, Cr, Cu, Hg, PCB, DDT, EOX		Pb, DBT, TBT, HCB
Torsk	Cu, Cr, Hg, PAH	Al, Pb, EOX, EOBr	PAH, EOCl, EOBr	Pb, DBT, TBT, HCB	

Resultatet av jämförelsen visar att en maxkoncentrations samtida uppträdande i två eller flera media på en och samma station till ca 50 % av fallen är i samklang med sannolikheten (>95 %) för att ett koncentrationssamband råder mellan medierna i fråga. Starkast gäller detta för Hg, Cu och PCB.

Under avsnitt 5 har resultatet från sambandsanalyserna presenterats. Sambanden har testats för respektive ämne och mediakombination för varje undersökningsomgång och för omgångarna gemensamt. Av de närmare 450 parvisa (bivariata) kombinationer som undersökts har 174 valts ut och presenterat i avsnitt 5. I första hand har de fall redovisats där data föreligger från båda undersökningstillfällena. Detta mot bakgrund av att en större säkerhet erhålls i analysen om ett större antal datapar ingår i denna. I de fall där detta inte varit möjligt har redovisningen skett för endera av undersökningsomgångarna.

Av de 174 utvalda sambandstesterna har 47 samband med mer än 95 % sannolikhet påvisats. Detta motsvarar ca 30 % av utvalda samband. En sammanställning över dessa redovisas i tabell 86. En närmare granskning av matrisen visar att blåmussla uppvisar flest (30 st.) positiva koncentrationssamband med övriga media (sediment, blåstång, tånglake och torsk) följt av tånglake (22 st.), blåstång (17 st.) och sediment (16 st.). För torsk däremot är antalet samband

Tabell 86. Matris utvisande statistiskt signifikanta ($p < 0.05$ beräknat vid $t_{(n-2)}$) samband mellan koncentrationen av grundämnen och organiska miljögifter i två olika medier utmed Bohuskusten under 1990-talet. Fet stil markerar överensstämmelse med matrisen i tabell 85. *Matrix showing statistically significant ($p < 0.05$ beräknat vid $t_{(n-2)}$) relations regarding concentrations of various elements and organic micropollutants in two different media along the Bohus Coast in the 1990 's . Bolded text marks agreement with matrix in Table 85.*

	Sediment	Blåstång	Tånglake	Blåmussla	Torsk
Sediment		Cd, Hg, Sn,	Hg, Zn, PCB,	Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, EPOCl, PCB, Fenantren	Hg, PCB,
Blåstång	Cd, Hg, Sn,		As, Cu, Hg, Pb, EOX	Al, Cu, Hg, Ni, Pb, DBT, TBT, EOCl, EOBr	
Tånglake	Hg, Zn, PCB,	As, Cu, Hg, Pb, EOX,		Al, Cu, Hg, Pb, Sn, V, TBT, PCB(101, 118, 138)	EOX, EOCl, EOBr,
Blåmussla	Cd, Cr, Hg, Pb, Zn, EPOCl, PCB, Fenantren	Al, Cu, Hg, Ni, Pb, DBT, TBT, EOCl, EOBr	Al, Cu, Hg, Pb, Sn, V, TBT, PCB(101, 118, 138)		Hg, EOX, PCB, HCB,
Torsk	Hg, PCB,		EOX, EOCl, EOBr,	Hg, EOX, PCB, HCB,	

med övriga medier endast nio stycken. Det senare beror delvis på att den andra undersökningsomgången (1997/98), till följd av torskbrist, inte omfattas av några sambandsanalyser där torsk ingår.

Resultaten visar, trots vissa brister i jämförelsematerialet, att blåmussla utgör en utmärkt indikatororganism vad avser miljöövervakning. I inte mindre än elva fall uppvisade blåmussle-materialet ett signifikant positivt koncentrationssamband med tånglake. Motsvarande samband med blåstång och sediment var åtta respektive nio fall.

Siffrorna ger emellertid inte någon grund för att eventuellt kunna utesluta några organismer eller sediment från övervakningen. Detta enär inga koncentrationssamband varit möjliga att konstatera i 70 % av möjliga sambandskombination-

er. Däremot visar resultaten på en relativt bra samstämmighet. Denna kan förväntas öka med tillgång till ytterligare data från framtida övervakningsomgångar. Att signifikanta samband mellan medierna konstaterats råda i en stor del av det nuvarande materialet visar till yttermera att en belastad miljö återspeglas både i sediment och i biologiskt material. Det är uppenbart att antropogena spill av olika kemiska ämnen och substanser inte enbart deponeras i sedimenten utan att dessa också återfinns i näringskedjan samt att en relation däremellan är vanlig. Ett förhållande som på intet sätt är oväntat, men som sällan påvisats i svenska kustvatten.

Utifrån analysmaterialet över förekomsten av tungmetaller och organiska miljögifter kan konstateras att ett stort antal ämnen uppträder och föreligger i halter över detektionsgränserna för respektive ämne i fem studerade medier. En väsentlig fråga i detta sammanhang är hur bra respektive hur dålig miljökvaliteten är utmed Bohuskusten.

För att få en helhetsbild av miljökvaliteten utmed kusten krävs en kvalificerad sammanvägning av olika miljöhot som miljögifter/metaller, eutrofiering, fysisk störning, effekter av fiske, spridning av främmande organismer, m.m., samtidigt som dessa av människan orsakade förändringar måste särskiljas från naturliga förändringar, t. ex. i klimatet. Allt detta är mycket komplicerade frågor som kräver långa mätserier inte bara i närområdet utan också utanför detta samtidigt som de globala aspekterna måste beaktas. I det följande behandlas miljökvalitet enbart med avseende på förekomsten av metaller och organiska miljögifter.

I utvärderingen av vattenvårdsförbundets sedimentundersökning 1995 (Cato 1997) genomfördes, i brist på svenska bedömningsgrunder för miljökvalitet vid den tidpunkten, en tillståndsklassning av sedimenten enligt det norska systemet för bedömning av fjordar och kustvatten (Rygg & Thélín 1993). Sedan 1999 finns emellertid motsvarande svenska bedömningsgrunder utarbetade för miljökvalitet i kust och hav, både vad gäller sediment och vissa organismer (Naturvårdsverket 1999).

Naturvårdsverkets tillståndsklassning för metaller och miljögifter har inte baserats på effekter på organismer eftersom kunskapsläget i detta avseende är alltför bristfälligt i dagsläget. Istället har en statistiskt baserad tillståndsskala som täcker in spännvidden av svenska data tagits fram. Skalan innehåller fem klasser. Det är väsentligt att understryka att det inte finns någon väl definierad koppling mellan klassgränser och effekter.

I den femgradiga skalan utgörs klass 1 av ett jämförvärde. För metaller motsvarar detta den naturliga bakgrunden, dvs preindustriella halter, medan det för organiska miljögifter är lika med noll. Därpå följande klasser beskriver successivt en allt större avvikelse (ökad grad av påverkan). Klass 5 innebär en tydlig påverkan från lokala källor.

I figurerna 56 och 57 redovisas tillståndsklassningen för kustvattenkontrollens sedimentundersökningar genomförda 1990 och 1995. Tillståndsklassningen för

Figur 56. Klassificering av miljö kvaliteten 1990 hos de 10 sedimentstationer som då ingick i Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten i kust- och havssediment (enligt Naturvårdsverket Rapport 4914). Koncentration av metaller (baserat på 7 M HNO₃-uppslutning) enligt svensk standard (SIS). *Classification of environmental sediment quality in 1990 for the 10 stations run at that time by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in coastal and marine sediments (according to Swedish National Environmental Protection Agency). Metal concentration (based on 7 M HNO₃-digestion) according to the Swedish standard (SIS).*

Sediment 1990	Klass I "Bra" <i>(Good)</i>	Klass II "Acceptabelt" <i>(Fair)</i>	Klass III "Mindre bra" <i>(Poor)</i>	Klass IV "Dåligt" <i>(Bad)</i>	Klass V "Mycket dåligt" <i>(Very bad)</i>
Arsenik (SIS)	6	4			
Bly (SIS)		9	1		
Kadmium (SIS)	5	5			
Kobolt (SIS)					
Koppar (SIS)	2	6	2		
Krom (SIS)	8	2			
Kvicksilver (SIS)		1	7	2	
Nickel (SIS)	10				
Zink (SIS)	2	4	4		
THC*		7	3		
Fenantren			8	2	
Antracen					
Fluoranten			8	2	
Pyren			7	2	1
Bens(a)antracen					
Chrysen					
Bens(b)fluoranten					
Bens(k)fluoranten					
Bens(a)pyren		2	7	1	
Bens(ghi)perylene					
Indeno(cd)pyren		8	2		
Sum 11PAH					
HCB			5	2	2
PCB 28					
PCB 52					
PCB 101					
PCB 118					
PCB 153					
PCB 138					
PCB 180					
Sum PCB 7 dutch			2	5	2
<i>a</i> -HCH					
<i>g</i> -HCH (Lindan)					
Sum klordan					
<i>p,p'</i> -DDE					
<i>p,p'</i> -DDD					
Sum DDT					
EOCl			8	1	
EOBr					
EPOCl		1	7	1	
EPOBr					

* Enligt Norsk klassificeringssystem (NFT, Konieczny & Juliussen 1995)

Figur 57. Klassificering av miljö kvaliteten 1995 hos de 12 sedimentstationer som ingår Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten i kust- och havssediment (enligt Naturvårdsverket Rapport 4914). Koncentration av metaller (baserat på 7 M HNO₃-uppslutning) enligt svensk standard (SIS). *Classification of environmental sediment quality in 1995 for the 12 stations run by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in coastal and marine sediments (according to Swedish National Environmental Protection Agency). Metal concentration (based on 7 M HNO₃-digestion) according to the Swedish standard (SIS).*

Sediment 1995	Klass I "Bra" <i>(Good)</i>	Klass II "Acceptabelt" <i>(Fair)</i>	Klass III "Mindre bra" <i>(Poor)</i>	Klass IV "Dåligt" <i>(Bad)</i>	Klass V "Mycket dåligt" <i>(Very bad)</i>
Arsenik (SIS)	2	7	2		1
Bly (SIS)	4	7	1		
Kadmium (SIS)	8	4			
Kobolt (SIS)					
Koppar (SIS)	1	10	1		
Krom (SIS)	9	3			
Kvicksilver (SIS)		4	7	1	
Nickel (SIS)	12				
Zink (SIS)	1	6	5		
THC*	3	9			
Fenantren		2	9	1	
Antracen					
Fluoranten		1	10	1	
Pyren		2	8	2	
Bens(a)antracen		2	9	1	
Chrysen		1	10	1	
Bens(b)fluoranten					
Bens(k)fluoranten					
Bens(a)pyren		5	5	2	
Bens(ghi)perylene		3	9		
Indeno(cd)pyren		5	7		
Sum 11PAH		5	6	1	
HCB		3	8	1	
PCB 28		1	10	1	
PCB 52		1	10		1
PCB 101			11	1	
PCB 118			5	6	
PCB 153				12	
PCB 138			11	1	
PCB 180			9	3	
Sum PCB 7 dutch			10	2	
<i>a</i> -HCH		6	6		
<i>g</i> -HCH (Lindan)		4	7	1	
Sum klordan		12			
<i>p,p'</i> -DDE		10	2		
<i>p,p'</i> -DDD		9	3		
Sum DDT		11	1		
EOCl			12		
EOBr			2	9	1
EPOCl			5	7	
EPOBr			1	4	7

* Enligt Norsk klassificeringssystem (NFT, Konieczny & Juliussen 1995)

den senare undersökningen (1995) ersätter därmed den efter norsk modell tidigare redovisade klassningen (Cato 1997).

Siffrorna i figurerna anger hur många av de undersökta stationerna som faller i respektive klass baserat på koncentrationen av respektive ämne i ytsedimentet 0-1 cm.

De två sedimentundersökningarna skiljer sig något åt både vad gäller antalet stationer och antalet studerade parametrar. 1990 undersöktes tio stationer och 1995 tolv stationer. 1990 undersöktes totalhalten PCB och inga pesticider medan sju olika PCBer, EOBr och flera pesticider (HCHer ochh DDTer) undersöktes 1995. Detta medför att hela spektrat av ämnen inte kan jämföras rätt av utan att förskjutningar mellan åren mellan klasserna måste betraktas separat för varje enskilt ämne eller ämnesgrupp.

1990 föll med avseende på de åtta metallerna, för vilka bedömningsgunder finns, 20 % av sedimentstationerna i klass 3 eller högre. 1995 föll knappt 19 % av stationerna i klass 3 eller högre, dvs den sammantagna förändringen vad avser miljökvaliteten med avseende på metaller är marginell mellan undersökningsåren.

Vid en närmare jämförelse mellan tillståndsklassningen för de två undersökningsomgångarna kan emellertid konstateras att en viss förskjutning av stationer skett mot sämre tillstånd vad gäller As medan motsatsen, dvs en förbättring kan ses vad gäller Pb, Cd och Hg. För övriga metaller är förhållandet mer eller mindre oförändrat.

Betraktar vi halten totalkolväte (THC) kan konstateras att tre stationer föll i klass 3 och ingen i någon högre klass 1990. 1995 föll ingen station i klass 3 eller högre, dvs i detta avseende kan en förbättring noteras.

1990 föll med avseende på polyaromatiska kolväten (PAH) 80 % av stationerna i klass 3 eller högre. Motsvarande siffra för 1995 var 81 %, dvs ingen förändring i tillståndsklasser. Dock kan konstateras att ingen station föll i klass 5 1995 medan detta var fallet med en station 1990.

För HCB kan en klar förbättring noteras. 1990 föll 44 % av stationerna i klasserna 4 och 5. 1995 föll endast 8 % av stationerna i dessa klasser.

En motsvarande förbättring kan konstateras för summa 7 PCB. 1990 föll 7 av 9 stationer, dvs 78 % i klasserna 4 och 5. Motsvarande siffra för 1995 var 17 %.

Någon jämförelse mellan tillståndsklassningen för pesticiderna och undersökningsomgångarna är inte möjlig till följd av att sedimentdata endast föreligger från 1995. Dock kan konstateras vad avser lindan att 8 av 12 stationer 1995 ligger i klasserna 3 och 4. Klordan och *p,p*-DDT återfinns i klass 2 med undantag för en station vad avser *p,p*-DDT (se fig. 57).

1995 föll samtliga stationer (100 %) vad avser EOCl i klass 3. 1990 var förhållandet motsvarande med undantag för en station som föll i klass 4. EPOCl

däremot uppvisar en klar förskjutning av stationerna från klass 3 till klass 4 mellan 1990 och 1995. Vid den första undersökningsomgången föll 11 % av stationerna i klass 4. Motsvarande siffra för 1995 var 58 %.

Anmärkningsvärt är att samtliga stationer 1995 med avseende på EOBr och EPOBr faller i tillståndsklasserna 3 och högre. För EPOBr återfinns inte mindre än ca 60 % av stationerna i klass 5. Inga data föreligger från 1990.

Figur 58. Klassificering av miljö kvaliteten 1992 baserad på blåmussla (*Mytilus edulis*) från de 8 stationer som ingår Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten i mjukvävnad i blåmussla, Västerhavet, enligt Naturvårdsverket (Rapport 4914). *Classification of environmental quality in 1992 based on blue mussel (Mytilus edulis) caught at the 8 stations run by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in soft tissue of blue-mussel according to Swedish National Environmental Protection Agency (Report 4914).*

Blåmussla 1992	Klass I "Bra" (Good)	Klass II "Acceptabelt" (Fair)	Klass III "Mindre bra" (Poor)	Klass IV "Dåligt" (Bad)	Klass V "Mycket dåligt" (Very bad)
Bly	1	4	2		1
Kadmium	2	3	1	2	
Koppar	8				
Krom *					
Kvicksilver	1	3	3		1
Tenn		3	3	1	1
Nickel		3	4	1	
Zink *					

- *Kriterier för Östersjön (saknas för Västerhavet).*

Figur 59. Klassificering av miljö kvaliteten in 1997 baserad på blåmussla (*Mytilus edulis*) från de 8 stationer som ingår Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten i mjukvävnad i blåmussla, Västerhavet, enligt Naturvårdsverket (Rapport 4914). *Classification of environmental quality in 1997 based on blue mussel (Mytilus edulis) caught at the 8 stations run by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in soft tissue of blue-mussel according to Swedish National Environmental Protection Agency (Report 4914).*

Blåmussla 1997	Klass I "Bra" (Good)	Klass II "Acceptabelt" (Fair)	Klass III "Mindre bra" (Poor)	Klass IV "Dåligt" (Bad)	Klass V "Mycket dåligt" (Very bad)
Bly		4	1	2	
Kadmium	6	1	1		
Koppar	8				
Krom *	8				
Kvicksilver	8				
Tenn					
Nickel	3	3	1		
Zink *	7	1			(8) ?

- *Kriterier för Östersjön (saknas för Västerhavet).*

Sammanfattningsvis kan, om alla parametrar beaktas, konstateras att 2.8 % av sedimentstationerna 1990 föll i klass 5 mot 2.3 % av stationerna 1995. Motsvarande siffra för klass 4 var 10 % 1990 respektive 13 % 1995. Detta innebär att endast en marginell förbättring kan ses mellan 1990 och 1995 vad gäller miljökvaliteten i sedimenten baserat på Naturvårdsverkets tillståndsklassning.

Om man däremot betraktar miljökvaliteten i blåmussla blir förhållandet något annorlunda. Motsvarande tillståndsklassning av de två undersökningsomgångarna 1992 och 1997 för blåmussla redovisas i figurerna 58 och 59. Svenska bedömningsgrunder för blåmussla finns endast framtaget för sju metaller, dock ej As (Naturvårdsverket 1999).

En radikal förskjutning från högre till lägre tillståndsklasser mellan 1992 och 1997 kan noteras i blåmussla vad avser Hg, Cd och Ni. För Pb är förändringen mindre och för Zn och Cr saknas data för 1990. Sn däremot uppvisar en motsatt trend, men denna beror delvis på ändrade detektionsgränser. Försämringen är därför osäker.

Om man bortser från Sn samt Cr och Zn som enbart analyserats 1995 och endast betraktar övriga metaller kan följande konstateras. 1992 föll 38 % av blåmusslestationerna i klass 3 eller högre och 30 % av stationerna i klass 1. Motsvarande siffror för 1997 var 13 % i klass 3 eller högre och hela 63 % i klass 1. Till skillnad från sedimenten kan för blåmussla således konstateras en radikal förbättring i miljökvalitet med avseende på metaller.

På motsvarande sätt kan förändringen i miljökvalitet bedömas för blåstång. Även i detta fallet finns enbart svenska bedömningsgrunder att tillgå vad avser metaller (Naturvårdsverket 1999). Tillståndsklassningen av de två undersökningsomgångarna 1992 och 1997 för blåstång redovisas i figurerna 60 och 61. Vid den förra omgången undersöktes metaller i blåstång på sex stationer och i den senare omgången på fem stationer.

Vad avser As kan konstateras en förskjutning från klasserna 2 till 4 till klasserna 4 och 5 mellan 1992 och 1997, dvs en försämring i miljökvalitet liknande den som konstaterades för sedimenten. Motsvarande kan också konstateras för Pb där inte mindre än 3 av 5 stationer 1997 återfinns i klass 5 mot endast 1 station 1992. Med avseende på Cd och Cu är miljökvalitet på blåstångsstationerna mer eller mindre oförändrad, medan Ni, Cr och Zn i detta avseende uppvisar en viss förbättring.

Betraktar man samtliga sju studerade metaller i blåstång på samtliga stationer kan följande konstateras vad avser tillståndsklasser och sammantagen miljökvalitet. 1992 återfanns 7 % av stationerna i klass 1 mot hela 17 % av stationerna 1997, dvs en förbättring i detta avseende. Samtidigt ökade antalet stationer från 12 % till 20 % i klass 5, dvs en försämring under perioden. Förbättringen kan hänföras till Cr, Ni och Zn medan försämringen kan hänföras till As och Pb.

Svenska bedömningsgrunder för miljökvaliteten hos tånglake finns endast utarbetade för fem metaller (dock inte Hg). Dessa baseras på filéns våtvikt när

Figur 60. Klassificering av miljö kvaliteten 1992 baserad på blåstång (*Fucus vesiculosus*) från de 6 stationer som ingår Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten i blåstång, Västerhavet, enligt Naturvårdsverket (Rapport 4914). *Classification of environmental quality in 1992 based on bladder wrack (Fucus vesiculosus) taken at the 6 stations run by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in kelp according to Swedish National Environmental Protection Agency (Report 4914).*

Blåstång 1992	Klass I "Bra" (Good)	Klass II "Acceptabelt" (Fair)	Klass III "Mindre bra" (Poor)	Klass IV "Dåligt" (Bad)	Klass V "Mycket dåligt" (Very bad)
Arsenik		2	3	1	
Bly		3	1	1	1
Kadmium		2	1	2	1
Koppar	2	1	2		1
Krom		2	1	2	1
Nickel	1	2	1	1	1
Zink		3	1	2	

Figur 61. Klassificering av miljö kvaliteten 1997 baserad på blåstång (*Fucus vesiculosus*) från de 6 stationer som ingår Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten i blåstång, Västerhavet, enligt Naturvårdsverket (Rapport 4914). *Classification of environmental quality in 1997 based on bladder wrack (Fucus vesiculosus) taken at the 6 stations run by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in kelp according to Swedish National Environmental Protection Agency (Report 4914).*

Blåstång 1997	Klass I "Bra" (Good)	Klass II "Acceptabelt" (Fair)	Klass III "Mindre bra" (Poor)	Klass IV "Dåligt" (Bad)	Klass V "Mycket dåligt" (Very bad)
Arsenik				2	3
Bly			1	1	3
Kadmium		2	1	1	1
Koppar	2	2	1		
Krom	1		3	1	
Nickel	2	2	1		
Zink	1	2	2		

det gäller tånglake från Västerhavet (Naturvårdsverket 1999). Koncentrationsdata i tabell 18 har därför räknats om till mg/kg våtvikt. Tillståndsklassningen av kustvattenkontrollens stationer från de två undersökningsomgångarna 1993 och 1998 redovisas i figurerna 62 och 63. I den förstnämnda omgången ingick sex stationer och i den andra omgången fem stationer.

Vid den första omgången (1993) föll med avseende på As samtliga stationer i klass 1 medan samtliga stationer 1998 föll i klass 5. Denna kraftiga försämring är betydligt större än motsvarande förskjutning i miljökvaliteten för sediment

Figur 62. Klassificering av miljökvaliteten 1993 baserad på tånglake från de 6 stationer som ingår Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljökvalitet i tånglake, Västerhavet, enligt Naturvårdsverket (Rapport 4914). *Classification of environmental quality in 1993 based on eel pout caught at the 6 stations run by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in kelp according to Swedish National Environmental Protection Agency (Report 4914).*

Tånglake 1993	Klass I "Bra" (Good)	Klass II "Acceptabelt" (Fair)	Klass III "Mindre bra" (Poor)	Klass IV "Dåligt" (Bad)	Klass V "Mycket dåligt" (Very bad)
Arsenik	6				
Bly	2	3		1	
Kadmium	4	2			
Koppar	4	1	1		
Nickel	6				

Figur 63. Klassificering av miljökvaliteten 1998 baserad på tånglake från de 6 stationer som ingår Bohuskustens kustvattenkontroll. Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass. Bedömningsgrunder för miljökvalitet i tånglake, Västerhavet, enligt Naturvårdsverket (Rapport 4914). *Classification of environmental quality in 1998 based on eel pout caught at the 6 stations run by the Coastal Water Monitoring Programme of the Bohus Coast. The figures refer to the number of stations within each class. Environmental quality criteria in kelp according to Swedish National Environmental Protection Agency (Report 4914).*

Tånglake 1998	Klass I "Bra" (Good)	Klass II "Acceptabelt" (Fair)	Klass III "Mindre bra" (Poor)	Klass IV "Dåligt" (Bad)	Klass V "Mycket dåligt" (Very bad)
Arsenik					5
Bly	5				
Kadmium	4	1			
Koppar	4	1			
Nickel	1	2	1	1	

och blåstång. Trenden är dock genomgående med undantag för blåmussla där svenska bedömningsgrunder för As saknas. Även Ni uppvisar en försämring vad gäller stationernas tillståndsklassning med avseende på halten i tånglake. 1993 föll 100 % av de studerade stationerna inom klass 1 medan detta var fallet för endast 20 % av stationerna 1998. Pb däremot visar på en klar förbättring av miljökvaliteten under samma period. 1993 föll 33 % av stationerna i klass 1. Motsvarande siffra 1998 var 100 %. Cd och Cu å sin sida uppvisar mer eller mindre konstanta miljökvalitetsförhållanden under samma period.

Förskjutningen av stationerna mellan tillståndsklasserna från de två undersökningsomgångarna (för sediment från 1990 till 1995 och för biologiskt material

från 1992/93 till 1997/98) visar på förändringar som skett i miljökvalitet baserat på bedömningsgrundernas klassgränser. Förändringar inom respektive klassgräns framkommer däremot inte. Det kan därför vara av intresse att närmare granska förändringarna av medelvärdet mellan undersökningsomgångarna för samtliga jämförbara stationer vad avser respektive ämne (även icke metaller) i respektive undersökta medier. I tabellerna 87-89 redovisas medelvärdena för respektive ämne, media och undersökundersökningsomgång. Därutöver anges trenden mellan undersökningsomgångarna med en pil samt signifikansen för skillnaden mellan medelvärdena. Den senare har testats statistiskt med hjälp av s.k. t-test för matchade datapar (se vidare avsnitt 3.3).

Betraktar man medelvärdessförändringarna för de ämnen där data föreligger i blåmussla (tabell 87) kan konstateras att medelvärdet minskat mellan 1992 och 1997 för samtliga ämnen utom för Pb där medelvärdet ökat något. För Cu, Hg, DBT, TBT, PCB 153 och PCB 138 är signifikansen hög till mycket hög (>95 %). I övriga fall (med undantag för Ni) är den bra, dvs bättre än 90 % sannolikhet.

Resultaten står i god samklang med förskjutningen mellan tillståndsklasserna mellan de två undersökningsomgångarna (se ovan).

Tabell 87. Signifikansen i medelvärdessförändringen för några metaller och organiska miljögifter i blåmussla (*Mytilus edulis*) från Bohuskusten mellan 1992 och 1997. Observerad t-fördelning (t_s) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some heavy metals and organic micropollutans in blue mussel (Mytilus edulis) between 1992 and 1997. Observed t-distribution (t_s) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Blåmussla	MV 1992	MV 1997	Förändring	n	Beräk-natt (n-1)	Observerat P	Signifikans
Cd	1.5	1.0	▲	6	-1.769	0.1<P<0.05	Bra
Cu	8.5	5.0	▲	6	-8.534	P<0.001	My hög
Hg	0.66	0.18	▲	6	-7.821	P<0.001	My hög
Ni	1.4	1.2	▲	6	-1.108	0.25<P<0.1	Låg
Pb	1.3	1.6	▼	6	1.771	0.1<P<0.05	Bra
DBT	0.13	0.031	▲	4	-3.553	0.025<P<0.01	Hög
TBT	0.27	0.064	▲	4	-3.152	0.05<P<0.025	Hög
PCB 153	120	66	▲	4	-4.936	0.01<P<0.005	M hög
PCB 138	130	76	▲	4	-5.269	0.01<P<0.005	M högt
S:a 7PCB	350	230	▲	4	-2.338	0.1<P<0.05	Bra

Betraktar man medelvärdessförändringen för blåstång mellan de två undersökningsomgångarna 1992 och 1997 finner man en mer varierad bild jämfört med blåmussla (tabell 88). En signifikant godtagbar minskning (bättre än 90 % sannolikhet) av medelvärdet mellan 1992 och 1997 kan endast noteras för Ni och Zn, medan minskningen av medelvärdet för Cd, Cu och TBT har låg till mycket låg signifikans.

Med mellan 90 och 99.9 % sannolikhet har medelvärdet för As, Pb och V ökat mellan 1992 och 1997, medan ökningen för Cr är statistiskt osäker. Även i Ta-

bell 88. Signifikansen i medelvärdesförändringen för några metaller och TBT i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från Bohuskusten mellan 1992 och 1997. Observerad t-fördelning (t_s) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some heavy metals and TBT in bladder wrack (Fucus vesiculosus) between 1992 and 1997. Observed t-distribution (t_s) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Blåstång	MV 1992	MV 1997	Förändring	n	Beräknat $t_{(n-1)}$	Observerat P	Signifikans
As	28	39	↘	4	2.679	0.1<P<0.05	Bra
Cd	1.3	1.1	↘	4	-1.27	0.25<P<0.1	Låg
Cr	0.66	0.72	↘	4	0.1416	P<<0.25	My låg
Cu	2.8	2.4	↘	4	-0.9132	P<<0.25	My låg
Ni	4.8	3.6	↘	4	-1.698	0.1<P<0.05	Bra
Pb	0.53	2.7	↗	4	2.693	0.05<P<0.025	Hög
V	3.2	18	↗	4	17.11	P>0.001	My hög
Zn	99	63	↘	4	-2.135	0.1<P<0.05	Bra
TBT	0.027	0.025	↘	4	-0.1822	P<<0.25	My låg

I tabell 89 redovisas medelvärdesförändringen i tånglake mellan undersökningsåren 1993 och 1998. I samtliga fall utom för As, Cu och Ni har medelvärdet minskat mellan de två undersökningsomgångarna. Minskningen är dock endast signifikant (bättre än 95 % sannolikhet) för Pb, V och TBT, medan ökningen är signifikant för As och Ni. I övriga fall är signifikansen för förändringen låg till mycket låg, dvs mindre än 90 % sannolikhet.

Tabell 89. Signifikansen i medelvärdesförändringen för några metaller och organiska miljögifter i tånglake (*Zoarces viviparus*) från Bohuskusten mellan 1993 och 1998. Observerad t-fördelning (t_s) med (n-1) frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten. *The significans of the average change of some heavy metals and organic micropollutants in eel-pout (Zoarces viviparus) between 1993 and 1998. Observed t-distribution (t_s) with (n-1) degrees of freedom. P is the observed probability.*

Tånglake	MV 1993	MV 1998	Förändring	n	Beräknat $t_{(n-1)}$	Observerat P	Signifikans
As	0.29	7.9	↗	4	3.744	0.025<P<0.01	Hög
Cr	0.33	0.27	↘	4	-0.428	P<<0.25	My låg
Cu	1.8	2.5	↗	4	0.621	P<0.25	My låg
Ni	0.98	3.1	↗	4	2.563	0.05<P<0.025	Hög
Pb	0.35	0.068	↘	4	-2.724	0.05<P<0.025	Hög
V	1.6	0.48	↘	4	-6.178	0.005<P<0.001	My hög
Zn	59	57	↘	4	-0.5429	P<0.25	My låg
DBT	0.0058	0.0055	↘	4	-0.3974	P<<0.25	My låg
TBT	0.029	0.011	↘	4	-4.572	0.01<P<0.005	My hög
PCB 118	132	91	↘	4	-1.014	0.25<P<0.1	Låg
PCB 153	237	168	↘	4	-0.8942	0.25<P<0.1	Låg
PCB 138	199	148	↘	4	-0.7995	0.25<P<0.1	Låg
PCB 180	74	47	↘	4	-1.257	0.25<P<0.1	Låg
S:a 7PCB	640	500	↘	4	-0.6338	P<0.25	My låg

detta fall står resultaten i god samklang med förskjutningen mellan tillståndsklasserna mellan de två undersökningsomgångarna (se ovan).

Även för tånglake står resultaten i god samklang med förskjutningen mellan tillståndsklasserna mellan de två undersökningsomgångarna (se ovan).

För torsk har inte motsvarande jämförelse kunnat ske till följd av brist på data från 1998. För medelvärdesförändringen för sedimentstationerna mellan 1990 och 1995 hänvisas till Cato (1997).

7. Sammanfattning

Miljögiftsundersökningar utförda på sediment och biologiskt material; blåmussla (*Mytilus edule*), blåstång (*Fucus vesiculosus*), tånglake (*Zoarces viviparus*) och torsk (*Gadus morhua*) samt på en station också på krabbtaska (*Cancer pagurus*) och strandkrabba (*Carcinus maenas*), utmed Bohuskusten, från Strömstad i norr till Göteborgs södra skärgård i söder, har på uppdrag av Bohuskustens vattenvårdsförbund utvärderats gemensamt. Utvärderingen har skett med avseende på förändringar över tiden, förekommande koncentrationssamband mellan olika undersökta medier och med avseende på tillstånd enligt svenska bedömningsgrunder för kust och hav.

Underlagsmaterialet har hämtats från tidigare presenterade rapporter över sediment (Cato 1992 och 1997, NIVA 1996) och biota (Olsson 1993 och 1998, Granmo & Ekelund 1993).

Såväl sedimentprover som biologiska prover har insamlats med fem års intervall från fasta stationer som provtagets vid två olika tillfällen. Sedimenten provtogs 1990 och 1995 medan det biologiska materialet insamlades 1992/93 och 1997/98. Analyserna har utförts på blåstångens toppskott, blåmusslans mjukdelar, tånglakefilén, torskefilén, torsklevern, strandkrabbans hepatopankreas (lever/bukspottkörtel), krabbtaskans smör och på de översta 0-1 cm av sedimentet.

Vilka ämnen och föreningar som analyserats i respektive biologiskt material framgår av tabell 90. Aluminium (Al) analyserades inte 1993/98 och för sediment anges endast analyser som motsvarar de som utförts på biologiskt material. Analyser av strandkrabba och krabbtaska har endast skett 1997/98 och då med avseende på plana polyklorerade bifenyler, toxafen, dioxiner och dibensofuraner. Dessa ämnen undersöktes även i blåmussla på två stationer och i torsk på ett samlingsprov 1997/98 samt i sediment på två stationer 1995. I kapitel 4 redovisas resultaten från samtliga analyser som utförts på det biologiska materialet, medan motsvarande data över sedimenten finns redovisade i en tidigare rapport (Cato 1997).

Undersökta metaller och tennorganiska föreningar (TBT och DBT) kunde med några få undantag detekteras i samtliga medier vid båda undersökningstillfällena. Undantagen utgjordes av Cd och V i tånglake 1997/98 och DBT i blåstång

Tabell 90. Analyserade miljögifter i sediment (1995) biologiskt material från Bohuskusten 1992/93 och 1997/98. Asterisk (*) markerar vad som analyserats respektive år. *Toxic elements and substances analysed in sediment (1995) and biota collected at the Bohus Coast in 1992/93 and 1997/98. Asterisk marks type of analysis carried out respective year.*

Ämnesgrupper analyserade i blåstång, tånglake, blåmussla och torsk samt 1995 i sediment	Specifikation	1992/93	1997/98
11 metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn (i torsk endast Cd och Hg 1993)	*	*
Tennorganiska föreningar	DBT, TBT (ej sediment samt torsk 92/93)	*	*
Extraherbart org. klor o. brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	*	
16 polyaromatiska kolväten	16 PAH	*	*
7 polyklorerade bifenyler	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*
Diklordifenyltrikloretan	p,p-DDT, p,p-DDE, p,p-DDD, o,p-DDT	*	
Hexaklorbensen	HCB	*	
7 klorerade aromater	Ej blåmussla och torsk	*	
10 halogenerade alifater	Ej blåmussla och torsk	*	
6 monocykliska aromater	Ej blåmussla och torsk	*	
5 bicykliska aromater	Ej blåmussla och torsk	*	
6 ftalater	Ej blåmussla och torsk	*	
12 klor. o. 5 icke klor. fenoler	Ej blåmussla och torsk	*	
Plana PCB	Ej blåstång och tånglake		*
Toxafen	Ej blåstång, tånglake och sediment		*
Dioxiner o. dibensofuraner	Ej blåstång och tånglake		*

1992. Tennorganiska föreningar undersöktes inte i sediment vid något av de två undersökningstillfällena och inte heller i torsk 1992/93.

Totalt extraherbara halogenerade föreningar undersöktes i biologiskt material vid första undersökningstillfället och i sediment både 1990 och 1995. Föreningarna kunde detekteras i samtliga medier.

Polyaromatiska kolväten (PAH) kunde till följd av för hög detektionsgräns inte detekteras vid första undersökningstillfället i biologiskt material men väl i sediment. Vid det andra undersökningstillfället däremot kunde PAH-er påvisas i samtliga medier.

Polyklorerade bifenyler (PCB) kunde vid båda undersökningstillfällena detekteras i samtliga medier utom blåstång.

Bekämpningsmedlet diklordifenyltrikloretan (DDT) med metaboliter kunde detekteras i tånglake, blåmussla och torsk, men inte i blåstång 1992/93. Inga analyser utfördes vid det andra undersökningstillfället. Ej heller på sediment 1990 och 1995.

Hexaklorbensen (HCB) detekterades enbart i blåmussla och torsklever vid första undersökningstillfället och i sediment både 1990 och 1995.

Tånglake, blåstång och sediment analyserades med avseende på en del andra organiska miljögifter 1992/93 respektive 1995. Av dessa kunde halogenerade

alifater, monocykliska aromater och ftalater detekteras på några få stationer, men inte några klorerade aromater, bicykliska aromater, klorerade och icke klorerade fenoler med undantag för den sistnämnda i sediment.

På de få stationer där plana PCB-er undersöktes kunde dessa detekteras i torsklever, krabbtaska, strandkrabba och sediment, men inte i blåmussla. Dioxiner/dibensofuraner och toxafen kunde endast detekteras i krabbtaska och vad avser toxafen även i torsklever.

Resultaten visar att ett stort antal ämnen är spridda utmed Bohuskusten, men att koncentrationen av olika ämnen varierar mellan olika medier och stationer. Detta gäller även maxkoncentrationerna. Vissa tendenser kan dock utläsas i det senare fallet. Betraktar man de högsta halterna i respektive media från den första undersökningstillfället så föll ca 53 % av uppmätta maxkoncentrationer i området utanför Göteborg. Motsvarande siffra för det andra undersökningstillfället var 35 %. Siffrorna visar på en tydlig övervikt i miljögiftsbelastning för Göteborgsområdet, alla studerade mediakategorier inräknat. Detta är inte helt överraskande eftersom Göteborgsområdet är det mest urbaniserade och industrialiserade området utmed Bohuskusten. Utvärderingen visar också att i inte mindre än 32 fall återfinns maxkoncentrationen i två eller flera medier samtidigt på samma station.

Sambandet mellan koncentrationen av respektive ämne i två olika medier har testats i inte mindre än 450 bivariata kombinationer omfattande respektive undersökningstillfälle och för båda tillfällena gemensamt. Provtagningsplatserna för de olika medierna har parats samman så att de skall representera en gemensam vattenmiljö motsvarande en station med likartade förhållanden. Detta med syfte att skapa en optimal jämförbarhet mellan de olika medierna. I vissa fall har medianvärdet från flera närliggande platser fått bilda en ”matchande station”. Detta är fallet för sediment i Brofjorden och utanför Stenungsund (Galterön) samt för blåmussla i Göteborgs östra skärgård (förfarandet redovisas närmare i tabellerna 1 och 2 samt i figurerna 2-4). Resultaten redovisas i kapitel 5. Av de 174 utvalda sambandstesterna har i en fjärdedel av fallen samband påvisats med mer än 95 % sannolikhet. Av de olika studerade medierna uppvisar blåmussla följt av tånglake flest positiva koncentrationssamband med övriga media.

Resultaten visar, trots vissa brister i jämförelsematerialet, att blåmussla utgör en utmärkt indikatororganism vad avser miljöövervakning. Resultaten ger emellertid inte någon grund för att eventuellt kunna utesluta några organismer eller sediment från övervakningen. Detta enär inga koncentrationssamband varit möjliga att konstatera i 70 % av möjliga sambandskombinationer. Däremot visar resultaten på en relativt bra samstämmighet. Denna kan förväntas öka med tillgång till ytterligare data från framtida övervakningsomgångar. Att signifikanta samband mellan medierna konstaterats råda i en stor del av det nuvarande materialet visar till yttermera att en belastad miljö återspeglas både i sediment och i biologiskt material. Det är uppenbart att antropogena spill av olika kemiska ämnen och substanser inte enbart deponeras i sedimenten utan att dessa också återfinns i näringskedjan samt att en relation däremellan är vanlig. Ett förhållande som på intet sätt är oväntat, men som sällan påvisats i svenska kustvatten.

Betraktar man Bohuskustens miljö kvalitet utifrån svenska bedömningsgrunder för kust och hav med avseende på förekomsten av metaller och organiska miljögifter i sediment 1995 kan följande konstateras. Cirka 20 % av sedimentstationerna uppvisar en miljö kvalitet med avseende på tungmetaller som varierar mellan mindre bra och dåligt (klasserna 3-4), medan ca 80 % av stationerna uppvisar en bra till acceptabel miljö kvalitet (klasserna 1-2). Endast en sedimentstation har en mycket dålig miljö kvalitet (klass 5) till följd av för hög arsenikhalt (As).

Förhållandena är sämre med avseende på polyaromatiska kolväten (PAH) och polyklorerade bifenyler (PCB). Hela 80 % respektive 90 % av sedimentstationerna uppvisar en miljö kvalitet som varierar mellan mindre bra och dåligt (klasserna 3-4). Endast en sedimentstation har en mycket dålig miljö kvalitet (klass 5) till följd av för hög PCB-halt. Miljö kvaliteten med avseende på extraherbart halogenerat organiskt material i sedimenten är mindre bra till mycket dålig (klasserna 3-5) på samtliga stationer, dvs inga stationer uppvisar en bra till acceptabel miljö kvalitet.

Förhållandena är däremot betydligt bättre med avseende på pesticiderna kloridan och diklordifenyltrikloretan (DDTs). 85 % eller mer av sedimentstationerna uppvisar här en acceptabel (klass 2) miljö kvalitet, medan motsvarande siffra för lindan och a-HCH är ca 50 %.

För det biologiska materialet finns endast svenska miljö kvalitetsnormer utarbetade för metaller. Med avseende på blåmussla och metaller var miljö kvaliteten 1997 bra till acceptabel (klasserna 1-2) på hela 87 % av stationerna. Endast på några få stationer (13 %) var kvaliteten mindre bra till dålig (klasserna 3-4) med avseende på endera Pb, Cd eller Zn.

Även tånglaken uppvisar en bra till acceptabel miljö kvalitet (klasserna 1-2) 1997/98 om man bortser från As där 100 % av stationerna uppvisar en mycket dålig miljö kvalitet (klass 5) och Ni där två stationer har en mindre bra till dålig miljö kvalitet.

Miljö kvaliteten i blåstång 1997 är mindre bra till mycket dålig (klasserna 3-5) med avseende på flertalet metaller på i allmänhet mer än 40 % av stationerna. Förhållandena är sämst med avseende på As, Pb, Cd, Cu och Cr där beroende på ämne mellan 20 och 60 % av stationerna uppvisar en dålig till mycket dålig miljö kvalitet (klasserna 4-5).

För att få en helhetsbild av miljö kvaliteten utmed Bohuskusten krävs dock en kvalificerad sammanvägning av olika miljö hot som miljö gifter/metaller, eutrofiering, fysisk störning, effekter av fiske, spridning av främmande organismer, m.m., samtidigt som dessa av människan orsakade förändringar måste särskiljas från naturliga förändringar, t. ex. i klimatet. Allt detta är mycket komplicerade frågor som kräver långa mätserier inte bara i närområdet utan också utanför detta samtidigt som de globala aspekterna måste beaktas.

ende på vissa metaller. Med mer än 90 % sannolikhet gäller detta för As i blåstång, tånglake och sediment, Pb i blåmussla och blåstång, V i blåstång, och Ni i tånglake. Minskande medelvärden är med mer än 90 % sannolikhet belagd i ca 50 % av fallen.

Resultaten av trendanalysen står i god samklang med ovan presenterade miljö-kvalitetsförändringar baserade på förskjutningarna av stationer mellan tillståndsklasserna mellan de två undersökningsomgångarna. Sammantaget kan konstateras att förhållandena med avseende på miljögifter i såväl sediment som biologiskt material, med några undantag, förbättrats utmed Bohuskusten under 1990-talet.

8. Summary

Investigations of environmentally harmful substances carried out on sediment and biota have been evaluated from areas along the Bohus Coast from Strömstad in the north to the Gothenburg archipelago in the south on behalf of the Bohus Coast Water Conservation Association. The biota investigated were blue mussel (*Mytilus edule*), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*), eel-pout (*Zoarces viviparus*) and cod (*Gadus morhua*); at one station crab (*Cancer pagurus*) and green crab (*Carcinus maenas*) were also evaluated. The evaluations were conducted to record changes over time, existing concentration relationships between various investigated media and environmental quality according to the Swedish criteria for coast and sea.

The basic data were taken from previous published reports of sediment (Cato 1992 and 1997, NIVA 1996) and biota (Olsson 1993 and 1998, Granmo & Ekelund 1993).

Sediment and biological samples were collected five years apart at static sites. Sediment was sampled in 1990 and 1995 while biota was collected in 1992/93 and 1997/1998. The analyses were carried out on the leading shoots of the bladder wrack, the soft tissues of the blue mussel, the fillets of the eel-pout and the cod, the liver of the cod, the hepatopancreas of the green crab, the butter of the crab and on the uppermost 0 to 1 cm of the sediment.

The types of elements and substances analysed in the biological media are shown in Table 90. Aluminium (Al) was not analysed in 1997/98. Only sediment analyses corresponding to those carried out on biota are treated in this paper. Analyses of green crab and crab was carried out only in 1997/98 and only for non-ortho-polychlorinated biphenyls, toxaphen, dibenzo-p-dioxines and dibenzofuranes. These substances were also analysed in blue mussels at two sites, in a mixed sample of cod from several sites in 1997/98 and in two samples from two sites in 1995. Chapter 4 presents the results of analysed biota; the corresponding sediment data are given in a previous report (Cato 1997).

Investigated metals and organic tin compounds (TBT and DBT) were, except in a few cases, detected in all media at both sampling periods. The exceptions

were Cd and V in eel-pout in 1997/98 and DBT in bladder wrack in 1992. Organic tin compounds were not investigated in sediments or in cod in 1992/93.

Total extractable halogenated compounds were investigated in biota in 1992/93 and in sediment in 1990 and 1995. The compounds were detected in all media.

Polyaromatic hydrocarbons (PAHs) were detected in sediments but not found in biota in the first investigation period because of high detection limits. On the other hand, PAHs were detected in all media in the second investigation.

Polychlorinated biphenyls (PCBs) were detected in all media in both investigations, except for bladder wrack.

The pesticide dichlorophenyltrichloroethane (DDT) and its metabolites were detected in eel-pout, blue mussel and cod but not in bladder wrack in 1992/93. No analyses were carried out in the second investigation. Neither occurred in sediments in 1990 and 1995.

Hexachlorobenzene (HCB) was only detected in blue mussel and cod liver in the first investigation and in sediment in 1990 and 1995.

Eel-pout, bladder wrack and sediment were analysed for other organic micro-pollutants in 1992/93 and 1995. Halogenated aliphates, monocyclic aromates and phthalates were detected at a few sites; chlorinated aromates, bicyclic aromates and chlorinated phenols were not detected. On the other hand not chlorinated phenols were detected in some sediment samples.

Non-ortho-PCBs were studied at a few sites, and detected only in cod liver, crab, green crab and sediment, but not in blue mussel. Dioxins/dibenzofuranes were only detected in crab and toxaphen only in crab and cod liver.

The results show that a number of elements and compounds are dispersed along the Swedish Bohus Coast, but that the concentrations of the different elements and compounds vary between different media and sites. This conclusion is also valid for the maximum concentrations, but as the following shows some trends can be found. About 53 % of measured maximum concentrations in the respective media in the first investigation fell in the area outside Gothenburg. The corresponding figure for the second investigation phase was 35 %. The figures evidently showed an excess of harmful substances in the Gothenburg region for all studied media categories. This is not a complete surprise, since the Gothenburg region is the most urbanised and industrialised area along the Bohus Coast. The evaluation also shows that in not less than 32 cases, the maximum concentration was found in two or more media at the same time at the same site.

The relationship between the concentration of the compounds in two different media was tested in not fewer than 450 bivariate combinations embracing each investigation phase and for both phases together. The sampling sites of the different media were grouped together so that they represented the same water body, corresponding to only one site with similar conditions so as to create an

optimal comparison between the different media. In some cases the median value of several adjacent sites was used as a "matching site". This was the case for sediments of the Brofjorden and of the Stenungsund (Galterön Island) and for blue mussel in the eastern Archipelago of Gothenburg. (The procedure is described in more detail in Tables 1 and 2 and in Figures 2 to 4.) The results are shown in Chapter 5. Of the 174 selected tests, relationships with $P > 95\%$ were found in one quarter of the cases. Of all studied media, the concentrations in blue mussels showed the most positive relationships with the other media; eel-pout was slightly less.

The results show, despite some scarcity in the compared material, that blue mussel is an excellent indicator organism for environmental monitoring. However, the results do not indicate the eventual exclusion of some organisms or sediment from the existing trend monitoring programme, especially since no relationships of concentrations could be found in 70 % of the tested cases. On the other hand, the results show a relatively strong concordance, which is expected to increase when more data are added after future coastal monitoring. Furthermore, significant relationships that exist among the different media show that a contaminated environment is mirrored both in sediment and biota. It is obvious that anthropogenic waste consisting of different chemical substances is not only deposited in the sediment but also found in the food chain, and that a relationship between them is common. This circumstance is not unexpected, but is seldom shown in Swedish coastal waters.

The environmental quality of the Bohus Coast in terms of Swedish environmental criteria regarding the appearance of metals and organic micropollutants in sediment in 1995 reveals the following: About 20 % of the sediment sites show heavy metal levels that vary between poor and bad (classes 3 to 4), while about 80 % of the sites show good to fair environmental quality (classes 1 to 2); and only one sediment site has a very bad environmental quality (class 5) as a consequence of its high arsenic (As) content.

The conditions regarding polyaromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls are worse. Of the sediment sites, 80 % and 90 %, respectively, showed an environmental quality that varied between poor and bad (classes 3 to 4). Only one sediment site had a very bad environmental quality (class 5). The environmental quality regarding total extractable halogenated organic matter in sediment was poor to very bad (classes 3 to 5) in all sites. None of the sites showed good to fair quality.

Conditions were much better for the sites investigated for the pesticides chlordane and dichlorophenyltrichloroethane (DDT). Eighty-five percent or more of the sediment sites showed a fair (class 2) environmental quality; the corresponding figures for lindan and α -HCH were about 50 %.

Swedish environmental criteria for biota have only been established for metals. For blue mussels, the environmental quality in 1997 was good to fair (classes 1 to 2) at 87 % of the sites. At only a few sites (13 %) the quality was poor to bad (classes 3 to 4) because of Pb, Cd or Zn contamination.

Eel-pouts also showed a good to fair environmental quality (classes 1 to 2) in 1997/98 if As and to some extent Ni are disregarded. All of the sites showed a very bad environmental quality (class 5) for As, and two sites had a poor to bad environmental quality (classes 3 to 4) for Ni.

The environmental quality in bladder wrack in 1997 was poor to very bad (classes 3 to 5) at more than 40 % of the sites for most of the metals. The conditions were the worst for As, Pb, Cd, Cu and Cr where, depending on the element, between 20 % and 60 % of the sites showed bad to very bad environmental quality (classes 4 to 5).

A comprehensive picture of the environmental quality along the Bohus Coast demands a qualified analysis of such different environmental treats as micro-pollutants/elements, eutrophication, physical disturbances, the effects of fisheries and the distribution of foreign organisms. In addition to changes caused by humans are natural changes due to, e.g., climate. All these complex questions demand intensive measures during many years not only locally but also globally.

Trend analyses, i.e., changes of the concentrations of metals and organic micropollutants in biota between 1992/93 and 1997/98, were carried out only at sites where repeated sampling was conducted. In Chapter 4, the changes at each site are shown in tables and histograms. Each average value of the site data has been statistically tested using a t-test with (n-1) degrees of freedom for matched pairs. This was done to clarify the changes in concentration of each pollutant in each biological medium studied along the Bohus Coast. The statistical probability of each average change was established; these data are presented in the Tables 87 to 89.

Table 91 presents a comprehensive overview of the average changes that have taken place in different biota (except cod, because of the lack of data) and sediments between the two investigation phases. Average changes with more than 90 % statistical probability are marked in green. Data exist only for metals, organic tin compounds (TBT and DBT) and polychlorinated biphenyls (PCBs).

The major trends are concordant between different media and generally show decreasing average concentration values between the two investigation phases. The trend for some metals is increasing in only 25 % of the cases. Greater than 90 % probabilities are valid for As in bladder wrack, eel-pout and sediment, to Pb in blue mussel and bladder wrack, to V in bladder wrack and to Ni in eel-pout. Decreasing average values occur with greater than 90 % probability in about 50 % of the cases.

The results of the trend analyses show good agreement with the above-mentioned changes in environmental quality based on the displacement of sites between classes of quality between the two investigation phases. In summary, the conditions regarding environmentally harmful substances in both sediment and biota, with a few exceptions, improved along the Bohus Coast during the 1990s.

9. Referenser

- Cato, I., 1992: Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1990 — Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll. *Sveriges geologiska undersökning Rapp. & Medd. Nr 74*, 97 s.
- Cato, I., 1997: Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet — en rapport från fem kontrollprogram. *Sveriges geologiska undersökning Rapp. & Medd. Nr 95*, 365 s.
- Danielsson, Å., Cato, I. Carman, L. & Rahm, L., 1999: Spatial clustering of metals in the sediments of the Skagerrak/Kattegat. *Applied Geochemistry* 14, 689-706.
- De Voogt, P & Brinkman, U. A. Th., 1989: Production, properties and usage of polychlorinated biphenyls. I Kimbrough, R. & Jensen, S. (eds.): *Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxines and related products*. Elsevier Sci. Publ. B.V.
- Fowler, J. & Cohen, L., 1996: *Practical statistics for field biology*. John Wiley & Sons. New York. 227 s.
- Fält, L.-M., 1982: Late Quaternary sea-floor deposits off the Swedish West Coast. CTH och Göteborgs universitet. *Geol. Inst. Publ. A37*, 259 s.
- Granmo, Å. & Ekelund, R., 1993: Undersökning av miljögifter längs Bohuskusten 1993. Göteborgs universitets marina forskningsstation Kristineberg. *Rapport Göteborgs och Bohusläns vattenvårdsförbund*, 63 s.
- Gunnarsson, J.S. & Sköld, M., 1999: Accumulation of polychlorinated biphenyls by the infaunal brittle stars *Amphiura filiformis* and *A. Chiajei*: effects of eutrophication and selective feeding. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 186, 173-185.
- Naes, K., Hylland, K., Oug, E., Förllin, L. & Ericsson, G., 1999: Accumulation and effects of aluminium smelter-generated polycyclic aromatic hydrocarbons on soft-bottom invertebrates and fish. *Environmental Toxicology and Chemistry* 18, 2205-2216.
- Naturvårdsverket 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet: Kust och hav. *Naturvårdsverket Rapport 4914*, 134 s.
- NIVA, (Helland, A., Brevik, E.M. & Godal, A.), 1996: Sedimentundersökningar i Göteborgs og Bohus läns kystvann 1995. *NIVA Rapport 432/90*, 117 s.
- Nordberg, K., Gustafsson, M. & Krantz, A.-L., 2000: Decreasing oxygen concentrations in the Gullmar Fjord, Sweden, as confirmed by benthic foraminifera, and the possible association with NAO. *Journal of Marine Systems* 23, 303-316.
- Olsson, L., 1993: Miljögifter i musslor. Kustvattenprojektet 1990-1992. Sammanställning av analysresultat. AnalyCen Nordic AB. *Rapport Bohuskustens vattenvårdsförbund*, Uddevalla, 13 sid.
- Olsson, L., 1998: Miljögiftsundersökning 1997-1998. AnalyCen Nordic AB. *Rapport Bohuskustens vattenvårdsförbund*, Uddevalla, 51 s.
- Oug, E., Naes, K., & Rygg, B., 1998: Relationship between soft bottom macrofauna and PAH from smelter discharge in Norwegian fjords and coastal waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 173, 39-52.
- Rohde, J., 1996: On the dynamics of the large-scale circulation of the Skagerrak. *Journal of Sea Research* 35, 9-21.

- Rosenberg, R., Cato, I., Förlin, L., Grip, K. & Rohde, J., 1991: Marine environment quality assessment of the Skagerrak - Kattegat. *Journal of Sea Research* 35 (1-3), 1-8.
- Rosenberg, R., Cato, I., Förlin, L., Rohde, J., Thurén, A. & Grip, K., 1991:
Rygg, B. & Thélin, I., 1993: Klassificering av miljøkvalitet i fjordar og kystfarvann. Kortversion. *SFT-veiledning nr 93:02*, 20 s.
- Svansson, A., 1975: Physical and chemical oceanography of the Skagerrak and the Kattegat. I. Open Sea Conditions. Fish. Bd. *Swedish Inst. Mar. Res., Report No. 1*, 88 s.



Sveriges Geologiska Undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
www.sgu.se

Uppsala 2000
ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-641-5
Tryck: Elanders Tofters AB