

Del 7

**Föroreningar och miljö kvalitet i biota längs Bohuskusten 1992–2001
– förändringar, belastning och samband**

*Contaminants and environmental quality in biota along the Bohus Coast 1992–2001
– trends, load and relationships*

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Abstract	379
7.1. Inledning	379
7.2. Undersökningsområde	380
7.3. Metoder	381
7.3.1 Provtagningsstationer	381
7.3.2 Insamlat och analyserat material	382
7.3.3 Utvärderingsmetodik	382
7.4. Resultat	383
7.4.1 Miljögifter i blåstång	384
7.4.1.1 Tungmetaller	384
7.4.1.2 Organiska tennföreningar	386
7.4.1.3 Metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten	390
7.4.1.4 Polybromerade difenyletrar	392
7.4.1.5 Trendanalyser för blåstång	393
7.4.2 Miljögifter i tånglake	395
7.4.2.1 Tungmetaller	395
7.4.2.2 Metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten	399
7.4.2.3 Polyklorerade bifenyler	402
7.4.2.4 Polybromerade difenyletrar	404
7.4.2.5 Trendanalyser för tånglake	405
7.4.3 Miljögifter i blåmussla	407
7.4.3.1 Tungmetaller	407
7.4.3.2 Organiska tennföreningar	411
7.4.3.3 Metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten	412
7.4.3.4 Polyklorerade bifenyler	415
7.4.3.5 Toxafen, lindan och hexaklorbensen	418
7.4.3.6 Polybromerade difenyletrar	419
7.4.3.7 Polyklorerade dioxiner och furaner	421
7.4.3.8 Trendanalyser för blåmussla	423
7.4.4 Miljögifter i torsk	424
7.4.4.1 Tungmetaller	425
7.4.4.2 Organiska tennföreningar	427
7.4.4.3 Metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten	428
7.4.4.4 Polyklorerade bifenyler	430
7.4.4.5 Polybromerade difenyletrar	434
7.4.4.6 Polyklorerade furaner och dioxiner	436
7.4.4.7 Toxafen	438
7.4.4.8 Trendanalyser för torsk	438
7.4.5 Miljögifter i krabbtaska	440
7.4.5.1 Polyklorerade bifenyler	440
7.4.5.2 Polyklorerade dioxiner och furaner	440
7.4.5.3 Toxafen	443
7.5. Sambandsanalyser	443
7.5.1 Sambandet mellan miljögifter i sediment och biota	443
7.5.1.1 Arsenik	449
7.5.1.2 Kadmium	450
7.5.1.3 Krom	450
7.5.1.4 Koppar	451
7.5.1.5 Kvicksilver	451
7.5.1.6 Nickel	453
7.5.1.7 Bly	453
7.5.1.8 Tenn	454

7.5.1.9 Vanadin	455
7.5.1.10 Zink	455
7.5.1.11 Organiska tennföreningar	456
7.5.1.12 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	457
7.5.1.13 Metylnaftalener	458
7.5.1.14 Polyklorerade bifenyler (PCB)	459
7.5.1.15 Polybromerade difenyletrar (PBDE)	459
7.5.1.16 Polybromerade dioxiner och furaner (PCCD/PCDF)	461
7.6. Faktoranalys av kemiska ämnen i sediment och biota	462
7.7. Bohuskustens variation i miljögiftsbelastning	465
7.8. Sammanfattning	465
7.9. Summary	470
7.10. Referenser	472



Abstract

Investigations of environmentally harmful substances carried out on biota between 1992 and 2001 have been evaluated from areas along the Bohus Coast bordering the Skagerrak Sea on behalf of the Bohus Coast Water Conservation Association. Biological samples were collected five years apart at static sites. The biota investigated were blue mussel (*Mytilus edulis*), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*), eel-pout (*Zoarces viviparus*) and cod (*Gadus morhua*); at two stations crab (*Cancer pagurus*) were also sampled. The different media were analysed for 11 metals, DBT, TBT, 16 PAHs, methylnaphtalenes, 7 PCBs, non-ortho-PCBs, 7 PBDEs, Deca-BDE, HCB, lindan, toxaphene and PCCDs/PCDFs. The evaluations were conducted to record dispersion of chemicals, 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. Metals, PCBs and PBDEs were found in all media at all sites, while in general only a few PAHs seemed to be accumulated in biota., Toxaphene, TBT (not in bladder wrack), HCB, lindane and PCCDs/PCDFs were also found at all sites in those media analysed for these substances. The environmental quality (EQ) with respect to metals in biota 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 urbanized/industrialized areas for all studied media categories. The Kosterfjord area is in this respect least strained. The relationship between the concentration of the compounds in two different media was tested. Out of the 192 selected tests, relationships with $P > 95\%$ were found in one third of the cases.

The trend analyses showed that the major trends are concordant between different media in the biological matrix studied, and with more than 90% probability they generally show decreasing average metal concentrations between 1992/93 and 2001. The only exceptions are tin (Sn) which increased during the period, as was the case of tributyltin (TBT) and PCB in blue mussel and in the latter case also in eel-pout. In cod liver the average PCB concentrations have decreased. In summary, the conditions regarding environmentally harmful substances in biota, with a few exceptions, improved along the Bohus Coast during the 1990s.

7.1 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.

Vattenvårdsförbundet genomför sedan 1990 löpande undersökningar, s.k. kustvattenkontroll, enligt ett av tillsynsmyndigheten länsstyrelsen fastställt program (1989-12-22). Programmet omfattar hydrografiska, biologiska inklusive fiskeribiologiska, 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 i biota genomförs vart femte år på fasta stationer. Resultaten från sedimentundersökningarna presenteras i avsnitt 2 (denna volym).

Undersökningar av miljögifter i biologiskt material utmed Bohuskusten utfördes 1992/93, 1997/98 och 2001 samt vad gäller blåmusslor också i ett särskilt program utanför Göteborg 1992, 1996, 1997 och 2001

(se avsnitt 8, denna volym) 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 undersökningarna 1993–1998 (Olsson 1993, 1998). Sveriges geologiska undersökning (SGU) svarade för en samlad utvärdering av de biologiska och sedimentologiska undersökningarna 1993–1998 (Cato 2000).

Föreliggande rapport behandlar 2001 års biologiska undersökningar. För provtagning har HydroGIS svarat, analys och rapportering av analysdata har utförts av Alcontrol AB i Nyköping (Alcontrol 2004). I likhet med 1992/93 och 1997/98 års undersökningar svarar SGU för sammanställning och utvärdering av resultaten.

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.

7.2 Undersökningsområde

Undersökningsområdet omfattar Bohusläns kustvatten från Strömstad i norr till 20 km söder om Göteborg (fig. 7:1). 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 framför allt erosionsområden. Områden med glaciallera, utvisande erosion, återfinns framför allt 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 Kattegatt 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 Kattegatt 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 fjordsystems bottenvattnet redovisats (se t.ex. Rosenberg m.fl. 1991, 1996). Orsakerna till detta är ännu inte helt klarlagt, men vanligtvis har syrebristen kopplats till ökade närsaltsutsläpp, framför allt 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 paleoceanografiska sedimentdata och det klimatrelaterade s.k. NAO-indexet (North Atlantic Oscillation Index), som bl.a. har lett

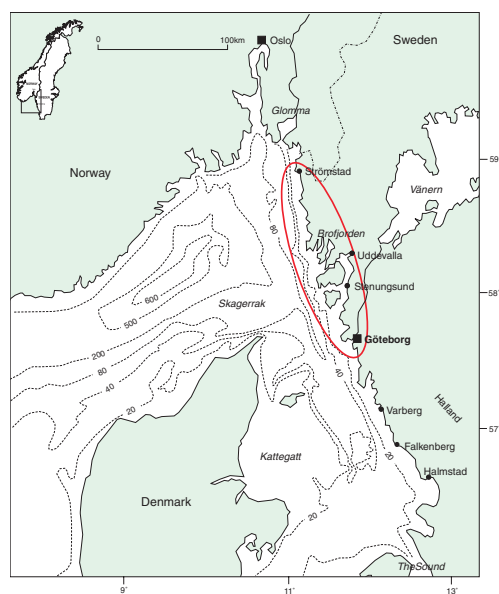


Fig. 7:1. Översiktskarta över Skagerrak och Kattegatt med undersökningsområdet markerat med en oval.
Outline map of the Skagerrak and Kattegatt showing the location of the investigated area (oval).

till ökade västvindar i Skagerrak under de senaste decennierna. Ett förhållande som normalt försvårar bottenvattenutbytet i tröskelfjor­dar, t.ex. Gullmarsfjorden (Nordberg m.fl. 2000), och därmed syresättningen.

7.3 Metoder

7.3.1 PROVTAGNINGSTATIONER

I föreliggande studie har analysdata från blåmusslor (*Mytilus edulis*), blåstång (*Fucus vesiculosus*), tånglake (*Zoarcetes viviparus*), filé respektive lever av torsk (*Gadus morrhua*) och krabbtaska (*Cancer pagurus*) utnyttjats. Analysdata har hämtats från olika resultatredovisningar av biologiskt material (Granmo & Ekelund 1993, Olsson 1993, 1998, Cato 2000, Alcontrol 2004).

I figur 7:2 redovisas den geografiska fördelningen av kustvattenkontrollens fasta provtagningsstationer för biologiskt material. Stationernas positionskoordinater redovisas i tabell 7:1.

Tabell 7:1. Provtagningsstationer vid 2001 års undersökningar av biota utmed Bohuskusten. DGPS-positioner i WGS 84 (HydroGIS 2001).

Sampling sites of the investigation of biota along the Bohus Coast in 2001. DGPS-positions are given in WGS 84 (HydroGIS 2001).

Station	Namn	År	Latitud N	Longitud E	Vattendjup (m)	Bottentyp
4	Danafjord, Lyngnholmen	2001	57°40,283'	11°40,373'	0,5–1	Klippor/Silt
10	Askeröfjorden, Galterö	2001	58°06,347'	11°47,910'	0,7	Sand/Sten
11	Kungsviken, Koljefjorden	2001	58°13,660'	11°35,046'	0,5	Skal/Sten
12	Inre Gullmaren, Gårvik	2001	58°24,283'	11°37,110'	0,3–0,5	Sand/Sten
12a	Yttre Gullmaren, Flatholmen	2001	58°15,633'	11°24,795'	0,5–1	Sten
13	Brofjorden, N. Låhälla	2001	58°21,623'	11°26,870'	0,2–0,5	Sten
17	Kungshamn, Fisketången	2001	58°21,343'	11°16,461'	0,5	Sand/Skal
16	Kosterfjorden, Saltö	2001	58°52,661'	11°06,905'	1,5	Grus/Skal

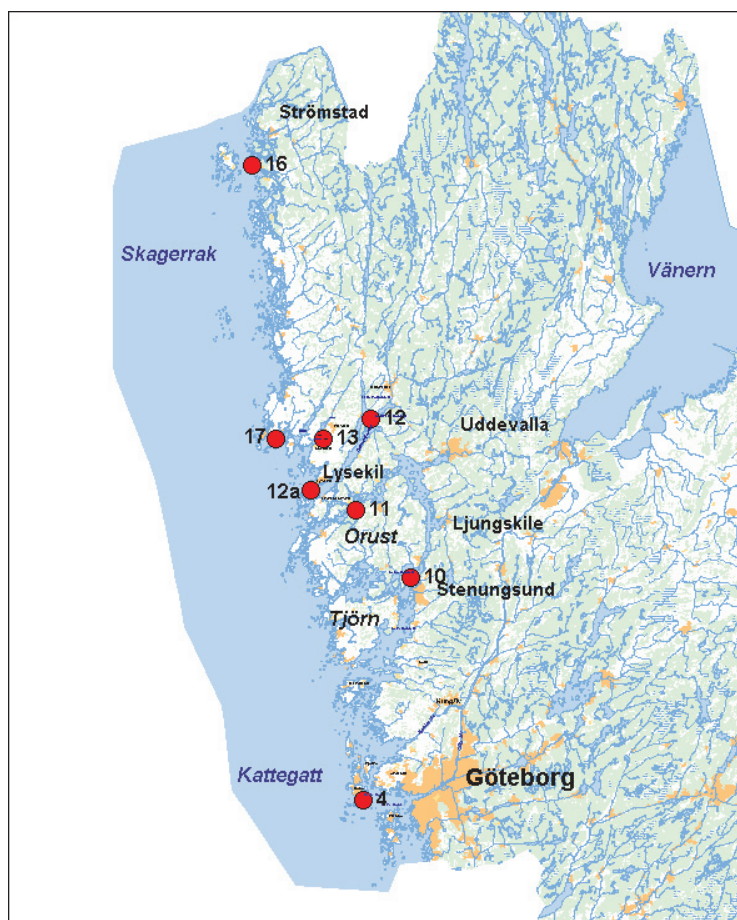


Fig. 7:2. Karta utvisande biologiska provtagningsstationer som utnyttjats i föreliggande studie. Stationerna ingår i Bohuskustens vattenvårdsförbunds kustvattenkontroll.

Map showing biological sampling sites used in this study. The sampling sites are part of the Coastal Water Monitoring Program of the Bohus Coast Water Conservation Association.

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. Gemensamt för de olika provtagningspunkterna på en och samma station är att de tillhör samma område och påverkas av samma vatten. Habitatet och botten dynamiken varierar däremot mellan provtagningspunkterna inom stationsområdet beroende på den insamlade artens preferens eller krav på typ av botten/miljö.

7.3.2 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 Granmo & Ekelund (1993), Olsson (1998) och HydroGIS (2001).

Blåstång insamlades manuellt med hjälp av dykare enligt OSPAR. På varje station togs 5–10 toppskott (ca 50–60 mm långa) från 5–10 individuella plantor och sammanfördes till ett gemensamt prov för vidare analys. Insamlingarna utfördes 2001. Tidigare provtagningar har ägt rum 1992 och 1997.

Även *blåmussla* insamlades med hjälp av dykare enligt OSPAR. Ca 50 musslor av 40–60 mm längd insamlades på respektive station. Ett samlingsprov av mjukdelarna från varje station analyserades. Insamlingarna utfördes 2001. Tidigare provtagningar har ägt rum 1992 och 1997.

Tånglake fångades med ryssja. 13–14 exemplar, med en längd och vikt varierande mellan 15 och 30 cm, infångades från varje station. Ett samlingsprov av filén från varje station analyserades. Insamlingarna utfördes 2001. Tidigare provtagningar har ägt rum 1993 och 1998.

Torsk fångades med ryssjor. Insamlingen gjordes 2001. Vid undersökningarna 1992/93 och 2001 uttogs prov både från filén och levern. 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).

Krabbtaska insamlades med hjälp av garn vid Saltö i Kosterfjorden och Danafjord utanför Göteborg. Krabb-smöret som analyserades som ett samlingsprov från krabborna utgjorde ca 25 g per individ. Undersökningarna utfördes 2001. Tidigare provtagningar har utförts 1998 vid Vinga utanför Göteborg.

För beskrivning av respektive provers förbehandling och analysmetodik hänvisas till Olsson (1998) och Alcontrol 2004.

7.3.3 UTVÄRDERINGSMETODIK

Trendanalyser, dvs. förändringen av halterna av metaller och organiska miljögifter i biologiskt material mellan de tre provtagningsomgångarna 1992/93, 1997/98 och 2001, har utförts på de stationer som omfattats av upprepad provtagning (i allmänhet stationerna 4, 10, 12, 13, 16 och 17). 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, 1997/98 respektive 2001) (Fowler & Cohen 1996).

Miljökvaliteten hos blåstång, blåmussla och tånglake har klassats enligt svenska bedömningsgrunder för miljökvalitet i kust och hav (Naturvårdsverket 1999). Bedömningsgrunder finns endast för metaller. Sambanden mellan koncentrationen av miljögifter i olika studerade medier (blåstång, blåmussla, tånglake, torsk och sediment) 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 tabell 7:2 ges en översikt över vilka stationer som parats ihop vid sambandsanalyserna för miljögifter.

Tabell 7:2. Matchningen av sedimentstationer mot respektive biologiska stationer.

Matching of sediment sites vs. biological sampling sites.

Biologisk station	Motsvarande sedimentstation
Station 4 (Lygnholmen, Danajord)	Station 4 (Danajord)
Station 10 (Galterön, askeröfjorden)	Station 10 (G2 Galerön, Askeröfjorden)
Station 11 (Kungsviken, Koljefjord)	Matchande sedimentstation saknas
Station 12 (Gårvik, inre Gullmaren)	Station 12 (Saltkällefjorden)
Station 12a (Flatholmen, yttre Gullmaren)	Matchande sedimentstation saknas
Station 13 (Lahälla, Brofjorden)	Station 324 (utanför Lahäll, Brofjorden)
Station 16 (Saltö, Kosterfjorden)	Station 16 (Kosterfjorden)
Station 17 (Kungshamn)	Station 17 (Kungshamn)

Sambandet (kovariansen) mellan förekomsten av ett ämne i olika media har 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 ca 200 parvisa (bivariata) kombinationer, plottats och studerats i 2D-diagram. I de redovisade 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 utsträckning 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 sannolikhetsstats (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 respektive 1997/1998. Detta har ansetts möjligt att göra eftersom ytsedimentdata från den översta centimetern av botten motsvarar en integrerad kemisk bild av ca 5 år. Tidpunkten för provtagningar av sediment 2000 och biota 2001 skiljer som mest 13 månader.

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.

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.

7.4 Resultat

I följande avsnitt redovisas analysdata över biologiskt material från de tre undersökningsomgångarna 1992/93, 1997/98 och 2001. Data har hämtats från Granmo & Ekelund (1993), Olsson (1998) och Alcontrol (2004). Utvecklingstrenden mellan undersökningsomgångarna redovisas för respektive station och respektive kemisk parameter i form av stapeldiagram. Skillnaden mellan medelvärdet för respektive ämne och år har också sannolikhetsstats.

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.

7.4.1 MILJÖGIFTER I BLÅSTÅNG

Analysresultaten från 1992, 1997 (Cato 2000) och 2001 års undersökningar av blåstång redovisas i tabellerna 7:4–11. Den första undersökningssomgången omfattade ett betydligt större antal föreningar än i de två senare omgångarna, 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 och 2001 års undersökningar. Vilka specifika ämnen som analyserats vid respektive undersökningssomgång framgår av tabell 7:3.

Blåstång insamlades 1992 på stationerna 2, 4, 10, 12, 13 och 16 och 1997 på stationerna 4, 10, 13, 16 och 17. Antalet stationer utökades vid 2001 års undersökningar och kom att omfatta stationerna 4, 10, 11, 12a, 12, 13, 16 och 17. Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns för alla stationer. Detta gäller också för de ämnesgrupper som enbart analyserats vid ett enda undersökningstillfälle.

För de metaller och organiska föreningar som analyserats vid minst två undersökningstillfällen på en och samma station (4, 10, 12, 13, 16 och 17) har det däremot varit möjligt att studera koncentrationsförändringarna mellan 1992, 1997 och 2001.



Blåstång, *Fucus vesiculosus*, (Ursing 1972)

Tabell 7:3. Analyserade miljögifter i blåstång (*Fucus vesiculosus*) från Bohuskusten 1992, 1997 och 2001. Asterisk (*) markerar vad som analyserats respektive år.

Toxic elements and substances analysed in kelp (*Fucus vesiculosus*) collected at the Bohus Coast in 1992, 1997 and 2001. Asterisk (*) marks type of analyses carried out respective year.

Ämnesgrupper analyserade i blåstång	Specifikation	1992	1997	2001
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	*	*	*
Organiska tennföreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn	*	*	*
Extraherbart org. Klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	*	*	*
Polycykl. aromatiska kolväten	16 PAH	*	*	*
Metylnaftalener	1-metylnaftalen, 2-metylnaftalen	*	*	*
Polyklorerade bifenylter	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*	*
Polybromerade difenyletrar	7 st PBDE, DekabDE	*	*	*
Diklordifenyltrikloreter	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	*	*	*
Ftalater	6 st. ftalater	*	*	*
Fenoler	12 st. klorerade -, 5 st icke klorer. fenoler	*	*	*

7.4.1.1 Tungmetaller

Analysresultaten från de tre undersökningstillfällena 1992, 1997 och 2001 redovisas för respektive station i tabell 7:4. Halten av kvicksilver (Hg) låg såväl 1992, 1997 som 2001 under detektionsgränsen på samtliga stationer. Detta gäller även 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 7:5 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive metall och år.

Utvecklingen av metallhalterna i blåstång illustreras i histogrammen i figur 7:3a–b. Dessa visar på en ökning av framför allt vanadin (V) och bly (Pb) men också av arsenik (As) på samtliga stationer mellan 1992 och 1997, men därefter har halterna sjunkit till 2001. Koncentrationen av kadmium (Cd), koppar (Cu), krom (Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni) och zink (Zn) har minskat på samtliga stationer mellan 1992 och 2001. Tenn (Sn) uppvisar ett varierande mönster, men har i genomsnitt ökat sedan 1992 om data från 1997 undantas. Detektionsgränsen för tennanalyserna 1997 låg över motsvarande analysgräns 1992 och 2001, vilket skapar osäkerhet om successionen i utvecklingen. Den sammanlagda tendensen (tabell 7:5) tyder på en generell minskning av flertalet metaller medan halterna av tenn ökat i blåstång. Kvicksilver har inte detekterats i blåstång vid något av de tre undersökningstillfällena. Analyserna av vanadin (V) från 1997 är extremt höga på flera stationer och troligen felaktiga.

Vid en jämförelse mellan stationerna kan konstateras att belastningen, baserad på metallinnehållet i blåstång, varierar stationerna emellan beroende på vilken metall som avses. I allmänhet återfinns de högsta halterna på endera eller flera av stationerna 11 (Kungsviken i Koljefjorden), 12 och 12a (Gullmaren), 13 (Brofjorden) och 17 (Byttelocket vid Kungshamn). Station 4 (Danafjord utanför Göteborg) kan även räknas in i denna grupp vad avser arsenik (As).

Enligt svenska bedömningsgrunder för miljö kvalitet i kust och hav (Naturvårdsverket 1999) visar analysresultaten från undersökningarna av blåstång att med avseende på Cr och Pb 2001 är dålig (klass 4) utmed Bohuskusten från Gullmaren i söder och vidare norrut till Kosterfjorden (figur 7:4). Med några få undantag är kvaliteten bra till mindre bra (klasserna I–III) med avseende på övriga metaller. Svenska bedömningsgrunder saknas för vissa metaller.

I allmänhet har miljö kvaliteten med avseende på tungmetaller förbättrats från 1992 till 2001. Enda undantag utgör krom, där en viss försämring kan noteras (figur 7:4). Förbättringen gäller särskilt metallerna As, Cd och Pb.

Tabell 7:4. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992–2001. Streck (-) = ej analyserat.

The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in kelp (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992–2001. 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	Mn 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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
	2001	-	21	0,35	0,22	1,4	<0,0024	24	0,72	0,26	0,24	0,17	41
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
	2001	-	12	0,53	0,59	1	<0,0088	12	2,8	0,59	0,37	1,1	26
11	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	12	0,81	0,76	4	<0,0095	78	2,8	1	0,62	0,59	73
12a	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	16	1,4	0,86	3,5	<0,0092	71	1,8	1,5	0,66	0,71	46
12	1992	206	21,3	1,3	1,38	3,5	<0,13	-	4,38	3,3	0,13	5,06	70,6
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	16	0,88	1,1	4,7	<0,0098	210	2,2	1,9	0,39	1,4	54
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
	2001	-	21	0,83	0,81	2,2	<0,011	100	2,4	2	0,72	0,81	74
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
	2001	-	20	1,1	0,78	1,4	0,010	90	2,3	1,3	0,45	0,74	39
17	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	73	1,8	0,54	5,4	<0,1	-	4,5	4,4	<0,49	22	93
	2001	-	24	0,69	0,86	3,2	<0,0094	67	1,9	1,6	0,43	0,79	58

Tabell 7:5. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992–2001.
Range and means (mg/kg dw) of metals in kelp (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast in 1992–2001.

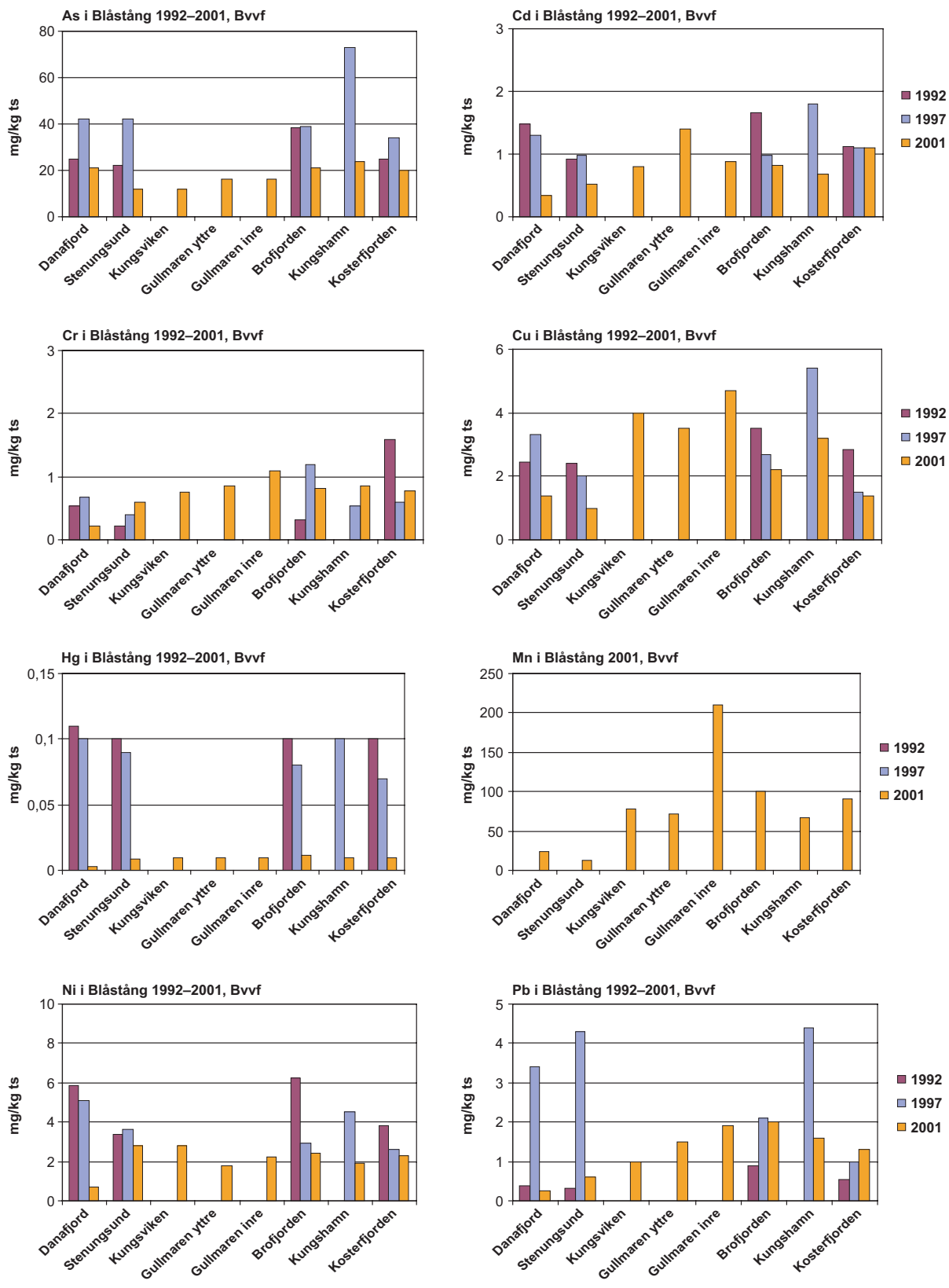
Blåstång	År	Antal stationer	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	Standardavvikelse mg/kg ts
Al	1992	6	17–451	129	38	172
As	1992	6	21–39	27	25	6,3
	1997	5	34–73	46	42	15
	2001	8	12–24	18	18	4,4
Cd	1992	6	0,93–1,7	1,2	1,2	0,29
	1997	5	0,98–1,8	1,2	1,1	0,34
	2001	8	0,35–1,4	0,82	0,82	0,33
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
	2001	8	0,22–1,1	0,75	0,8	0,26
Cu	1992	6	2,4–9,0	4	3,2	2,5
	1997	5	1,5–5,4	3	2,7	1,5
	2001	8	1–4,7	2,7	2,7	1,4
Hg	1992	6	<0,1	–	–	–
	1997	5	<0,07	–	–	–
	2001	8	<0,011	–	–	–
Mn	2001	8	12–210	82	75	60
Ni	1992	6	3,4–10	5,7	5,1	2,6
	1997	5	2,6–5,1	3,7	3,6	1,1
	2001	8	0,72–2,8	2,1	2,3	0,67
Pb	1992	6	0,33–1,9	1,4	0,89	1,2
	1997	5	1–4,4	3	3,4	1,5
	2001	8	0,26–2	1,3	1,4	0,62
Sn	1992	6	0,13–0,52	0,29	0,22	0,18
	1997	5	<0,37	–	–	–
	2001	8	0,24–0,72	0,49	0,44	0,17
V	1992	6	2,7–5,9	4	3,4	1,2
	1997	5	16–22	19	19	2,2
	2001	8	0,17–1,4	0,79	0,77	0,36
Zn	1992	6	41–300	115	124	33
	1997	5	31–105	69	74	32
	2001	8	26–74	51	50	17

7.4.1.2 Organiska tennföreningar

Analysresultaten från de tre undersökningstillfällena 1992, 1997 och 2001 redovisas för respektive station i tabell 7:6. Organiska tennföreningar studerades på fyra respektive fem stationer 1992 och 1997 och på åtta stationer 2001. Dibutyltenn (DBT) detekterades inte på någon station 1992 och 2001 men väl 1997. Tributyltenn (TBT) kunde konstateras i blåstång vid de två första undersökningstillfällena men inte vid det sista. I tabell 7:7 redovisas medelvärden, medianvärden, standard-avvikelse och spridning för respektive organisk tennförening och undersökningsår.

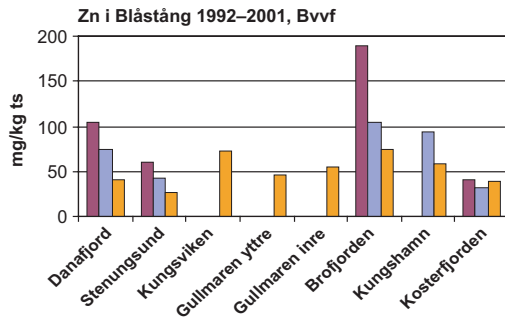
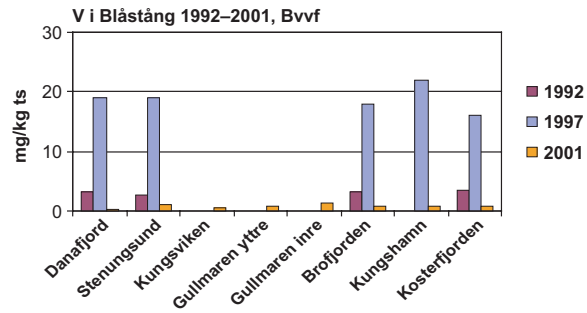
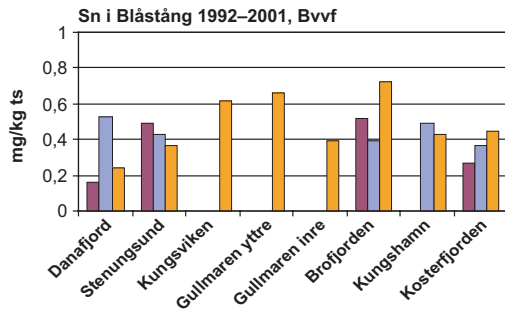
Förändringarna mellan de två undersökningstillfällena i halten av organiska tennföreningar illustreras i figur 7:5. Resultaten visar att halten av DBT är mer eller mindre oförändrat låg (under eller mycket nära detektionsgränsen) mellan 1992 och 2001. Enda undantag utgör station 16 i Kosterfjorden där en kraftigt förhöjd halt noterades 1997. Förändringarna för TBT mellan 1992 och 1997 varierade, men sjönk i genomsnitt med 22 %. Utvecklingen därefter kan inte avgöras till följd av för hög detektionsgräns (0,05 mg/kg ts) 2001.

Svenska bedömningsgrunder saknas för dess föreningar.



Figur 7:3a. Koncentrationen av arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), mangan (Mn), nickel (Ni), bly (Pb) och tenn (Sn) (mg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001.

The concentration of arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), copper (Cu), manganese (Mn), nickel (Ni), lead (Pb) and tin (Sn) (mg/kg dw) in kelp (*Fucus vesiculosus*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively.



Figur 7:3b. Koncentrationen av tenn (Sn), vanadin (V) och zink (Zn) (mg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001.
The concentration of tin (Sn) vanadium (V) and zinc (Zn) (mg/kg dw) in kelp (*Fucus vesiculosus*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively.

Blåstång	As			Cd			Cr		
	mg/kg ts 1992	mg/kg ts 1997	mg/kg ts 2001	mg/kg ts 1992	mg/kg ts 1997	mg/kg ts 2001	mg/kg ts 1992	mg/kg ts 1997	mg/kg ts 2001
Danaöfjord	25	42	21	1,49	1,3	0,35	0,53	0,68	0,22
Stenungsund	21,9	42	12	0,93	0,99	0,53	0,22	0,39	0,59
Kungsviken			12			0,81			0,76
Gullmaren yttre			16			1,4			0,86
Gullmaren inre			16			0,88			1,1
Brofjorden	38,5	39	21	1,67	0,98	0,83	0,31	1,2	0,81
Kungshamn		73	24		1,8	0,69		0,54	0,86
Kosterfjorden	24,7	34	20	1,13	1,1	1,1	1,59	0,6	0,78

	Cu			Ni			Pb		
	mg/kg ts 1992	mg/kg ts 1997	mg/kg ts 2001	mg/kg ts 1992	mg/kg ts 1997	mg/kg ts 2001	mg/kg ts 1992	mg/kg ts 1997	mg/kg ts 2001
Danaöfjord	2,45	3,3	1,4	5,85	5,1	0,72	0,37	3,4	0,26
Stenungsund	2,4	2	1	3,39	3,6	2,8	0,33	4,3	0,59
Kungsviken			4			2,8			1
Gullmaren yttre			3,5			1,8			1,5
Gullmaren inre			4,7			2,2			1,9
Brofjorden	3,51	2,7	2,2	6,25	2,9	2,4	0,89	2,1	2
Kungshamn		5,4	3,2		4,5	1,9		4,4	1,6
Kosterfjorden	2,85	1,5	1,4	3,82	2,6	2,3	0,53	1	1,3

	Zn		
	mg/kg ts 1992	mg/kg ts 1997	mg/kg ts 2001
Danaöfjord	105	74	41
Stenungsund	60	43	26
Kungsviken			73
Gullmaren yttre			46
Gullmaren inre			54
Brofjorden	189	105	74
Kungshamn		93	58
Kosterfjorden	41	31	39

Bedömningsgrunder enl. Naturvårdsverket (1999)	
Avvikelse från jämförvärdet	
Klass 1	Ingen/obetydlig avvikelse
Klass 2	Liten avvikelse
Klass 3	Tydlig avvikelse
Klass 4	Stor avvikelse
Klass 5	Mycket stor avvikelse

Figur 7:4 Blåstångens (*Fucus vesiculosus*) miljö kvalitet utmed Bohuskusten 1992–2001 med avseende på metallinnehåll. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

The environmental quality of the bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast with respect to the metal content 1992–2001. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).

Tabell 7:6. Koncentrationen (mg/kg ts) av organiska tennföreningar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992–2001. Streck (-) = ej analyserat, n.d. = ej detekterat.

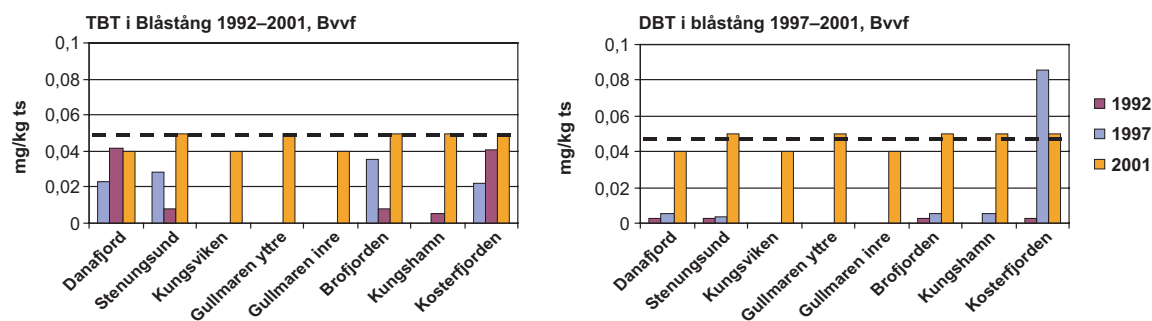
The concentration (mg/kg dw) of organic tin compounds in blade wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1992–2001. Line (-) = not analysed, n.d. = not detected.

Station	År	Dibutyltenn (DBT) mg/kg ts	Tributyltenn (TBT) mg/kg ts
4	1992	n.d.	0,023
	1997	0,005	0,042
	2001	<0,04	<0,04
10	1992	n.d.	0,028
	1997	0,004	0,008
	2001	<0,05	<0,05
11	2001	<0,04	<0,04
12a	2001	<0,05	<0,05
12	2001	<0,04	<0,04
13	1992	n.d.	0,035
	1997	<0,005	0,008
	2001	<0,05	<0,05
16	1992	n.d.	0,022
	1997	0,086	0,041
	2001	<0,05	<0,05
17	1992	n.d.	-
	1997	<0,005	0,005
	2001	<0,05	<0,05

Tabell 7:7. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för tennorganiska föreningar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1992–2001.

Range and means (mg/kg dw) of organic tin compounds in kelp (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1992–2001.

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	Standardavvikelse mg/kg ts
Dibutyl-Sn (DBT)	1992	4	n.d.	-	-	-
	1997	5	<0,005–0,086	0,021	0,005	0,036
	2001	8	<0,05	-	-	-
Tributyl-Sn (TBT)	1992	4	0,022–0,035	0,027	0,026	0,0059
	1997	5	0,005–0,042	0,021	0,008	0,019
	2001	8	<0,05	-	-	-



Figur 7:5. Koncentrationen av några organiska tennföreningar (mg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001. Streckad linje = detektionsgräns 2001.

The concentration of some organic tin compounds (mg/kg dw) in kelp (*Fucus vesiculosus*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively. Broken line = detection limit in 2001.

7.4.1.3 Metylnaftalen och polycykliska aromatiska kolväten

Analysresultaten över metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i blåstång från 2001 redovisas jämte motsvarande data från 1992 och 1997 i tabell 7:8. I tabell 7:9 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening och år.

Inga polycykliska aromatiska kolväten (PAH) kunde påvisas i blåstång 1992. Detektionsgränsen för analyserna låg då mellan 5 och 20 µg/kg ts. Vid 1997 och 2001 års undersökningar låg detektionsgränsen lägre (2–5 µg/kg ts) vilket resulterade i att naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen, fenantren, antracen, fluoranten och pyren kunde påvisas i små mängder 1997. Vid 2001 års undersökningar kunde naftalen och metylnaftalener påvisas, men därutöver endast acenaften och fluoren. Den senare endast i Stenungsund. I Danafjord låg naftalen- och fluorenhalterna under detektionsgränsen.

De högsta halterna 1997 återfanns i blåstång från Brofjorden (station 13). Stationen ligger nära Preemraff Lysekils produkthamn. Detta var inte fallet 2001, då de högsta halterna påträffades i Gullmaren, Kungshamn och Kosterfjorden. Resultaten indikerar att förhållandena med avseende på dessa föreningar avsevärt förbättrats i Brofjorden. Svenska bedömningsgrunder saknas för PAH i blåstång.

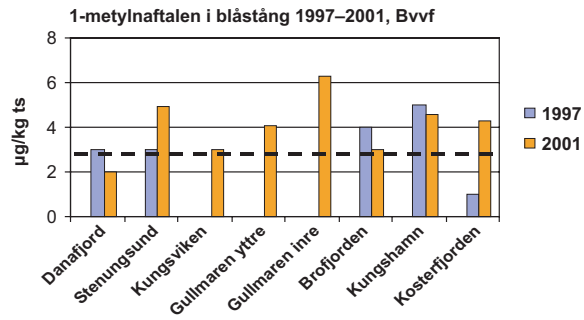
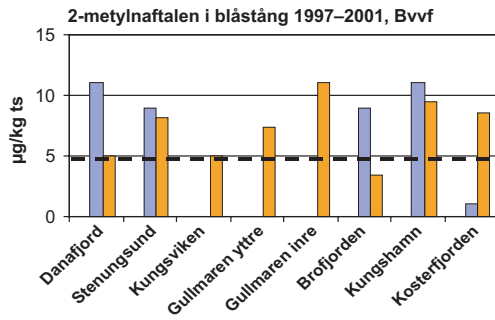
Tabell 7:8. Koncentrationen (µg/kg ts) av metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1997–2001.

The concentration (µg/kg dw) of methylnaphthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons in kelp (Fucus vesiculosus) at respective site along the Bohus Coast in 1997–2001.

Blåstång µg/kg ts	År	4	10	11	12a	12	13	16	17
Naftalen	1997	14	20				22	<1	18
	2001	<10	30	22	32	37	19	41	41
Acenaftalen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Acenaften	2001	<2	8,3	4,8	6,2	13	11	4,5	19
Fluoren	2001	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fenantren	1997	13	12				6	8	7
	2001	<5	<10	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Antracen	1997	<1	12				38	<1	6
	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fluoranten	1997	3	4				<1	11	2
	2001	<5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Pyren	1997	<1	4				<1	7	<1
	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(a)antracen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Krysen/Trifenylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(b)fluoranten	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(k)fluoranten	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(a)pyren	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(g,h,i)perylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Dibenso(a,h)antracen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Sum 5 PAH	1997	16	31				44	26	15
Sum 16 PAH	2001	<10	41	27	39	50	29	46	60
2-metylnaftalen	1997	11	9				9	<1	11
	2001	<5	8,2	<5	7,4	11	3,4	8,5	9,5
1-metylnaftalen	1997	3	3				4	<1	5
	2001	<2	4,9	<3	4,1	6,3	<3	4,3	4,6

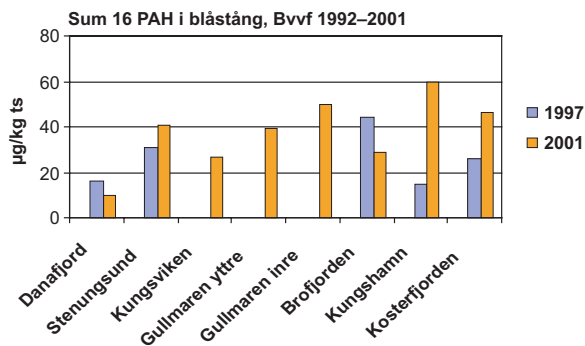
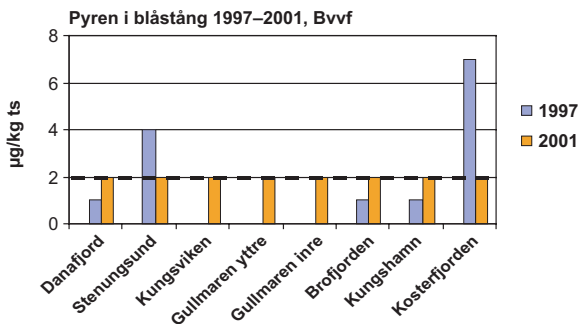
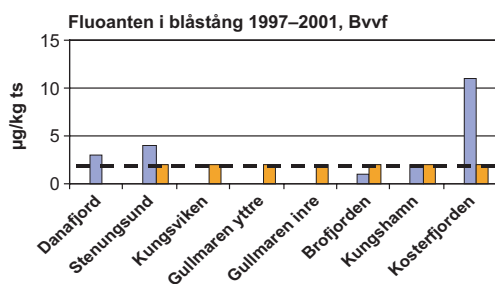
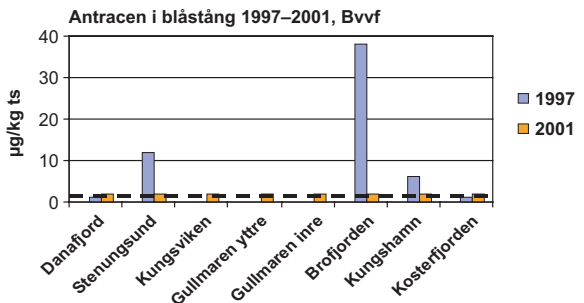
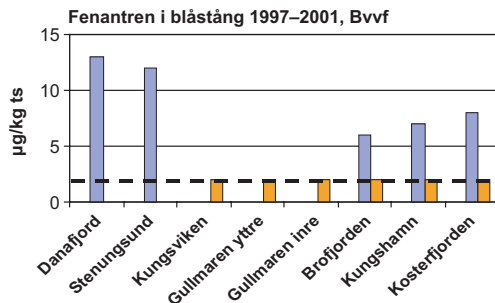
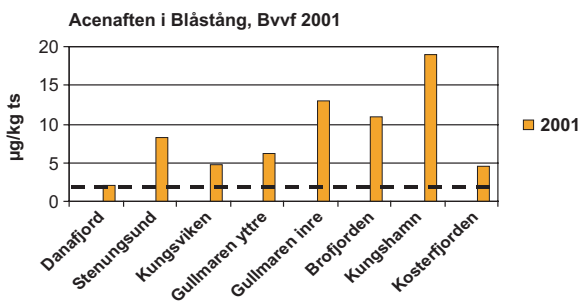
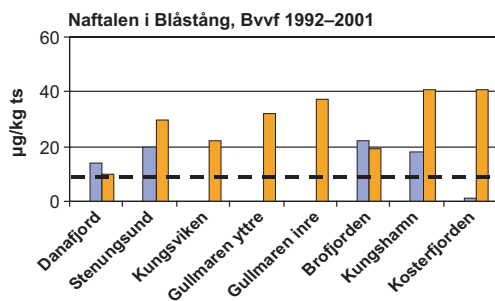
Utvecklingen mellan de olika undersökningsåren 1997 och 2001 illustreras i figurerna 7:6 och 7:7. I figurerna har detektionsgränsen 2001 för respektive förening markerats med en streckad linje, samtidigt som halter under detektionsgränsen har satts lika med detektionsgränsen i syfte att tydligare illustrera utvecklingen.

Metylnaftalenerna visar med undantag för Stenungsund och Kosterfjorden på en sjunkande trend mellan 1992 och 2001. Förhållandena är med undantag för naftalen desamma för övriga polycykliska aromatiska föreningar (PAH). Summa 16 PAH visar med några få undantag en ökad trend, men denna är i detta fall till största delen styrd av förändringarna i naftalenkoncentrationen i blåstången.



Figur 7:6. Koncentrationen av några metylnaftalener (µg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1997–2001. Streckad linje = detektionsgräns 2001.

The concentration of some methyl naphthalenes (µg/kg dw) in kelp (*Fucus vesiculosus*) at each station along the Bohus Coast in 1997–2001 respectively. Broken line = detection limit in 2001.



Figur 7:7. Koncentrationen av några polycykliska aromatiska kolväten (µg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1997–2001. Streckad linje = detektionsgräns 2001.

The concentration of some polycyclic aromatic hydrocarbons (µg/kg dw) in kelp (*Fucus vesiculosus*) at each station along the Bohus Coast in 1997–2001 respectively. Broken line = detection limit in 2001.

Tabell 7:9. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 1997–2001.

*Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of methyl naphthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons in kelp (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 1997–2001.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
Naftalen	1997	5	<1–22	15	18	8,4
	2001	8	<10–41	29	31	11
Acenaftylen	2001	8	<2	–	–	–
Acenaften	2001	8	<2–19	8,6	7,3	5,5
Fluoren	2001	8	<2	–	–	–
Fenantren	1997	5	6–13	9,2	8	3,1
	2001	8	<2–10	3,4	<2	2,9
Antracen	1997	5	<1–38	12	6	15
	2001	8	<2	–	–	–
Fluoranten	1997	5	<1–11	4,2	3	4
	2001	8	<2	–	–	–
Pyren	1997	5	<1–7	2,8	1	2,7
	2001	8	<2	–	–	–
Benso(a)antracen	2001	8	<2	–	–	–
Krysen/Trifenylen	2001	8	<2	–	–	–
Benso(b)fluoranten	2001	8	<2	–	–	–
Benso(k)fluoranten	2001	8	<2	–	–	–
Benso(a)pyren	2001	8	<2	–	–	–
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	8	<2	–	–	–
Benso(g,h,i)perylen	2001	8	<2	–	–	–
Dibenso(a,h)antracen	2001	8	<2	–	–	–
Sum 5 PAH	1997	5	15–44	26	26	12
Sum 16 PAH	2001	8	10–60	38	40	16
2-metylnaftalen	1997	5	<1–11	8,2	9	4,1
	2001	8	3,4–11	7,3	7,8	2,6
1-metylnaftalen	1997	5	<1–5	3,2	3	1,5
	2001	8	<2–6,3	4	4	1,3

4.4.4.4 Polybromerade difenyletrar

Inom ramen för kustvattenkontrollen undersöktes polybromerade difenyletrar (PBDE) i blåstång för första gången 2001. Analysresultaten samt medel- och medianvärden redovisas i tabellerna 7:10 och 7:11. Av åtta undersökta kongener kunde två (PBDE-85 och PBDE-138) inte påvisas på någon av stationerna, medan PBDE-47, PBDE-99 och DekabDE kunde detekteras på samtliga stationer utmed kusten (figur 7:8).

Tabell 7:10. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av polybromerade difenyletrar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 2001.

*The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of polybrominated diphenylethers in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 2001.*

Station	År	PBDE-47 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-100 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-99 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-85 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-154 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-153 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-138 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	DekaBDE $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
4	2001	0,35	<0,05	0,27	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,63
10	2001	0,32	<0,05	0,27	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,54
11	2001	0,24	0,10	0,63	<0,05	0,079	0,074	<0,05	<0,1
12a	2001	0,21	0,077	0,49	<0,05	0,068	0,062	<0,05	2,4
12	2001	0,18	0,065	0,34	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15
13	2001	0,26	0,11	0,71	<0,05	0,068	0,076	<0,05	0,13
16	2001	0,14	<0,05	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14
17	2001	0,22	0,061	0,39	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,23

Tabell 7:11. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för polybromerade difenyletrar i blåstång (*Fucus vesiculosus*) utmed Bohuskusten 2001.

*Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of polybrominated diphenylethers in bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) along the Bohus Coast in 2001.*

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
PBDE-47	2001	8	0,14–0,35	0,24	0,23	0,069
PBDE-100	2001	8	<0,05–0,11	0,070	0,063	0,023
PBDE-99	2001	8	0,18–0,71	0,41	0,37	0,19
PBDE-85	2001	8	<0,05	–	–	–
PBDE-154	2001	8	<0,05–0,079	0,058	<0,05	0,012
PBDE-153	2001	8	<0,05–0,076	0,058	<0,05	0,011
PBDE-138	2001	8	<0,05	–	–	–
DekaBDE	2001	8	<0,1–2,4	0,54	0,19	0,78

Övriga polybromerade difenyletrar (PBDE-100, PBDE-154 och PBDE-153) kunde endast detekteras på stationerna 11 (Kungsviken i Koljöfjorden), 12a (inre Gullmaren) och 13 (Brofjorden) samt i vissa fall på stationerna 12 (yttre Gullmaren) och 17 (Kungshamn).

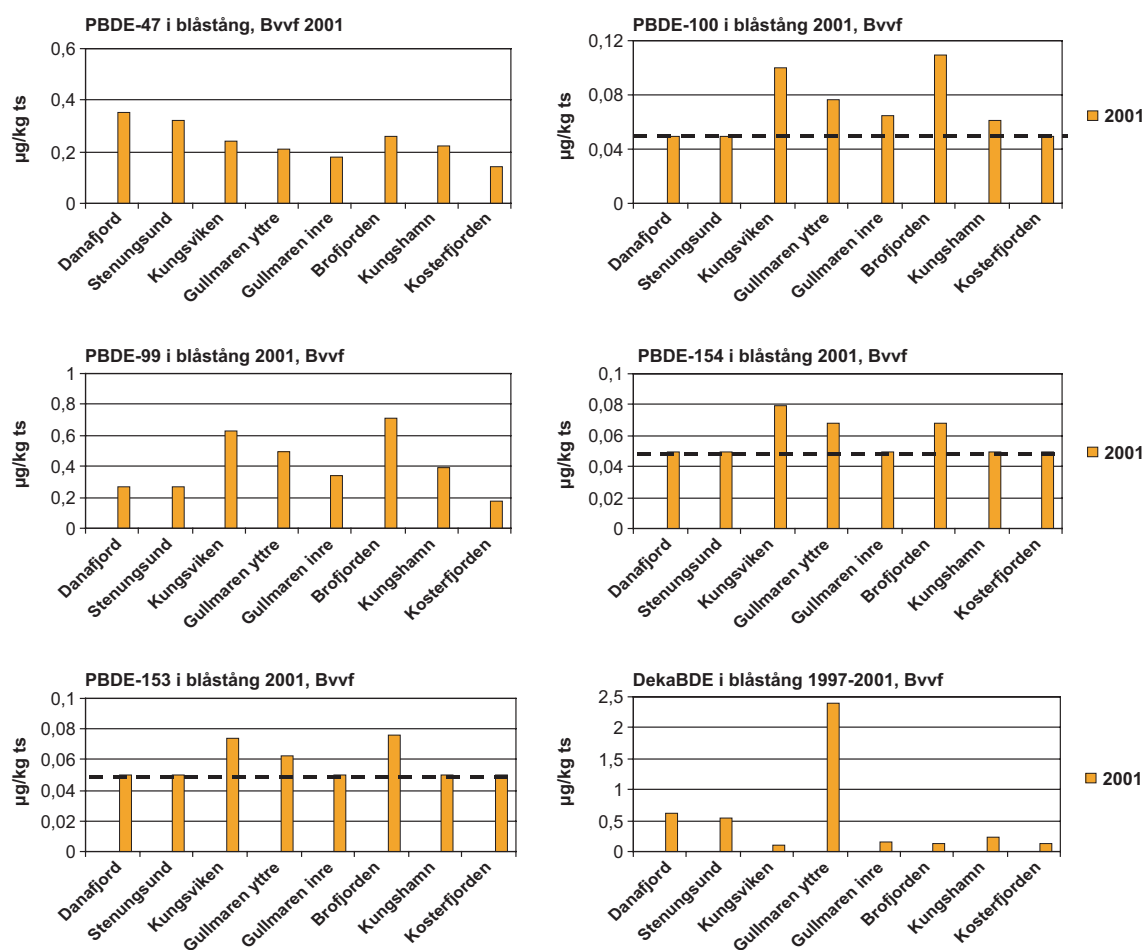
De högsta halterna av PBDE-47 förekom i Danaöfjord och vid Stenungsund medan övriga PBDE (DekaBDE undantaget) var högst i Brofjorden och Kungsviken (Koljöfjorden). DekabDE däremot var högst i yttre Gullmaren där halterna låg mer än fem gånger högre än på övriga stationer utmed Bohuskusten (figur 7:8). Svenska bedömningsgrunder saknas för PBDE i blåstång.

Ingen utvecklingstrend har varit möjlig att påvisa till följd av avsaknad av data från tidigare år. Svenska bedömningsgrunder för PBDE i blåstång saknas.

7.4.1.5 TRENDANALYSER FÖR BLÅSTÅNG

I de föregående avsnitten har presentationen av analysresultaten för blåstång främst varit inriktad på att presentera den stationsvisa koncentrationsförändringen över tiden av respektive undersökt ämne/substans, samt att med hjälp av medel- och medianvärdesförändringen för samma period ge en generell bild av utvecklingen utmed Bohuskusten.

Sannolikheten för att de ovan beskrivna medelvärdesförändringarna är reella har dessutom testas statistiskt (enl. Fowler & Cohen 1996) med hjälp av s.k. t-test med (n-1) frihetsgrader för matchade datapar (dvs. data från samma stationer men härrörande från olika år i detta fall 1992, 1997 och 2001). Härigenom har den statistiska sannolikheten (*p*) för respektive medelvärdesförändring kunnat fastläggas.



Figur 7:8. Koncentrationen av några polybromerade difenyletrar (µg/kg ts) i blåstång (*Fucus vesiculosus*) på respektive station utmed Bohuskusten 2001. Streckad linje = detektionsgräns.

The concentration of some polybrominated diphenylethers (µg/kg dw) in kelp (*Fucus vesiculosus*) at each station along the Bohus Coast in 2001 respectively. Broken line = detection limit.

Testen omfattar dels en matchning där 1992 och 1997 års data ställts mot varandra, dels motsvarande för 1997 och 2001 års data samt för 1992 och 2001 års data. Dessa s.k. trendanalyser ger med större eller mindre sannolikhet svar på hur säker en observerad förändring över tiden (trend) är.

Trenderna för blåstång illustreras översiktligt i figur 7:9 där också den procentuella förändringen mellan åren anges. Pilarna visar om medelkoncentrationen för respektive ämne ökat, minskat eller är oförändrad. Resultaten av testen för matchade datapar visas med olika färger för olika sannolikhetsnivåer. Förändringar under 10 % betraktas inte som statistiskt signifikanta mot bakgrund av reproducerbarheten av ett prov i det kemiska analysarbetet.

Testen visar att med mellan 95 % och 99 % sannolikhet har halterna av koppar (Cu), kvicksilver (Hg), och vanadin (V) minskat med 33 %, 91 % respektive 80 %, medan sannolikheten för att halterna av arsenik (As), kadmium (Cd), nickel (Ni) och zink (Zn) minskat med mellan 31 och 63 % ligger mellan 90 och 95 %, dvs. något lägre.

Sannolikheten för att tennhalten (Sn) skall ha ökat med 67 % under samma period ligger mellan 75 % och 90 %, dvs. ännu lägre och därmed är trenden mer osäker.

Trenderna för perioderna 1992-1997 respektive 1997-2001 är de samma som för hela perioden 1992-2001. Enda undantag utgör vanadin (V) och krom (Cr) som ökade under den första respektive den andra perioden samt TBT som minskade något mellan 1992 och 1997. Sannolikheten för förändringarna under dessa perioder av metylnaftalener, Cr och TBT är dock mindre än 75 %.

Mellan 1998 och 2001 har med 75-90 % sannolikhet PAH-halterna i genomsnitt ökat med 46 %.

Trender under 10 % ligger inom felmarginalen. Data för Sn, PAH, och metylnaftalener saknas för vissa år. DBT och TBT låg under detektionsgränsen 2001, varför inga trender efter 1997 varit möjliga att påvisa.

Det skall dock understrykas att dataunderlaget för medelvärdesförändringarna utmed Bohuskusten är litet för åren 1992 och 1997, fyra respektive fem stationer, vilket innebär att resultaten mer skall betraktas som indikationer på åt vilket håll förändringarna går.

Blåstång, Bvfv Ämne/förening	Förändring Trend 1992-1997		Förändring Trend 1997-2001		Förändring Trend 1992-2001	
		%		%		%
Arsenik (As)	↘	70	↘	-61	↘	-34
Bly (Pb)	↘	114	↘	-58	↘	-9
Kadmium (Cd)	↘	0	↘	-31	↘	-31
Koppar (Cu)	↘	-25	↘	-11	↘	-33
Krom (Cr)	↘	-29	↘	10	↘	-22
Kvicksilver (Hg)	↘	-30	↘	-87	↘	-91
Nickel (Ni)	↘	-35	↘	-43	↘	-63
Tenn (Sn)	↗		↗		↗	67
Vanadin (V)	↘	375	↘	-96	↘	-80
Zink (Zn)	↘	-40	↘	-26	↘	-55
Sum 16 PAH			↗	46		
1-metylnaftalen			↗	33		
2-metylnaftalen			↘	-11		
TBT	↘	-22				
DBT	↘	67				

Sannolikhet/Probability

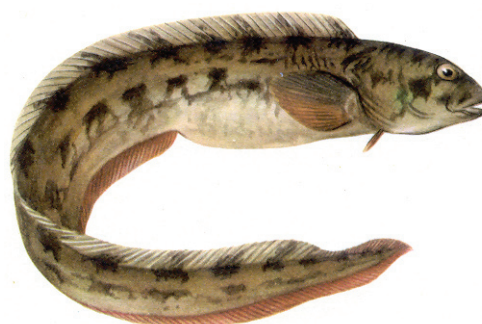
Red	p>99 %
Orange	p>95 %
Yellow	p>90 %
Light Green	p>75 %
Dark Green	p<75 %

Figur 7:9. Sammanställning över förändringen av medelvärdeskoncentrationen för några ämnen och föreningar i blåstång utmed Bohuskustens mellan 1992 och 2001. Nedåtriktad pil betyder minskad halt och uppåtriktad pil ökad halt. Grönmarkerade fält markerar förändringar som är större än de minst 10 % som baserat på reproducerbarheten vid den kemiska analysen krävs för att en förändring med säkerhet skall kunna bedömas.

Compilation of the changes of the average concentrations of some elements and compounds between 1992 and 2001 in bladder wrack from the Bohus Coast. Arrow pointed downwards implies decreasing concentration and arrow pointed upwards implies increasing concentration. Green areas mark changes bigger than the minimum of 10 % due to the precision of chemical analyses.

7.4.2 MILJÖGIFTER I TÅNGLAKE

Analysresultaten från 1993, 1998 och 2001 års undersökningar av tånglake redovisas i tabellerna 7:13–7:19. Den första undersökningssamlingen omfattade ett betydligt större antal föreningar än i den senare omgångarna, 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 och 2001 års undersökningar. Vilka specifika ämnen det gäller framgår av tabell 7:12.



Tånglake, *Zoarces viviparus*, (Ursing 1956).

Tabell 7:12. Analyserade miljögifter i tånglake (*Zoarces viviparus*) från Bohuskusten 1993, 1998 och 2001. Stjärna (*) markerar vad som analyserats respektive år.

Toxic element and substances analysed in eel-pout (Zoarces viviparus) collected at the Bohus Coast in 1993, 1998 and 2001. Asterisk () marks type of analyses carried out respective year.*

Ämnesgrupper analyserade i tånglake	Specifikation	1993	1998	2001
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	*	*	*
Organiska tennföreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn	*	*	
Extraherbart org. klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	*		
Polycykl. aromatiska kolväten	16 PAH	*	*	*
Metylnaftalener	2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen		*	*
Polyklorerade bifenyler	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*	*
Polybromerade difenyletrar	7 st PBDE, DekabDE			*
Diklordifenyltriklorethan	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	*		
Ftalater	6 ftalater	*		
Fenoler	12 klorerade -, 5 icke klorerade fenoler	*		

Tånglake fångades 1993 på stationerna 2, 4, 10, 12, 13 och 16 och 1998 och 2001 på stationerna 4, 10, 13, 16 och 17. Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns för alla stationer (2 och 12). Detta gäller också för de ämnesgrupper som enbart analyserats vid ett enda undersökningstillfälle.

För de metaller och organiska föreningar som analyserats vid båda undersökningstillfällena på en och samma station (4, 10, 13, 16 och 17) har det varit möjligt att studera koncentrationsförändringarna i tånglakefilé mellan 1993, 1998 och 2001.

7.4.2.1 Tungmetaller

Analysresultaten från de tre undersökningstillfällena 1993, 1998 och 2001 redovisas för respektive station i tabell 7:13. I tabell 7:14 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) 1998 och vanadin 1998. I dessa fall låg detektionsgränsen på 0,02 respektive 0,05 mg/kg ts. Vid 2001 års undersökningar kunde samtliga metaller utom kadmium detekteras. Detektionsgränsen för kadmium låg då så lågt som 0,002 mg/kg ts. Korrektheten i halterna för As från 1993 måste ifrågasättas.

Resultatet av trendanalysen illustreras i diagrammen i figur 7:10a och b. Dessa visar på en kraftig ökning av arsenik (As) och krom (Cr) samt en måttlig ökning av tenn (Sn) i tånglake på samtliga stationer mellan 1997 och 2001. Koppar (Cu), nickel (Ni), bly (Pb), vanadin (V) och zink (Zn) däremot har minskat på samtliga stationer under samma period och i vissa fall från 1993.

Mellan 1993 och 1998 minskade halten av kvicksilver (Hg) på station 4 (Danafjord) för att sedan inte nämnvärt förändras mellan 1998 och 2001. Även i Stenungsund är halten oförändrad sedan 1998. På övriga

stationer låg halterna under en relativt hög detektionsgräns 1993 och 1998, varför ingen absolut jämförelse kan göras med 2001 års låga halter. Förhållandet är detsamma för kadmium (Cd), dock med den skillnaden att halterna 2001 låg under en betydligt lägre detektionsgräns. Detektionsgränserna för Cd 1993 och 2001 representeras av staplarna i Cd-diagrammet i figur 10a.

Den sammanlagda trenden tyder på en generell och ofta successiv minskning av koncentrationen för flera metaller (Cu, Ni, Pb, V och Zn) sedan 1993. Sannolikt kan Hg också räknas dit, medan osäkerhet råder för Cd. Tenn och krom däremot har ökat sedan 1998. Orsaken till de ökade kromhalterna kan vara skillnader i analysmetodik mellan de olika åren, medan de ökade tennhalterna kan vara en effekt av båtbottnfärger.

Vid en jämförelse mellan stationerna kan konstateras att belastningen varierar dem emellan beroende på vilken metall som avses. Danafjord uppvisar dock de högsta halterna av Hg, Sn och Zn.

Enligt svenska bedömningsgrunder för miljö kvalitet i kust och hav (Naturvårdsverket 1999) visar analysresultaten från undersökningarna av tånglake att med avseende på As 2001 är kvaliteten mycket dålig (klass 5) utmed Bohuskusten från Danafjord i söder och vidare norrut till Kosterfjorden (figur 7:11). Med några få undantag är kvaliteten bra till mindre bra (klasserna 1–3) med avseende på övriga metaller (Cd, Cu, Ni, Pb). Kvicksilver utgör dock ett troligt undantag (osäkerhet p.g.a. de före 2001 högre detektionsgränserna).

Bedömningsgrunder för Hg finns enbart för tånglake från Östersjön. Dessa bedömningsgrunder har här applicerats på västkustmaterialet. Resultatet visar att miljö kvaliteten med avseende på Hg dålig till mycket dålig (klasserna 3–5). Svenska bedömningsgrunder saknas för vissa metaller.

I allmänhet har miljö kvaliteten i tånglake med avseende på tungmetaller förbättrats från 1993 till 2001. Enda undantag utgör As, där en tydlig (men osäker, se ovan) försämring kan noteras (figur 7:11).

Tabell 7:13. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993–2001. Streck (-) = ej analyserat.

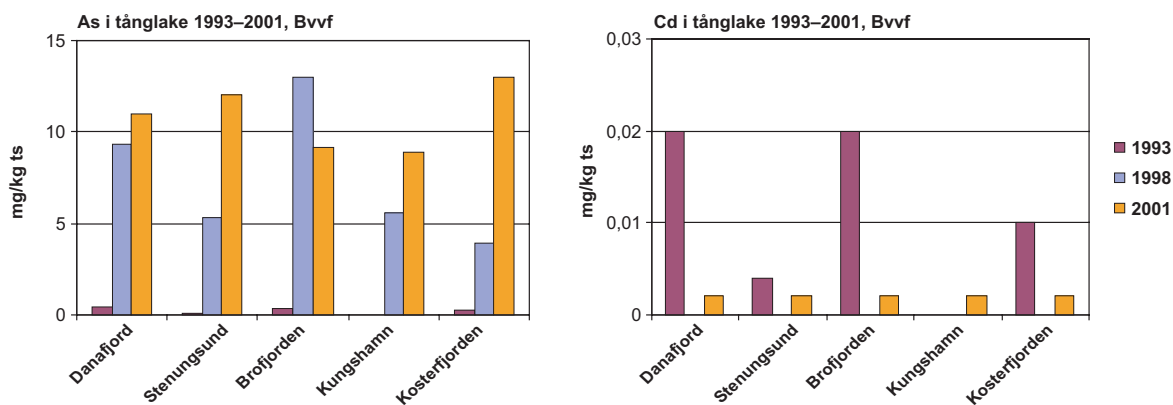
*The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993–2001. Line (-) = not analysed.*

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	Mn 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
	2001	-	11	<0,002	0,24	0,96	0,31	0,28	0,081	0,039	1,3	0,031	57
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
	2001	-	12	<0,002	1,2	0,81	0,12	0,77	0,081	<0,043	0,62	0,35	39
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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
	2001	-	9,2	<0,002	1,1	0,66	0,075	0,88	0,34	<0,04	0,62	0,3	49
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
	2001	-	13	<0,002	1,1	0,69	0,091	0,27	0,069	<0,042	0,53	0,31	46
17	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1998	-	5,6	<0,02	0,31	1,2	<0,09	-	2,2	0,07	<0,47	<0,47	54
	2001	-	8,9	<0,002	0,95	0,54	0,095	0,39	0,043	<0,045	0,54	0,26	50

Tabell 7:14. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller och tennorganiska föreningar i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993–2001.

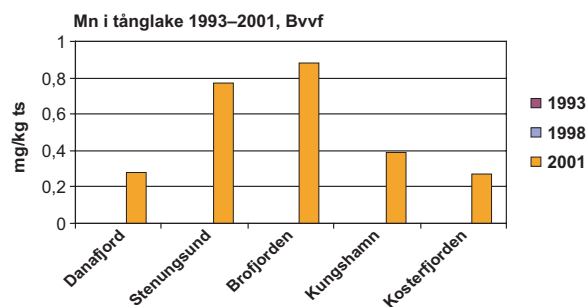
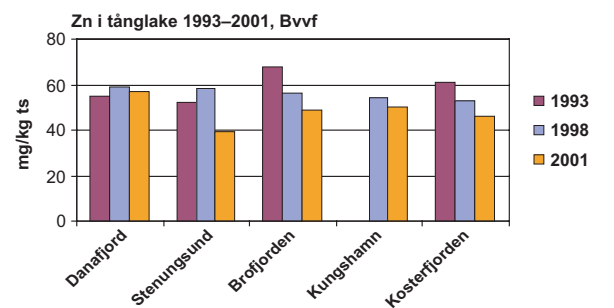
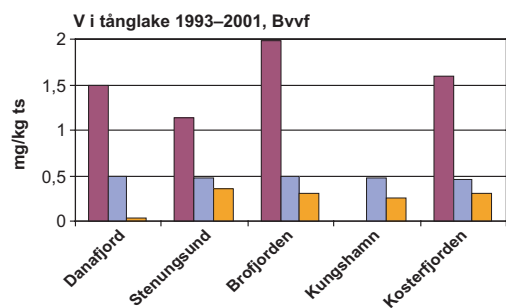
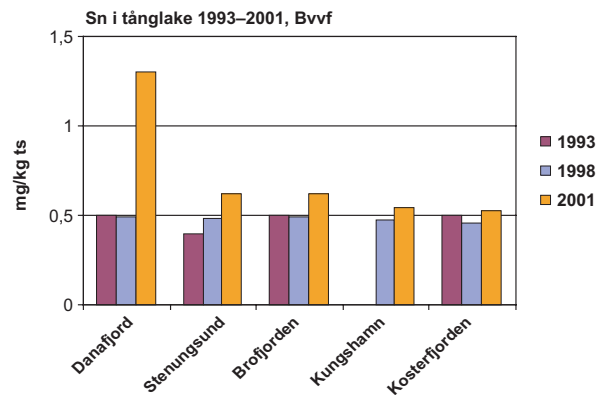
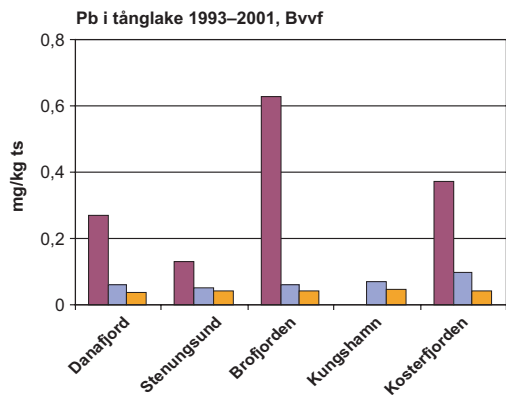
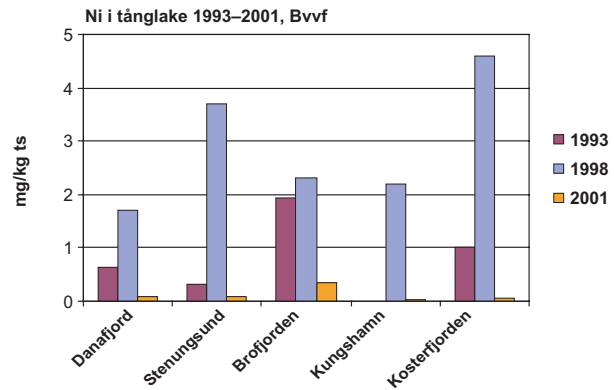
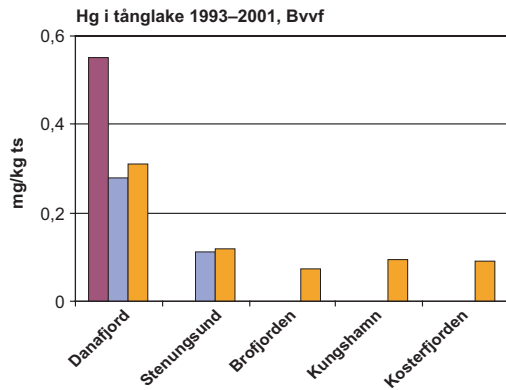
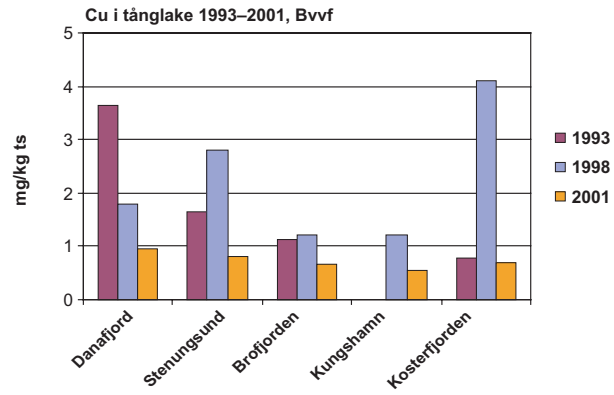
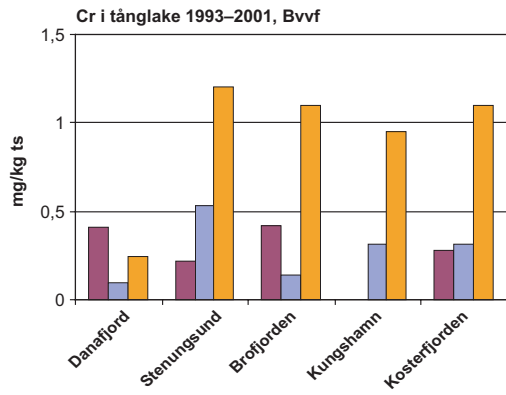
*Range and means (mg/kg dw) of metals and organic tin compounds in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993–2001.*

Tånglake	År	Antal stationer	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	Standardavvikelse 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
	2001	5	8,9–13	10,8	11	1,8
Cd	1993	6	0,004–0,03	0,016	0,015	0,0095
	1998	5	<0,02	–	–	–
	2001	5	<0,002	–	–	–
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
	2001	5	0,24–1,2	0,92	1,1	0,39
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
	2001	5	0,54–0,96	0,73	0,69	0,16
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
	2001	5	0,075–0,31	0,14	0,095	0,097
Mn	2001	5	0,27–0,88	0,52	0,39	0,29
Ni	1993	6	0,31–2	0,78	0,53	0,63
	1998	5	1,7–4,6	2,9	2,3	1,2
	2001	5	0,043–0,34	0,12	0,081	0,12
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
	2001	5	0,039–0,045	0,042	0,042	0,0024
Sn	1993	6	<0,4	–	–	–
	1998	5	<0,46	–	–	–
	2001	5	0,53–1,3	0,72	0,62	0,33
V	1993	6	1,1–2	1,7	1,7	0,33
	1998	5	<0,46	–	–	–
	2001	5	0,031–0,35	0,25	0,3	0,13
Zn	1993	6	50–68	57	56	6,5
	1998	5	53–59	56	56	2,5
	2001	5	39–57	48	49	6,5



Figur 7:10a. Koncentrationen av några tungmetaller (mg/kg ts) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten mellan 1993 och 2001.

*The concentration of some heavy metals (mg/kg dw) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast between 1993 and 2001 respectively.*



Figur 7:10b. Koncentrationen av några tungmetaller (mg/kg ts) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten mellan 1993 och 2001.

The concentration of some heavy metals (mg/kg dw) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast between 1993 and 2001 respectively.

Tånglake	As			Cd			Cu		
	mg/kg 1993	mg/kg 1998	mg/kg 2001	mg/kg 1993	mg/kg 1998	mg/kg 2001	mg/kg 1993	mg/kg 1998	mg/kg 2001
Danafjord	0,45	9,3	11	0,02	<0,03	<0,002	3,64	1,8	0,96
Stenungsund	0,13	5,3	12	0,004	<0,02	<0,002	1,66	2,8	0,81
Brofjorden	0,31	13	9,2	0,02	<0,02	<0,002	1,14	1,2	0,66
Kungshamn		5,6	8,9		<0,02	<0,002		1,2	0,54
Kosterfjorden	0,28	3,9	13	0,01	<0,02	<0,002	0,79	4,1	0,69

	Hg*			Ni			Pb		
	mg/kg 1993	mg/kg 1998	mg/kg 2001	mg/kg 1993	mg/kg 1998	mg/kg 2001	mg/kg 1993	mg/kg 1998	mg/kg 2001
Danafjord	0,55	0,28	0,31	0,64	1,7	0,081	0,27	0,06	0,039
Stenungsund	<0,44	0,11	0,12	0,31	3,7	0,081	0,13	<0,05	<0,043
Brofjorden	<0,52	<0,1	0,075	1,95	2,3	0,34	0,63	0,06	<0,04
Kungshamn		<0,09	0,095		2,2	0,043		0,07	<0,045
Kosterfjorden	<0,47	<0,09	0,091	1	4,6	0,069	0,37	0,10	<0,042

Bedömningsgrunder enl. Naturvårdsverket (1999)
Avvikelse från jämförvärdet

	Klass 1 Ingen/obetydlig avvikelse
	Klass 2 Liten avvikelse
	Klass 3 Tydlig avvikelse
	Klass 4 Stor avvikelse
	Klass 5 Mycket stor avvikelse

Figur 7:11. Tånglakens (*Zoarces viviparus*) miljö kvalitet utmed Bohuskusten 1993–2001 med avseende på metallinnehåll. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). * = kriterier för tånglake i Östersjön.

*The environmental quality of the eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast with respect to the metal content 1993–2001. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999). * = criteria for Baltic eel-pout.*

7.4.2.2 Metylnaftalen och polycykliska aromatiska kolväten

Analysresultaten över metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i tånglake från 2001 redovisas jämte motsvarande data från 1998 i tabell 7:15. I tabell 7:16 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening och år.

Inga polyaromatiska kolväten (PAH) kunde påvisas i tånglake 1993. Detektionsgränsen låg mellan 5 och 20 µg/kg ts. Vid 1998 års undersökningar låg detektionsgränsen lägre (2–5 µg/kg ts) vilket resulterade i att naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen, fluoren, fenantren, fluoranten och pyren kunde påvisas i små mängder 1997. Vid 2001 års undersökningar kunde två bicykliska föreningar (naftalen och 1-metylnaftalen) påvisas, men därutöver endast acenaften och fluoren. De högsta halterna för de detekterade föreningarna naftalen, 1-metylnaftalen och fluoren återfanns i tånglake från Kosterfjorden, medan halten av acenaft var högst vid Stenungsund.

Koncentrationsförändringarna mellan 1998 och 2001 illustreras i figurerna 7:12 och 7:13 för 1-metylnaftalen respektive övriga polycykliska aromatiska föreningar som detekterats vid endera av de två undersökningstillfällena.

Halterna av 1-metylnaftalen, fluoren och fenantren har minskat i tånglake i såväl Kungshamn som Kosterfjorden och även fluoranten i det senare området mellan 1998 och 2001. Halten av naftalen har minskat på samtliga stationer.

Fluoren däremot har ökat i Danafjord, Stenungsund och Brofjorden. Sammantaget har dock halterna för summan av de 5 PAH som identifierats minskat kraftigt i Brofjorden, Kungshamn och Kosterfjorden medan förändringarna är små i Danafjord och Stenungsund.

Svenska bedömningsgrunder för PAH i tånglake saknas.

Tabell 7:15. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1998–2001.

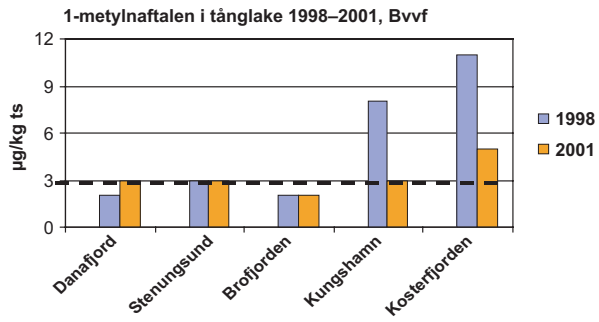
*The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of methylnaphthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1998–2001.*

Tånglake $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	År	4	10	13	16	17
Naftalen	1998	5	21	73	56	21
	2001	<10	10	10	14	11
Acenaftylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Acenaften	2001	<2	5,5	<2	4	<2
Fluoren	1998	2	1	1	6	5
	2001	2,4	2,9	2,6	4,2	2,6
Fenantren	1998	6	5	7	11	19
	2001	<10	<10	<10	<10	<10
Antracen	1998	<1	<1	<1	<1	<1
	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Fluoranten	1998	2	3	4	<1	7
	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Pyren	1998	2	<1	1	<1	2
	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(a)antracen	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Krysen/Trifenylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(b)fluoranten	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(k)fluoranten	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(a)pyren	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(g,h,i)perylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Dibenso(a,h)antracen	2001	<2	<2	<2	<2	<2
Sum 5 PAH	1998	12	9	13	15	33
	2001	12	13	13	18	14
Sum 16 PAH	2001	26	27	27	32	28
2-metylnaftalen	1998	4	2	2	6	11
	2001	<1	<1	<1	<1	<1
1-metylnaftalen	1998	2	3	2	11	8
	2001	<3	3	<2	<3	<5

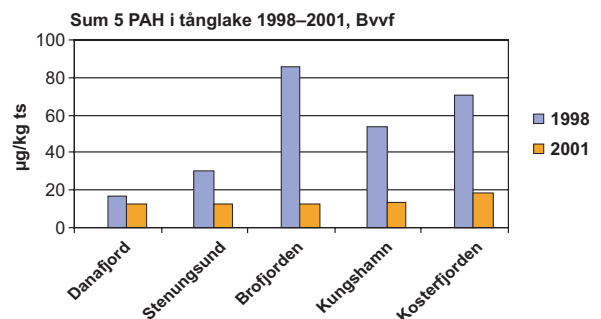
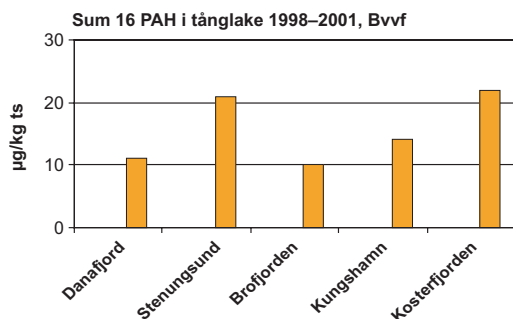
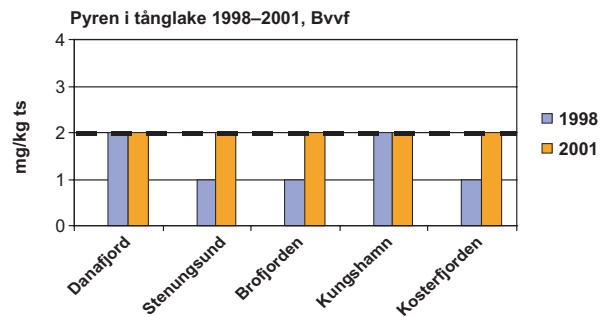
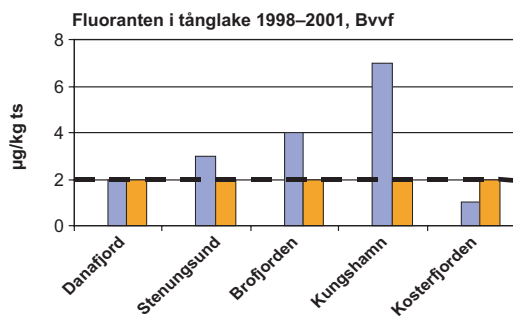
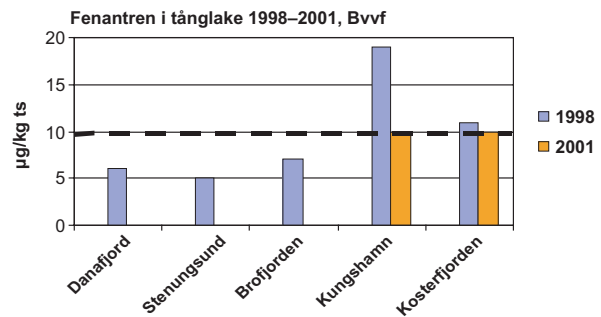
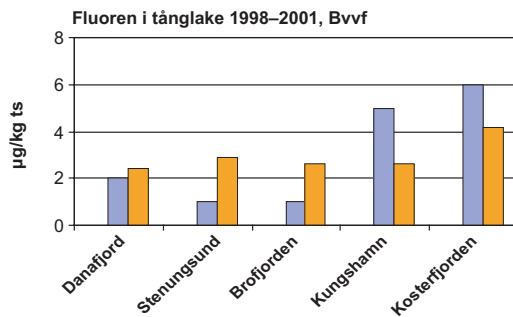
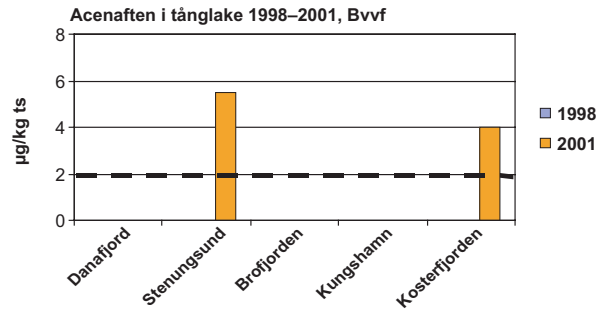
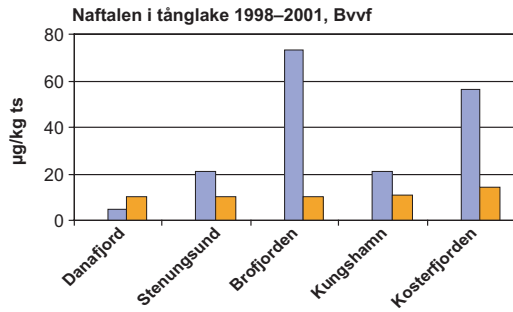
Tabell 7:16. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar (PAHer) i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1998–2001.

*Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbones (PAHs) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1998–2001.*

Tånglake	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
Naftalen	1998	5	5–73	35	21	28
	2001	5	<10–14	11	10	1,7
Acenaftylen	2001	5	<2	–	–	–
Acenaften	2001	5	<2–5,5	3	<2	1,6
Fluoren	2001	5	<2	–	–	–
Fenantren	1998	5	5–19	9,6	7	5,7
	2001	5	<10	–	–	–
Antracen	1998	5	<2	–	–	–
	2001	5	<2	–	–	–
Fluoranten	1998	5	<1–7	3,4	3	2,3
	2001	5	<2	–	–	–
Pyren	1998	5	<1–2	1,4	1	0,55
	2001	5	<2	–	–	–
Benso(a)antracen	2001	5	<2	–	–	–
Krysen/Trifenylen	2001	5	<2	–	–	–
Benso(b)fluoranten	2001	5	<2	–	–	–
Benso(k)fluoranten	2001	5	<2	–	–	–
Benso(a)pyren	2001	5	<2	–	–	–
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	5	<2	–	–	–
Benso(g,h,i)perylen	2001	5	<2	–	–	–
Dibenso(a,h)antracen	2001	5	<2	–	–	–
Sum 5 PAH	1998	5	9–33	16	13	9,5
	2001	5	12–18	14	13	2,4
Sum 16 PAH	2001	5	<10–22	16	14	5,6
2-metylnaftalen	1998	5	2–11	5	4	3,7
	2001	5	<10	–	–	–
1-metylnaftalen	1998	5	2–11	5,2	3	4
	2001	5	2–5	3,2	3	1



Figur 7:12. Koncentrationen av 1-metylnaftalen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten mellan 1998 och 2001. Streckad linje = detektionsgränsen 2001.
The concentration of 1-methylnaphthalene ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast between 1998 and 2001 respectively. Broken line = detection limit in 2001.



Figur 7:13. Koncentrationen av några polycykliska aromatiska kolväten ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten mellan 1998 och 2001. Streckad linje = detektionsgränsen 2001.

The concentration of some polycyclic aromatic hydrocarbons ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast between 1998 and 2001 respectively. Broken line = detection limit in 2001.

7.4.2.3 Polyklorerade bifenyler

Sju polyklorerade bifenyler (Dutch 7 PCB) samt total PCB (som Aroclor) analyserades i tånglake 2001. Analysresultaten redovisas i tabell 7:17 tillsammans med motsvarande data från 1993 och 1998 års undersökningar. I tabell 7:18 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening. Av de 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. Vid 2001 års undersökningar var förhållandena desamma dock med den skillnaden att den enda station där dessa två kongener kunde detekteras var station 10 (Stenungsund). Övriga kongener (PCB 101, PCB 118, PCB 153, PCB 138 och PCB 180) kunde påvisas på samtliga stationer vid alla tre undersökningstillfällena med undantag för PCB 101 och PCB 180 på fyra respektive tre stationer (4, 10, 12 och 16) 1993.

Av diagrammen i figurerna 7:14a–b framgår att halterna av detekterade PCB-kongener, $\Sigma 7$ PCB och total-PCB sjönk i tånglake mellan 1993 och 1998 för att sedan öka till en nivå år 2001 som ligger över nivån från 1998. Enda undantag är Danafjord som uppvisar en omvänd trend där halterna först ökade mellan 1993 och 1998 för att därefter minska fram till 2001. I sedimenten har halten PCB successivt sjunkit mellan 1990 och 2000, dvs. i sedimenten är trenden den omvända (se del 2 denna volym).

Baserat på $\Sigma 7$ PCB har halterna ökat med 110 % sedan 1998 och med 68 % sedan 1993. Svenska bedömningsgrunder saknas för PCB i tånglake.

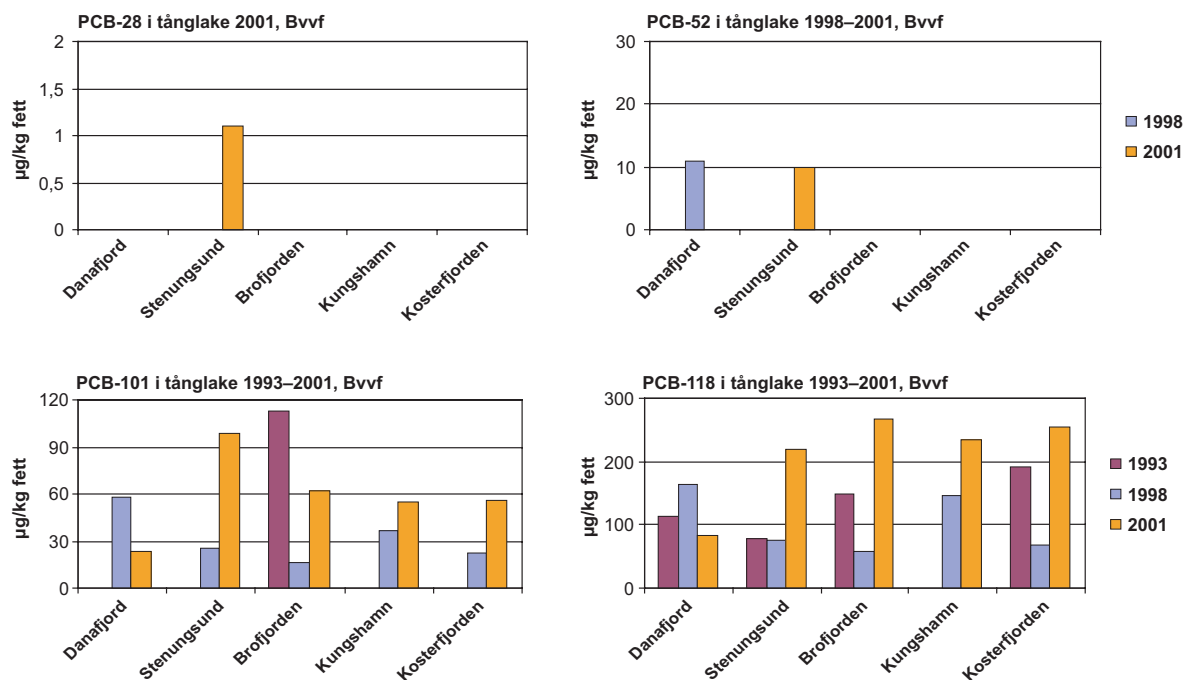
Tabell 7:17. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCBer i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993–2001.

*The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993–2001.*

Station	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 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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
2	1993	<57	<57	75	126	299	425	98	1024	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1993	<46	<46	<46	113	203	242	71	629	-
	1998	<10	11	58	165	311	350	107	1010	3530
	2001	<5,3	<5,3	23,7	84,2	158	258	63,2	579	1947
10	1993	<71	<71	<71	77	114	120	<71	311	-
	1998	<8	<8	25	76	109	126	34	380	1330
	2001	1,1	10	99	220	330	510	130	1300	4600
12	1993	<64	<64	<64	<64	138	150	<64	288	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1993	<74	<74	113	148	228	264	<74	754	-
	1998	<8	<8	16	57	89	106	24	300	1050
	2001	<23,3	<23,3	61,6	267	326	465	198	1279	4302
16	1993	<71	<71	<71	191	250	322	78	847	-
	1998	<8	<8	22	67	82	90	22	290	1.02
	2001	<9,1	<18,2	56,4	255	327	464	164	1182	4273
17	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1998	<7	<7	37	147	169	176	44	580	2030
	2001	<10,6	<10,6	55,3	234	277	436	128	1064	3723

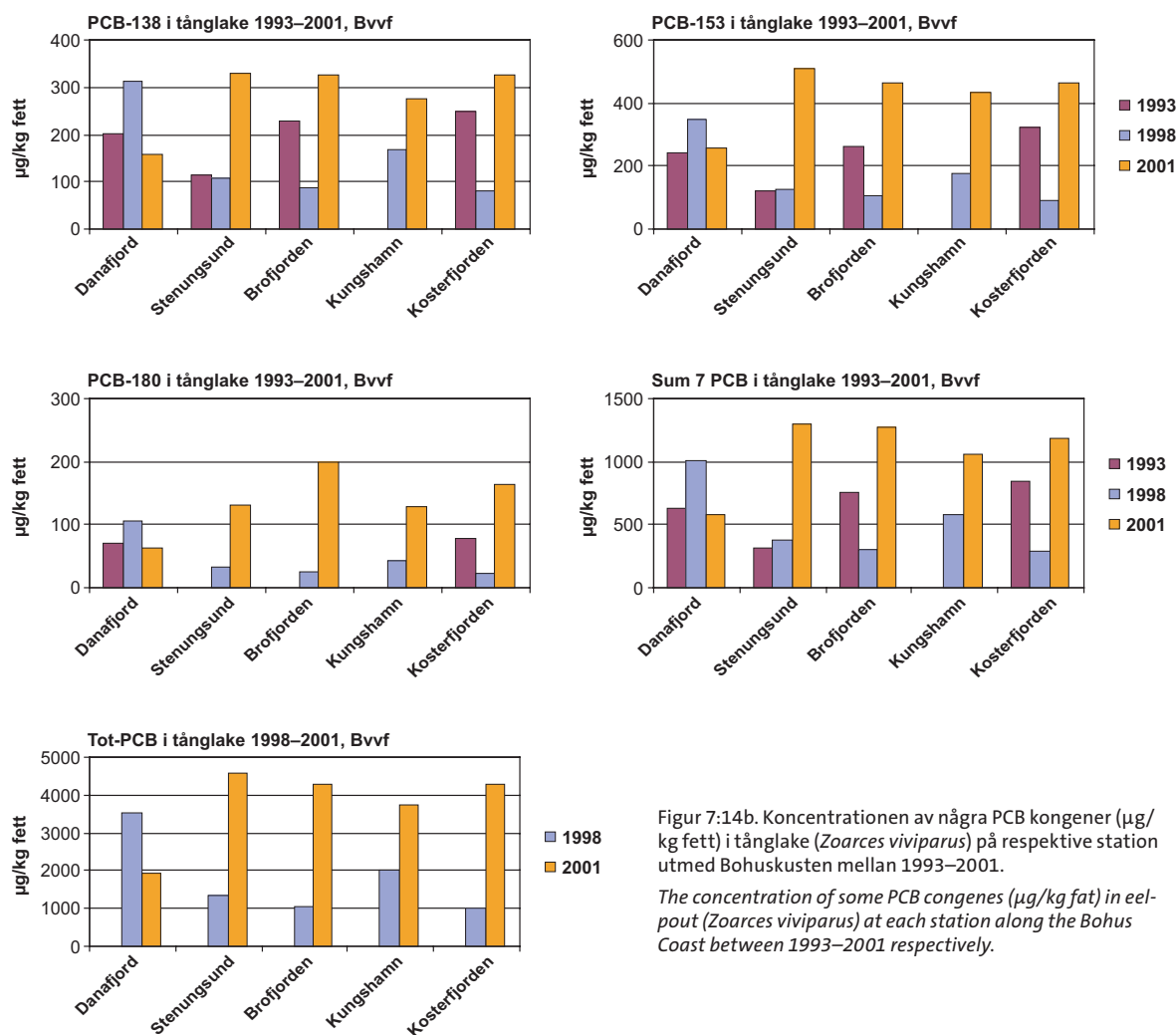
Tabell 7:18. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) för PCBer i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 1993 and 1998.
 Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 1993 and 1998.

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	–	–	–
	2001	5	<10	–	–	–
PCB 52	1993	6	<71	–	–	–
	1998	5	<8–11	8.4	8	1.5
	2001	5	<13	–	–	–
PCB 101	1993	6	<46–113	73	71	22
	1998	5	16–58	15	16	15
	2001	5	24–99	59	56	27
PCB 118	1993	6	<64–191	120	120	47
	1998	5	57–165	102	76	50
	2001	5	84–267	212	234	73
PCB 153	1993	6	120–425	254	253	112
	1998	5	90–350	170	126	106
	2001	5	258–510	427	464	98
PCB 138	1993	6	114–299	205	216	70
	1998	5	82–311	152	109	95
	2001	5	158–330	284	326	74
PCB 180	1993	6	<64–98	76	73	12
	1998	5	22–107	46	34	35
	2001	5	63–198	137	130	50
Sum 7 PCB	1993	6	288–1020	642	692	295
	1998	5	290–1010	512	380	302
	2001	5	579–1300	1081	1182	296
Tot PCB	2001	5	1947–4600	3769	4273	1067



Figur 7:14a. Koncentrationen av några PCB kongener ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten mellan 1993 och 2001.

The concentration of some PCB congener ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast between 1993 and 2001 respectively.



Figur 7:14b. Koncentrationen av några PCB kongener ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten mellan 1993–2001.

The concentration of some PCB congeners ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast between 1993–2001 respectively.

7.4.2.4 Polybromerade difenyletrar

Inom ramen för kustvattenkontrollen undersöktes polybromerade difenyletrar (PBDE) i tånglake för första gången 2001. Analysresultaten samt medel- och medianvärden redovisas i tabellerna 7:19 och 7:20. Av åtta undersökta kongener kunde fyra (PBDE-85 och PBDE-138, PBDE-153 och PBDE-154) inte påvisas på någon av stationerna, medan PBDE-100 och DekabDE kunde detekteras på en station (Danafjord respektive Kungshamn). PBDE-47 och PBDE-99 kunde däremot påvisas på samtliga fem stationer utmed kusten (figur 7:15).

De högsta halterna av PBDE-47 förekom i Danafjord och vid Stenungsund medan övriga PBDE-99 var högst i Brofjorden.

Ingen utvecklingstrend har varit möjlig att påvisa till följd av avsaknad av data från tidigare år. Svenska bedömningsgrunder för PBDE i tånglake saknas.

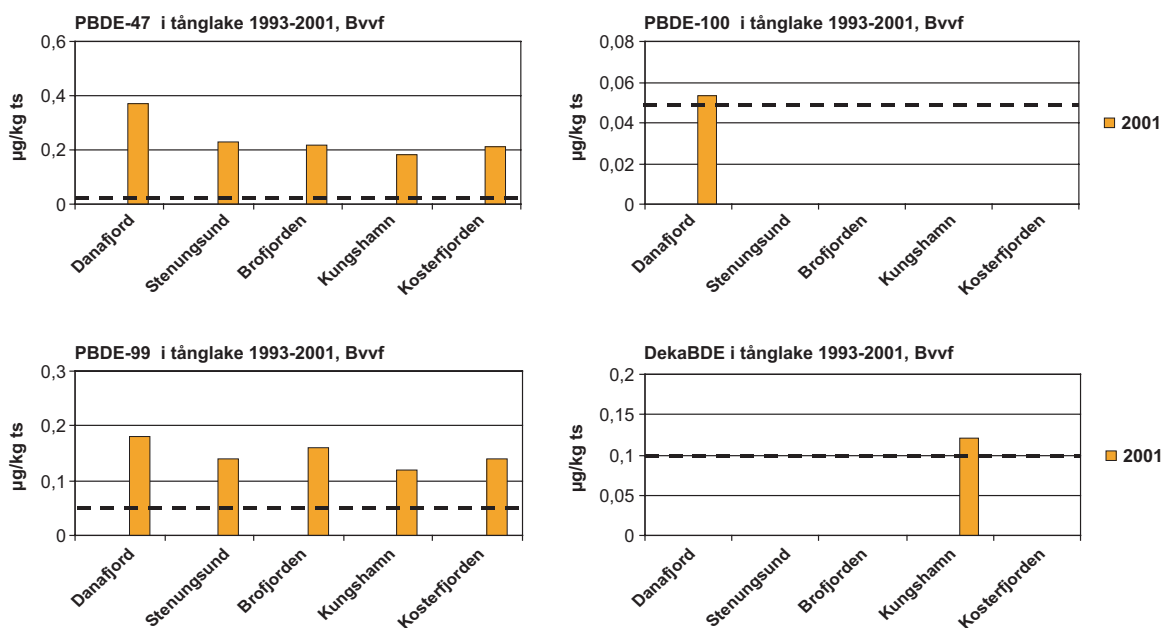
Tabell 7:19. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) av polybromerade difenyletrar i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 2001.

The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ dw) of polybrominated diphenylethers in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 2001.

Station	År	PBDE-47 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-99 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-85 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-154 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	DekaBDE $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts
4	2001	0,37	0,053	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
10	2001	0,23	<0,05	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
13	2001	0,22	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
16	2001	0,21	<0,05	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
17	2001	0,18	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12

Tabell 7:20. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för polybromerade difenyletrar i tånglake (*Zoarces viviparus*) utmed Bohuskusten 2001. Range and means (mg/kg dw) of polybrominated diphenylethers in eel-pout (*Zoarces viviparus*) along the Bohus Coast in 2001.

Blåstång	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg ts	Medelvärde µg/kg ts	Medianvärde µg/kg ts	Standardavvikelse µg/kg ts
PBDE-47	2001	5	0,18–0,37	0,24	0,22	0,074
PBDE-100	2001	5	<0,05–0,053	0,051	<0,05	0,013
PBDE-99	2001	5	0,12–0,18	0,15	0,14	0,022
PBDE-85	2001	5	<0,05	–	–	–
PBDE-154	2001	5	<0,05	–	–	–
PBDE-153	2001	5	<0,05	–	–	–
PBDE-138	2001	5	<0,05	–	–	–
DekaBDE	2001	5	<0,1–0,12	0,10	0,10	0,0089



Figur 7:15. Koncentrationen av några PBDE kongener (µg/kg ts) i tånglake (*Zoarces viviparus*) på respektive station utmed Bohuskusten 2001. Streckad linje = detektionsgränsen 2001.

The concentration of some PBDE congenes (µg/kg fat) in eel-pout (*Zoarces viviparus*) at each station along the Bohus Coast in 2001. Broken line = detection limit in 2001.

7.4.2.5 Trendanalyser för tånglake

I de föregående avsnitten har presentationen av analysresultaten för tånglake främst varit inriktad på att presentera den stationsvisa koncentrationsförändringen över tiden av respektive undersökt ämne/substans, samt att med hjälp av medel- och medianvärdesförändringen för samma period ge en generell bild av utvecklingen utmed Bohuskusten.

Sannolikheten för att de ovan beskrivna medelvärdesförändringarna är reella har dessutom testas statistiskt (enl. Fowler & Cohen 1996) med hjälp av s.k. t-test med (n–1) frihetsgrader för matchade datapar (dvs. data från samma stationer men härrörande från olika år i detta fall 1993, 1998 och 2001). Härigenom har den statistiska sannolikheten (*p*) för respektive medelvärdesförändring kunnat fastläggas.

Testen omfattar dels en matchning där 1993 och 1998 års data ställts mot varandra, dels motsvarande för 1998 och 2001 års data samt för 1993 och 2001 års data. Dessa s.k. trendanalyser ger med större eller mindre sannolikhet svar på hur säker en observerad förändring över tiden (trend) är.

Trenderna för tånglake illustreras översiktligt i figur 7:16 där också den procentuella förändringen mellan åren anges. Pilarna visar om medelkoncentrationen för respektive ämne ökat, minskat eller är oförändrad. Resultaten av testen för matchade datapar visas med olika färger för olika sannolikhetsnivåer. Förändringar under 10 % betraktas inte som statistiskt signifikanta mot bakgrund av reproducerbarheten av ett prov i det kemiska analysarbetet.

Testen visar att med mellan 95 % och 99 % sannolikhet har halterna av kvicksilver (Hg) och vanadin (V) minskat med 74 % respektive 85 % mellan 1993 och 2001. Med 90–95 % sannolikhet har Bly (Pb), koppar (Cu) och nickel (Ni) minskat med mellan 70 och 86 % och zink (Zn) med 15 % under samma tidsperiod. Halterna av krom (Cr), tenn (Sn) och TBT har däremot med samma sannolikhet ökat med 206 %, 81 % respektive 68 %.

Förändringarna för arsenik mellan 1993 och 2001 har lämnats utan avseende mot bakgrund av att analysdata från 1993 med största sannolikhet är felaktiga.

Trenderna för perioderna 1992–1997 respektive 1997–2001 är för de flesta ämnen de samma som för hela perioden 1992–2001. Enda undantag utgör nickel (Ni) som ökade och TBT som minskade något mellan 1992 och 1997. Sannolikheten för förändringarna under denna period av Ni och TBT är 90–95 %. De avvikande trenderna för bly (Pb), zink (Zn), kvicksilver (Hg) och PAH under dessa delperioder är mindre än 10 %, dvs. förändringen ligger inom felmarginalen.

Tånglake, Bvfv Ämne/förening	Förändring Trend 1993-1998		Förändring Trend 1998-2001		Förändring Trend 1993-2001	
		%		%		%
Arsenik (As)		?		44		?
Bly (Pb)	↓	-77	↓	-39	↓	-86
Kadmium (Cd)					↓	-88
Koppar (Cu)	↓	-12	↓	-67	↓	-70
Krom (Cr)	↑	-7	↑	230	↑	206
Kvicksilver (Hg)	↓	-76	↓	6	↓	-74
Nickel (Ni)	↑	270	↓	-96	↓	-84
Tenn (Sn)			↑	57	↑	81
Vanadin (V)	↓	-73	↓	-46	↓	-85
Zink (Zn)	↓	-2	↓	-14	↓	-15
Sum 16 PAH			↓	-3		
1-metylnaftalen			↓	-38		
2-metylnaftalen			↑	100		
Sum 7PCB	↑	-20	↑	110	↑	68

Sannolikhet/Probability

■	p>99 %
■	p>95 %
■	p>90 %
■	p>75 %
■	p<75 %

Figur 7:16. Sammanställning över förändringen av medelvärdeskoncentrationen för några ämnen och föreningar i tånglake utmed Bohuskustens mellan 1993 och 2001. Nedåtriktad pil betyder minskad halt och uppåtriktad pil ökad halt. Grönmarkerade fält markerar förändringar som är större än de minst 10 % som baserat på reproducerbarheten vid den kemiska analysen krävs för att en förändring med säkerhet skall kunna bedömas.

Compilation of the changes of the average concentrations of some elements and compounds between 1993 and 2001 in eel-pout from the Bohus Coast. Arrow pointed downwards implies decreasing concentration and arrow pointed upwards implies increasing concentration. Green areas mark changes bigger than the minimum of 10 % due to the precision of chemical analyses.

7.4.3 MILJÖGIFTER I BLÅMUSSLA

Analysresultaten av blåmussla från 2001 redovisas tillsammans med 1992 och 1997 års undersökningar i tabellerna 7:22–7:35. Den första och den tredje undersökningsomgången omfattade något fler föreningar än undersökningarna 1997, 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 och 2001 års undersökningar. Ytterligare ämnen har tillkommit i 2001 års undersökningar. Vilka specifika ämnen det gäller framgår av tabell 7:21.



Blåmussla (*Mytilus edulis*)

Tabell 7:21. Analyserade miljögifter i blåmussla från Bohuskusten 1992, 1997 och 2001. * markerar vad som analyserats respektive år.

Toxic element and substances analysed in blue mussel from the Bohus Coast in 1992, 1997 and 2001.

Ämnesgrupper undersökt i Blåmussla 1992 och 1997	Specifikation	1992	1997	2001
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	*	*	*
Organiska tennföreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn	*	*	*
Extraherbart org. Klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	*		
Polycykl. aromatiska kolväten	16 PAH	*	*	*
Metylnaftalener	2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen		*	*
Polyklorerade bifenylter	Dutch 7 PCB, tot PCB	*	*	*
Polybromerade difenyletrar	7 st PBDE, DekaBDE			*
Diklordifenyltriklorethan	p,p-DDT, p,p-DDE, p,p-DDD, o,p-DDT	*		
Hexaklorbensen	HCB	*		
Lindan	γ-HCH			*
Toxafen				*
Dioxiner	PCDD/PCDF			*

Blåmussla fångades 1992 på stationerna 2, 4, 10, 12, 12a, 12b, 13 och 16 och 1997 och 2001 på stationerna 4, 10, 11, 12, 12a, 13, 16 och 17. Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns för alla stationer från 1992. Detta gäller också för de ämnesgrupper som enbart analyserats vid ett undersökningstillfälle.

För de metaller och organiska föreningar som analyserats vid samtliga undersökningstillfällen 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, 1997 och 2001.

7.4.3.1 Tungmetaller

Analysresultaten från 2001 års undersökningar av blåmussla redovisas för varje station tillsammans med motsvarande data från 1992 och 1997 i tabell 7:22. I tabell 7:23 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive metall och år.

Arsenik (As), krom (Cr), vanadin (V) och zink (Zn) undersöktes inte i blåmussla 1992 men väl 1997 och 2001. Aluminium (Al) undersöktes endast 1992. I övrigt undersöktes samma metaller vid alla tre undersökningstillfällena. Vid det första (1992) och senaste (2001) undersökningstillfället kunde samtliga tio studerade tungmetaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn och Sn) detekteras. Vid undersökningarna 1997 däremot kunde inte tenn (Sn) detekteras. I det senare fallet berodde detta på att detektionsgränsen låg betydligt högre för Sn 1997 (0,8 mg/kg ts) jämfört med 1992 (ca 0,2 mg/kg ts) och 2001. Cr detekterades på samtliga stationer 2001 och uppvisade en mycket hög halt i Kungsviken (79 mg/kg). I detta fall kan inte analysfel uteslutas.

Förändringen av metallkoncentrationerna under perioden 1992 och 2001 illustreras i diagrammen i figurerna 7:17a–b. Med undantag för station 4 (Danafjord) har halten av Cr ökat med i genomsnitt 47 % sedan 1997 och Sn med 190 % sedan 1992. Halten av V och Zn har minskat på samtliga stationer med i genomsnitt 84 respektive 21 % sedan 1997 och As med 42 %. I det senare fallet har halten dock ökat något på två sta-

tioner (Danafjord och Brofjorden). Även halterna av Cu och Pb har minskat med i genomsnitt 2 respektive 15 % sedan 1997, men en ökning har skett på några stationer, bl.a. inre Gullmaren och Brofjorden. Halten av Cd har sjunkit på fem stationer, men ökat i Stenungsund, Kungsviken och Brofjorden, medan Ni är relativt oförändrad under samma period. Sedan 1992 har dock samtliga metaller, om Sn undantags, sjunkit mer eller mindre starkt; Cd med 41 %, Cu med 41 %, Hg med 94 %, Ni med 6 % och Pb med 27 %.

Vid en jämförelse mellan stationerna kan konstateras att belastningen varierar dem emellan beroende på vilken metall som avses. Danafjord uppvisar dock de högsta halterna av As, Cu, Hg, Pb och Zn. Höga halter för Cr, Cu och Hg föreligger även i Stenungsund, medan halterna av Cd är högst i Brofjorden och Kungshamn. I Kungsviken i Koljefjorden sticker Sn-halten ut kraftigt. Den är mer än dubbelt så hög där som på andra ställen. Pb och Ni uppvisar starkt avvikande värden i inre Gullmaren respektive Kungshamn. I dessa två fall kan inte analysfel uteslutas.

Tabell 7:22. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten mellan 1992 och 2001. Streck (-) = ej analyserat.

The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast between 1992 and 2001. 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	Mn 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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
	2001	-	19	0,85	1,3	6,3	0,06	7,7	1,3	1,6	0,61	8,9	100
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
	2001	-	10	1,1	1,9	6,2	0,065	6,5	1,3	1,1	0,25	0,89	95
11	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	20	0,87	0,84	6,8	<0,22	-	1,1	1,9	<1,1	22	110
	2001	-	6,4	0,69	79	5,1	0,054	5,1	0,87	0,99	1,7	0,76	79
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
	2001	-	7,6	0,74	1,3	4,9	0,035	7,7	0,59	5,2	0,89	0,84	55
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
	2001	-	8,1	0,81	1,4	5	0,031	8,7	0,97	0,61	0,61	0,66	69
12b	1992	21	-	1,82	-	12,5	0,85	-	1,76	1,82	0,4	-	-
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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
	2001	-	11	1,3	1,4	6	0,036	5,5	1	0,89	0,81	0,72	70
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
	2001	-	16	0,9	1,5	6,2	0,03	8,6	1,2	0,64	0,92	7,8	80
17	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	13	0,83	0,83	8,3	<0,17	-	0,74	2,9	<0,83	19	133
	2001	-	0,39	1,6	1,6	4,8	0,045	7,3	4,8	1,2	0,39	1	100

Enligt svenska bedömningsgrunder för miljö kvalitet i kust och hav (Naturvårdsverket 1999) visar analysresultaten från undersökningarna av blåmussla att med avseende på Sn är kvaliteten 2001 mycket dålig (klass 5) utmed Bohuskusten från Gullmaren i söder och vidare norrut till Kosterfjorden (figur 7:18).

Enda undantag är Stenungsund där kvaliteten är mindre bra (klass 2) och Kungshamn där den är dålig (klass 4) med avseende på tenn.

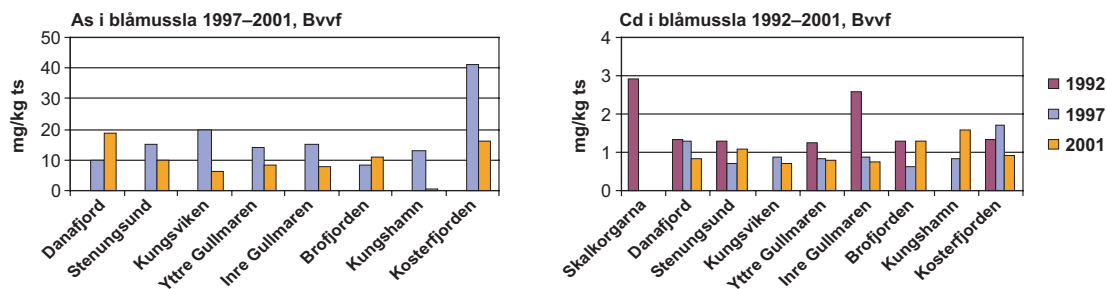
Med några få undantag är kvaliteten bra till mindre bra (klasserna 1-2) med avseende på övriga metaller (Cd, Cu, Ni, Pb och Hg). Kvaliteten med avseende på Pb och Ni är dock dålig (klass 4) till mycket dålig (klass 5) i inre Gullmaren respektive Kungshamn, men som nämnts tidigare kan analysfel inte uteslutas i dessa fall.

Svenska bedömningsgrunder saknas för övriga metaller.

I allmänhet har miljökvaliteten i blåmussla med avseende på tungmetaller förbättrats från 1992 till 2001. Enda undantag utgör Sn, där en tydlig försämring kan noteras (figur 7:18).

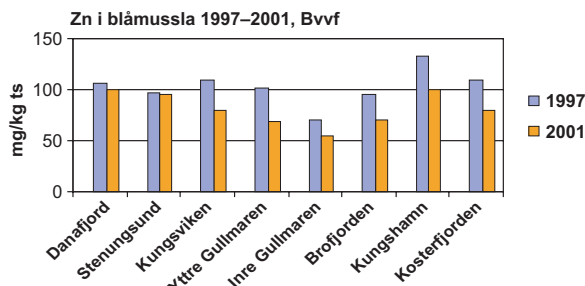
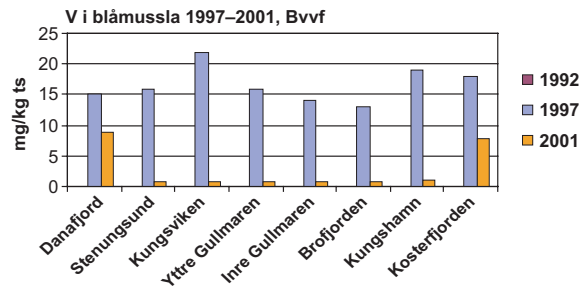
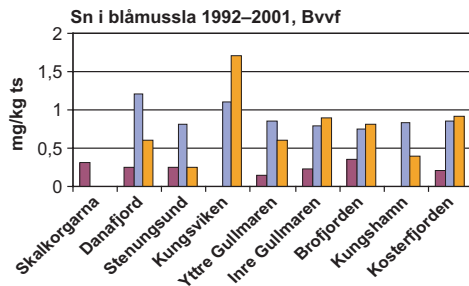
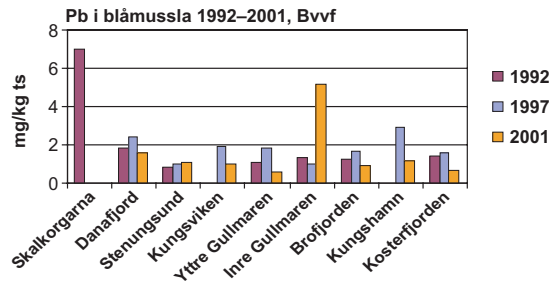
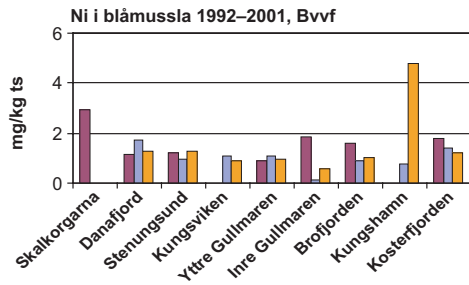
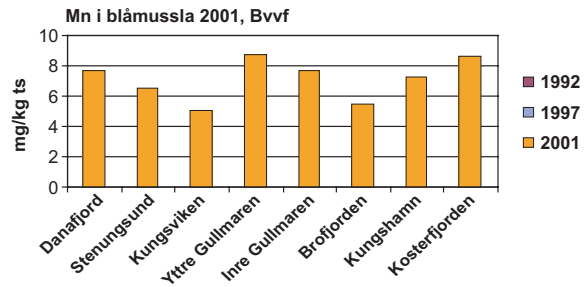
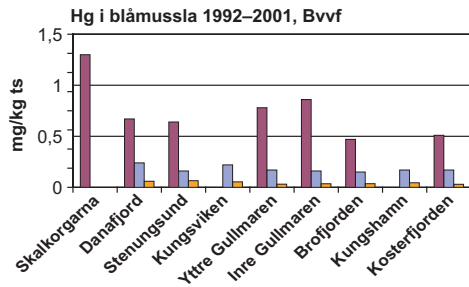
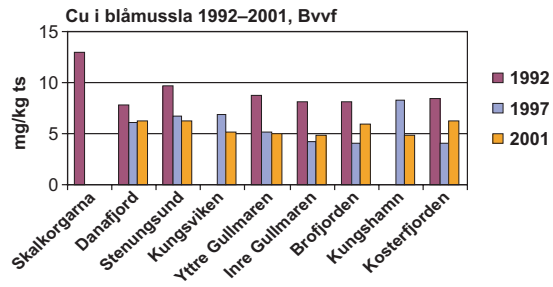
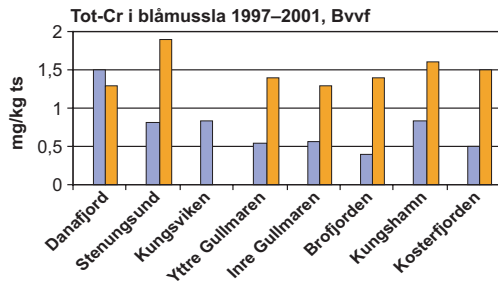
Tabell 7:23. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992, 1997 och 2001. Range and means (mg/kg dw) of metals in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1992, 1997 and 2001.

Blåmussla	År	Antal stationer	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	Standardavvikelse mg/kg ts
Al	1992	8	21–138	55	41	39
As	1997	8	8,1–41	17	15	10
	2001	8	0,39–19	9,8	9,1	5,8
	1992	8	1,2–2,9	1,7	1,3	0,67
Cd	1997	8	0,61–1,7	0,97	0,86	0,36
	2001	8	0,69–1,6	1	0,89	0,31
	1997	8	0,39–1,5	0,75	0,69	0,35
Cr	2001	8	1,3–79	1,1	1,5	27
	1992	8	7,8–13	9,5	8,6	2,1
	1997	8	4–8,3	5,7	5,6	1,6
Cu	2001	8	4,8–6,3	5,6	5,6	0,67
	1992	8	0,47–1,3	0,76	0,73	0,26
	1997	8	<0,15–0,24	0,18	0,17	0,032
Hg	2001	8	0,030–0,65	0,045	0,041	0,014
	2001	8	5,1–8,7	7,1	7,5	1,3
	1992	8	0,92–2,9	1,6	1,7	0,62
Ni	1997	8	0,74–1,7	1,1	1,0	0,31
	2001	8	0,59–4,8	1,5	1,1	1,4
	1992	8	0,86–7	2,1	1,4	2
Pb	1997	8	0,96–2,9	1,8	1,8	0,65
	2001	8	0,61–5,2	1,5	1,0	1,5
	1992	8	0,14–4,0	0,26	0,26	0,085
Sn	1997	8	<0,74–1,2	0,90	0,84	0,16
	2001	8	0,25–1,7	0,77	0,71	0,44
	1997	8	13–22	17	16	2,9
V	2001	8	0,66–8,9	2,7	0,87	3,5
	1997	8	71–133	103	105	17
	2001	8	55–100	81	80	16



Figur 7:17a. Koncentrationen av några tungmetaller (mg/kg ts) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001.

The concentration of some heavy metals (mg/kg dw) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively.



Figur 7:17b. Koncentrationen av några tungmetaller (mg/kg ts) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001.

The concentration of some heavy metals (mg/kg dw) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively.

Blåmussla	Cd mg/kg 1992	Cd mg/kg 1997	Cd mg/kg 2001	Cu mg/kg 1992	Cu mg/kg 1997	Cu mg/kg 2001	Hg mg/kg 1992	Hg mg/kg 1997	Hg mg/kg 2001
Skalkorgarna	2,93			13			1,3		
Danafjord	1,35	1,3	0,85	7,77	6,1	6,3	0,67	0,24	0,06
Stenungsund	1,28	0,69	1,1	9,63		6,2	0,64	0,16	0,065
Kungsviken		0,87	0,69			6,8	5,1		0,22
Yttre Gullmaren	1,24	0,85	0,81	8,76	5,1	5	0,78	0,17	0,031
Inre Gullmaren	2,59	0,89	0,74	8,05	4,2	4,9	0,86	0,16	0,035
Brofjorden	1,31	0,61	1,3	8,14	4,1	6	0,47	0,15	0,036
Kungshamn		0,83	1,6			8,3	4,8		0,17
Kosterfjorden	1,32	1,7	0,9	8,36	4	6,2	0,51	0,17	0,03

	Ni mg/kg 1992	Ni mg/kg 1997	Ni mg/kg 2001	Pb mg/kg 1992	Pb mg/kg 1997	Pb mg/kg 2001	Sn mg/kg 1992	Sn mg/kg 1997	Sn mg/kg 2001
Skalkorgarna	2,93			6,99			0,32		
Danafjord	1,14	1,7	1,3	1,86	2,4	1,6	0,26	1,2	0,61
Stenungsund	1,22	0,97	1,3	0,86	1	1,1	0,26	0,81	0,25
Kungsviken		1,1	0,87			1,9	0,99	1,1	1,7
Yttre Gullmaren	0,92	1,1	0,97	1,06	1,8	0,61	0,14	0,85	0,61
Inre Gullmaren	1,84	0,096	0,59	1,32	0,96	5,2	0,23	0,8	0,89
Brofjorden	1,58	0,89	1	1,27	1,7	0,89	0,36	0,74	0,81
Kungshamn		0,74	4,8			2,9	1,2	0,83	0,39
Kosterfjorden	1,78	1,4	1,2	1,42	1,6	0,64	0,2	0,85	0,92

Bedömningsgrunder enl. Naturvårdsverket (1999)	
Avvikelse från jämförvärdet	
■	Klass 1 Ingen/obetydlig avvikelse
■	Klass 2 Liten avvikelse
■	Klass 3 Tydlig avvikelse
■	Klass 4 Stor avvikelse
■	Klass 5 Mycket stor avvikelse

Figur 7:18. Blåmusslans (*Mytilus edulis*) miljö kvalitet utmed Bohuskusten 1992–2001 med avseende på metallinnehåll. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999).

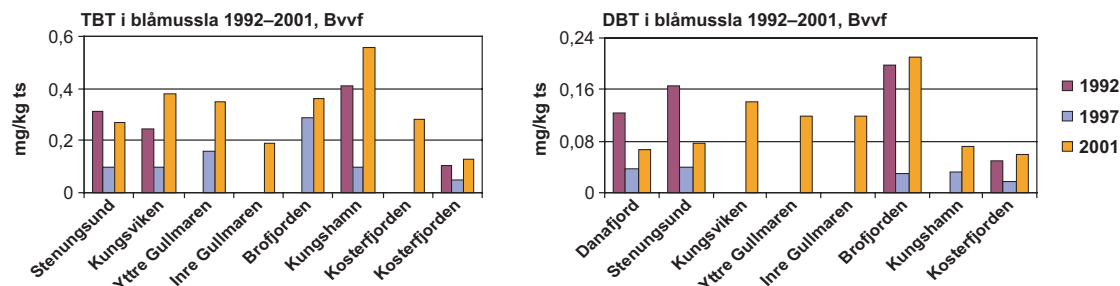
The environmental quality of the blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast with respect to the metal content 1992–2001. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999).

7.4.3.2 Organiska tennföreningar

Analysresultaten från de tre undersökningstillfällena 1992, 1997 och 2001 redovisas för varje station i tabell 7:24. I tabell 7:25 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive organisk tennförening och år. Organiska tennföreningar studerades på fyra respektive fem stationer 1992 och 1997 och på åtta stationer 2001. Dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) detekterades på samtliga stationer vid samtliga undersökningstillfällen.

Den högsta halterna påträffades 2001 i Brofjorden, Stenungsund och inre Gullmaren.

Förändringar i halten av organiska tennföreningar mellan undersökningstillfällena illustreras i diagrammen i figur 7:19. Analysdata från 1997 förefaller att inte vara korrekta, varför dessa lämnas utan avseende. En jämförelse av resultaten från 1992 och 2001 visar att halten av tributyltenn har ökat kraftigt sedan 1992. Ökningen är i genomsnitt 17 %. Halten av dibutyltenn har i vissa fall minskat eller är oförändrad under samma period.



Figur 7:19. Koncentrationen av några organiska tennföreningar (mg/kg ts) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001.

The concentration of some organic tin compounds (mg/kg dw) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively.

Tabell 7:24. Koncentrationen (mg/kg ts) av organiska tennföreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992–2001. Streck (-) = ej analyserat, n.d. = ej detekterat.

The concentration (mg/kg dw) of organic tin compounds in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992–2001. Line (-) = not analysed, n.d. = not detected.

Station	År	Dibutyltenn (DBT) mg/kg ts	Tributyltenn (TBT) mg/kg ts
4	1992	0,124	0,31
	1997	0,037	0,073
	2001	0,067	0,27
10	1992	0,166	0,247
	1997	0,04	0,081
	2001	0,077	0,38
11	2001	0,14	0,35
12a	2001	0,12	0,19
12	2001	0,12	0,36
13	1992	0,199	0,411
	1997	0,03	0,052
	2001	0,21	0,56
16	1992	0,049	0,102
	1997	0,017	0,051
	2001	<0,06	0,13
17	1992	-	-
	1997	0,033	0,008
	2001	0,071	0,28

Tabell 7:25. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för tennorganiska föreningar i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992–2001.

Range and means (mg/kg dw) of organic tin compounds in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 1992–2001.

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	Standardavvikelse mg/kg ts
Dibutyl-Sn (DBT)	1992	4	0,049–0,2	0,13	0,15	0,065
	1997	5	0,017–0,04	0,031	0,033	0,0089
	2001	8	0,06–0,21	0,11	0,099	0,051
Tributyl-Sn (TBT)	1992	4	0,10–0,41	0,27	0,28	0,13
	1997	5	0,008–0,081	0,053	0,052	0,028
	2001	8	0,13–0,56	0,32	0,32	0,13

7.4.3.3 Metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten

Inga polycykliska aromatiska kolväten (PAH) kunde påvisas i blåmussla 1992. Detektionsgränsen låg mellan 0,02 och 0,06 mg/kg ts. Vid 1997 års undersökningar låg detektionsgränsen lägre vilket resulterade i att naftalen, 1-metylnaftalen och 2-metylnaftalen, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, bens(a)antracen och krysen/trifenylen kunde påvisas i små mängder på några stationer. Vid 2001 års undersökningar var detektionsgränsen i nivå med 1997 års gräns. Vid den senare undersökningen kunde, av de bicykliska föreningarna, endast naftalen detekteras (station 12 i inre Gullmaren). Av övriga PAH-föreningar detekterades endast fluoren, fluoranten, pyren, krysen/trifenylen och benso(b)fluoranten.

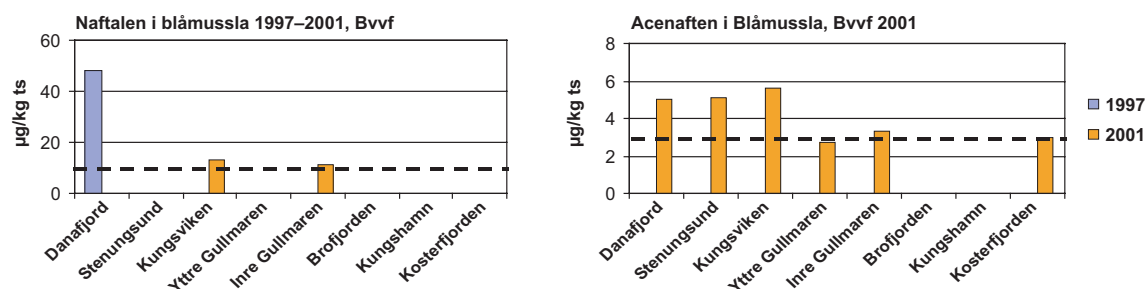
Analysresultaten redovisas i tabell 7:26. I tabell 7:27 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

I allmänhet återfanns de högsta halterna av de flesta PAHer 1997 i Brofjorden och utanför Göteborg i Danafjord. År 2001 var mönstret detsamma för Danafjord men inte för Brofjorden där halterna minskat kraftigt. Förhöjda halter noterades också i Kungsviken, yttre Gullmaren och Kungshamn.

Koncentrationutvecklingen mellan 1997 och 2001 illustreras i figur 7:20a–b. I samtliga fall har koncentrationen minskat mellan 1997 och 2001. Eftersom endast 7 PAH kunde detekteras 1997 måste en jämförelse mellan 1997 och 2001 basera sig på dessa sju uppmätta föreningar. Betraktar man utvecklingen för $\Sigma 7$ PAH, har halten i blåmussla minskat med 86 % mellan 1997 och 2001. Den i särklass största koncentrationsminskningen uppvisar blåmusslor från Brofjorden. 1997 var halterna högst på denna station som ligger nära Preemraff Lysekils produkthamn. Resultatet indikerar att emissionen från raffineriet/fartygen har minskat till följd av sannolikt förbättrade rutiner/reningsåtgärder. Svenska bedömningsgrunder för PAH i blåmussla saknas, men enligt norskt system (SFT 1993) faller alla stationer i klass 1 ("god" status).

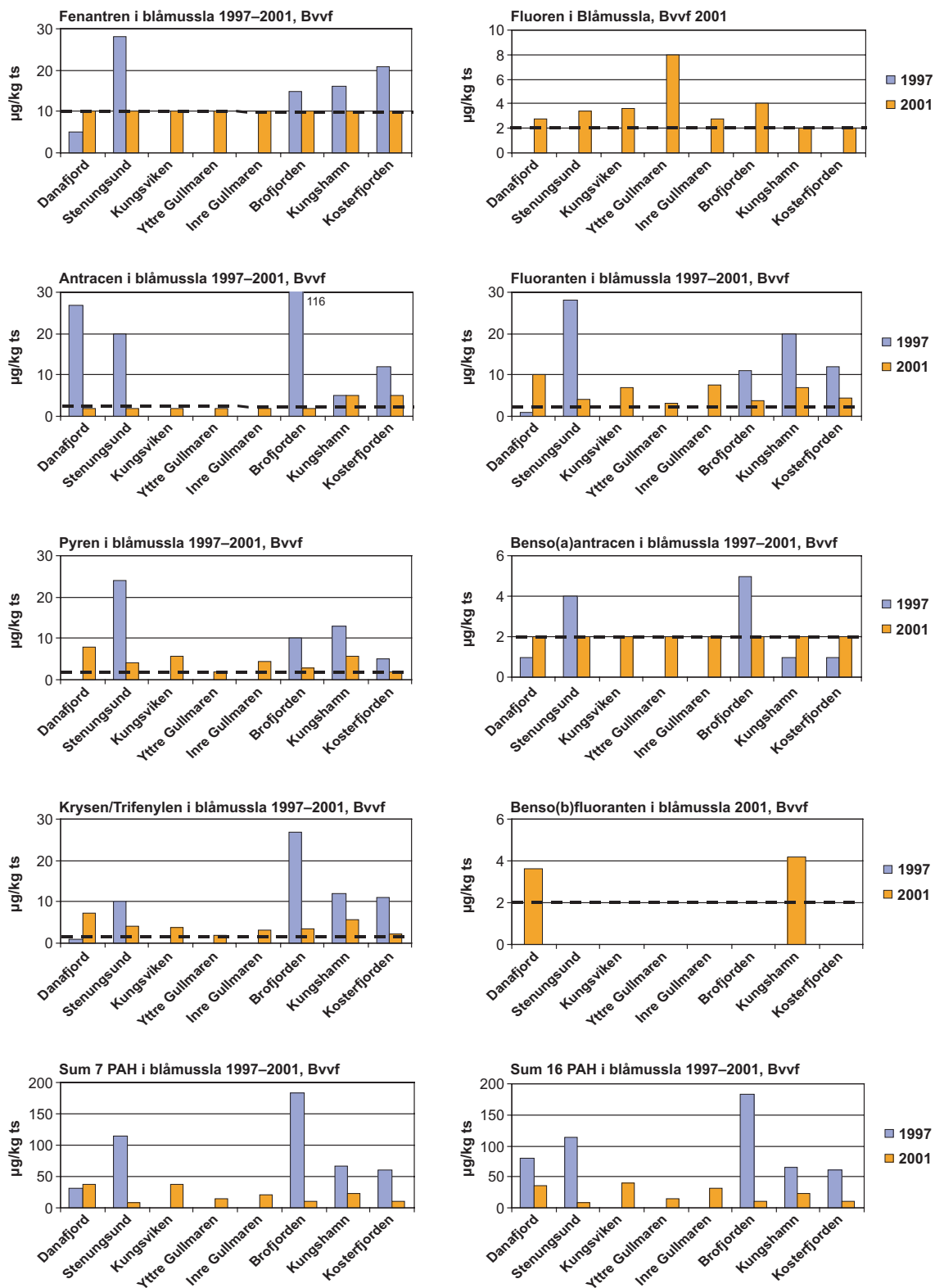
Tabell 7:26. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av polycykliska aromatiska kolväten i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1997–2001.
The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of polycyclic aromatic hydrocarbons in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1997–2001.

Blåmussla $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	År	4	10	11	12a	12	13	16	17
Naftalen	1997	48	<1	-	-	-	<1	<1	2
	2001	<30	<10	13	<10	11	<10	<10	<10
Acenaftylen	2001	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<5	<2
Acenaften	2001	5	5,1	5,6	2,7	3,3	<4	<3	3
Fluoren	2001	2,8	3,4	3,6	8	2,8	<4	<2	<2
	1997	5	28	-	-	-	15	21	16
Antracen	2001	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	1997	27	20	-	-	-	116	12	5
Fluoranten	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	1997	<1	28	-	-	-	11	12	20
Pyren	2001	10	<4	6,9	3,1	7,6	3,8	6,8	4,5
	1997	<1	24	-	-	-	10	5	13
Benso(a)antracen	2001	7,8	<4	5,6	<2	4,4	2,8	5,8	<2
	1997	<1	4	-	-	-	5	<1	<1
Krysen/Trifenylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	1997	<1	10	-	-	-	27	11	12
Benso(b)fluoranten	2001	7,2	<4	3,9	<2	3,3	3,4	5,8	2,2
	2001	3,6	<4	<5	<2	<2	<4	<4,2	<2
Benso(k)fluoranten	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Benso(a)pyren	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<10	<2
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<5	<3	<2
Benso(g,h,i)perylene	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Dibenso(a,h)antracen	2001	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Sum 7 PAH	1997	80	114	-	-	-	184	61	68
	2001	25	<4	29,4	3,1	15,3	10	18,4	6,7
Sum 16 PAH	2001	37	85	38	13,8	21	10	23	9,7
	1997	23	<1	-	-	-	<1	<1	<1
2-metylnaftalen	2001	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
	1997	9	<1	-	-	-	<1	<1	<1
1-metylnaftalen	2001	<2	<2	<3	<2	<3	<2	<3	<2



Figur 7:20a. Koncentrationen av några polycykliska aromatiska kolväteföreningar ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1997–2001. Streckad linje = detektionsgränsen 2001.

The concentration of some polycyclic aromatic hydrocarbons ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1997–2001 respectively. Broken line = detection limit in 2001.



Figur 7:20b. Koncentrationen av några polycykliska aromatiska kolväteföreningar (µg/kg ts) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1997–2001. Streckad linje = detektionsgränsen 2001.

The concentration of some polycyclic aromatic hydrocarbons (µg/kg dw) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1997–2001 respectively. Broken line = detection limit in 2001.

Tabell 7:27. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för bicykliska och polyaromatiska kolväteföreningar (PAHer) i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1997 och 2001.

*Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of bicyclic and polyaromatic hydrocarbones (PAHs) in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1997 and 2001.*

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
Naftalen	1997	5	<1–48	11	1	21
	2001	8	<10–30	13	10	6,9
Acenaftylen	2001	8	2,8–5	2,6	2	1,2
Acenaften	2001	8	2,7–5,6	4	3,7	1,1
Fluoren	2001	8	<2–8	3,6	3,1	1,9
Fenantren	1997	5	5–28	17	16	8,5
	2001	8	<10	–	–	–
Antracen	1997	5	5–116	36	20	45
	2001	8	<2–<5	–	–	–
Fluoranten	1997	5	<1–28	14	12	10
	2001	8	3,1–10	5,8	5,7	2,4
Pyren	1997	5	<1–24	11	10	8,8
	2001	8	<2–7,8	4,3	4,2	2
Benso(a)antracen	1997	5	<1–5	2,4	1	1,9
	2001	8	<2	–	–	–
Krysen/Trifenylen	1997	5	<1–27	12	11	9,4
	2001	8	<2–7,2	4	3,7	1,8
Benso(b)fluoranten	2001	8	<2–4,2	3,4	3,8	1,2
Benso(k)fluoranten	2001	8	<2	–	–	–
Benso(a)pyren	2001	8	<2–<10	–	–	–
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	8	<2–<5	–	–	–
Benso(g,h,i)perylene	2001	8	<2–<5	–	–	–
Dibenso(a,h)antracen	2001	8	<2	–	–	–
Sum 7 PAH	1997	5	61–184	111	114	49,5
	2001	8	<2–29	15	14	11
Sum 16 PAH	2001	8	10–38	22	18	12
2-metylnaftalen	1997	5	<1–23	5,4	4,4	9,8
	2001	8	<5	–	–	–
1-metylnaftalen	1997	5	<1–9	2,6	1	3,6
	2001	8	<2	–	–	–

7.4.3.4 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler (Dutch 7 PCB) har analyserats i blåmussla vid samtliga tre undersökningstillfällen 1992, 1997 och 2001. Analysresultaten redovisas i tabell 7:28. I tabell 7:29 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. Inte heller 2001 kunde PCB 52 detekteras på mer än en station (Kungsviken), medan PCB 28 detekterades på alla stationer utom i Kosterfjorden. Övriga fem PCB detekterades på samtliga stationer 2001.

PCB 101 och 118 detekterades enbart på station 2, 4 och 13 vid 1992 års undersökningar, men på samtliga stationer 1997 och 2001. PCB 138 detekterades på samtliga stationer vid samtliga tre undersökningstillfällen medan PCB 180 enbart kunde detekteras på stationerna 4 och 13 1992 och på station 17 1997, men på alla stationer 2001. Att PCB i jämförelse med 1992 detekterades på fler stationer 1997 och 2001 beror på att detektionsgränsen sänkts betydligt vid de två senare undersökningstillfällena.

Fördelningsmönstret för samtliga PCB-kongener utom PCB 28 är mycket enhetligt. De i särklass högsta halterna för de andra sex kongenerna, liksom för $\Sigma 7$ PCB och total PCB (mätt som Aroklor 1254) återfinns i Kungsviken (station 11) i Koljefjorden, vilket indikerar att en emissionskälla finns inom området. De högsta halterna av PCB 28 noterades i Danafjord, Stenungsund, yttre Gullmaren och i Kosterfjorden.

Tabell 7:28. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCBer i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992–2001.

*The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1992–2001.*

Station	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 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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
2	1992	<175	<175	349	297	629	708	<175	1983	6941
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1992	<88	<88	123	<88	228	190	165	706	2471
	1997	<017	<017	69	69	160	120	<17	447	-
	2001	8,9	<0,5	33	31	78	42	7,8	196	689
10	1992	<78	<78	<78	<78	124	124	<78	248	868
	1997	<11	<11	33	33	54	54	<11	196	1550
	2001	9,7	<0,3	51	49	72	110	7,4	250	880
11	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	2,5	1,3	738	769	692	1 000	76	3 385	12 307
12a	1992	<51	<51	<51	<51	69	63	<51	32	112
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	13	<0,4	57	44	95	167	14	367	1285
12	1992	<91	<91	<91	<91	138	<91	<91	138	483
	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	0,85	<0,5	56	180	205	310	17	900	3 100
13	1992	<55	<55	<55	55	78	78	78	289	-
	1997	<10	<10	30	20	50	50	<10	170	600
	2001	0,54	<0,4	47	47	49	113	9,3	240	800
16	1992	<71	<71	<71	<71	84	80	<71	164	-
	1997	<8	<8	16	16	39	39	<8	124	430
	2001	<5,9	<0,2	56	59	76	129	12	300	430
17	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	<9	9	72	81	126	117	9	423	1480
	2001	11	<0,8	271	357	350	514	27	1 500	5 360

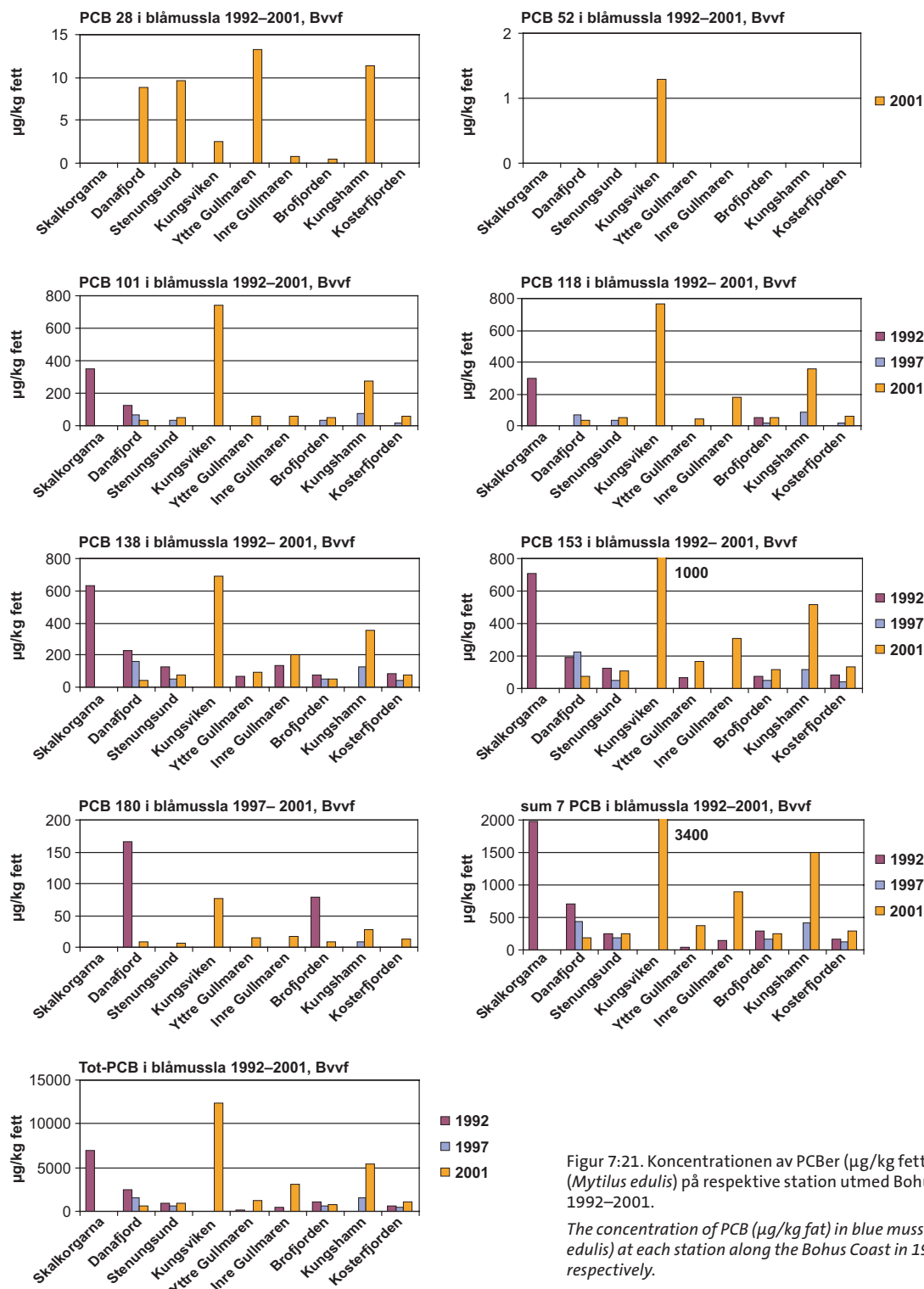
Tabell 7:29. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) för PCBer i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992–2001.

*Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1992–2001.*

Blåmussla	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	1992	8	<71–100	89	83	39
	1997	6	<8	-	-	-
	2001	8	0,54–13	6,6	7,4	4,9
PCB 52	1992	8	<71	87	81	39
	1997	6	<8	-	-	-
	2001	8	11–100	35	26	30
PCB 101	1992	8	<71–349	113	81	98
	1997	6	16–72	44	33	25
	2001	8	33–738	164	56	245
PCB 118	1992	8	<71–297	102	81	80
	1997	6	16–81	44	33	29
	2001	8	31–769	192	54	258
PCB 153	1992	8	<83–708	177	87	218
	1997	6	39–120	76	54	39
	2001	8	42–692	198	86	225
PCB 138	1992	8	<83–629	179	104	189
	1997	6	39–160	86	54	54
	2001	8	78–1 000	303	148	317
PCB 180	1992	8	<83–165	99	81	45
	1997	6	<8–9	-	-	-
	2001	8	7,4–76	21	13	23
Sum 7 PCB	1992	8	32–1980	458	206	650
	1997	6	120–450	272	196	151
	2001	8	195–3 384	892	333	1 104
Tot PCB	1992	8	112–6941	1 780	868	2 396
	1997	5	430–1550	1015	-	-
	2001	8	689–12 307	3 185	1 172	4 023

Koncentrationsutvecklingen för de olika kongenerna mellan 1992 och 2001 illustreras i figur 7:21. Av diagrammen i figuren framgår att halterna, av genom åren detekterbara PCB, har ökat mer eller mindre i blåmussla på de stationer där jämförelsedata finns att tillgå mellan 1992 och 2001. I några fall är förändringen liten och kan betraktas som mer eller mindre konstant. Utgående från $\Sigma 7$ PCB har halterna ökat med i genomsnitt 95 % sedan 1992. Enda undantag utgör Danaoford där halterna successivt minskat med 72 % under samma period. Total PCB ökade i genomsnitt med 79 % mellan 1992 och 2001.

Svenska bedömningsgrunder för PCB i blåmussla saknas, men enligt norskt system (SFT 1993) faller Kungsviken i klass 3 ("nokså dålig") och Inre Gullmaren och Kungshamn i klass 2 ("mindre god") medan kvaliteten i blåmussla på övriga stationer är "god" (klass 1).



Figur 7:21. Koncentrationen av PCBer ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001.

The concentration of PCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively.

7.4.3.5 Toxafen, lindan och hexaklorbensen

Analysresultaten över pesticiderna hexaklorbensen (HCB), toxafen och lindan (hexaklorhexan, γ -HCH) i blåmussla 2001 redovisas i tabell 7:30 samt spridning, medel- och medianvärden i tabell 7:31. Endast HCB har tidigare undersökts inom ramen för kontrollprogrammet.

Hexaklorbensen

HCB påvisades i blåmussla 1992 utanför Göteborg (stationerna Skalkorgarna 2 och Danafjord 4), utanför Stenungsund (station 10), i Brofjorden (station 13) och Kosterfjorden (station 16). Den högsta halten återfanns på station 2 (Skalkorgarna). HCB kunde inte detekteras i blåmussla 1997, men väl på de tre stationer (Danafjord, Stenungsund och Kungshamn) som undersöktes 2001. På den förstnämnda stationen har halterna minskat med 77 %, medan halten ökat med 12 % i Stenungsund och med närmare 400 % i Kungshamn (se figur 7:22). Den högsta halten 2001 återfanns i blåmusslor från Stenungsund. Svenska bedömningsgrunder för HCB i blåmussla saknas, men enligt norskt system faller alla tre stationerna i tillståndsklass 2 ("mindre god").

Tabell 7:30. Koncentrationen av toxafen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt), lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) och HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992–2001.

*The concentration of toxaphen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet substance), lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) and HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1992–2001.*

Station	År	Toxafen $\mu\text{g}/\text{kg}$ vv	Lindan $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	HCB $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett
2	1992	-	-	74
	1997	-	-	-
	2001	-	-	-
4	1992	-	-	53
	1997	-	-	<17
	2001	3,7	31	12
10	1992	-	-	47
	1997	-	-	<11
	2001	-	73	53
11	1992	-	-	-
	1997	-	-	-
	2001	3,2	-	-
12a	1992	-	-	<0,15
	1997	-	-	-
	2001	2	-	-
12	1992	-	-	<28
	1997	-	-	-
	2001	8	-	-
13	1992	-	-	33
	1997	-	-	<10
	2001	-	-	-
16	1992	-	-	29
	1997	-	-	<8
	2001	3,8	-	-
17	1992	-	-	-
	1997	-	-	<9
	2001	-	-	44

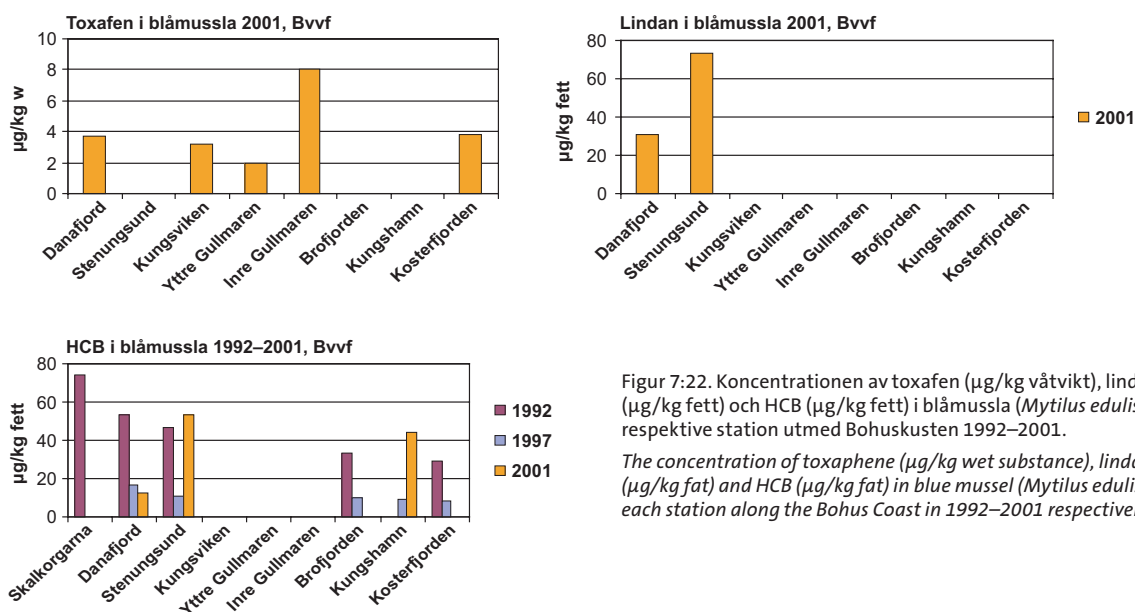
Toxafen och lindan

Toxafen kunde detekteras i halter mellan 2 och 8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtsubstans på samtliga fem stationer som undersöktes 2001 och lindan i halter mellan 31 och 73 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett (figur 7:22). Högsta halten av toxafen noterades i blåmusslor från inre Gullmaren medan högsta halten av lindan noterades i Stenungsund. Svenska bedömningsgrunder för dessa två pesticider i blåmussla saknas.

Tabell 7:31. Spridning och medelvärden toxafen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt), lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) och HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 1992–2001.

Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of toxaphene ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet substance), lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) and HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 1992–2001.

Blåmussla	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
Toxafen	1992	–	–	–	–	–
	1997	–	–	–	–	–
	2001	5	2–8	4,1	3,7	2,3
Lindan	1992	–	–	–	–	–
	1997	–	–	–	–	–
	2001	2	31–73	52	52	30
HCB	1992	8	<0,15–74	41	31	22
	1997	5	<9–<17	(11)	–	–
	2001	3	12–53	36	44	21



Figur 7:22. Koncentrationen av toxafen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt), lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) och HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 1992–2001.

The concentration of toxaphene ($\mu\text{g}/\text{kg}$ wet substance), lindan ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) and HCB ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 1992–2001 respectively.

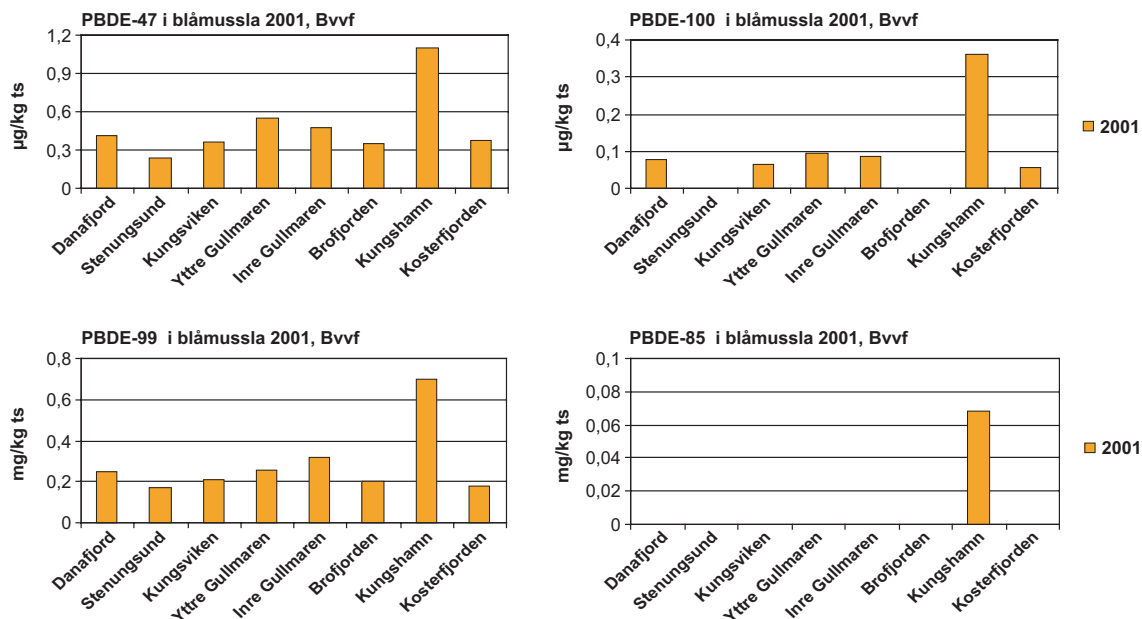
7.4.3.6 Polybromerade difenyletrar

Inom ramen för kustvattenkontrollen undersöktes polybromerade difenyletrar (PBDE) i blåmussla för första gången 2001. Analysresultaten samt medel- och medianvärden redovisas i tabellerna 7:32 och 7:33. Av åtta undersökta kongener kunde fyra (PBDE-138, PBDE-153 och PBDE-154) inte påvisas på någon av stationerna, medan PBDE-85 kunde detekteras på en station (Kungshamn) och PBDE-100 och DekabDE på sex respektive fyra stationer. PBDE-47 och PBDE-99 kunde däremot påvisas på samtliga åtta stationer utmed kusten (figurerna 7:23 och 7:24). De högsta halterna av PBDE förekom i Kungshamn och vad gäller DekabDE i Brofjorden. Resultaten tyder på emission i dessa områden. Svenska bedömningsgrunder saknas för PBDE i blåmussla.

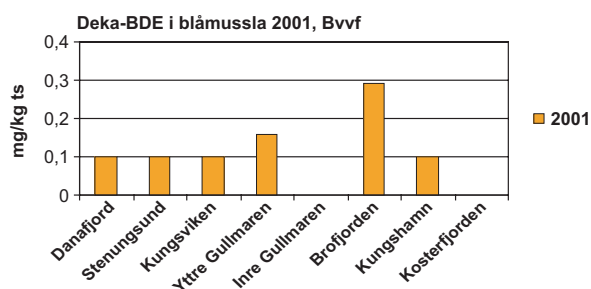
Tabell 7:32. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ ts) av polybromerade difenyletrar i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 2001.

The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ dw) of polybrominated diphenylethers in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 2001.

Station Blåmussla	År	PBDE-47 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-99 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-85 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-154 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	PBDE-138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts	DekabDE $\mu\text{g}/\text{kg}$ ts
4	2001	0,41	0,077	0,25	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1
10	2001	0,24	<0,1	0,17	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
11	2001	0,36	0,066	0,21	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
12a	2001	0,55	0,095	0,26	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
12	2001	0,48	0,086	0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
13	2001	0,35	<0,05	0,20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,29
16	2001	0,37	0,054	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1
17	2001	1,1	0,36	0,70	0,068	<0,05	<0,05	<0,05	0,1



Figur 7:23. Koncentrationen av PBDE ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 2001.
The concentration of PBDEs ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 2001 respectively.



Figur 7:24. Koncentrationen av DekaBDE ($\text{mg}/\text{kg ts}$) i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 2001.
The concentration of DecaBDE ($\text{mg}/\text{kg ts}$) in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 2001 respectively.

Tabell 7:33. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av polybromerade difenyletrar i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 2001.
Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of polybrominated diphenylethers in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 2001.

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
PBDE-47	2001	8	0,24–1,1	0,48	0,39	0,27
PBDE-100	2001	8	<0,05–0,36	0,11	0,08	0,10
PBDE-99	2001	8	0,17–0,70	0,29	0,23	0,17
PBDE-85	2001	8	<0,05–0,068	0,052	<0,05	0,0064
PBDE-154	2001	8	<0,05	<0,05	<0,05	–
PBDE-153	2001	8	<0,05	<0,05	<0,05	–
PBDE-138	2001	8	<0,05	–	–	–
DekaBDE	2001	8	<0,1–0,12	0,10	0,10	0,0089

7.4.3.7 Polyklorerade dioxiner och furaner

Blåmusslor från undersökningarna 2001 analyserades med avseende på de polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och furaner (PCDF) som ingår i den olika modellerna för TCDD-ekvivalentberäkning (TE-nordisk, WHO-TEF och TE-Eadon), samt till summa halter för de övriga tetra- till okta- CDD/CDF-isomererna. Analysresultaten redovisas i tabell 7:34 och spridning, medel- och medianvärden i tabell 7:35.

PCCD/PCDF har inom ramen för kontrollprogrammet inte tidigare studerats i blåmussla.

I tabell 7:34 redovisas även de olika beräknade TCDD-ekvivalenterna. TCDD-ekvivalenten erhålls när man enligt en riskmodell (bl.a. Miljörapport 1988:7) viktat de toxiska isomererna mot den mest toxiska isomeren 2,3,7,8-tetraklordibenso-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD). TCDD-ekvivalenten är således en uppskattning av den totala toxiciteten i provet omräknat till 2,3,7,8-TCDD. Ej detekterade värden har utslutits i beräkningen av TCDD ekvivalenten.

Tabell 7:34. Koncentrationen (ng/kg ts) av polyklorerade dibenso-p-dioxiner and furaner samt några TCDD-ekvivalenter (µg/kg ts) i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 2001.

The concentration (ng/kg dw) of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furanes, and some TCDD-equeivalent in blue mussel (Mytilus edulis) along the Bohus Coast in 2001.

Blåmussla	Danafjord Station 4 ng/kg 2001	Stenungsund Station 10 ng/kg 2001	Kungsviken Station 11 ng/kg 2001	Yttre Gullmaren Station 12a ng/kg 2001	Inre Gullmaren Station 12 ng/kg 2001	Brofjorden Station 13 ng/kg 2001	Kungshamn Station 17 ng/kg 2001	Kosterfjorden Station 16 ng/kg 2001
2378-TCDD	<1	<0,6	<2	<0,8	<2	<0,9	<1	<1
Sum TCDD	<20	<10	<40	<20	<40	<20	<20	<20
12378 PeCDD	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,4	<0,1	<0,1	<0,06
Sum Pe CDD	<2	2,4	2,4	5,4	1,2	1,5	2,5	<0,6
123478 HxCDD	<0,3	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,7
123678 HxCDD	<0,3	<0,3	<0,1	<0,09	<0,3	<0,3	<0,1	<0,3
123789 HxCDD	<0,2	<0,9	<0,3	<1	<0,6	<0,2	<2	<2
Sum HxCDD	<2	<4	<2	<3	<3	<2	<6	<8
1234678 HpCDD	<0,1	<0,7	1,1	<0,7	<0,9	<0,6	<0,5	<2
Sum HpCDD	<0,2	<1	1,1	<1	<2	<1	<1	<4
OCDD	<0,3	3,6	4,8	2,2	3	6,1	2,1	2,9
Sum PCDD	<0,02	6	9,4	7,6	4,2	7,6	4,6	2,9
2378 TCDF	<0,06	<0,1	1,1	<0,2	<1	<0,1	<0,4	<0,2
Sum TCDF	<1	1,7	9,2	6,0	<20	1,2	1	<4
12378/12348PeCDF	<0,06	<0,2	<0,1	<0,09	<0,1	<0,9	<0,03	<0,1
23478 PeCDF	0,2	0,16	0,35	<0,1	<0,2	<0,9	<0,2	<0,2
Sum PeCDF	1,5	6,0	3,2	1,0	<2	2,2	1,1	<2
123478/123479HxCDF	<0,2	0,34	0,55	<0,3	<0,2	<0,2	<0,1	<0,3
123678HxCDF	<0,09	0,29	<0,3	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2
234678HxCDF	<0,09	0,25	<0,1	<0,4	<0,2	<0,1	<0,2	<0,3
123789HxCDF	<0,03	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1
Sum HxCDF	<1	2,2	2,9	<4	1,1	<1	<2	<3
1234678 HpCDF	<0,2	0,63	0,92	0,51	0,87	0,85	0,5	0,48
123789HpCDF	<0,09	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,9	<0,1	<0,1
Sum HpCDF	<0,6	1,5	1,7	0,80	1,5	1,9	0,8	1,2
OCDF	1,7	1,2	2,3	1,3	2	4,3	1,3	1,4
SumPCDF	3,4	14,3	21,1	9,6	5,5	10,5	4,7	3,1
SUM PCDD/PCDF	3,4	20,3	30,5	17,2	9,7	18,1	9,3	6
WHO-TEF	0,1	0,17	0,36	0,051	0,097	0,086	0,05	0,048
TE Eadon	0,053	0,071	0,49	-	-	-	-	-
TE nordisk	0,082	0,18	0,37	0,0086	0,013	0,019	0,0084	0,012

I figur 7:25 illustreras dels koncentrationerna av Σ PCDD/PCDF dels WHO-TEF. Resultaten visar att de högsta halterna återfinns i musslor i kustområdet norr om Stenungsund med högsta halten i Kungsviken (Koljefjorden).

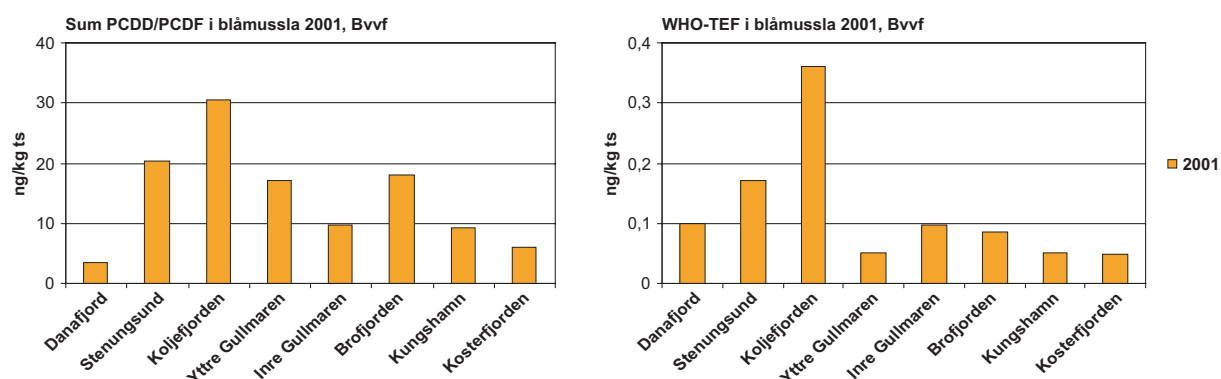
De olika ekvivalenterna ger liknande resultat och visar att toxiciteten hos blåmussla är högst Kungsviken (Koljefjorden) följt av Stenungsundsområdet, Danafjord och Brofjorden. I figur 7:25 illustreras detta med WHO-TEF ekvivalenten.

Tabell 7:35. Spridning och medelvärden (ng/kg ts) av polyklorerade dibenzo-p-dioxiner and furaner samt några TCDD-ekvivalenter i blåmussla (*Mytilus edulis*) utmed Bohuskusten 2001.

Range and means (ng/kg dw) of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furanes, and some TCDD-equeivalent in blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast in 2001.

Blåmussla	År	Antal stationer n	Intervall ng/kg ts	Medelvärde ng/kg ts	Medianvärde ng/kg ts	Standardavvikelse ng/kg ts
Sum PCDD/PCDF	2001	8	3,4–30,5	14,3	13,5	8,9
WHO-TEF	2001	8	0,048–0,36	0,12	0,092	0,1
TE Eadon	2001	8	0,053–0,49	0,20	0,071	0,25
TE nordisk	2001	8	0,0084–0,37	0,087	0,016	0,13

Svenska bedömningsgrunder för ekvivalenter i blåmussla saknas. Enligt norskt klassificeringschema (Rygg & Thèlin 1993) faller TCDD-ekvivalenten (TE-nordisk) i tillståndsklass I ("god") på alla stationer utom i Kungsviken där tillståndet är mindre bra (klass II) (figur 7:26).



Figur 7:25. Koncentrationen av Σ PCDD/PCDF (ng/kg ts) och TE i-TEQ i blåmussla (*Mytilus edulis*) på respektive station utmed Bohuskusten 2001.

The concentration of Σ PCDD/PCDF (ng/kg ts) and TE i-TEQ in blue mussel (*Mytilus edulis*) at each station along the Bohus Coast in 2001 respectively.

Blåmussla	TE nordisk ng/kg 2001	Bedömningsgrunder enl. norska SFT (1999)
Danafjord	0,082	Tillståndsklasser Klass 1 God Klass 2 Mindre god Klass 3 Nokså dålig Klass 4 Dålig Klass 5 Meget dålig
Stenungsund	0,18000	
Kungsviken	0,37	
Yttre Gullmaren	0,0086	
Inre Gullmaren	0,013	
Brofjorden	0,019	
Kungshamn	0,0084	
Kosterfjorden	0,012	

Figur 7:26. Blåmusslans (*Mytilus edulis*) miljökvälitet utmed Bohuskusten 2001 med avseende på toxicitetsekvivalent TE-nordisk. Klassning enligt norska bedömningsgrunder (SFT1993).

The environmental quality of the blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast with respect to the toxicity equivalent TE-nordisk 2001. Classification according to Norwegian Environmental Quality Criteria (SFT 1993).

7.4.3.8 Trendanalyser för Blåmussla

I de föregående avsnitten har presentationen av analysresultaten för blåmussla främst varit inriktad på att presentera den stationsvisa koncentrationsförändringen över tiden av respektive undersökt ämne/substans, samt att med hjälp av medel- och medianvärdesförändringen för samma period ge en generell bild av utvecklingen utmed Bohuskusten.

Sannolikheten för att de ovan beskrivna medelvärdesförändringarna är reella har dessutom testas statistiskt (enl. Fowler & Cohen 1996) med hjälp av s.k. t-test med (n-1) frihetsgrader för matchade datapar (dvs. data från samma stationer men härrörande från olika år i detta fall 1992, 1997 och 2001). Härigenom har den statistiska sannolikheten (*p*) för respektive medelvärdesförändring kunnat fastläggas.

Testen omfattar dels en matchning där 1992 och 1997 års data ställts mot varandra, dels motsvarande för 1997 och 2001 års data samt för 1992 och 2001 års data. Dessa s.k. trendanalyser ger med större eller mindre sannolikhet svar på hur säker en observerad förändring över tiden (trend) är.

Trenderna för blåmussla illustreras översiktligt i figur 7:27 där också den procentuella förändringen mellan åren anges. Pilarna visar om medelkoncentrationen för respektive ämne ökat, minskat eller är oförändrad. Resultaten av testen för matchade datapar visas med olika färger för olika sannolikhetsnivåer. Förändringar under 10 % betraktas inte som statistiskt signifikanta mot bakgrund av reproducerbarheten av ett prov i det kemiska analysarbetet.

Testen visar att med mer än 99 % sannolikhet har i genomsnitt kopparhalterna (Cu) i blåmussla minskat med 41 % och tennhalterna ökat med 190 % mellan 1992 och 2001. Under samma period har med 90–95 % sannolikhet halterna av bly (Pb), kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg) minskat med 27 %, 41 % respektive 94 % medan halten av TBT ökat med 17 %. Sannolikheten för att halterna av bly (Pb) under samma period har minskat med 27 % är mindre än 75 %.

Blåmussla, Bvfv Ämne/förening	Förändring Trend 1992-1997		Förändring Trend 1997-2001		Förändring Trend 1992-2001	
	%		%		%	
Arsenik (As)				-42		
Bly (Pb)	↘	-14	↘	-15	↘	-27
Kadmium (Cd)	↘	-43	↘	3	↘	-41
Koppar (Cu)	↘	-40	↘	-2	↘	-41
Krom (Cr)			↗	47		
Kvicksilver (Hg)	↘	-76	↘	-75	↘	-94
Nickel (Ni)	↘	-31	↘	37	↘	-6
Tenn (Sn)	↗	230	↗	-14	↗	190
Vanadin (V)			↘	-84		
Zink (Zn)			↘	-21		
Sum 7 PAH			↘	-86		
1-metylnaftalen			↘	-8		
2-metylnaftalen			↘	-7		
Tot PCB	↘	-43	↗	213	↘	79
Sum 7PCB	↘	-41	↗	227	↘	95
HCB	↘	-71	↘	-12	↘	-4
TBT					↗	17
DBT					↘	-17

Sannolikhet/Probability

Red	p>99 %
Orange	p>95 %
Yellow	p>90 %
Light Green	p>75 %
Dark Green	p<75 %

Figur 7:27. Sammanställning över förändringen av medelvärdeskoncentrationen för några ämnen och föreningar i blåmussla utmed Bohuskustens mellan 1992 och 2001. Nedåtriktad pil betyder minskad halt och uppåtriktad pil ökad halt. Grönmarkerade fält markerar förändringar som är större än de minst 10 % som baserat på reproducerbarheten vid den kemiska analysen krävs för att en förändring med säkerhet skall kunna bedömas.

Compilation of the changes of the average concentrations of some elements and compounds between 1992 and 2001 in blue mussel from the Bohus Coast. Arrow pointed downwards implies decreasing concentration and arrow pointed upwards implies increasing concentration. Green areas mark changes bigger than the minimum of 10 % due to the precision of chemical analyses.

Halten av både $\Sigma 7$ PCB och total PCB sjönk starkt mellan 1992 och 1997 för att därefter öka kraftigt mellan 1997 och 2001. Sammantaget för hela perioden 1993–2001 har dock halten för $\Sigma 7$ PCB och total PCB med en sannolikhet av 75–90 % ökat med 95 % respektive 79 % medan DBT minskat med 17 % och HCB med endast 4 %.

Trenderna för perioderna 1992–1997 respektive 1997–2001 är de samma för Pb och Hg som för hela perioden 1992–2001, medan främst Ni och Sn avviker under perioden 1997–2001. Under den senare perioden har med mer än 99 % sannolikhet halterna av Hg, V och Zn minskat med 75 %, 84 % respektive 21 %, medan Cr ökat med 47 %. As och PAH har under samma period, med mellan 95 och 99 % sannolikhet, minskat med 42 respektive 86 %.

Halterna för både $\Sigma 7$ PCB och total PCB sjönk starkt mellan 1992 och 1997 för att därefter öka kraftigt mellan 1997 och 2001.

Halten av hexaklorbensen (HCB) minskade med 71 % mellan 1992 och 1997 ($p > 99$ %) för att därefter för att därefter fortsätta att sjunka något. Det skall dock understrykas att dataunderlaget för medelvärdesförändringarna för HCB utmed Bohuskusten är litet för åren 1997 och 2001, fem respektive tre stationer, vilket innebär att resultaten mer skall betraktas som indikationer på åt vilket håll förändringarna går.

Trender under 10 % ligger inom felmarginalen. Data för As, Cr, V, Zn, PAH och metyl-naftalener saknas för vissa år.

Utvecklingen för DBT och TBT mellan 1992 och 1997 samt 1997 och 2001 har inte tagits med i denna sammanställning mot bakgrund av att analyserna från 1997 sannolikt är felaktiga.

7.4.4 MILJÖGIFTER I TORSK

Analysresultaten från 1993, 1998 och 2001 års undersökningar av torskfilé och torsklever redovisas i tabellerna 47–59. Valet av analyser överensstämmer inte helt mellan de två undersökningstillfällena. Den första undersökningsomgången omfattade färre metaller och inga bicykliska och polycykliska aromatiska kolväteföreningar (PAH). Däremot undersöktes extraherbara organiska halogenföreningar, DDT och hexaklorbensen (HCB) vilket inte var fallet 1998 och 2001. En översikt över utförda analyser respektive år ges i tabell 7:36.



Torsk, *Gadus morhua* (Ursing 1956)

Tabell 7:36. Analyserade miljögifter i torsk (*Gadus morhua*) från Bohuskusten 1993–2001. Bokstäverna markerar vad som analyserats respektive år i filé (F) och lever (L).

Toxic element and substances analysed in cod (Gadus morhua) caught along the Bohus Coast in 1993–2001. Capitals mark what have been analysed each year in the filet (F) and liver (L) respectively.

Ämnesgrupp	Specifikation	1993	1998	2001
Metaller	Al, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, V, Zn,	FL	L	L
Organiska tennföreningar	dibutyl Sn, tributyl Sn		L	FL
Extraherbart org. Klor o brom	EOX, EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr	FL		
Polycykl. aromatiska kolväten	16 PAH		L	L
Metylnaftalener	1-metylnaftalen, 2-metylnaftalen		L	L
Polyklorerade bifenyl	Dutch 7 PCB, tot PCB	FL	L	FL
Nonorto PCB	PCB 77, PCB 126, PCB 169		L	
Diklordifenyltrikloretan	p,p-DDT, p,p-DDE, p,p-DDD, o,p-DDT	FL		
Hexaklorbensen	HCB	FL		
Toxafen			L	FL
Dioxiner och furaner	PCCD/PCDF		L	FL

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 benämndes ”Syd”. Därutöver erhöles leverprov vid Kungshamn (station 17). 2001 fångades torsk på samtliga fem stationer. Detta innebär att stationsvisa jämförelsedata inte finns för alla år och stationer. Däremot kan medel- och medianvärden för de tre undersökningsomgångarna jämföras.

7.4.4.1 Tungmetaller

Vid 1993 års undersökningar analyserades enbart kvicksilver (Hg) och kadmium (Cd) i torsklever respektive torskfilé. Vid 1998 och 2001 års undersökningar analyserades Cd och Hg samt ytterligare 8 metaller (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V och Zn) i enbart torsklever. I 2001 års undersökningar ingick dessutom mangan (Mn). Analysresultaten från 2001 redovisas för varje station tillsammans med motsvarande resultat från de två undersökningstillfällena 1993 och 1998 i tabell 7:37. I tabell 7:38 redovisas i förekommande fall medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive metall och år i torsklever.

En jämförelse mellan medelvärdet för Cd och Hg i lever 1993 med motsvarande värden för samlingsprovet ”Syd” 1998 (tabell 7:37) antydde att Hg-halterna hade minskat och Cd-halterna ökat något. Osäkerheten var dock mycket stor eftersom jämförelsen baserades på ett medelvärde som jämfördes med ett samlingsprov, även om det senare kan anses representera en medelhalt. 2001 års data visar att halterna har sjunkit sedan 1993 för såväl Hg som Cd (fig. 7:28).

Koncentrationsutvecklingen vad avser övriga metaller, Cr, Zn och Sn undantaget, visar att halterna har minskat mellan 1998 och 2001 på den station (Kungshamn) där jämförelsematerial finns att tillgå. Cr, Zn och framför allt Sn har däremot ökat under samma period.

Om medelvärdet för ovan nämnda samlingsprov ”Syd” och provet från Kungshamn 1998 jämförs med medelvärdet för alla stationer från 2001 erhålls ett grovt och osäkert mått på den samlade utvecklingen. Denna visar att As, Pb, Cd, Cu, Hg, Ni, Sn, V och Zn minskat med respektive 28 %, 72 %, 64 %, 73 %, 55 %, 98 %, 18 % och 37 % medan Sn ökat med hela 370 %. Det skall dock understrykas att jämförelsen

Tabell 7:37. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i torskfilé respektive torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993–2001. Streck (-) = ej analyserat.

The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in cod fillet respective liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993–2001. Line (-) = not analysed.

Filé 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	-	-	-	-	-

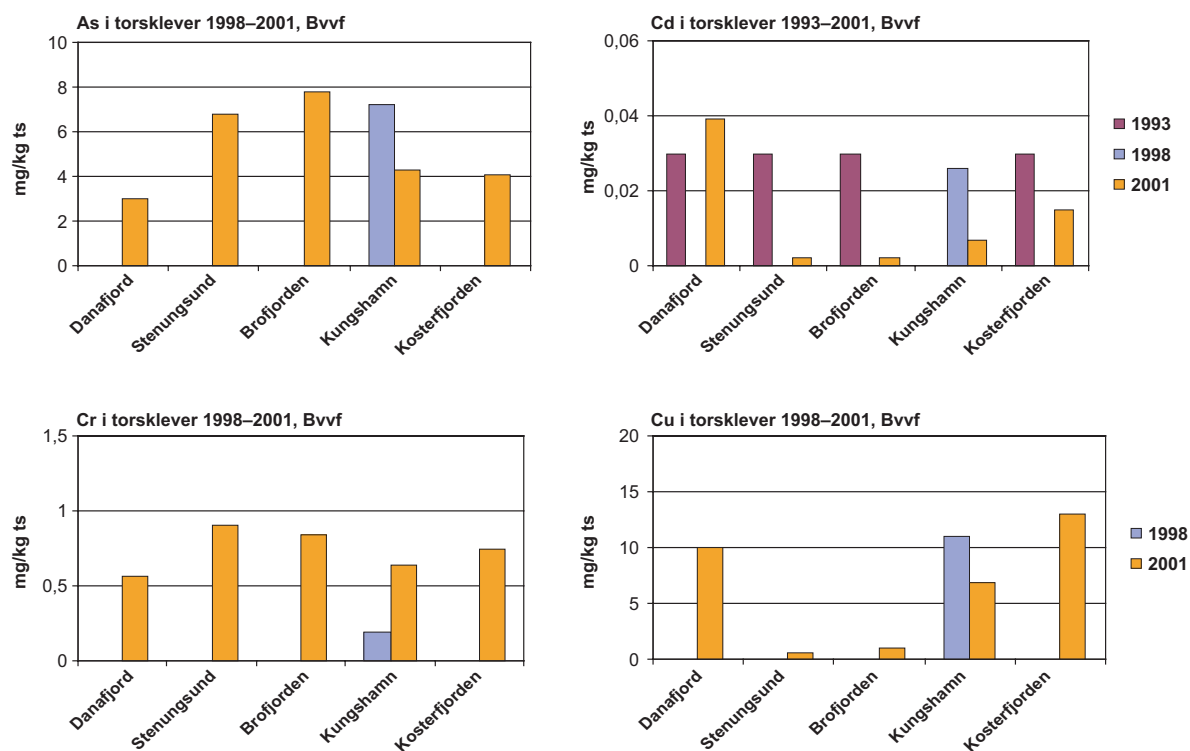
Lever Station	År	As mg/kg ts	Cd mg/kg ts	Cr mg/kg ts	Cu mg/kg ts	Hg mg/kg ts	Mn mg/kg ts	Ni mg/kg ts	Pb mg/kg ts	Sn mg/kg ts	V mg/kg ts	Zn mg/kg ts
4	1993	-	0,03	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	3	0,039	0,56	10	0,02	0,89	<0,032	0,056	0,27	0,14	32
10	1993	-	0,03	-	-	0,18	-	-	-	-	-	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	6,8	<0,0028	0,90	0,56	0,14	0,86	0,092	0,046	0,34	0,24	56
13	1993	-	0,03	-	-	0,21	-	-	-	-	-	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	7,8	<0,002	0,84	1,0	0,076	0,53	0,053	0,23	0,48	0,27	63
16	1993	-	0,03	-	-	0,25	-	-	-	-	-	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	4,1	0,0069	0,74	13	0,025	1,3	0,023	0,009	0,25	0,19	45
17	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1998	7,2	0,026	0,19	11	0,04	-	2,8	0,33	<0,18	<0,18	20
	2001	4,3	0,015	0,64	6,9	<0,001	0,93	0,025	0,015	4,3	0,15	33
Syd	1998	7,1	0,045	0,38	35	0,19	-	1,9	0,17	<0,3	<0,3	126

haltar betänkligt och att någon säker trend inte kan avgöras på grund av bristerna i materialet från 1998. En jämförelse med Cr är inte meningsfull då analysmetoderna skiljer sig allt för mycket åt mellan åren (lakning 1998 respektive totalanalys 2001).

Svenska bedömningsgrunder för metaller i torskfilé och torsklever saknas.

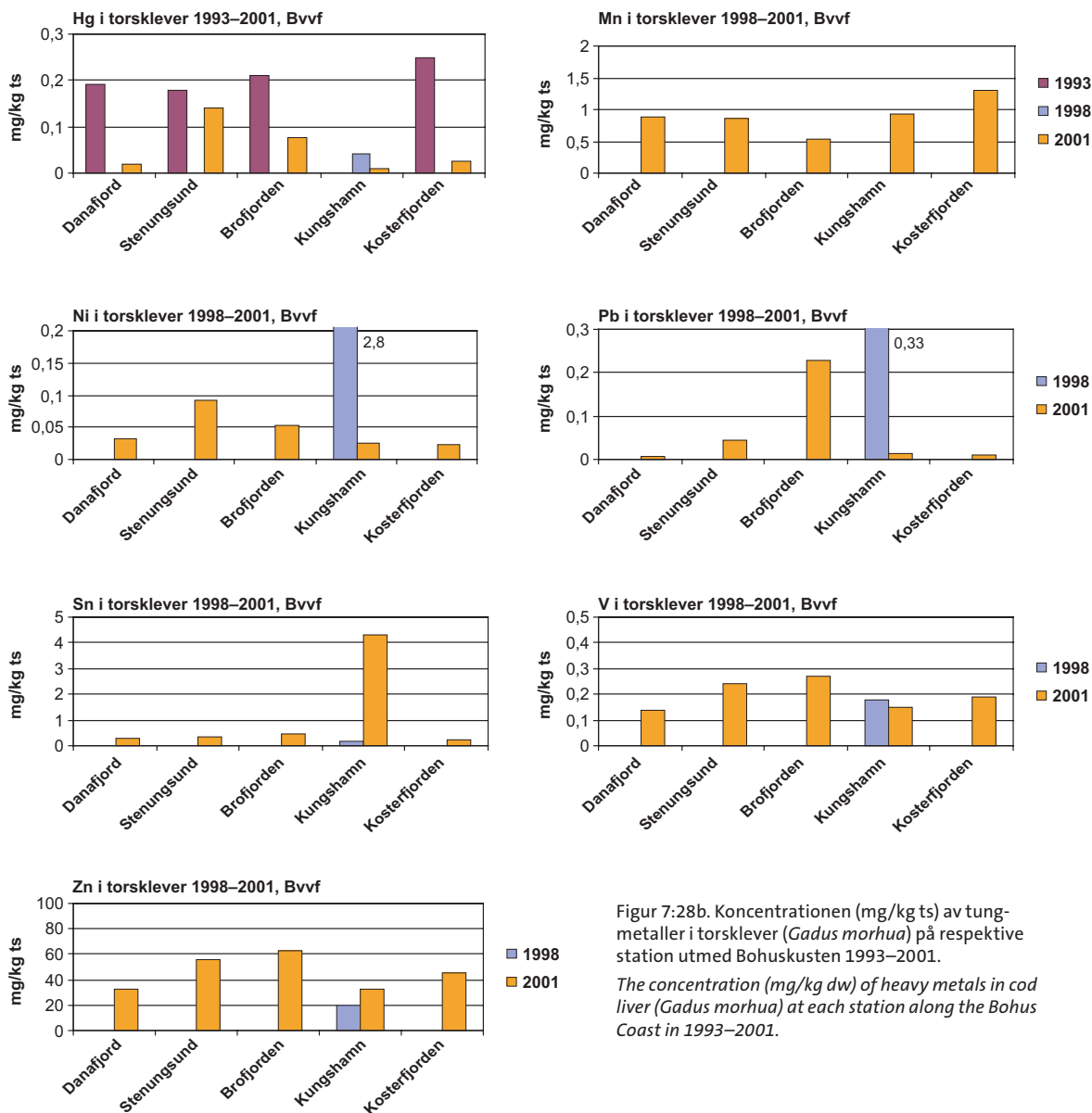
Tabell 7:38. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för metaller i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993–2001. Range and means (mg/kg dw) of metals in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993–2001.

Torsklever	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	Standardavvikelse mg/kg ts
As	1998	2	7,1–7,2	7,2	7,2	0,07
	2001	5	3–7,8	5,2	4,3	2,0
Cd	1993	4	0,03	0,03	0,03	0
	1998	2	0,026–0,045	0,036	0,036	0,013
	2001	5	<0,002–0,039	0,013	0,014	0,015
Cr	1998	2	0,19–0,38	0,29	0,29	0,13
	2001	5	0,56–0,90	0,74	0,74	0,14
Cu	1998	2	11–35	23	23	17
	2001	5	0,56–13	6,3	6,9	5,5
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
	2001	5	0,0098–0,14	0,054	0,025	0,054
Mn	2001	5	0,53–1,3	0,90	0,89	0,27
Ni	1998	2	1,9–2,8	2,4	2,4	0,64
	2001	5	<0,023–0,092	0,045	0,032	0,029
Pb	1998	2	0,17–0,33	0,25	0,25	0,11
	2001	5	0,089–0,23	0,071	0,046	0,090
Sn	1998	2	<0,3	-	-	-
	2001	5	0,25–4,3	1,1	0,34	1,8
V	1998	2	<0,3	-	-	-
	2001	5	0,14–0,27	0,20	0,19	0,056
Zn	1998	2	20–130	73	73	75
	2001	5	32–63	46	45	14



Figur 7:28a. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i torsklever (*Gadus morhua*) på respektive station utmed Bohuskusten 1993–2001.

The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in cod liver (*Gadus morhua*) at each station along the Bohus Coast in 1993–2001.



Figur 7:28b. Koncentrationen (mg/kg ts) av tungmetaller i torsklever (*Gadus morhua*) på respektive station utmed Bohuskusten 1993–2001.

The concentration (mg/kg dw) of heavy metals in cod liver (*Gadus morhua*) at each station along the Bohus Coast in 1993–2001.

7.4.4.2 Organiska tennföreningar

Organiska tennföreningar undersöktes inte i torsklever och torskfilé 1993 men väl 1998 och 2001. Även i detta fall begränsas data 1998 av ett samlingsprov och ett prov från Kungshamn. Analysresultaten redovisas i tabell 7:39. I tabell 7:40 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive tennförening och år. Halterna i filén 2001 låg under detektionsgränsen (<0,07 mg/kg ts).

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. Vid undersökningarna 2001 låg samtliga leverprov utom DBT från Stenungsund och TBT från Kungshamn under detektionsgränsen. På de två nämnda stationerna låg halterna nära detektionsgränsen, och var ca sju gånger lägre än samlingsprovet ”Syd” från 1998. Vid en jämförelse mellan medelvärdet för samlingsprov ”Syd” och station 17 med medelvärdet för 2001 har TBT och DBT halterna minskat med 82 respektive 61 %.

I figur 7:29 illustreras resultaten från 1998 och 2001. Halter under detektionsgränsen har uteslutits i figuren.

Svenska bedömningsgrunder för organiska tennföreningar i torsklever saknas.

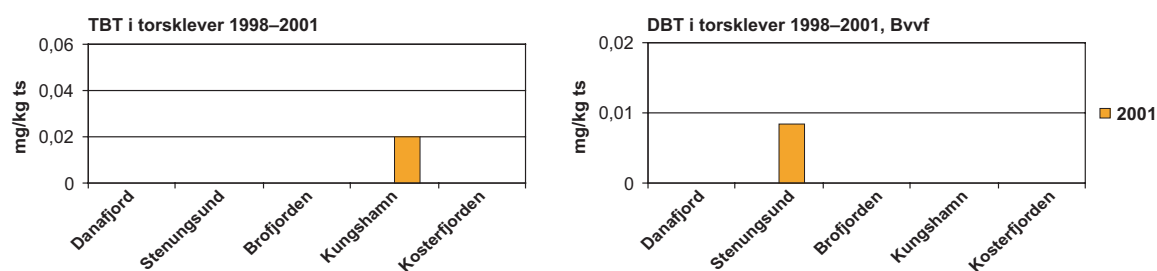
Tabell 7:39. Koncentrationen (mg/kg ts) av organiska tennföreningar i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998–2001.
The concentration (mg/kg dw) of organic tin compounds in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1998–2001.

Torsklever Station	År	Dibutyltenn mg/kg ts	Tributyltenn mg/kg ts
4	2001	<0,02	<0,02
10	2001	0,0085	<0,005
13	2001	<0,05	<0,05
16	2001	<0,02	<0,02
17	1998	<0,03	<0,06
	2001	<0,02	0,02
Syd (2+10)	1998	0,06	0,13

Tabell 7:40. Spridning och medelvärden (mg/kg ts) för organiska tennföreningar i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998–2001.

Range and means (mg/kg dw) of organotin compounds in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1998–2001.

Torsklever	År	Antal stationer n	Intervall mg/kg ts	Medelvärde mg/kg ts	Medianvärde mg/kg ts	Standardavvikelse mg/kg ts
Dibutyl-Sn	1998	2	<0,03–0,06	-	-	-
	2001	5	<0,050,0085	0,024	0,02	0,016
Tributyl-Sn	1998	2	<0,06–0,13	-	-	-
	2001	5	<0,005–0,02	0,023	0,02	0,016



Figur 7:29. Koncentrationen (mg/kg ts) av tributyltenn och dibutyltenn i torsklever (*Gadus morhua*) på respektive station utmed Bohuskusten 1998–2001.

The concentration (mg/kg dw) of tributyl-tin and dibutyl-tin in cod liver (Gadus morhua) at each station along the Bohus Coast in 1998–2001.

7.4.4.3 Metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten

Polycykliska aromatiska kolväteföreningar (PAH) undersöktes inte i torsk 1993, men väl i torsklever 1998 och 2001. Undersökningarna 1998 inskränkte sig till station 17 i Kungshamn och ett samlingsprov ”Syd” bestående av torsklever från stationerna 2 och 10. Analysresultaten redovisas i tabell 7:41 samt illustreras i figurerna 7:30 och 7:31. I tabell 7:42 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening.

Fyra föreningarna (naftalen, 2-metylnaftalen, 1-metylnaftalen) detekterades 1998. I samlingsprovet från station ”Syd” var halterna genomgående något högre på station ”Syd” jämfört med Kungshamn. År 2001 detekterades naftalen på alla stationer utom i Brofjorden. Den högsta halten (40 µg/kg ts) påträffades i torsklever från Kungshamn. 1-metylnaftalen påvisades i Brofjorden 2001.

Av övriga PAH detekterades 1998 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.

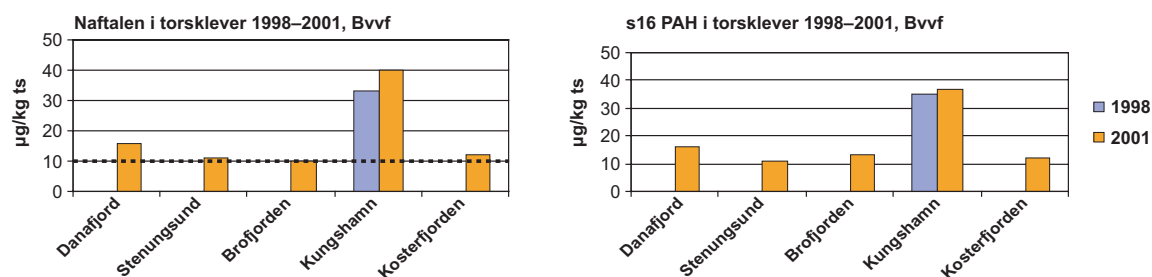
2001 detekterades inga PAHer, vilket sannolikt berodde på att detektionsgränsen låg högre än 1998.

Vid en jämförelse mellan 1998 och 2001 på station Kungshamn kan konstateras att halten av naftalen ökat med 21 % sedan 1998. Σ6 PAH är dock 45 % lägre än Σ6 PAH på station 17, men jämförelsen och koncentrationsförändringen är osäker till följd av att detektionsgränsen var högre 2001.

Tabell 7:41. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998–2001.

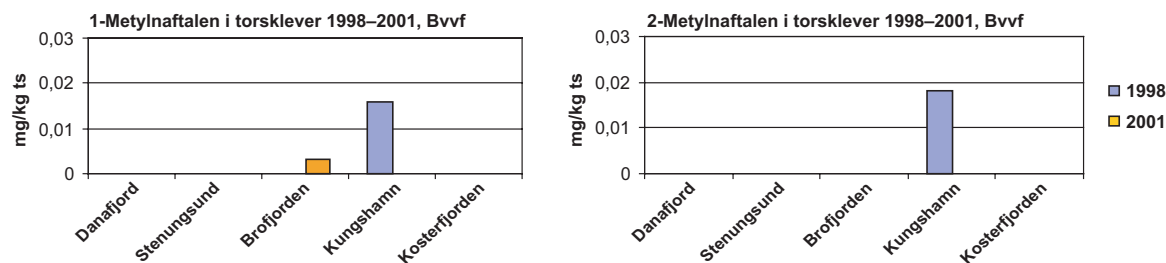
The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of methylnapthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998–2001.

Torsklever $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	År	4	10	13	16	17	Syd
Naftalen	1998	-	-	-	-	33	35
	2001	16	11	<10	12	40	
Acenaftylen	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Acenaften	1998	-	-	-	-	3	<1
	2001	<10	<2	<2	<30	<30	
Fluoren	1998	-	-	-	-	8	11
	2001	<40	<2	<2	<30	<30	
Fenantren	1998	-	-	-	-	13	26
	2001	<30	<10	<10	<10	<30	
Antracen	1998	-	-	-	-	1	6
	2001	<10	<2	<2	<60	<10	
Fluoranten	1998	-	-	-	-	9	21
	2001	<40	<2	<2	<20	<40	
Pyren	1998	-	-	-	-	1	13
	2001	<40	<2	<2	<10	<20	
Benso(a)antracen	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Krysen/Trifenylen	2001	<20	<2	<2	<10	<10	
Benso(b)fluoranten	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Benso(k)fluoranten	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Benso(a)pyren	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Benso(g,h,i)perylen	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Dibenso(a,h)antracen	2001	<10	<2	<2	<10	<10	
Sum 6 PAH	1998					68	112
Sum 16 PAH	2001	16	11	13	12	37	
2-metylnaftalen	1998					18	31
	2001	<10	<10	<5	<10	<10	
1-metylnaftalen	1998					16	20
	2001	<10	<3	3,2	<10	<10	



Figur 7:30. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998–2001. streckad linje = detektionsgräns 2001

The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998–2001. Broken line = detection limit in 2001.



Figur 7:31. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998–2001.

The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of methylnapthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998–2001.

Tabell 7:42. Spridning och medelvärden ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) för metylnaftalener och polycykliska aromatiska kolväteföreningar (PAHer) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998–2001.

*Range and means ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of methylnapthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998–2001.*

Torsklever	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
Naftalen	1998	2	33–35	34	34	1,4
	2001	5	<10–40	18	12	13
Acenaftylen	2001	5	<2–<10			
Acenaften	1998	2	<1–3	–	–	–
	2001	5	<2–<30			
Fluoren	1998	2	8–11	9,5	9,5	2,1
	2001	5	<2–<40			
Fenantren	1998	2	13–26	20	20	9,2
	2001	5	<10–<30			
Antracen	1998	2	1–6	3,5	3,5	3,5
	2001	5				
Fluoranten	1998	2	9–21	15	15	8,4
	2001	5	<2–<40			
Pyren	1998	2	1–13	7	7	8,5
	2001	5				
Benso(a)antracen	2001	5	<2–<10			
Krysen/Trifenylen	2001	5	<2–<20			
Benso(b)fluoranten	2001	5	<2–<10			
Benso(k)fluoranten	2001	5	<2–<10			
Benso(a)pyren	2001	5	<2–<10			
Indeno(1,2,3-cd)peylen	2001	5	<2–<10			
Benso(g,h,i)perylen	2001	5	<2–<10			
Dibenso(a,h)antracen	2001	5	<2–<10			
Sum 6 PAH	1998	2	35–77	56	56	27
Sum 16 PAH	2001	5	11–37	18	13	11
2-metylnaftalen	1998	2	18–31	25	25	9,2
	2001	5	<5–<10			
1-metylnaftalen	1998	2	16–20	18	18	2,8
	2001	5	<3–10	7,2	10	3,8

Om medelvärdet för ovan nämnda samlingsprov ”Syd” och provet från Kungshamn 1998 jämförs med medelvärdet för alla stationer från 2001 erhålls ett grovt och osäkert mått på den samlade utvecklingen. Denna visar på en koncentrationsminskning på ca 80 %. Osäkerheten är stor då jämförelsen haltar, men kan ses som en indikation på att halterna i torsklever kan ha minskat under perioden 1998–2001.

Svenska bedömningsgrunder för PAH i torsklever saknas.

7.4.3.4 Polyklorerade bifenyler

Polyklorerade bifenyler (PCB) undersöks både i torskfilé och torsklever. Undersökningarna i filé begränsades 1993 till torsk som fångats i Danafor (station 4), Stenungsund (station 10) och Kosterfjorden (station 16), samt 1998 till torsk fångad i Kungshamn (station 17). Undersökningarna av filé 2001 reducerades till två stationer (Danafor och Kosterfjorden). Analysresultaten redovisas i tabellerna 7:43.

Torsklever däremot analyserades 1993 och 2001 på fyra respektive fem stationer (Danafor, Stenungsund, Kungshamn, Kosterfjorden och fr.o.m. 2001 Brofjorden). Undersökningarna 1998 inskränkte sig till station 17 i Kungshamn samt ett samlingsprov ”Syd” bestående av torsklever från Danafor och Stenungsund (stationerna 2 och 10). Analysresultaten för torsklever redovisas i tabell 7:44. I tabellerna 7:45 och 7:46 redovisas medelvärden, medianvärden, standardavvikelse och spridning för respektive förening i filé respektive lever.

I torskfilé kunde 2001 alla utom en kongen (PCB-52) detekteras utanför Göteborg (Danafor) och alla utom två kongener (PCB-28, PCB-52) i Kosterfjorden. I det senare området var halten $\Sigma 7$ PCB ca fem gånger högre än utanför Göteborg. Resultatet skiljer sig därmed åt från 1993 då istället halterna i filé var högre i Göteborgsområdet (fig. 7:32a–b).

I torsklever kunde, med ett undantag, samtliga sju kongener detekteras på samtliga stationer såväl 1993 som 2001. Undantaget utgjordes av PCB-52 som 2001 inte kunde påvisas på stationerna i Stenungsund och

Brofjorden. De högsta halterna av $\Sigma 7$ PCB påvisades såväl 1993 som 2001 i Göteborgsområdet (station 4) och Brofjorden (station 13) (fig. 7:32a–b).

1993 var på samtliga stationer halterna i torsklever dubbelt så höga som halterna i filén. 2001 var halten utanför Göteborg (Danafjord) lika stor i filén som i levern, medan halten i filén från Kosterfjorden var ca 15 gånger högre än i levern. Det senare är så anmärkningsvärt att analysfel inte kan uteslutas.

Mönstret för total-PCB (mätt som Aroclor 1254) år 2001 är snarlikt mönstret för $\Sigma 7$ PCB, dvs. med de högsta halterna påvisade utanför Göteborg och i Brofjorden.

Halten total-PCB i lever i samlingsprovet från Göteborgs- och Stenungsundsområdet (stationerna 2 och 10) 1998 är ca sex gånger högre än i provet från station 17 (Byttelocket). Svenska bedömningsgrunder saknas för PCB i torsk, men enligt norska bedömningsgrunder (SFT 1993) för torsklever faller station 10 (Danafjord) i klass 2 ("Mindre god") och övriga i klass 1 ("God"). Båda stationerna där filén undersökts faller i klass 2.

I genomsnitt har halten $\Sigma 7$ PCB i torsklever minskat med 23 % mellan 1993 och 2001. Förändringen i filén under samma period visar på en ökning av halten i både Göteborgsområdet och Kosterfjorden. Ökningen i Göteborgsområdet är ca 50 % medan den långt större förändringen i Kosterfjorden är mycket osäker till följd av eventuellt analysfel.

Tabell 7:43. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCB i torskfilé (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993–2001. - = ej detekterat.

*The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in cod filet (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993–2001. - = not detected*

Torskfilé Station	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 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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
4	1993	154	<154	200	159	338	369	<154	1077	4 081
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	24	<166	135	296	407	611	152	1630	5740
10	1993	-	-	-	-	182	182	-	364	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1993	<147	<147	<147	<147	147	162	<147	309	-
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	<47	<47	558	1 419	2 116	3 023	814	7 907	27 907

Tabell 7:44. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCB i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993–2001. - = ej detekterat.

*The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993–2001. - = not detected*

Torskfilé Station	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 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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
4	1993	16.7	56.8	322	367	783	815	236	2 600	10 600
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	9,6	27,7	136	277	426	511	149	1532	5 319
10	1993	6.26	15.4	74.9	108	218	233	73.8	730	2 970
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	54	<44	36	144	136	275	62	638	2 319
13	1993	7.97	18.2	108	180	327	367	93.3	1 110	4 570
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	25	<53	47	253	320	507	127	1253	4 400
16	1993	6.27	11.6	11.6	63.1	212	227	67	700	2 840
	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001	4	10	59	120	130	170	48	544	1 891
17	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1998	5	7	39	101	163	161	40	516	1 032
	2001	5	19	117	242	247	278	86	1 000	3 611
Syd	1998	29	78	354	93	1 340	1 210	513	3 600	7 200

Tabell 7:45. Spridning och medelvärden för PCB i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993–2001.

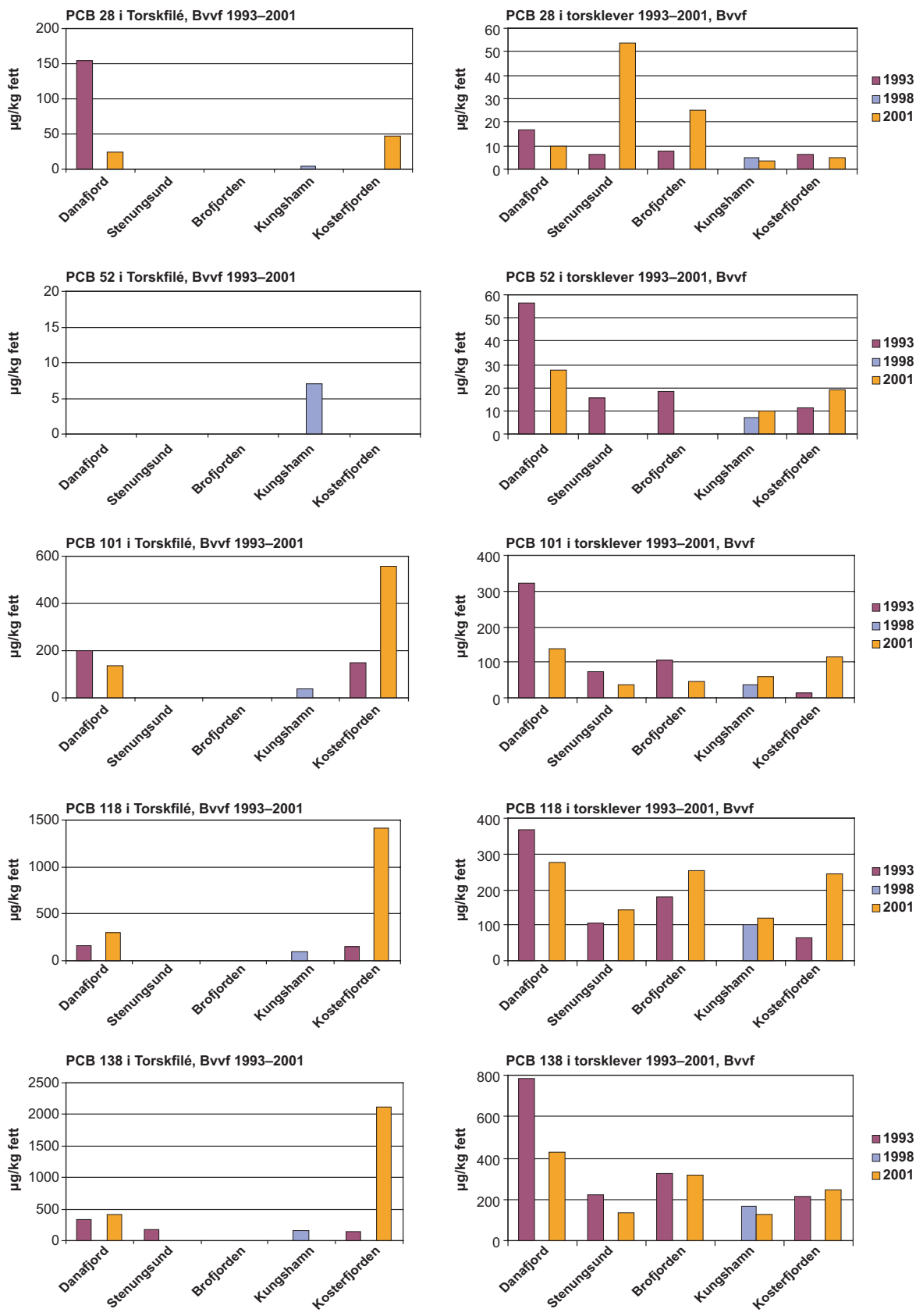
Range and means of PCBs in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993–2001.

Torsklever	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
	2001	5	3,7–54	19	9,6	21
PCB 52	1993	4	12–57	26	17	21
	1998	2	7–78	43	43	50
	2001	5	3,7–53,6	31	28	18
PCB 101	1993	4	12–320	129	91	135
	1998	2	39–350	197	197	223
	2001	5	36–136	79	59	45
PCB 118	1993	4	63–370	180	144	134
	1998	2	93–101	97	97	5,7
	2001	5	120–277	207	242	70
PCB 153	1993	4	230–820	411	300	277
	1998	2	160–1210	686	686	271
	2001	5	170–511	348	278	153
PCB 138	1993	4	210–780	385	273	271
	1998	2	160–1 340	752	752	832
	2001	5	130–426	252	247	125
PCB 180	1993	4	67–240	118	84	80
	1998	2	40–510	277	277	334
	2001	5	48–149	94	86	43
Sum 7 PCB	1993	4	700–2 600	1 285	920	896
	1998	2	520–3 600	2 058	2 058	2 181
	2001	5	544–1 532	993	1 000	414
PCB Aroclor 1254	1993	4	2840–10600	5 245	3 770	3 655
	1998	2	1030–7200	4 116	4 116	4 361
	2001	5	1890–5320	3 508	3 611	1 424

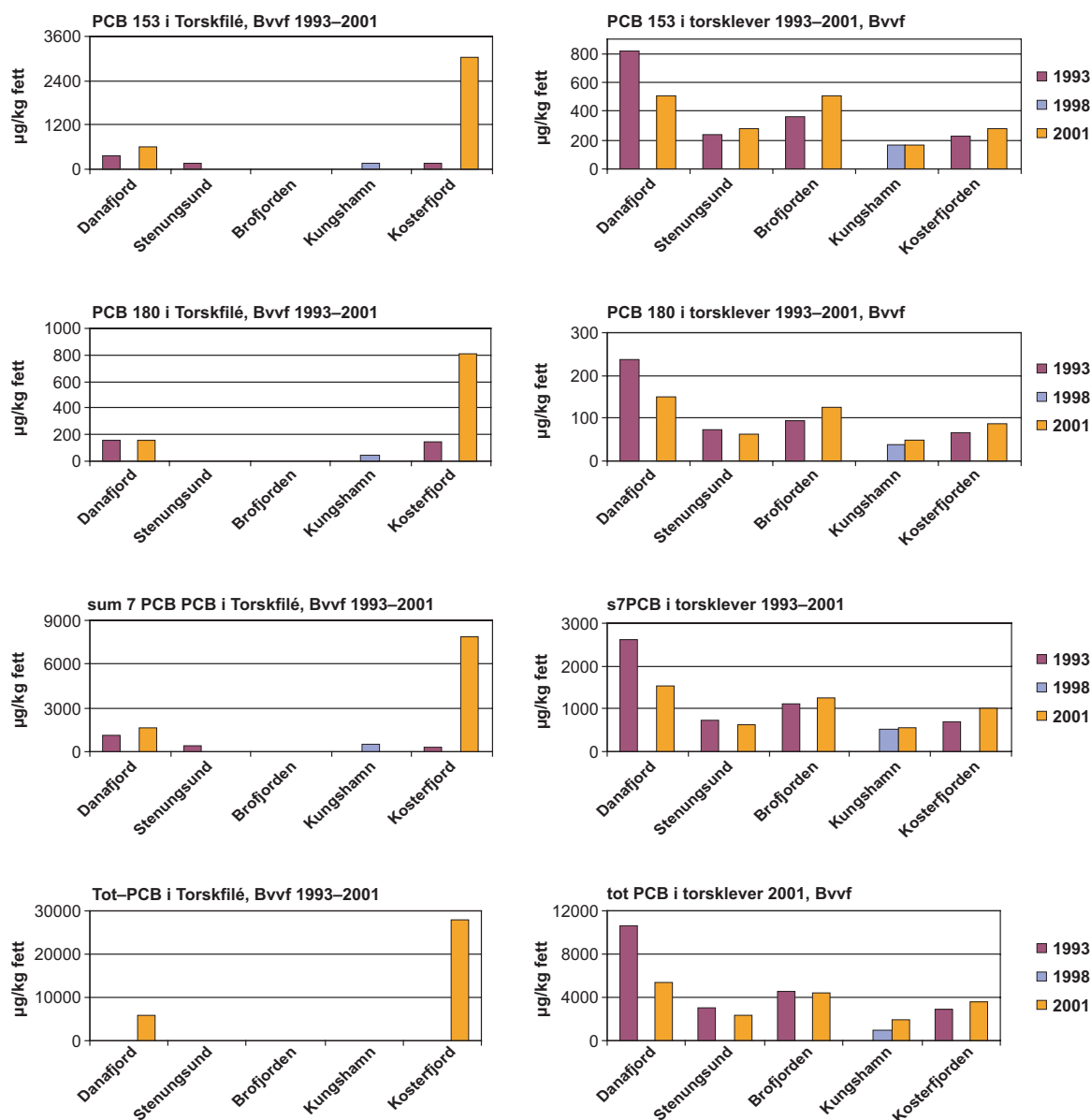
Tabell 7:46. Spridning och medelvärden för PCB i torskfilé (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993–2001.

Range and means of PCBs in cod filet (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 1993–2001.

Torskfilé	År	Antal stationer n	Intervall µg/kg fett	Medelvärde µg/kg fett	Medianvärde µg/kg fett	Standardavvikelse µg/kg fett
PCB 28	1993	4	<147	-	-	-
	2001	2	24–47	36	36	16
PCB 53	1993	4	<147	-	-	-
	2001	2	<47–166	107	107	84
PCB 101	1993	4	<147–200	-	-	-
	2001	2	135–558	347	347	299
PCB 118	1993	4	<147–160	-	-	-
	2001	2	296–1419	858	858	794
PCB 153	1993	4	160–370	232	198	94
	2001	2	611–3023	1817	1817	1705
PCB 138	1993	4	150–340	220	198	83
	2001	2	407–2116	1 262	1 262	1 208
PCB 180	1993	4	<147	-	-	-
	2001	2	152–814	483	483	468
Sum 7 PCB	1993	4	<213–1080	-	-	-
	2001	2	1630–7907	4 769	4 769	4 439
PCB Aroclor 1254	1993	1	4 080	-	-	-
	2001	2	5740–27907	16 823	16 823	15 674



Figur 7:32a. Koncentrationen (µg/kg fett) av PCB i torskfile (t.v.) torsklever (*Gadus morhua*) (t.h.) utmed Bohuskusten 1993–2001. The concentration (µg/kg fat) of PCBs in cod fillet and cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993–2001



Figur 7:32b. Koncentrationen ($\mu\text{g/kg}$ fett) av PCB i torskfilé (t.v.) torsklever (*Gadus morhua*) (t.h.) utmed Bohuskusten 1993–2001. The concentration ($\mu\text{g/kg}$ fat) of PCBs in cod fillet and cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993–2001

7.4.4.5 Polybromerade difenyletrar

Inom ramen för kustvattenkontrollen undersöktes polybromerade difenyletrar (PBDE) i torsklever för första gången 2001. Analysresultaten samt medel- och medianvärden redovisas i tabellerna 7:47 och 7:48. Av åtta undersökta kongener kunde PBDE-47 påvisas på samtliga fem stationer, PBDE-99 på alla stationer utom en (Stenungsund) och PBDE-100 på alla stationer utom i Stenungsund och Brofjorden. PBDE-154 kunde inte detekteras på någon station.

Övriga kongener (PBDE-85 och PBDE-138 och PBDE-153) kunde inte påvisas på någon annan station än i Danaafjord utanför Göteborg (figur 7:33). Danaafjord uppvisade också de högsta halterna för alla kongener utom dekaBDE som var något högre i Brofjorden. Med undantag för dekaBDE låg halterna i Danaafjord mellan 2 och 30 gånger högre än på övriga stationer.

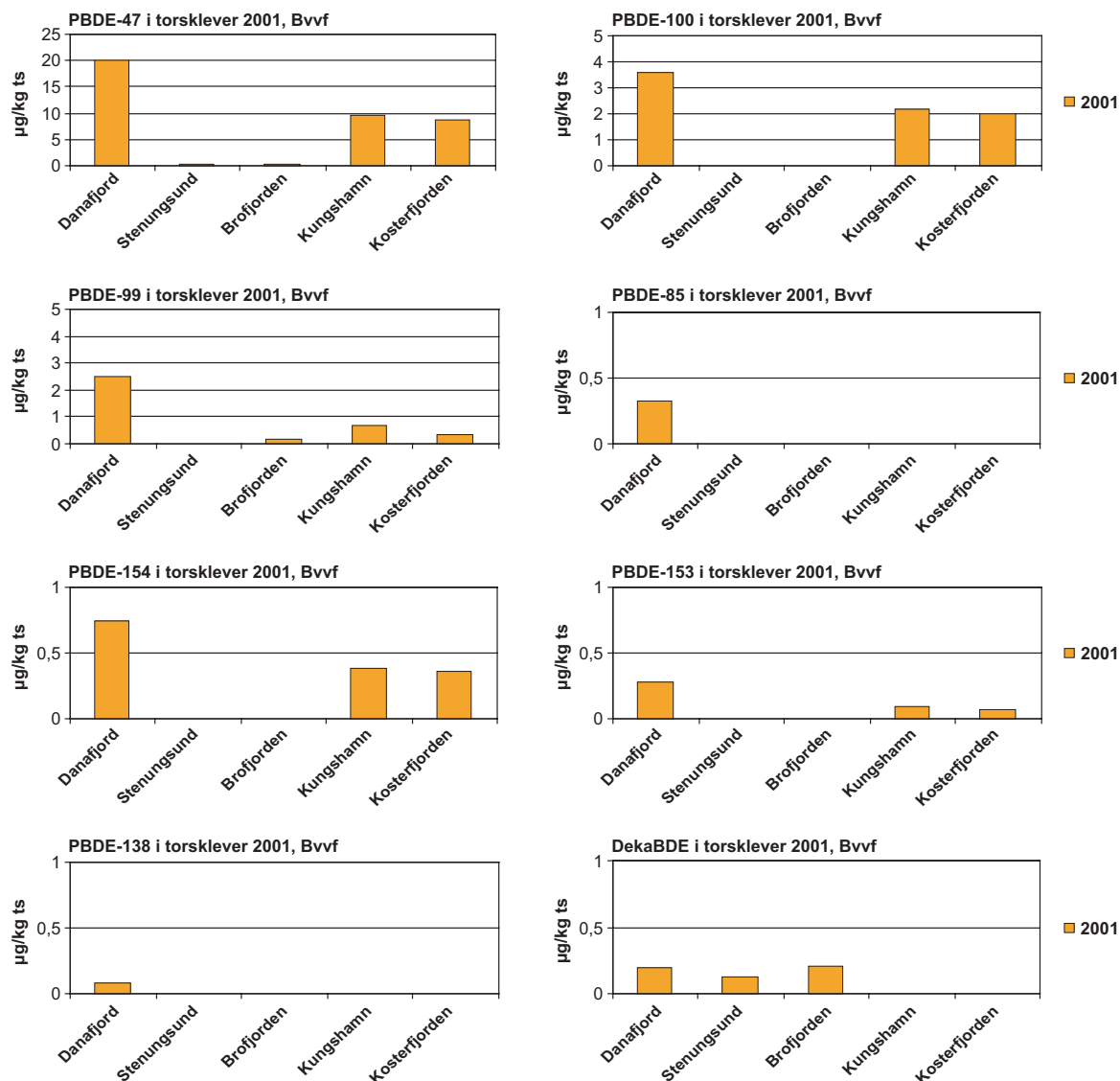
Resultaten visar med all tydlighet att Göteborgsområdet är kustens mest belastade område vad gäller PBDE:er. Svenska bedömningsgrunder för PBDE i torsk saknas.

Tabell 7:47. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av polybromerade difenyletrar i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 2001.
 The concentration ($\text{mg}/\text{kg dw}$) of polybrominated diphenylethers in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 2001.

Station Torsklever	År	PBDE-47 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-100 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-99 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-85 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-154 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-153 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	PBDE-138 $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	DekaBDE $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
4	2001	20	3,6	2,5	0,33	<0,74	0,28	0,082	0,19
10	2001	0,2	<0,05	<0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,13
13	2001	0,28	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,21
16	2001	8,8	2,0	0,33	<0,1	<0,36	<0,069	<0,05	<0,1
17	2001	9,5	2,2	0,67	<0,1	<0,38	<0,0097	<0,05	<0,1

Tabell 7:48. Spridning och medelvärden ($\text{mg}/\text{kg ts}$) för polybromerade difenyletrar i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 2001.
 Range and means ($\text{mg}/\text{kg dw}$) of polybrominated diphenylethers in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 2001.

Torsklever	År	Antal stationer n	Intervall $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Medianvärde $\mu\text{g}/\text{kg ts}$	Standardavvikelse $\mu\text{g}/\text{kg ts}$
PBDE-47	2001	5	0,2–20	7,8	8,8	8,2
PBDE-100	2001	5	<0,05–3,6	1,6	2	1,5
PBDE-99	2001	5	0,11–2,5	0,75	0,33	1,0
PBDE-85	2001	5	<0,05–0,33	0,13	0,1	0,12
PBDE-154	2001	5	<0,05–0,74	0,32	0,36	0,29
PBDE-153	2001	5	<0,05–0,28	0,11	0,07	0,097
PBDE-138	2001	5	<0,05–0,082	0,056	0,05	0,014
DekaBDE	2001	5	<0,1–0,21	0,15	0,13	0,051



Figur 7:33. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg ts}$) av (PBDE) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1993–2001.
 The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg dw}$) of PBDEs in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1993–2001

3.3.3.6 Polyklorerade furaner och dioxiner

Torsklever och torskefile från kontrollprogrammet 2001 analyserades med avseende på polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och furaner (PCDF), vilka ingår i den olika modellerna för TCDD-ekvivalentberäkning (TE-nordisk, WHO-TEF och TE-Eadon), samt till summa halter för de övriga tetra- till okta- CDD/CDF-isomererna. Analysresultaten redovisas i tabell 7:49–7:50 och spridning, medel- och medianvärden i torsklever i tabellerna 7:51.

Tabell 7:49. Koncentrationen (ng/kg ts) av polyklorerade dibenso-p-dioxiner and furaner samt några TCDD-ekvivalenter (ng/kg ts) i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 2001.

The concentration (ng/kg dw) of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furanes, and some TCDD-equeivalent in cod liver (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 2001.

Torsklever	Danafjord Station 4 ng/kg 2001	Galterö Station 10 ng/kg 2001	Brofjorden Station 13 ng/kg 2001	Kosterfjorden Station 16 ng/kg 2001	Kungshamn Station 17 ng/kg 2001
2378-TCDD	<3	<1	<1	<4	<6
Sum TCDD	<60	<20	<20	<80	<100
12378 PeCDD	<0,4	<0,6	<0,1	<0,2	<0,3
Sum Pe CDD	4,2	<6	1,4	1,4	<3
123478 HxCDD	<0,6	<0,3	<0,4	<0,4	<0,5
123678 HxCDD	<0,2	<0,4	<0,1	<0,8	<0,5
123789 HxCDD	<4	<0,4	<2	<0,6	<0,9
Sum HxCDD	<10	<2	<7	<5	<5
1234678 HpCDD	<0,8	<0,8	<6	<0,7	<0,5
Sum HpCDD	<2	<2	<1	<1	<1
OCDD	0,8	2,0	1,0	5,2	<1
Sum PCDD	5	2	2,4	6,6	0
2378 TCDF	2,9	1,9	1,8	11	<0,3
Sum TCDF	99	68	52	270	0
12378/12348PeCDF	1,8	0,82	1,3	3,4	0,2
23478 PeCDF	3,0	1,1	1,9	3,6	<0,2
Sum PeCDF	34	15	21	49	0
123478/123479HxCDF	9,8	5,1	8,6	1,4	5,5
123678HxCDF	1,2	0,42	0,73	1,3	0,32
234678HxCDF	1,3	0,46	0,77	1,3	<0,2
123789HxCDF	<0,5	<0,2	<0,4	<0,6	<0,3
Sum HxCDF	19	8,4	14	25	11
1234678 HpCDF	0,83	0,72	0,67	2	0,54
123789HpCDF	<0,5	<0,2	<0,4	<0,3	<0,3
Sum HpCDF	1,0	1,8	1,6	4,2	1,1
OCDF	1,1	1,0	1,1	2,1	1,4
SumPCDF	154	94,2	89,7	350	13,5
SUM PCDD/PCDF	159	96,2	96,3	357	13,5
WHO-TEF	6	2,4	2,8	7,8	6,6
TE Eadon	2,6	1,3	1,7	6	0,018
TE nordisk	2,2	0,90	1,4	3,4	0,094

Tabell 7:50. Koncentrationen (ng/kg ts) av polyklorerade dibenso-p-dioxiner and furaner samt några TCDD-ekvivalenter (ng/kg ts) i torskefile (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 2001.

The concentration (ng/kg dw) of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furanes, and some TCDD-equeivalent in cod file (Gadus morhua) along the Bohus Coast in 2001.

Torskefile	Danafjord Station 4 ng/kg 2001	Kosterfjorden Station 16 ng/kg 2001
OCDD	2,5	0,9
OCDF	4,8	3,8
SUM PCDD/PCDF	7,3	4,7
WHO-TEF	0,84	1,5
TE Eadon		
TE nordisk	0,0078	0,0066

I tabell 7:49–7:50 redovisas även de olika beräknade TCDD-ekvivalenterna. TCDD-ekvivalenten erhålls när man enligt en riskmodell (bl.a. Miljörapport 1988:7) viktat de toxiska isomererna mot den mest toxiska isomeren 2,3,7,8-tetraklordibenso-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD). TCDD-ekvivalenten är således en uppskattning av den totala toxiciteten i provet omräknat till 2,3,7,8-TCDD. Ej detekterade värden har uteslutits i beräkningen av TCDD ekvivalenten.

I figur 7:34 illustreras dels koncentrationerna av Σ PCDD/PCDF samt WHO-TEF i torsklever. Resultaten visar att de högsta halterna återfinns i torsklever från Kosterfjorden och Dana fjord utanför Göteborg. Halten i Kosterfjorden är dubbelt så hög som den utanför Göteborg. Lägst halt uppvisade Kungshamn. I torskfilé är halten högst i Dana fjord.

Tabell 7:51. Spridning och medelvärden (ng/kg ts) av polyklorerade dibenzo-p-dioxiner and furaner samt några TCDD-ekvivalenter (μ g/kg ts) i torsklever (*Gadus morhua*) från Bohuskusten 2001.

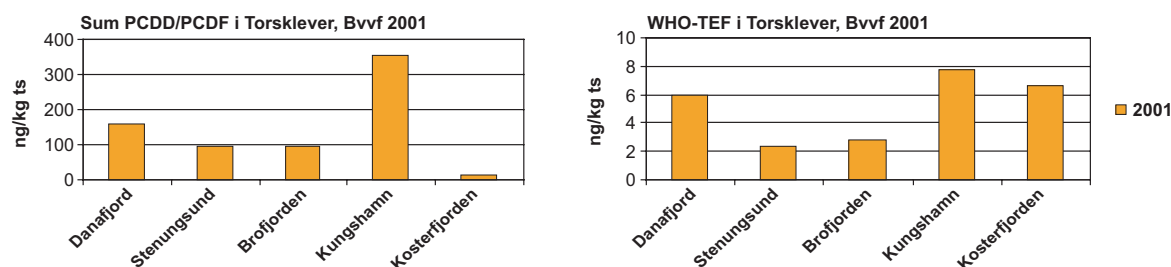
Range and means (ng/kg dw) of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furanes, and some TCDD-equeivalent in cod liver (*Gadus morhua*) from the Bohus Coast in 2001.

Torsklever	År	Antal stationer n	Intervall ng/kg ts	Medelvärde ng/kg ts	Medianvärde ng/kg ts	Standardavvikelse ng/kg ts
Sum PCDD/PCDF	2001	5	13,5–357	144	96	129
WHO-TEF	2001	5	2,4–7,8	5,1	6	2,4
TE Eadon	2001	5	0,018–6	2,3	1,7	2,3
TE nordisk	2001	5	0,094–3,4	1,6	1,7	1,3

De olika ekvivalenterna ger liknande resultat och visar att toxiciteten i torsklever är högst i torsk från Kosterfjorden och Dana fjord, men också i torsk från Kungshamn trots att Σ PCDD/PCDF var lägst i detta område. I torskfilé är den något högre i Dana fjord jämfört med Kosterfjorden.

Polyklorerade dioxiner och furaner analyserades inte torsklever 1993, men väl i 1998 års samlingsprov ”Syd” (från stationerna 2 och 10). Inga föreningar kunde dock detekteras, sannolikt till följd av för högt satta detektionsgränser.

Svenska bedömningsgrunder för ekvivalenter i torsklever saknas. Enligt norskt klassificeringschema (Rygg & Thelin 1993) faller TCDD-ekvivalenten (TE-nordisk) i tillståndsklass I (”god”) på alla stationer (se ovan, figur 7:35).



Figur 7:34. Koncentrationen av Σ PCDD/PCDF (ng/kg ts) och TE-nordisk i torsklever (*Gadus morhua*) på respektive station utmed Bohuskusten 2001.

The concentration of Σ PCDD/PCDF (ng/kg ts) and TE-nordisk in cod liver (*Gadus morhua*) at each station along the Bohus Coast in 2001 respectively.

Torsklever 2001	TE nordisk ng/kg	Bedömningsgrunder enl. norska SFT (1999) Tillståndsklasser
Dana fjord	2,2	Klass 1 God
Stenungsund	0,90	Klass 2 Mindre god
Brofjorden	1,4	Klass 3 Nokså dålig
Kungshamn	3,4	Klass 4 Dålig
Kosterfjorden	0,094	Klass 5 Meget dålig

Figur 7:35. Miljökvälitet baserad på torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 2001 med avseende på toxicitetsekvivalent TE-nordisk. Klassning enligt norska bedömningsgrunder (SFT1993).

The environmental quality based on the cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast with respect to the toxicity equivalent TE-nordisk 2001. Classification according to Norwegian Environmental Quality Criteria (SFT 1993).

7.4.4.7 Toxafen

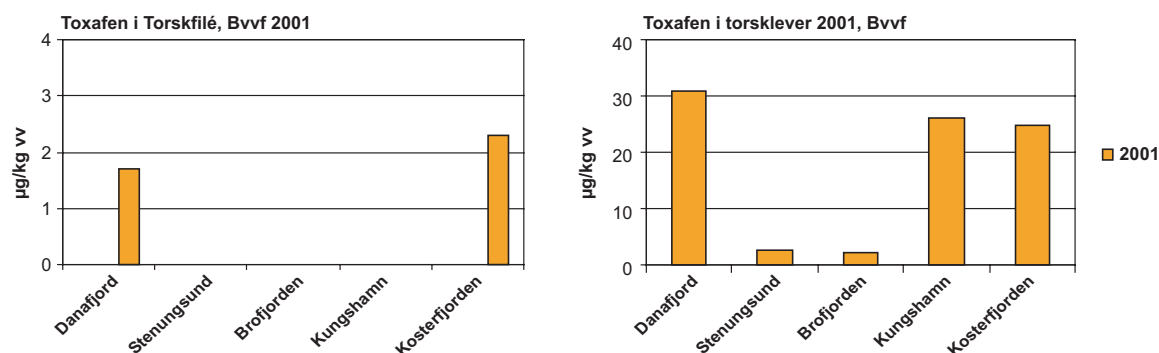
Toxafen (PCC) undersöktes i torsklever från alla fem stationerna 2001 samt i filén på två stationer (Danafjord och Kosterfjorden). Resultaten presenteras i tabell 7:52. De högsta halterna påvisades i torsklever från Danafjord, Kungshamn och Kosterfjorden (fig. 7:36). Halterna låg på dessa platser 10–15 gånger högre än i Stenungsund och Brofjorden. Kosterfjorden uppvisade den högsta halten i filén.

Ämnet undersöktes inte i torsk 1993 men väl i samlingsprov ”Syd” från 1998. Samlingsprov ”Syd” bestod av torskleverprov från stationerna 2 och 10 utanför Göteborg respektive Stenungsund. Resultatet redovisas i tabell 7:52. Halten från 1998 är att betrakta som mycket hög. I sju ton sedimentprover från Skagerrak som undersöktes i början på 1990-talet varierade halterna mellan 0,1 och 1,3 µg/kg ts (Cato 1997). De högsta halterna återfanns i Norska Rännan.

Tabell 7:52. Koncentrationen (ng/kg våtvikt) av toxafen i torsklever (*Gadus morhua*) utmed Bohuskusten 1998–2001. - = ej analyserat.
The concentration (ng/kg ww) of toxaphene in cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 1998–2001. - = not analysed.

Station	År	Toxafen i torsklever µg/kg våtvikt	Toxafen i torskfilé µg/kg våtvikt
Danafjord (4)	2001	31	1,7
Stenungsund (10)	2001	2,5	-
Brofjorden (13)	2001	2	-
Kosterfjorden (16)	2001	25	2,3
Kungshamn (17)	2001	26	-
Syd	1998	(150)	-

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). Svenska bedömningsgrunder för toxafen i torsk saknas.



Figur 7:36. Koncentrationen (µg/kg vv) av toxafen i torskfile (t.v.) torsklever (*Gadus morhua*) (t.h.) utmed Bohuskusten 2001.
The concentration (µg/kg fat) of toxaphene in cod fillet and cod liver (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast in 2001.

7.4.4.8 Trendanalyser för torsk

I de föregående avsnitten har presentationen av analysresultaten för torsk främst varit inriktad på att presentera den stationsvisa koncentrationsförändringen över tiden av respektive undersökt ämne/substans, samt att med hjälp av medel- och medianvärdesförändringen för samma period ge en generell bild av utvecklingen utmed Bohuskusten.

Sannolikheten för att de ovan beskrivna medelvärdesförändringarna är reella har dessutom testas statistiskt (enl. Fowler & Cohen 1996) med hjälp av s.k. t-test med (n–1) frihetsgrader för matchade datapar (dvs. data från samma stationer men härrörande från olika år i detta fall 1993, 1998 och 2001). Härigenom har den statistiska sannolikheten (*p*) för respektive medelvärdesförändring kunnat fastläggas. Dessa beräkningar har endast gjorts för torsklever, eftersom dataunderlaget för torskfilén är för litet.

Testen omfattar dels en matchning där 1993 och 1998 års data ställts mot varandra, dels motsvarande för 1998 och 2001 års data samt för 1993 och 2001 års data. Dessa s.k. trendanalyser ger med större eller mindre sannolikhet svar på hur säker en observerad förändring över tiden (trend) är. Bristen på torsk 1998

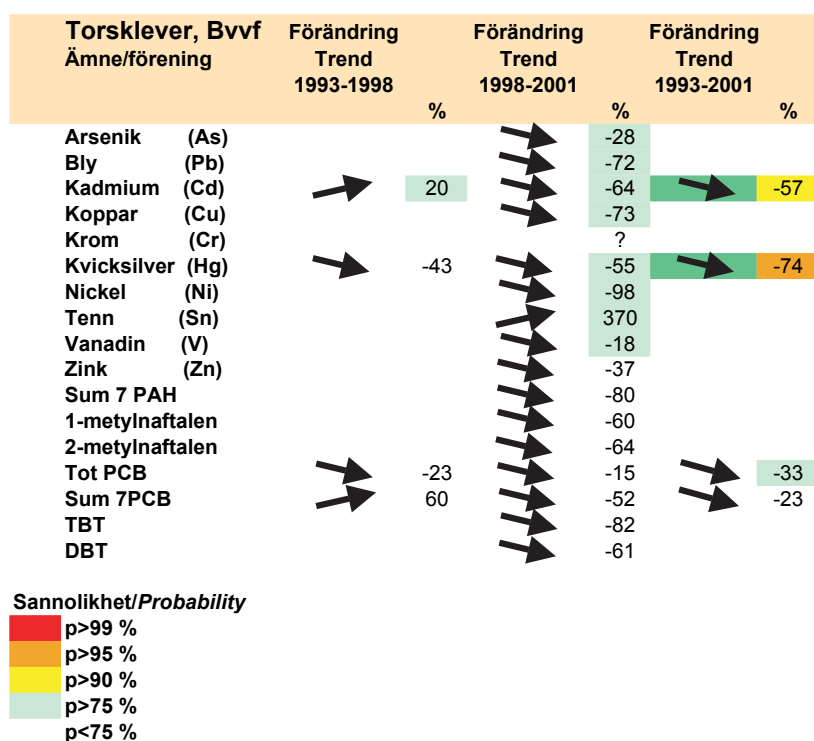
medförde att torsklever från ett samlingsprov från två stationer (benämnt "Syd") samt ytterligare en station (Byttelocket vid Kungshamn) kunde insamlas. Detta innebär att medelvärdet för 1998 endast baseras på tre stationer vilket innebär att trenderna mellan perioderna 1993 och 1998 respektive 1998 och 2001 sannolikt inte kan betraktas som representativa för hela Bohuskusten.

Trenderna för torsklever illustreras översiktligt i figur 7:37 där också den procentuella förändringen mellan åren anges. Pilarna visar om medelkoncentrationen för respektive ämne ökat, minskat eller är oförändrad. Resultaten av testen för matchade datapar visas med olika färger för olika sannolikhetsnivåer. Förändringar under 10 % betraktas inte som statistiskt signifikanta mot bakgrund av reproducerbarheten av ett prov i det kemiska analysarbetet.

Testen visar att med 95–99 % sannolikhet har i genomsnitt kvicksilverhalten (Hg) i torsklever minskat med 74 % mellan 1993 och 2001. Under samma period har med 90–95 % sannolikhet halterna av kadmium (Cd) minskat med 57 %. Halten av $\Sigma 7$ PCB har med mindre än 75 % sannolikhet minskat med 23 % och halten av total PCB med 33 %.

Mellan 1993 och 1998 ökade halterna av Cd och $\Sigma 7$ PCB med 20 respektive 60 %, medan halten Hg och total PCB sjönk med 43 % respektive 23 %. Sannolikheten för dessa förändringar är dock mindre än 75 %. Lika låg ($p < 75$ %) eller något högre sannolikhet ($75 < p < 90$ %) gäller för den haltminskning som alla övriga ämnen och föreningar uppvisar mellan 1998 och 2001. Endast tenn uppvisar en ökning med 370 %. Ökningen för Cr är mycket osäker och kan vara en effekt av skillnad i analysteknik mellan 1998 och 2001 (lakning respektive totalanalys).

Trender under 10 % ligger inom felmarginalen, men i figur 7:37 har inga förändringar mellan 1993 och 1998 samt 1998 och 2001 markerats med grön färg, trots att förändringarna är större än 10 %. Detta mot bakgrund av att det statistiska underlaget för 1993 och 1998 är alltför litet. Data saknas för alla utom fyra ämnen/föreningar från 1993.



Figur 7:37. Sammanställning över förändringen av medelvärdeskonscentrationen för några ämnen och föreningar i torsklever utmed Bohuskustens mellan 1993 och 2001. Nedåtriktad pil betyder minskad halt och uppåtriktad pil ökad halt. Grönmarkerade fält markerar förändringar som är större än de minst 10 % som baserat på reproducerbarheten vid den kemiska analysen krävs för att en förändring med säkerhet skall kunna bedömas.

Compilation of the changes of the average concentrations of some elements and compounds between 1993 and 2001 in cod liver from the Bohus Coast. Arrow pointed downwards implies decreasing concentration and arrow pointed upwards implies increasing concentration. Green areas mark changes bigger than the minimum of 10 % due to the precision of chemical analyses.

7.4.5 MILJÖGIFTER I KRABBTASKA

Hepatopancreas i krabbtaska (*Cancer pagurus*) undersöktes på två stationer (Danafjord och Kosterfjorden) 2001 med avseende på polyklorerade bifenyler (PCB), polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) samt toxafen. 1998 undersöktes hepatopancreas i krabbtaska från Vinga. Inga undersökningar utfördes 1993.

Analysresultaten från 1998 och 2001 års undersökningar av krabbtaska redovisas i tabellerna 7:53–56. Valet av analyser överensstämmer inte helt mellan de två undersökningstillfällena. Den andra undersökningsomgången omfattade inga plana PCB (nonorto-PCB) men väl $\Sigma 7$ PCB. En översikt över utförda analyser respektive år ges i tabell 7:53.



Krabbtaska, *Cancer pagurus* (Ursing 1971)

Tabell 7:53. Analyserade miljögifter i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Bohuskusten 1998–2001.

Toxic substances analysed in crab (Cancer pagurus) caught along the Bohus Coast in 1998–2001.

Ämnesgrupp	Specifikation	1998	2001
Polyklorerade bifenyler	Dutch 7 PCB, tot PCB		x
Nonorto PCB	PCB 77, PCB 126, PCB 169	x	
Toxafen		x	x
Dioxiner och furaner	PCCD/PCDF	x	x

7.4.5.1 Polyklorerade bifenyler

Analysresultaten för 2001 års undersökningar vad avser polyklorerade bifenyler (PCB) i krabbtaska (smör) redovisas i tabell 7:54. Föreningarna har inom ramen för kustvattenkontrollen inte tidigare analyserats i krabbtaska.

Resultaten visar att koncentrationen av $\Sigma 7$ PCB och total-PCB är ca 65 gånger högre i krabbtaska från Kosterfjorden (station 16) jämfört med Danafjord (station 4). Samtliga kongener utom PCB-52 är också markant högre i Kosterfjorden (fig. 7:38). PCB-profilen skiljer sig åt och visar därmed olika källor för Göteborgsområdet respektive norra Bohuslän (Kosterfjorden).

Resultaten tyder på att en väsentlig källa finns i Skagerrak alternativt att PCB med den Jutska strömmen transporteras från den östra Nordsjökusten och vidare in mot norra Bohuskusten.

Svenska bedömningsgrunder för PCB i krabbtaska saknas.

Tabell 7:54. Koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fett) av PCB i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Bohuskusten 2001.

The concentration ($\mu\text{g}/\text{kg}$ fat) of PCBs in crab (Cancer pagurus) from the Bohus Coast in 2001.

Krabbtaska Station	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 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ fett	PCB 153 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 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
4	2001	3,7	12,5	<0,83	2,8	7,8	11,7	2,8	43	150
16	2001	14,6	<3	128	470	732	1 220	232	2 805	9 756

7.4.5.2 Polyklorerade dioxiner och furaner

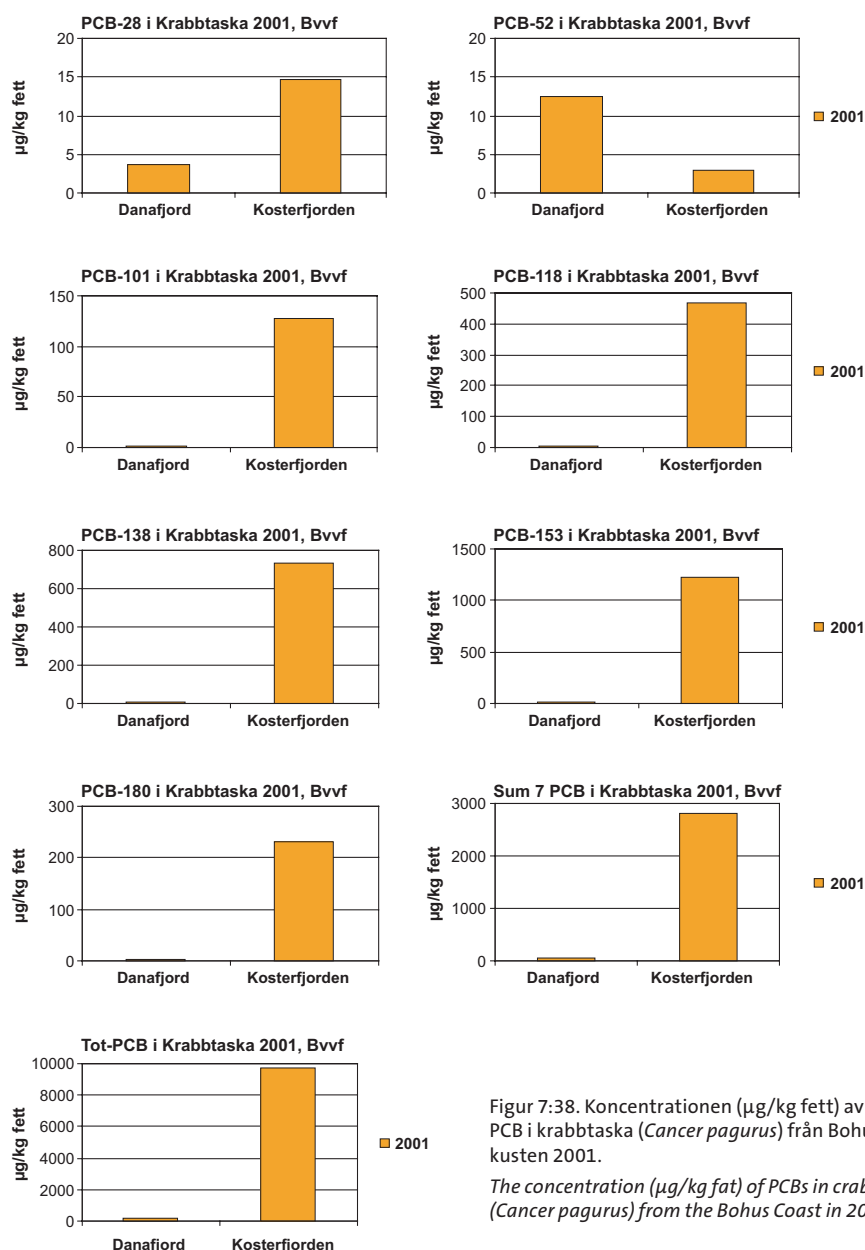
Analysresultaten för 2001 års undersökningar i krabbtaska (smör) vad avser polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) som ingår i den nordiska modellen för TCDD-ekvivalentberäkning redovisas i tabell 7:55. Motsvarande föreningar analyserades 1998 i krabbtaska från Vinga.

I tabell 7:55 redovisas även de olika beräknade TCDD-ekvivalenterna. TCDD-ekvivalenten erhålls när man enligt en riskmodell (bl.a. Miljörapport 1988:7) viktat de toxiska isomererna mot den mest toxiska isomeren 2,3,7,8-tetraklordibenso-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD). TCDD-ekvivalenten är således en uppskatt-

ning av den totala toxiciteten i provet omräknat till 2,3,7,8-TCDD. Ej detekterade värden har uteslutits i beräkningen av TCDD ekvivalenten.

I figur 7:39 illustreras dels koncentrationerna av Σ PCDD/PCDF samt ekvivalenten TE-nordisk. Resultaten visar att den högsta halten återfinns i krabbtaska från Kosterfjorden. Halten i Kosterfjorden är dubbelt så hög som den i Dana fjord och nästan i nivå med den halt som uppmättes i krabbtaska från Vinga 1998. Noterbart är att toxicitetskvivalenten (TE-nordisk) visar på ett omvänt förhållande med högre ekvivalent i Dana fjord jämfört med Kosterfjorden, dvs. toxiciteten är högre utanför Göteborg.

Svenska bedömningsgrunder för ekvivalenter i krabbtaska saknas. Enligt norskt klassificeringschema (Rygg & Thelin 1993) faller TCDD-ekvivalenten (TE-nordisk) i tillståndsklass I ("god") på alla stationer (figur 7:40).



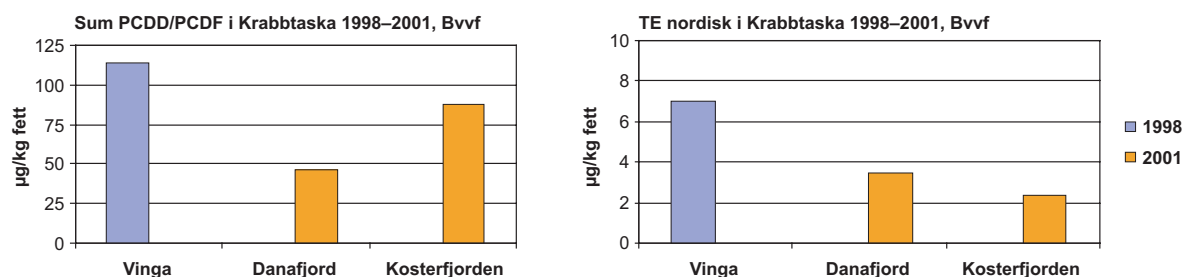
Figur 7:38. Koncentrationen (µg/kg fett) av PCB i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Bohuskusten 2001.

The concentration (µg/kg fat) of PCBs in crab (*Cancer pagurus*) from the Bohus Coast in 2001

Tabell 7:55. Koncentrationen (ng/kg vs) av polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och dibenzofuraner (PCDF) i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Bohuskusten 1998–2001.

The concentration (ng/kg ww) of polychlorinated dibenzo-p-dioxines (PCDD) and dibenzofuranes (PCDF) in crab (*Cancer pagurus*) from the Bohus Coast 1998–2001.

Krabbtaska	Kosterfjorden Station 16 ng/kg VV 2001	Danafjord Station 4 ng/kg VV 2001	Vinga Station 30 ng/kg VV 1998
2378-TCDD	<1	<4	0,95
Sum TCDD	<20	<80	3,97
12378 PeCDD	<0,3	<2	2,05
Sum Pe CDD	0,71	36	6,55
123478 HxCDD	<0,2	<1	1,23
123678 HxCDD	1,3	<1	2,77
123789 HxCDD	<0,9	<4	1,17
Sum HxCDD	1,3	<20	12,1
1234678 HpCDD	2,9	5	3,88
Sum HpCDD	2,9	<10	11,4
OCDD	4,3	<10	4,83
Sum PCDD	9,2	36	38,9
2378 TCDF	4,1	<2	6,39
Sum TCDF	29	<40	32,3
12378/12348PeCDF	0,85	<1	2,18
23478 PeCDF	2,7	<2	5,88
Sum PeCDF	19	<20	23,2
123478/123479HxCDF	1,9	<2	3,36
123678HxCDF	0,74	<1	1,15
234678HxCDF	1,6	<1	3,24
123789HxCDF	<0,03	<2	0,1
Sum HxCDF	11	<20	12,5
1234678 HpCDF	2,2	<0,9	5,68
123789HpCDF	<0,1	<0,6	<0,2
Sum HpCDF	3,6	<3	7,05
OCDF	1,6	10	0,36
SumPCDF	78,3	10	75,3
SUM PCDD/PCDF	87,5	46	114
TE I-TEQ	3,7	3,5	7,07
TE Eadon	2,7	4	
TE nordisk	2,4	3,5	6,98



Figur 7:39. Koncentrationen av Σ PCDD/PCDF (ng/kg ts) och TE-nordisk i krabbtaska (*Cancer pagurus*) på respektive station utmed Bohuskusten 1998–2001.

The concentration of Σ PCDD/PCDF (ng/kg ts) and TE-nordisk in crab (*Cancer pagurus*) at each station along the Bohus Coast in 1998–2001 respectively.

Krabbtaska	TE nordisk ng/kg VV		Bedömningsgrunder enl. norska SFT (1999) Tillståndsklasser
	1998	2001	
Vinga	6,98		Klass 1 God
Danafjord		3,5	Klass 2 Mindre god
Kosterfjorden		2,4	Klass 3 Nokså dålig

Figur 7:40. Miljökvälitet baserad på krabbtaska (*Cancer pagurus*) utmed Bohuskusten 1998–2001 med avseende på toxicitetsekvivalent TE-nordisk. Klassning enligt norska bedömningsgrunder (SFT1993).

The environmental quality based on the crab (*Cancer pagurus*) along the Bohus Coast with respect to the toxicity equivalent TE-nordisk 1998–2001. Classification according to Norwegian Environmental Quality Criteria (SFT 1993).

7.4.5.3 Toxafen

Toxafen (PCC, polyklorerade kamfener) undersöktes i krabbtaska på två stationerna 2001 (Danafjord och Kosterfjorden) och på en station 1998 (Vinga). Resultaten presenteras i tabell 7:56. Föreningen kunde 2001 endast detekteras i Kosterfjorden (fig. 7:41). Halten låg där ca sex gånger högre än den halt som uppmättes vid Vinga 1998. Toxafen (PCC) undersöktes inte i krabba 1993.

Svenska bedömningsgrunder för toxafen i krabbtaska saknas. I sjutton sedimentprover från Skagerrak som undersöktes i början på 1990-talet varierade halterna mellan 0,1 och 1,3 µg/kg ts (Cato 1997). De högsta halterna återfanns i Norska Rännan. Mot bakgrund av dessa data och ovan redovisade data bedöms den uppmätta halten i Kosterfjorden som markant förhöjd.

Tabell 7:56. Koncentrationen (ng/kg våtvikt) av toxafen i krabbtaska (*Cancer pagurus*) från Bohuskusten 1998–2001.
The concentration (ng/kg ww) of toxaphene in crab (Cancer pagurus) from, the Bohus Coast 1998–2001.

Station	År	Toxafen i torskfilé µg/kg våtvikt
Danafjord (4)	2001	<2
Kosterfjorden (16)	2001	30
Vinga (30)	1998	5,33

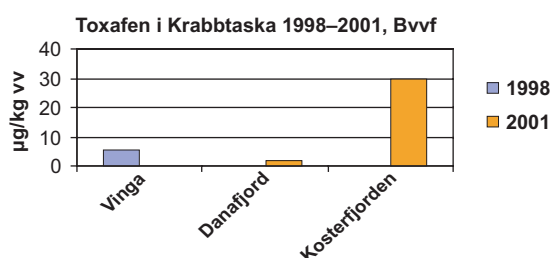
7.5 Sambandsanalyser

I föreliggande avsnitt redovisas bivariata 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 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 redovisade plottar 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. Hur stationerna för respektive sediment och biologiskt material parats ihop redovisas i avsnitt 7.2 ovan.

7.5.1 SAMBANDET MELLAN MILJÖGIFTER I SEDIMENT OCH BIOTA

I tabellerna 7:57 till 7:67 redovisas resultaten av sambandsanalyserna, antalet i beräkningarna ingående stationer (n) samt övrigt underlag för signifikansberäkningarna av sambanden mellan sediment och olika typer av biota (blåstång, blåmussla, tånglake och torsk). I tabellerna har observerade negativa samband markerats. I övrigt är sambanden positiva.



Figur 7:41. Koncentrationen av toxafen (µg/kg vs) i krabbtaska (*Cancer pagurus*) på tre stationer utmed Bohuskusten 1998–2001.

The concentration of toxaphene (µg/kg ws) in crab (Cancer pagurus) at three stations along the Bohus Coast in 1998–2001.

Tabell 7:57. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i sediment och blåstång utmed Bohuskusten under 1992–2001. 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 organic micropollutants respectively in sediment and bladder wrack in the Bohus Coast in 1992–2001. 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/Blåstång								
Ämne	År	r^2	r	n	$n-2$	t	samband	$p\%$
As	1997–2001	0,54	0,74	14	12	3,785		99,5<p<99,9
Cd	1992–2001	0,03	0,19	14	12	0,654	neg	p<75
Cr	1992–2001	0,03	0,17	16	14	0,657	neg	p<75
Cu	1992–2001	0,14	0,37	16	14	1,481		90<p<95
Hg*	1992–2001	0,59	0,77	12	10	3,832		p<99,9
Ni	1992–2001	0,03	0,17	15	13	0,628		p<75
Pb	1992–2001	0,03	0,16	15	13	0,581	neg	p<75
Sn	1992–2001	0,01	0,10	12	10	0,318	neg	p<75
V	1992–2001	0,003	0,06	11	9	0,167		p<75
Zn	1992–2001	0,31	0,56	15	13	2,413		97,5<p<99
DBT	2001	0,12	0,35	5	3	0,647		p<75
TBT	2001	0,08	0,28	5	3	0,511		p<75
s16 PAH	1997–2001	0,09	0,30	10	8	0,900		75<p<90
PBDE-47	2001	0,07	0,26	5	3	0,457	neg	p<75
PBDE-100	2001	0	0	5	3	0,000		
PBDE-99	2001	0	0	4	2	0,000		
DekaBDE	2001	0,09	0,30	4	2	0,445		p<75
1-metyln	2001	0,00	0,02	5	3	0,042		p<75
2-metyln	2001	0,17	0,42	5	3	0,792		75<p<90

Tabell 7:58. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i sediment och blåmussla utmed Bohuskusten under 1992–2001. 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 organic micropollutants respectively in sediment and blue mussel in the Bohus Coast in 1992–2001. 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/Blåmussla								
Ämne	År	r^2	r	n	$n-2$	t	samband	$p\%$
As	1997–2001	0,004	0,07	10	6	0,161	neg	p<75
Cd	1992–2001	0,25	0,50	13	11	1,904		95<p<97,5
Cr	1997–2001	0,02	0,15	16	14	0,579		p<75
Cu	1992–2001	0,09	0,29	16	14	1,150		75<p<90
Hg*	1992–2001	0,58	0,76	15	13	4,267		p>99,9
Ni	1992–2001	0,25	0,50	15	13	2,108		95<p<97,5
Pb	1992–2001	0,07	0,27	15	13	1,008		75<p<90
Sn	1992–2001	0,56	0,75	16	14	4,263	neg	p>99,9
V	1997–2001	0,04	0,20	16	14	0,781	neg	75<p<90
Zn	1997–2001	0,002	0,05	16	14	0,180		p<75
DBT	2001	0,83	0,91	5	3	3,786		97,5<p<99
TBT	2001	0,95	0,97	4	2	5,868		97,5<p<99
s7 PCB	1997–2001	0,02	0,13	9	7	0,334		p<75
s16 PAH	1997–2001	0,06	0,24	9	7	0,644	neg	p<75
PBDE-47	2001	0,93	0,97	6	4	7,567		p>99,9
PBDE-100	2001	0	0	6	4	0,000		
PBDE-99	2001	0	0	6	4	0,000		
DekaBDE	2001	0,16	0,40	5	3	0,759		p<75
1-metyln	2001	0,77	0,88	5	3	3,162		95<p<97,5
2-metyln	2001	0,16	0,40	6	4	0,875		75<p<90
PCDD/PCDF	2001	0,80	0,90	3	1	2,020	neg	75<p<90

Tabell 7:59. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i sediment och tånglake utmed Bohuskusten under 1992–2001. Observerad t-fördelning (t_o) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten.

The linear relationships between some heavy metals and organic micropollutants respectively in sediment and eel-pout in the Bohus Coast in 1992–2001. Observed t-distribution (t_o) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.

Sediment/Tånglake								
Ämne	År	r^2	r	n	n-2	t	samband	p %
As	1997–2001	0,50	0,71	14	12	3,450	neg	99,5<p<99,9
Cd	1992–2001	0,35	0,59	9	7	1,921		95<p<97,5
Cr	1992–2001	0,01	0,09	15	13	0,309		p<75
Cu	1992–2001	0,05	0,23	14	12	0,813		75<p<90
Hg	1992–2001	0,80	0,89	10	8	5,657		p>99,9
Ni	1992–2001	0,04	0,19	12	10	0,628		p<75
Pb	1992–2001	0,40	0,63	11	9	2,433		97,5<p<99
Sn	1992–2001	0,32	0,57	15	13	2,494		97,5<p<99
V	1997–2001	0,002	0,05	15	13	0,177		p<75
Zn	1992–2001	0,17	0,41	15	13	1,616		90<p<95
PBDE-47	2001	0,22	0,47	4	2	0,750	neg	p<75
PBDE-99	2001	0	0	4	2	0,000		
PBDE-100	2001	0	0	5	3	0,000		
DekaBDE	2001	0,32	0,57	5	3	1,189		75<p<90
s7 PCB	1997–2001	0,90	0,95	9	7	7,937		p>99,9
s16 PAH	1997–2001	0,31	0,56	8	6	1,636	neg	90<p<95
1-metyln	2001	0	0	5	3	0,000		
2-metyln	2001	0,26	0,51	5	3	1,018		75<p<90

Tabell 7:60. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i sediment och torsklever utmed Bohuskusten under 1992–2001. Observerad t-fördelning (t_o) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten.

The linear relationships between some heavy metals and organic micropollutants respectively in sediment and cod liver in the Bohus Coast in 1992–2001. Observed t-distribution (t_o) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.

Sediment/Torsklever								
Ämne	År	r^2	r	n	n-2	t	samband	p %
As	2001	0,002	0,04	5	3	0,071		p<75
Cd	1992–2001	0,60	0,77	8	6	2,982	neg	99<p<99,5
Cr	2001	0,08	0,28	5	3	0,499		p<75
Cu	2001	0,40	0,63	4	2	1,149	neg	75<p<90
Hg	1992–2001	0,37	0,61	7	5	1,700		90<p<95
Ni	2001	0,003	0,06	5	3	0,099		p<75
Pb	2001	0,47	0,69	4	2	1,336	neg	75<p<90
Sn	2001	0,73	0,85	4	2	2,303		90<p<95
V	2001	0,48	0,69	4	2	1,353		75<p<90
Zn	2001	0,42	0,65	5	3	1,480		75<p<90
DBT	2001	0,74	0,86	5	3	2,890	neg	95<p<97,5
TBT	2001	0,55	0,74	4	2	1,565		75<p<90
s7 PCB	2001	0,70	0,83	5	3	2,624		95<p<97,5
PBDE-47	2001	0,39	0,62	4	2	1,123		75<p<90
PBDE-100	2001	0	0	5	3	0,000		
PBDE-99	2001	0	0	5	3	0,000		
DekaBDE	2001	0,23	0,48	4	2	0,779	neg	p<75
s16 PAH	2001	0,77	0,88	4	2	2,582	neg	90<p<95
2-metylnaft	2001	0,25	0,50	5	3	0,998		75<p<90
1-metylnaft	2001	0,51	0,72	5	3	1,776		90<p<95
PCCD/PCDF	2001	0,68	0,82	3	1	1,453		75<p<90

Tabell 7:61. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i blåstång och blåmussla utmed Bohuskusten under 1992–2001. Observerad t-fördelning (t_i) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten.

The linear relationships between some heavy metals and organic micropollutants respectively in bladder wrack and blue mussel in the Bohus Coast in 1992–2001. Observed t-distribution (t_i) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.

Blåstång/Blåmussla								
Ämne	År	r^2	r	n	$n-2$	t	samband	$p\%$
As	1997–2001	0,88	0,94	12	6	6,559		$p > 99,9$
Cd	1992–2001	0,01	0,08	19	17	0,351		$p < 75$
Cr	1997–2001	0,16	0,40	11	9	1,320		$75 < p < 90$
Cu	1992–2001	0,34	0,58	19	17	2,971		$99,5 < p < 99,9$
Hg*	1992–1997	0,80	0,89	11	9	5,954		$p > 99,9$
Ni	1992–2001	0,54	0,73	19	17	4,469		$p > 99,9$
Pb	1992–2001	0,82	0,91	17	15	8,283		$p > 99,9$
Sn	1992–2001	0,81	0,90	17	15	8,068		$p > 99,9$
V	1997–2001	0,96	0,98	17	15	19,174		$p > 99,9$
Zn	1997–2001	0,04	0,20	13	11	0,668		$p < 75$
DBT	1997–2001	0,36	0,60	11	9	2,250		$95 < p < 97,5$
TBT	1992–2001	0,74	0,86	13	11	5,568		$p > 99,9$
s16 PAH	1997–2001	0,49	0,70	10	8	2,790	neg	$97,5 < p < 99$
PBDE-47	2001	0,07	0,26	8	6	0,646	neg	$p < 75$
PBDE-100	2001	0,06	0,24	8	6	0,597	neg	$p < 75$
PBDE-99	2001	0,00	0,04	8	6	0,104	neg	$p < 75$
DekaBDE	2001	0,94	0,97	7	5	8,544		$p > 99,9$

Tabell 7:62. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i blåstång och tånglake utmed Bohuskusten under 1992–2001. Observerad t-fördelning (t_i) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten.

The linear relationships between some heavy metals and organic micropollutants respectively in bladder wrack and eel-pout in the Bohus Coast in 1992–2001. Observed t-distribution (t_i) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.

Blåstång/Tånglake								
Ämne	År	r^2	r	n	$n-2$	t	samband	$p\%$
As	1997–2001	0,31	0,56	16	14	2,509	neg	$97,5 < p < 99$
Cd	1992	0,88	0,94	5	3	4,619		$99 < p < 99,5$
Cr	1992–2001	0,01	0,12	16	14	0,455	neg	$p < 75$
Cu	1992–2001	0,51	0,71	15	13	3,664		$99,5 < p < 99,9$
Hg*	1992–2001	0,53	0,73	16	14	3,973		$p > 99,9$
Ni	1992–2001	0,53	0,73	12	10	3,367		$99,5 < p < 99,9$
Pb	1992–2001	0,18	0,42	16	14	1,733	neg	$90 < p < 95$
Sn	1992–2001	0,20	0,45	13	11	1,662	neg	$90 < p < 95$
V	1992–2001	0,87	0,93	11	9	7,905		$p > 99,9$
Zn	1992–2001	0,22	0,46	16	14	1,963		$95 < p < 97,5$
DBT	1997	0,14	0,37	5	3	0,686		$p < 75$
TBT	1992–1997	0,56	0,75	7	5	2,512		$95 < p < 97,5$
s16 PAH	1997–2001	0,22	0,47	9	7	1,406		$75 < p < 90$
PBDE-47	2001	0,48	0,70	5	3	1,677		$90 < p < 95$
PBDE-100	2001	0,09	0,30	5	3	0,554	neg	$p < 75$
PBDE-99	2001	0,32	0,56	4	2	0,966		$75 < p < 90$
DekaBDE	2001	0,06	0,25	5	3	0,443	neg	$p < 75$

Tabell 7:63. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i blåstång och torsklever utmed Bohuskusten under 1992–2001. 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 organic micropollutants respectively in bladder wrack and cod liver in the Bohus Coast in 1992–2001. 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/Torsklever

Ämne	År	r^2	r	n	$n-2$	t	samband	$p\%$
As	2001	0,11	0,33	6	4	0,707		$p < 75$
Cd	1992–2001	0,56	0,75	9	7	2,961		$97,5 < p < 99$
Cr	2001	0,14	0,37	6	4	0,804		$p < 75$
Cu	2001	0,92	0,96	5	3	5,772		$99 < p < 99,5$
Hg	1992–2001	0,68	0,83	6	4	2,922	neg	$97,5 < p < 99$
Ni	2001	0,91	0,95	5	3	5,569		$99 < p < 99,5$
Pb	2001	0,77	0,88	6	4	3,676		$97,5 < p < 99$
Sn	2001	0,34	0,58	5	3	1,241		$75 < p < 90$
V	2001	0,44	0,67	5	3	1,543		$75 < p < 90$
Zn	2001	0,15	0,39	6	4	0,836		$75 < p < 90$
DBT	1997–2001	0,02	0,13	6	4	0,264		$p < 75$
TBT	1997–2001	0,15	0,39	6	4	0,854		$75 < p < 90$
PBDE-47	2001	0,67	0,82	4	2	2,011	neg	$90 < p < 95$
PBDE-100	2001	0,29	0,54	5	3	1,097	neg	$75 < p < 90$
PBDE-99	2001	0,03	0,16	5	3	0,281	neg	$p < 75$
DekaBDE	2001	0,05	0,22	5	3	0,382		$p < 75$
∑16 PAH	2001	0,01	0,11	6	4	0,230		$p < 75$
2-metylnaft	2001	0,65	0,81	6	4	2,736		$95 < p < 97,5$
1-metylnaft	2001	0,97	0,98	3	1	5,582		$90 < p < 95$

Tabell 7:64. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i blåmussla och torsklever utmed Bohuskusten under 1992–2001. 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 organic micropollutants respectively in blue mussel and cod liver in the Bohus Coast in 1992–2001. 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/Torsklever

Ämne	År	r^2	r	n	$n-2$	t	samband	$p\%$
As	1997–2001	0,04	0,19	6	4	0,396	neg	$p < 75$
Cd	1992–2001	0,12	0,35	8	6	0,921	neg	$75 < p < 90$
Cr	1997–2001	0,79	0,89	6	4	3,886		$99 < p < 99,5$
Cu	1997–2001	0,11	0,34	6	4	0,715		$p < 75$
Hg	1992–2001	0,69	0,83	10	8	4,237		$99,5 < p < 99,9$
Ni	1997–2001	0,10	0,32	6	4	0,681	neg	$p < 75$
Pb	1997–2001	0,42	0,65	6	4	1,690		$90 < p < 95$
Sn	1997–2001	0,03	0,18	5	3	0,315	neg	$p < 75$
V	1997–2001	0,79	0,89	6	4	3,823	neg	$99 < p < 99,5$
Zn	1997–2001	0,73	0,86	6	4	3,317	neg	$97,5 < p < 99$
DBT	1997–2001	0,25	0,50	5	3	1,006		$75 < p < 90$
TBT	1997–2001	0,92	0,96	5	3	5,772		$99 < p < 99,5$
PBDE-47	2001	0,47	0,69	4	2	1,334		$75 < p < 90$
PBDE-99	2001	0,87	0,93	4	2	3,706		$95 < p < 97,5$
PBDE-100	2001	0,81	0,90	3	1	2,091		$75 < p < 90$
DekaBDE	2001	0,49	0,70	5	3	1,687		$90 < p < 95$
∑7 PCB	1992–2001	0,43	0,66	9	7	2,320		$95 < p < 97,5$
∑16 PAH	1997–2001	0,45	0,67	6	4	1,822		$90 < p < 95$
PCDD/PCDF	2001	0,20	0,45	5	3	0,876	neg	$75 < p < 90$

Tabell 7:65. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i blåmussla och tånglake utmed Bohuskusten under 1992–2001. Observerad t-fördelning (t_o) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten.

The linear relationships between some heavy metals and organic micropollutants respectively in blue mussel and eel-pout in the Bohus Coast in 1992–2001. Observed t-distribution (t_o) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.

Blåmussla/Tånglake									
Ämne	År	r^2	r	n	n-2	t	samband	p %	
As	1997–2001	0,0002	0,01	9	7	0,037		p<75	
Cd	1992	0,19	0,43	6	4	0,965		75<p<90	
Cr	1997–2001	0,44	0,66	10	8	2,517		97,5<p<99	
Cu	1992–2001	0,50	0,71	16	14	3,736		99,5<p<99,9	
Hg	1992–2001	0,83	0,91	16	14	8,363		p>99,9	
Ni	1992–2001	0,10	0,32	16	14	1,269	neg	75<p<90	
Pb	1992–2001	0,36	0,60	12	10	2,394	neg	97,5<p<99	
Sn	1992–2001	0,26	0,51	16	14	2,194	neg	97,5<p<99	
V	1997–2001	0,79	0,89	9	7	5,163		p>99,9	
Zn	1997–2001	0,15	0,39	10	8	1,189		75<p<90	
DBT	1992–1997	0,01	0,08	7	5	0,178	neg	p<75	
TBT	1992–1997	0,71	0,84	9	7	4,161		99,5<p<99,9	
PBDE-47	2001	0,29	0,54	4	2	0,898		75<p<90	
PBDE-99	2001	0,96	0,98	4	2	6,664		97,5<p<99	
PBDE-100	2001	0,05	0,22	5	3	0,387		p<75	
DekaBDE	2001	0,06	0,25	5	3	0,447		p<75	
7PCB	1992–2001	0,85	0,92	14	12	8,243		p>99,9	
s16 PAH	1997–2001	0,18	0,42	9	7	1,231	neg	75<p<90	

Tabell 7:66. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i tånglake och torsklever utmed Bohuskusten under 1992–2001. Observerad t-fördelning (t_o) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten.

The linear relationships between some heavy metals and organic micropollutants respectively in eel-pout and cod liver in the Bohus Coast in 1992–2001. Observed t-distribution (t_o) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination.

Torsklever/Tånglake									
Ämne	År	r^2	r	n	n-2	t	samband	p %	
As	1997	0,21	0,46	6	4	1,03985615	neg lutn	75<p<90	
Cd	1992–2001	0,67	0,82	8	6	3,507683539	neg lutn	99<p<99,5	
Cr	1997–2001	0,71	0,84	6	4	3,094046737		95<p<97,5	
Cu	1997–2001	0,12	0,35	6	4	0,755237653		75<p<90	
Hg	1992–2001	0,77	0,88	9	7	4,906086512		p>99,9	
Ni	1997–2001	0,98	0,99	6	4	16,04487172		99,5<p<99,9	
Pb	1997–2001	0,97	0,99	6	4	12,05212559		p>99,9	
Sn	1997–2001	0,80	0,89	5	3	3,446875742		97,5<p<99	
V	1997–2001	0,47	0,69	5	3	1,629103014		75<p<90	
Zn	1997–2001	0,46	0,68	6	4	1,860081456	neg lutn	90<p<95	
DBT	1997–2001	0	0	5	3	0			
TBT	1997–2001	0	0	5	3	0			
PBDE-47	2001	0,69	0,83	4	2	2,130779756	neg lutn	90<p<95	
PBDE-100	2001	0,54	0,74	5	3	1,890667067		90<p<95	
PBDE-99	2001	0,43	0,65	5	3	1,495804188		75<p<90	
DekaBDE	2001	0,00	0,00	5	3	0			
7PCB	1992–2001	0,01	0,08	10	8	0,230544562		p>75	
s16 PAH	1997–2001	0,08	0,28	5	3	0,514215758	neg lutn	p>75	
1-metylnaft	1997–2001	0,83	0,91	6	4	4,402061044		99,5<p<99,9	
2-metylnaft	1997–2001	0,77	0,88	6	4	3,673936958	neg lutn	99<p<99,5	

Till skillnad från övrig biota och torsklever har endast kadmium, kvicksilver, PCB och dioxiner undersökts i torskfilén. Av dessa har endast sambandsanalyser med avseende på Hg och PCB varit möjliga att genomföra. Det statistiska underlaget är mycket litet, beroende på ovan nämnda och att torsk endast kunde insamlas på en enda station 1998 (Byttelocket). För fullständighetens skull redovisas resultaten för sambandsanalyserna mellan torsklever och torskfilé i tabell 7:67, samt mellan övriga medier och torskfilé i figurerna 7:50 och 7:70.

Tabell 7:67. Det linjära sambandet för några tungmetaller respektive organiska miljögifter i torskfilé och torsklever utmed Bohuskusten under 1992–2001. Observerad t-fördelning (t_o) med $(n-2)$ frihetsgrader. P är den observerade sannolikheten, r är korrelationskoefficienten och r^2 bestämningskoefficienten.

The linear relationships between some heavy metals and organic micropollutants respectively in cod file and cod liver in the Bohus Coast in 1992–2001. Observed t -distribution (t_o) with $(n-2)$ degrees of freedom. P is the observed probability, r the correlation coefficient and r^2 the coefficient of determination

Torsklever/Torskfilé								
Ämne	År	r^2	r	n	$n-2$	t	samband	p %
s7 PCB	1992–2001	0,45	0,67	5	3	1,558		90< p <95
Hg	1992	0,02	0,15	4	2	0,216		p <75

I figurerna 7:42–7:78 redovisas korrelationskoefficienterna (r) för de linjära regressionsanalyserna uppställda i en matris som för varje analyserat element eller förening visar de inbördes relationerna mellan sediment, blåstång, blåmussla, tånglake, torskfilé och torsklever vad avser deras respektive koncentration av ämnet ifråga. Sannolikheten (p) för respektive samband har markerat med en färg i enlighet med den skala som anges i figurerna. Ljussgult anger att sannolikheten är mindre än 75 % och rött att den är större än 99 %. Negativa samband markeras med ett minustecken (-). Uppgifter om antalet ingående data (antal stationer n , bestämningskoefficienter r^2 , korrelationskoefficienten r , t -värdet och signifikansen p) redovisas i tabellerna 7:57–7:67. I dessa tabeller anges även där så påvisats sannolikheter för sambanden som ligger mellan 99 och 99,9 %.

7.5.1.1 Arsenik

Sambandsanalyserna vad avser arsenik (As) visar att utmed Bohuskusten föreligger två starka signifikanta ($p > 99$ %) och positiva samband mellan de undersökta medierna, dels mellan blåstång och blåmussla, dels mellan blåstång och sediment (fig. 7:42 och 7:43). Därutöver har ett starkt signifikant negativt samband påvisats mellan tånglake och sediment samt ett något svagare negativt samband mellan blåstång och tånglake. I övrigt är korrelationerna svaga och med låg signifikans ($p < 95$ %) och inga klara samband kan beläggas.

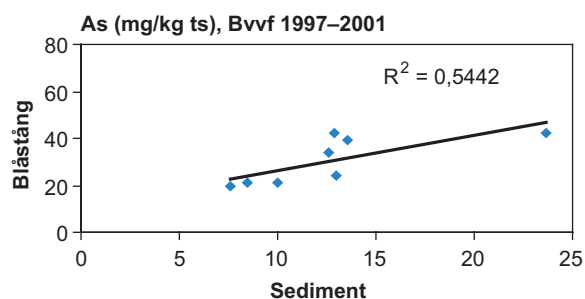
Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår att mellan 12 och 46 % av klusterfördelningen för nämnda samband beror på andra faktorer.

As	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,74	1,00			
Blåmussla	-0,07	0,94	1,00		
Tånglake	-0,71	-0,56	0,01	1,00	
Torsklever	0,04	0,33	-0,19	-0,46	1,00

p<75
75<p<90
90<p<95
95<p<97,5
97,5<p<99
p>99

Figur 7:42. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av arsenik (As) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to arsenic (As) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:43. Sambanden mellan arsenik (As) i blåstång och sediment utmed Bohuskusten under 1997–2001.

The relationship between arsenic (As) in bladder wrack and sediment at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.2 Kadmium

Sambandsanalyserna vad avser kadmium (Cd) visar ett starkt signifikant ($p > 99\%$) och positivt samband mellan blåstång och tånglake i den undersökta matrisen (fig. 7:44). Starka signifikanta negativa samband råder mellan tånglake och torsk (torsklever) samt mellan sediment och torsk (torsklever). Något svagare positiva samband med måttlig signifikans råder mellan sediment och blåmussla respektive tånglake samt mellan torsk (torsklever) och blåstång (fig. 7:44). I övrigt är korrelationerna svaga och med låg signifikans ($p < 95\%$) och inga klara samband kan beläggas.

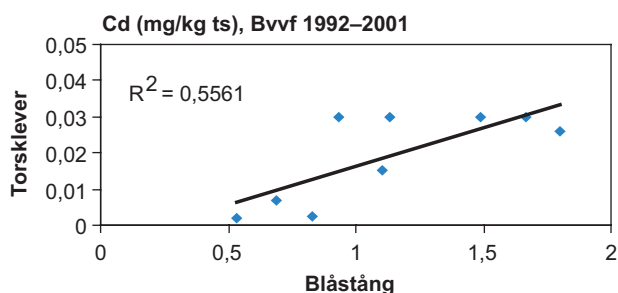
Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår att endast 12 % av klusterfördelningen för sambandet mellan tånglake och blåstång beror på andra faktorer.

Cd	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	-0,19	1,00			
Blåmussla	0,50	0,08	1,00		
Tånglake	0,59	0,94	0,43	1,00	
Torsklever	-0,77	0,75	-0,35	-0,82	1,00

p < 75	75 < p < 90	90 < p < 95	95 < p < 97,5	97,5 < p < 99	p > 99

Figur 7:44. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av kadmium (Cd) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to cadmium (Cd) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:45. Sambanden mellan kadmium (Cd) i blåstång och torsklever utmed Bohuskusten under 1997–2001.

The relationship between cadmium (Cd) in bladder wrack and cod liver at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.3 Krom

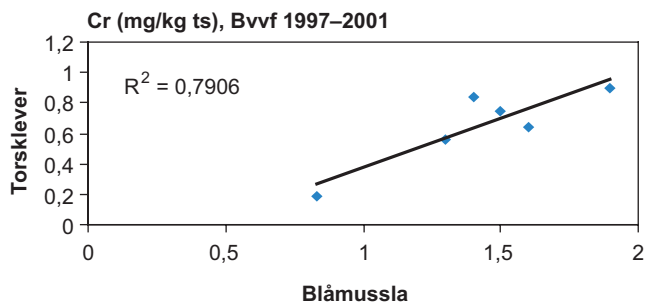
Sambandsanalyserna vad avser krom (Cr) uppvisar endast ett starkt signifikant ($p > 99\%$) och positivt samband mellan krom i blåmussla och torsk (torsklever) i den undersökta matrisen (fig. 7:46 och 7:47). Måttlig signifikans ($95 < p < 99\%$) föreligger mellan blåmussla och tånglake samt mellan torsk (torsklever) och tånglake. Inga samband föreligger till sediment och blåstång.

Cr	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	-0,17	1,00			
Blåmussla	0,15	0,40	1,00		
Tånglake	0,09	-0,12	0,66	1,00	
Torsklever	0,28	0,37	0,89	0,84	1,00

p < 75	75 < p < 90	90 < p < 95	95 < p < 97,5	97,5 < p < 99	p > 99

Figur 7:46. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av krom (Cr) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to chromium (Cr) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:47. Sambanden mellan krom (Cr) i blåmussla och torsklever utmed Bohuskusten under 1997–2001.
The relationship between chromium (Cr) in blue mussel and cod liver at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.4 Koppar

Sambandsanalyserna vad avser kadmium (Cd) visar på starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband mellan blåstång och övriga biologiska medier samt mellan blåmussla och tånglake i den undersökta matrisen (fig. 7:48). Sambanden med sediment är svagt ($p < 95\%$). Sambandet mellan torsk (torsklever) och blåstång illustreras i figur 7:49.

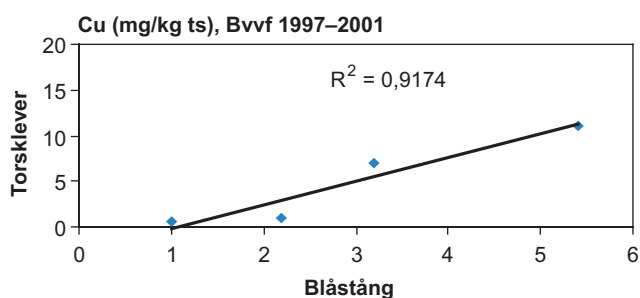
Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår att endast 8 % av klusterfördelningen för sambandet mellan tånglake och blåstång beror på andra faktorer.

Cu	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,37	1,00			
Blåmussla	0,30	0,58	1,00		
Tånglake	0,23	0,71	0,71	1,00	
Torsklever	-0,40	0,96	0,34	0,35	1,00

p < 75	75 < p < 90	90 < p < 95	95 < p < 97,5	97,5 < p < 99	p > 99
--------	-------------	-------------	---------------	---------------	--------

Figur 7:48. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av koppar (Cu) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to copper (Cu) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:49. Sambanden mellan koppar (Cu) i blåstång och torsklever utmed Bohuskusten under 1997–2001.
The relationship between copper (Cu) in bladder wrack and cod liver at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.5 Kvicksilver

Sambandsanalyserna vad avser kvicksilver (Hg) visar på starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband mellan sediment och övriga biologiska medier (torsk undantaget) samt mellan olika biologiska medier (fig. 7:50). Sambandet mellan torsk (torsklever) och blåstång är med måttlig signifikans ($95 < p < 97,5\%$) starkt negativt. Sambanden med torskfilé är svagt ($p < 95\%$).

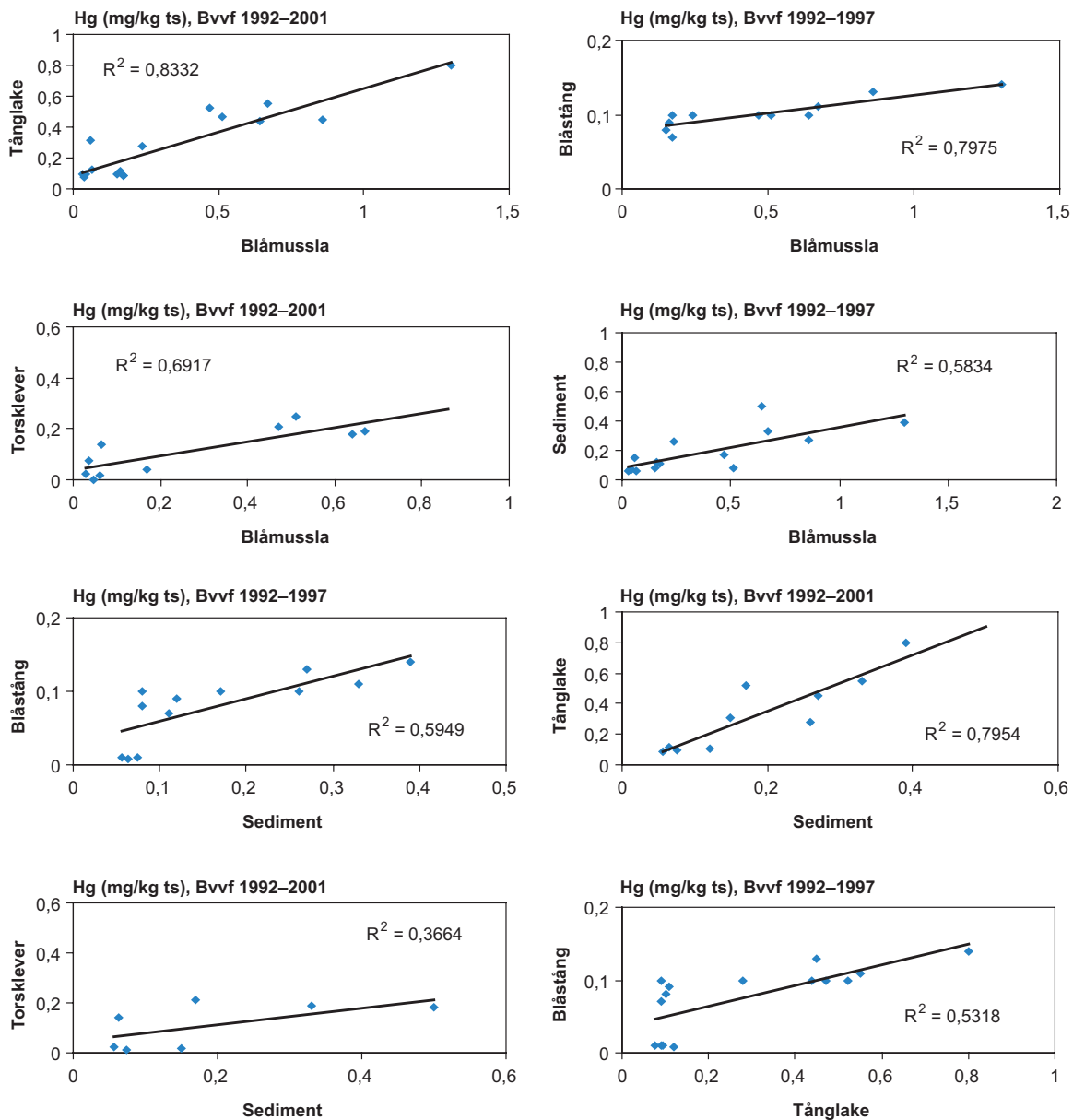
I figur 7:51a–b redovisas plottdiagrammen för sambanden. Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår att mellan 17 och 42 % av klusterfördelningen i de olika sambanden beror på andra faktorer.

Hg	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever	Torskfilé
Sediment	1,00					
Blåstång	0,77	1,00				
Blåmussla	0,76	0,89	1,00			
Tånglake	0,89	0,73	0,91	1,00		
Torsklever	0,61	-0,83	0,83	0,88	1,00	
Torskfilé	-0,15	0,85	0,40	0,63	0,15	1,00

p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99
------	---------	---------	-----------	-----------	------

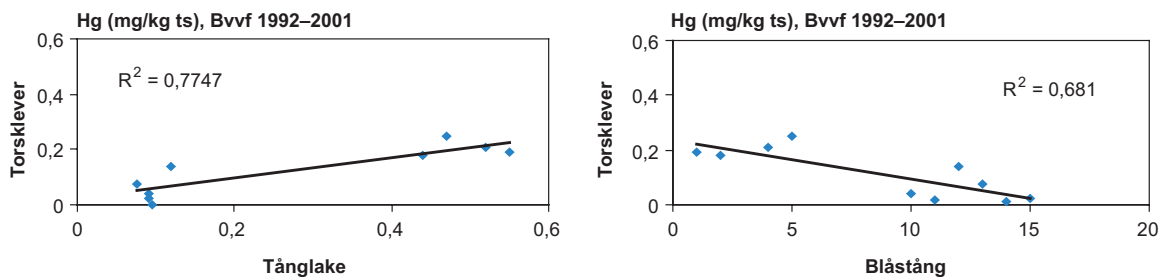
Figur 7:50. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av kvicksilver (Hg) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to mercury (Hg) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:51a. Sambanden mellan kvicksilver (Hg) i sediment och biota utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The relationship between mercury (Hg) in sediment and biota at the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:51b. Sambanden mellan kvicksilver (Hg) i sediment och biota utmed Bohuskusten under 1992–2001.
The relationship between mercury (Hg) in sediment and biota at the Bohus Coast in 1992–2001.

7.5.1.6 Nickel

Sambandsanalyserna med avseende på nickel (Ni) visar på starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband mellan blåstång och övriga biologiska medier samt mellan torsk (torsklever) och tånglake (fig. 7:52 och 7:53). Däremot är sambanden till blåmussla och sediment svaga ($p < 75\%$ – $< 95\%$).

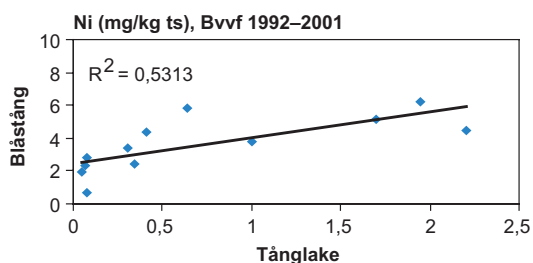
Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår att endast 2 % av klusterfördelningen i sambandet mellan tånglake och torsk (torsklever) beror på andra faktorer.

Ni	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,03	1,00			
Blåmussla	0,50	0,73	1,00		
Tånglake	0,19	0,73	-0,32	1,00	
Torsklever	0,04	0,95	-0,32	0,99	1,00

p < 75	75 < p < 90	90 < p < 95	95 < p < 97,5	97,5 < p < 99	p > 99
--------	-------------	-------------	---------------	---------------	--------

Figur 7:52. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av nickel (Ni) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to nickel (Ni) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:53. Sambanden mellan nickel (Ni) i Tånglake och blåstång utmed Bohuskusten under 1992–2001.
The relationship between nickel (Ni) in eel-pout and bladder wrack at the Bohus Coast in 1992–2001.

7.5.1.7 Bly

Sambandsanalyserna med avseende på bly (Pb) visar endast på starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband mellan blåstång och blåmussla, samt mellan torsk (torsklever) och tånglake (fig. 7:54). Exempel på det förra sambandet illustreras i figur 7:55. Övriga samband är svaga ($p < 95\%$).

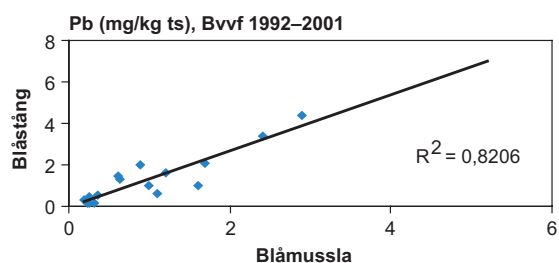
Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår att endast 2 % av klusterfördelningen i sambandet mellan tånglake och torsk (torsklever) beror på andra faktorer (jämför Ni ovan).

Pb	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	-0,16	1,00			
Blåmussla	0,27	0,91	1,00		
Tånglake	0,63	-0,42	-0,60	1,00	
Torsklever	-0,69	0,88	0,65	0,99	1,00

p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99

Figur 7:54. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av bly (Pb) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to lead (Pb) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:55. Sambanden mellan bly (Pb) i blåmussla och blåstång utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The relationship between lead (Pb) in blue mussel and bladder wrack at the Bohus Coast in 1992–2001.

7.5.1.8 Tenn

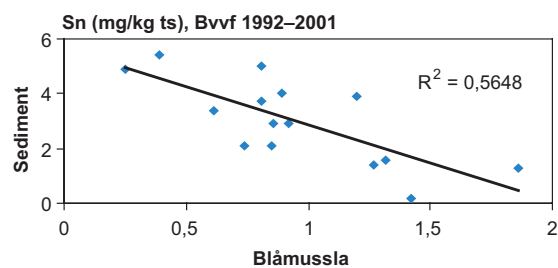
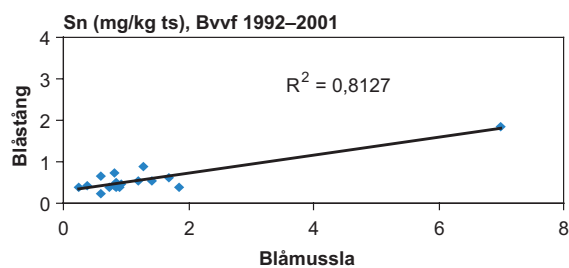
Sambandsanalyserna med avseende på tenn (Sn) visar också endast på två starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband, nämligen mellan blåmussla och sediment respektive blåstång (fig. 7:56). Övriga samband är svaga ($p < 95\%$). Exempel på några samband illustreras i figur 7:57.

Sn	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	-0,01	1,00			
Blåmussla	-0,75	0,90	1,00		
Tånglake	0,57	-0,45	-0,51	1,00	
Torsklever	0,85	0,58	-0,18	0,89	1,00

p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99

Figur 7:56. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av tenn (Sn) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to tin (Sn) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:57. Sambanden mellan tenn (Sn) i blue musselt och blåstång respektive sediment utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The relationship between tin (Sn) in blue mussel and bladder wrack and sediment respectively at the Bohus Coast in 1992–2001.

7.5.1.9 Vanadin

Sambandsanalyserna med avseende på vanadin (V) visar på starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband mellan blåmussla och blåstång respektive tånglake, men ett starkt signifikant negativt samband mellan blåmussla och torsk (torsklever) (fig. 7:58). Övriga samband är svaga ($p < 95\%$) och inget samband råder mellan sediment och biota.

I figur 7:59 illustreras sambanden mellan blåmussla och tånglake respektive blåmussla och torsklever.

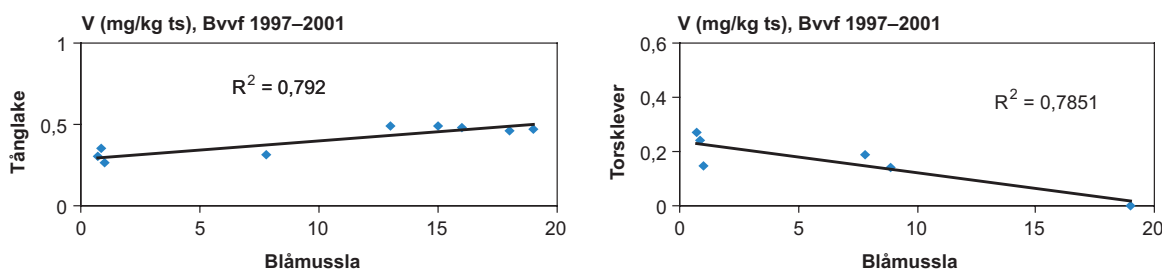
Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår t.ex. att endast 4 % av klusterfördelningen i sambandet mellan blåmussla och blåstång beror på andra faktorer.

V	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,06	1,00			
Blåmussla	-0,20	0,98	1,00		
Tånglake	0,05	0,93	0,89	1,00	
Torsklever	0,69	0,67	-0,89	0,69	1,00

p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99
------	---------	---------	-----------	-----------	------

Figur 7:58. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av vanadin (V) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to vanadium (V) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:59. Sambanden mellan vanadin (V) i olika biota utmed Bohuskusten under 1997–2001.

The relationship between vanadium (V) in different biota at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.10 Zink

Sambandsanalyserna med avseende på zink (Zn) visar förvånande nog inte på några starkt signifikanta och positiva samband i den undersökta matrisen (fig. 7:60). Ett måttligt ($97,5 < p < 99\%$) positivt samband finns mellan sediment och blåstång och ett måttligt negativt samband mellan blåmussla och torsk (torsklever).

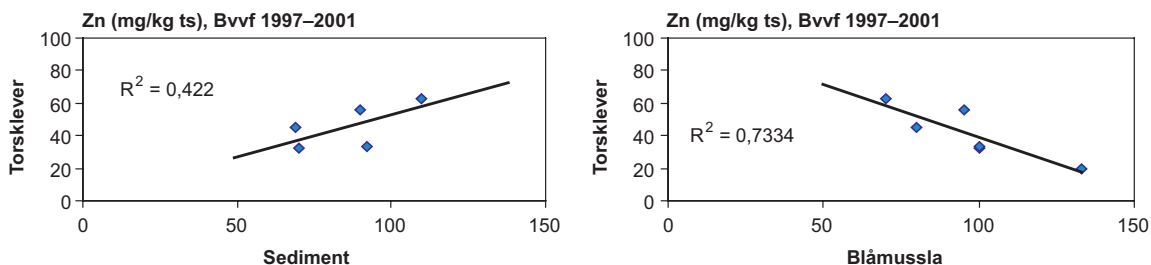
I figur 7:61 illustreras sambanden mellan torsklever och sediment respektive torsklever och blåmussla.

Zn	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,56	1,00			
Blåmussla	0,05	0,20	1,00		
Tånglake	0,41	0,46	0,39	1,00	
Torsklever	0,65	0,39	-0,86	-0,68	1,00

p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99
------	---------	---------	-----------	-----------	------

Figur 7:60. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av zink (Zn) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to zinc (Zn) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7.61. Sambanden mellan zink (Zn) i torsklever och sediment respektive blåmussla utmed Bohuskusten under 1997–2001.
The relationship between zinc (Zn) in cod liver and sediment and blue mussel respectively at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.11 Organiska tennföreningar

Halten av dibutyltenn (DBT) och tributyltenn (TBT) har inte studerats i tånglake vid undersökningarna 2001. Eventuellt koncentrationssamband med sediment har därför inte varit möjligt att undersöka eftersom data på sediment endast föreligger för år 2000 (SGUs undersökningar). I övriga medier har organiska tennföreningar undersökts.

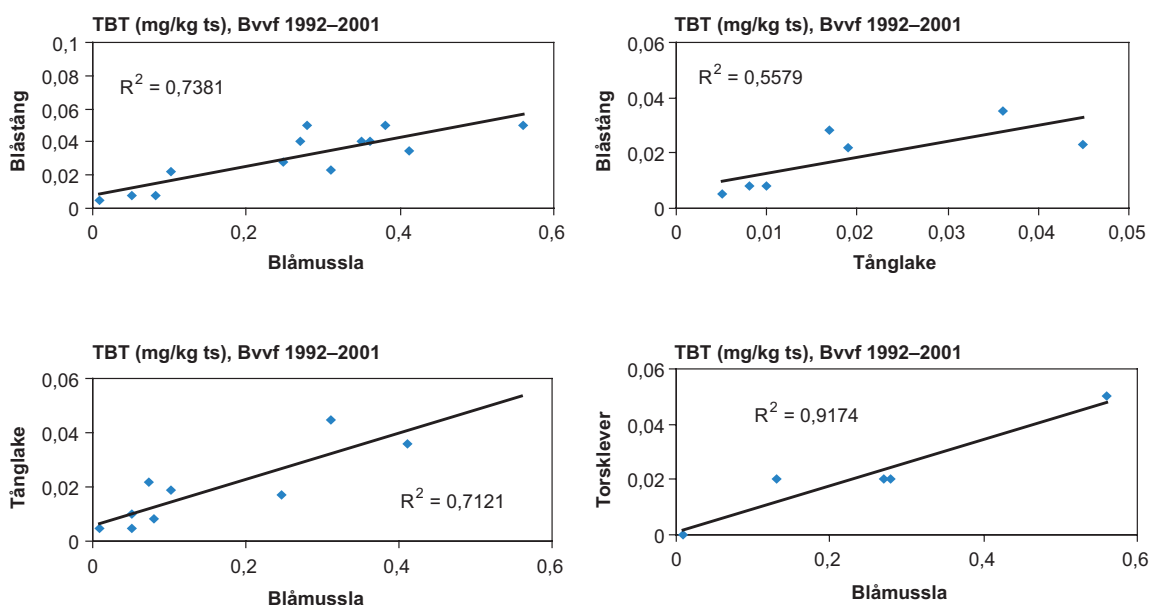
Sambandsanalyserna med avseende på TBT visar på starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband mellan blåmussla och torsk (torsklever) respektive tånglake samt mellan blåstång och blåmussla (fig. 7:62). Övriga samband är svaga ($p < 95\%$) och inga starka samband råder mellan sediment och biota.

TBT	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,28	1,00			
Blåmussla	0,97	0,86	1,00		
Tånglake	-	0,75	0,84	1,00	
Torsklever	0,74	0,39	0,96	-	1,00

p < 75	75 < p < 90	90 < p < 95	95 < p < 97,5	97,5 < p < 99	p > 99
--------	-------------	-------------	---------------	---------------	--------

Figur 7.62. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av tributyltenn (TBT) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to tributyltin (TBT) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7.63. Sambanden mellan tributyltenn (TBT) i olika biota utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The relationship between tributyltin (TBT) in different biota at the Bohus Coast in 1992–2001.

DBT	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,35	1,00			
Blåmussla	0,91	0,60	1,00		
Tånglake	-	0,37	-0,08	1,00	
Torsklever	-0,86	0,13	0,50	-	1,00

p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99

Figur 7:64. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av dibutyltinn (DBT) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to dibutyltin (DBT) along the Bohus Coast in 1992–2001.

Inga negativa samband vad avser koncentrationen av TBT mellan olika typer av biota respektive biota och sediment har påvisats. I figur 7:63 illustreras några av sambanden.

Sambandsanalyserna med avseende på nedbrytningsprodukten DBT visar inte på några starka positiva samband med hög signifikans (fig. 7:64). Möjligen kan ett positivt samband råda mellan halten i blåmussla och sediment (signifikans 97,5<p<99 %). Osäkerheten är dock stor beroende på få mätvärden (tabellerna 7:57–7:67).

Förklaringen till skillnaden mellan de funna sambanden för TBT och DBT i matrisen kan bero på skillnader i nedbrytning av TBT alternativt i mekanismerna för att avsöndra nedbrytningsprodukten.

7.5.1.12 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Sambandsanalyserna med avseende på polycykliska aromatiska kolväten ($\Sigma 16$ PAH) visar inte på några starka signifikanta (p>99 %) och positiva samband i den undersökta matrisen (fig. 7:65). Sambanden är svaga (p<95 %) och i de flesta fallen negativa.

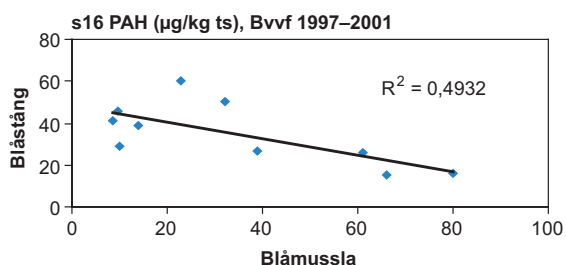
I figur 7:66 illustreras sambandet mellan blåmussla och blåstång vad avser $\Sigma 16$ PAH.

s16 PAH	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,30	1,00			
Blåmussla	-0,24	-0,70	1,00		
Tånglake	-0,31	0,47	-0,18	1,00	
Torsklever	-0,88	0,11	0,67	-0,28	1,00

p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99

Figur 7:65. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av polycykliska aromatiska kolväten ($\Sigma 16$ PAH) utmed Bohuskusten under 1997–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to polycyclic aromatic hydrocarbons ($\Sigma 16$ PAH) along the Bohus Coast in 1997–2001.



Figur 7:66. Sambanden mellan polycykliska aromatiska kolväten (s16 PAH) i blåmussla och blåstång utmed Bohuskusten under 1997–2001.

The relationship between polycyclic aromatic hydrocarbons (s16 PAH) in blue mussel and bladder wrack at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.13 Metylnaftalener

Sambandsanalyserna med avseende på 1-metylnaftalen visar endast på ett enda starkt signifikant ($p > 99\%$) och positiva samband i den undersökta matrisen; sambandet torsk (torsklever) och tånglake (fig. 7:67). När det gäller 2-metylnaftalen är sambandet omvänt, dvs. negativt (fig. 7:68). Sambanden i övrigt är svaga ($p < 95\%$) eller saknas helt.

Osäkerheten är dock stor när det gäller sambanden för metylnaftalener beroende på att antalet mätvärden är få (tabellerna 7:57–7:67).

I figur 7:69 illustreras sambanden mellan torsk (torsklever) och blåstång respektive torsk (torsklever) och tånglake.

1-metylnaft	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever	
Sediment	1,00					
Blåstång	0,02	1,00				
Blåmussla	0,88		1,00			
Tånglake	-	-	-	1,00		
Torsklever	0,72	0,98	-	0,95	1,00	
	p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99

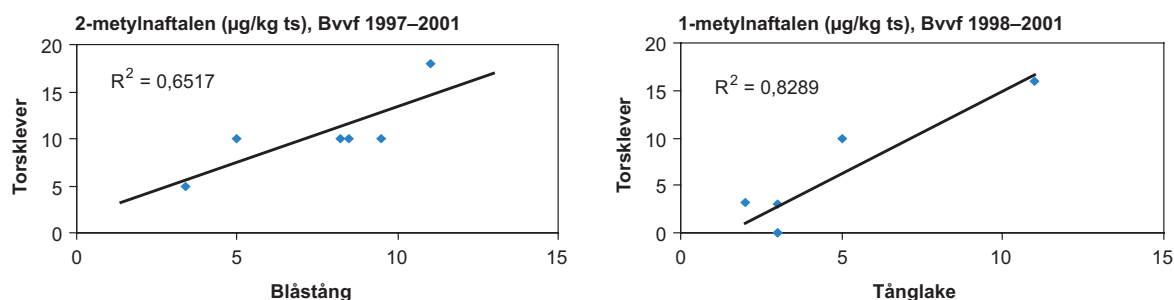
Figur 7:67. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av 1-metylnaftalen utmed Bohuskusten under 2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to 1-methylnaphtalene along the Bohus Coast in 2001.

2-metylnaft	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever	
Sediment	1,00					
Blåstång	0,42	1,00				
Blåmussla	0,40		1,00			
Tånglake	0,51	-	-	1,00		
Torsklever	0,50	0,81	-	-0,88	1,00	
	p<75	75<p<90	90<p<95	95<p<97,5	97,5<p<99	p>99

Figur 7:68. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av 2-metylnaftalen utmed Bohuskusten under 2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to 2-methylnaphtalene along the Bohus Coast in 2001.



Figur 7:69. Sambanden mellan metylnaftalener i torsklever och blåstång respektive tånglake utmed Bohuskusten under 2001.

The relationship between methyl naphthalenes in cod liver and bladder wrack and eel-pout respectively at the Bohus Coast in 1997–2001.

7.5.1.14 Polyklorerade bifenyler (PCB)

Polyklorerade bifenyler (PCB) har inte undersökts i blåstång varför detta media inte ingår i sambandsanalysen. Sambandsanalyserna med avseende på övriga media visar på starka signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband mellan tånglake och sediment respektive blåmussla (fig. 7:70). Något mindre signifikanta ($97,5 < p < 99\%$) positiva samband föreligger mellan torsk (torsklever) och sediment respektive blåmussla. Det föreligger också ett motsvarande samband mellan blåmussla och torskfilé, men inget samband mellan torsk och tånglake.

Av r^2 -värdena (tabellerna 7:57–7:67) framgår att endast 10 och 15 % av klusterfördelningen i sambandet mellan tånglake och blåmussla respektive sediment beror på andra faktorer.

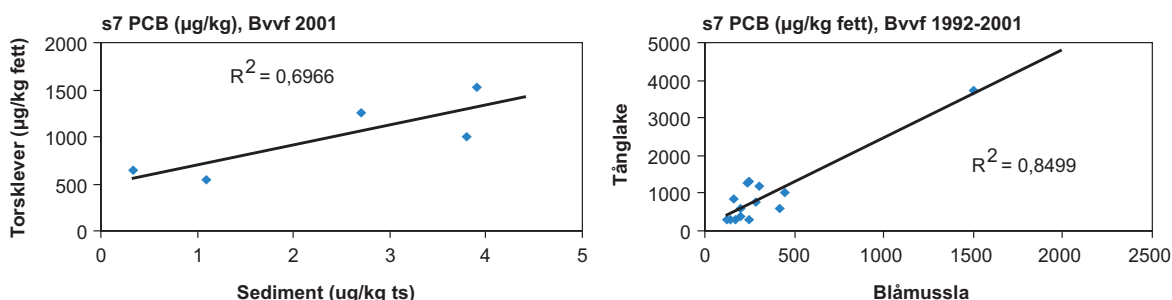
I figur 7:71 illustreras sambanden mellan torsk (torsklever) och sediment respektive tånglake och blåmussla.

s7 PCB	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever	Torskfilé
Sediment	1,00					
Blåstång		1,00				
Blåmussla	0,13		1,00			
Tånglake	0,95		0,92	1,00		
Torsklever	0,83		0,66	0,08	1,00	
Torskfilé	-		0,98	-0,25	0,67	1,00

p < 75	75 < p < 90	90 < p < 95	95 < p < 97,5	97,5 < p < 99	p > 99
--------	-------------	-------------	---------------	---------------	--------

Figur 7:70. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av polyklorerade bifenyler ($\Sigma 7$ PCB) utmed Bohuskusten under 1992–2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to polychlorinated biphenyls ($\Sigma 7$ PCB) along the Bohus Coast in 1992–2001.



Figur 7:71. Sambanden mellan polyklorerade bifenyler (s7 PCB) i sediment och torsklever respektive tånglake och blåmussla utmed Bohuskusten under 2001.

The relationship between polychlorinated biphenyls (s7 PCB) in sediment and cod liver and in eel-pout and blue mussel respectively at the Bohus Coast in 2001.

7.5.1.15 Polybromerade difenyletrar (PBDE)

Resultatet av sambandsanalyserna med avseende på polybromerade difenyler (kongenerna PBDE-47, PBDE-99, PBDE-100 och DekabDE) visar endast på två starkt signifikanta ($p > 99\%$) och positiva samband i den undersökta matrisen; sambandet mellan sediment och blåmussla vad avser PBDE-47 och sambandet mellan blåmussla och blåstång vad avser DekabDE (fig. 7:72–7:75). PBDE-99 och PBDE-100 kunde inte detekteras i sedimentproven.

Ett måttligt signifikant positivt samband mellan blåmussla och tånglake föreligger också (fig. 7:76), medan övriga samband är svaga med låg signifikans ($p < 95\%$) (fig. 7:72–7:75). Osäkerheten är dock stor när det gäller sambanden för PBDE beroende på att antalet mätvärden är få (tabellerna 7:57–7:67).

I figur 7:76 illustreras ytterligare några av de berörda sambanden vad avser PBDE-47, PBDE-99 och DekabDE.

PBDE-47	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,26	1,00			
Blåmussla	0,97	-0,26	1,00		
Tånglake	-0,47	0,70	0,54	1,00	
Torsklever	0,62	-0,82	0,69	-0,83	1,00

p<75 75<p<90 90<p<95 95<p<97,5 97,5<p<99 p>99

Figur 7:72. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av PBDE-47 utmed Bohuskusten under 2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to PBDE-47 along the Bohus Coast in 2001.

PBDE-99	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	-	1,00			
Blåmussla	-	-0,04	1,00		
Tånglake	-	0,56	0,98	1,00	
Torsklever	-	-0,16	0,93	0,65	1,00

p<75 75<p<90 90<p<95 95<p<97,5 97,5<p<99 p>99

Figur 7:73. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av PBDE-99 utmed Bohuskusten under 2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to PBDE-99 along the Bohus Coast in 2001.

PBDE-100	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	-	1,00			
Blåmussla	-	-0,24	1,00		
Tånglake	-	-0,30	0,22	1,00	
Torsklever	-	-0,54	0,90	0,74	1,00

p<75 75<p<90 90<p<95 95<p<97,5 97,5<p<99 p>99

Figur 7:74. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av PBDE-100 utmed Bohuskusten under 2001.

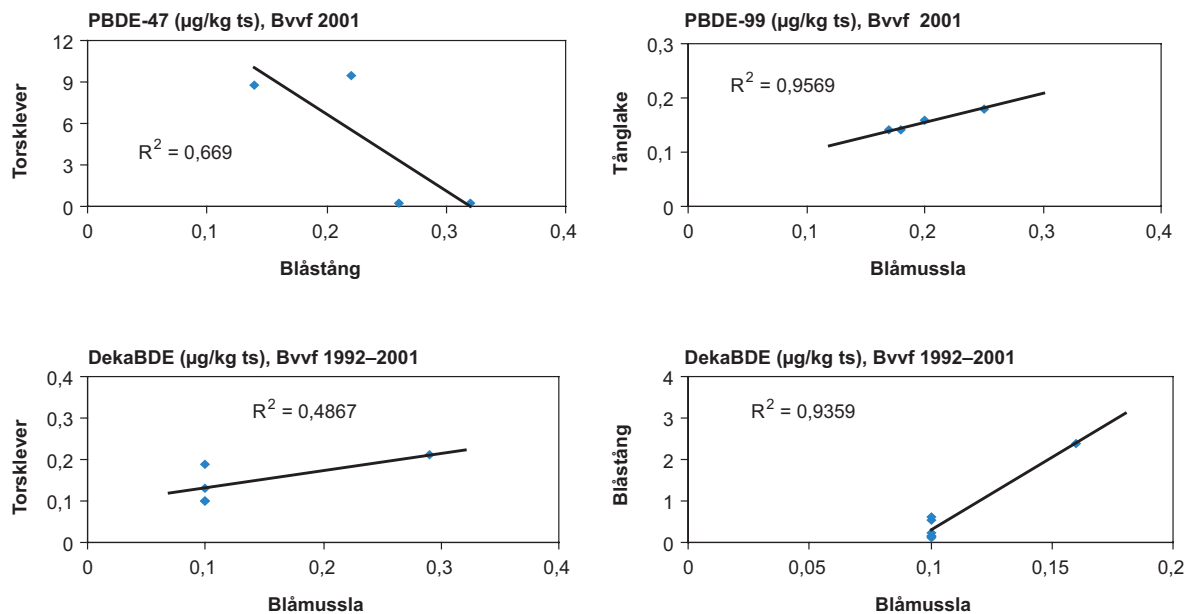
The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to PBDE-100 along the Bohus Coast in 2001.

DekaBDE	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång	0,30	1,00			
Blåmussla	0,40	0,97	1,00		
Tånglake	0,57	-0,25	0,25	1,00	
Torsklever	-0,48	0,22	0,70	-	1,00

p<75 75<p<90 90<p<95 95<p<97,5 97,5<p<99 p>99

Figur 7:75. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av DekabDE utmed Bohuskusten under 2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to DecaBDE along the Bohus Coast in 2001.



Figur 7:76. Sambanden mellan några polybromerade difenylter (PBDE, DekaBDE) i olika typer av biota utmed Bohuskusten under 2001. *The relationship between polybrominated diphenyls (PBDE, DecaBDE) in different types of biota at the Bohus Coast in 2001.*

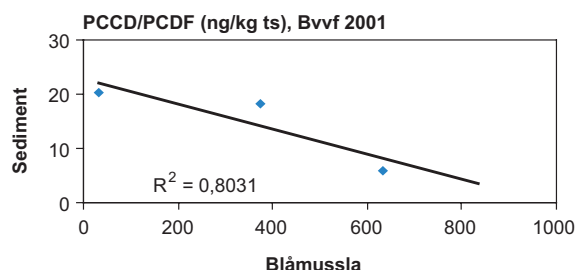
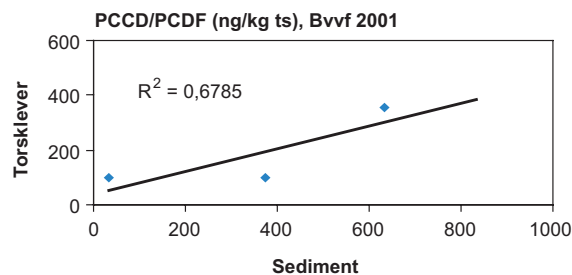
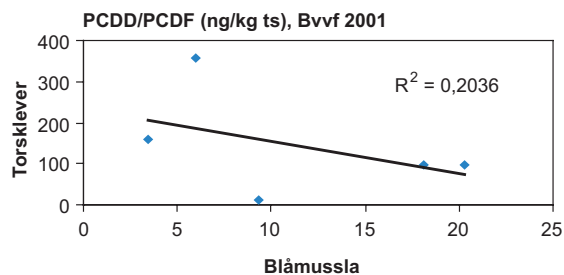
7.5.1.16 Polybromerade dioxiner och furaner (PCCD/PCDF)

Sambandsanalyserna för polyklorerade dioxiner (PCCD) och furaner (PCDF) visar inte på några signifikanta ($p < 90\%$) samband alls (fig. 7:77). Det skall dock understrykas att analysen baseras på endast ett fåtal mätdata och att några slutsatser därför inte kan dras i detta avseende (fig. 7:78).

PCCD/PCDF	Sediment	Blåstång	Blåmussla	Tånglake	Torsklever
Sediment	1,00				
Blåstång		1,00			
Blåmussla	-0,90		1,00		
Tånglake				1,00	
Torsklever	0,82		-0,45		1,00
	$p < 75$	$75 < p < 90$	$90 < p < 95$	$95 < p < 97,5$	$97,5 < p < 99$
					$p > 99$

Figur 7:77. Korrelationskoefficienter och sannolikheten för de linjära sambanden mellan olika medier vad avser koncentrationen av polyklorerade dioxiner/furaner utmed Bohuskusten under 2001.

The correlation coefficients and the probability of the linear relationships between different media with respect to polychlorinated dioxins/furanis along the Bohus Coast in 2001.



Figur 7:78. Sambanden mellan några polyklorerade dioxiner/furaner (PCCD/PCDF) i olika typer av biota och sediment utmed Bohuskusten under 2001.

The relationship between polychlorinated dioxins and furanes (PCCD/PCDF) in different types of biota at the Bohus Coast in 2001.

7.6 Faktoranalys av kemiska ämnen i sediment och biota

(av Johan Nyberg och Ingemar Cato)

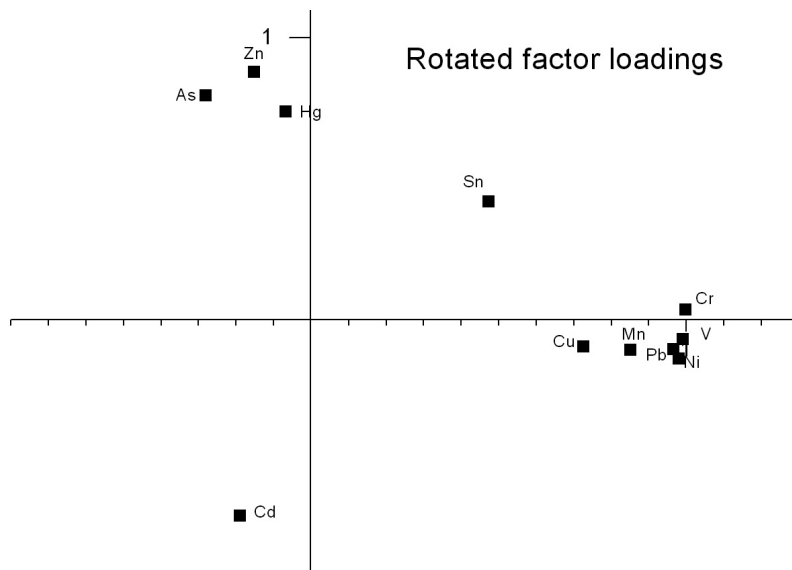
En faktoranalys har utförts på halter av ämnen och substanser som är analyserade i de olika medierna (sediment, blåstång, blåmussla, torsklever och tånglake) längs med Bohuskusten. För att närma sig en normalfördelning på indata utfördes en logtransformation innan faktoranalyserna genomfördes.

Resultaten från en faktoranalys utförd enbart på halter av tungmetaller (tabell 7:68) visar en tydlig gruppering av As, Zn och Hg och av Cr, V, Ni, Pb, Mn och Cu, medan Sn och Cd avskiljde sig (se figur 7:79). För de olika medierna utskiljer sig en grupp bestående av tånglake på alla stationer och torsklever på stationerna 10 och 13 och en annan grupp bestående av samtliga stationers sediment, se figur 7:80. Resultaten indikerar att tånglake vid alla stationer samt torsklever på stationerna 10 och 13 innehåller förhållandevis högre koncentrationer av As, Zn och Hg samt att koncentrationerna av Cr, V, Ni, Pb, Mn och Cu är betydligt högre i sedimentet jämfört med de andra medierna vid samtliga stationer. Detta visar bl.a. sedimentens betydelse som sänka för metaller och möjliga risk i form av sekundär källa.

Tabell 7:68. Korrelationsmatris som visar Pearson korrelationskoefficienten mellan de olika metaller i alla medier analyserade. Fet stil markerar signifikanta värden (förutom diagonalt) över signifikansnivån $\alpha=0,050$ (two-tailed test).

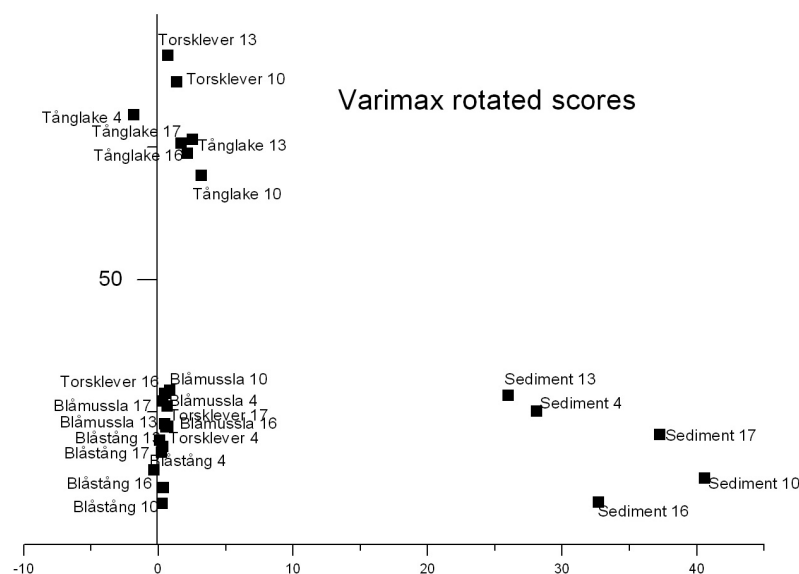
Correlation matrix showing the Pearson correlation coefficients of different metals in all media analysed. Bolded text marks significant values (except diagonal) above the significance level $\alpha=0.050$ (two-tailed test).

	Hg	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr	V	Sn	As	Mn
Hg	1	-0,648	-0,062	0,273	-0,059	0,878	0,565	0,226	0,616	0,311	-0,325
Cd	-0,648	1	0,531	0,039	0,514	-0,741	-0,189	0,238	-0,561	-0,564	0,548
Pb	-0,062	0,531	1	0,325	0,934	-0,227	0,613	0,836	0,188	-0,232	0,861
Cu	0,273	0,039	0,325	1	0,184	0,021	0,641	0,557	0,451	-0,377	0,281
Ni	-0,059	0,514	0,934	0,184	1	-0,233	0,570	0,786	0,162	-0,231	0,845
Zn	0,878	-0,741	-0,227	0,021	-0,233	1	0,335	-0,016	0,516	0,449	-0,440
Cr	0,565	-0,189	0,613	0,641	0,570	0,335	1	0,851	0,704	-0,005	0,466
V	0,226	0,238	0,836	0,557	0,786	-0,016	0,851	1	0,441	-0,126	0,695
Sn	0,616	-0,561	0,188	0,451	0,162	0,516	0,704	0,441	1	0,298	0,089
As	0,311	-0,564	-0,232	-0,377	-0,231	0,449	-0,005	-0,126	0,298	1	-0,206
Mn	-0,325	0,548	0,861	0,281	0,845	-0,440	0,466	0,695	0,089	-0,206	1



Figur 7:79. Faktoranalys utförd enbart på halter av tungmetaller i sediment, blåstång, blåmussla, torsklever och tånglake, utvisande metallgrupperingen (se även figur 7:80).

Rotated factor loading for metals in sediment, bladder wrack, blue mussel, cod liver and eel-pout, showing the grouping of metals (see also Figure 7:80).



Figur 7:80. Faktoranalys baserad på halter av tungmetaller i sediment, blåstång, blåmussla, torsklever och tånglake, utvisande grupperingen av olika media i relation till metaller (se också figur 7:79).

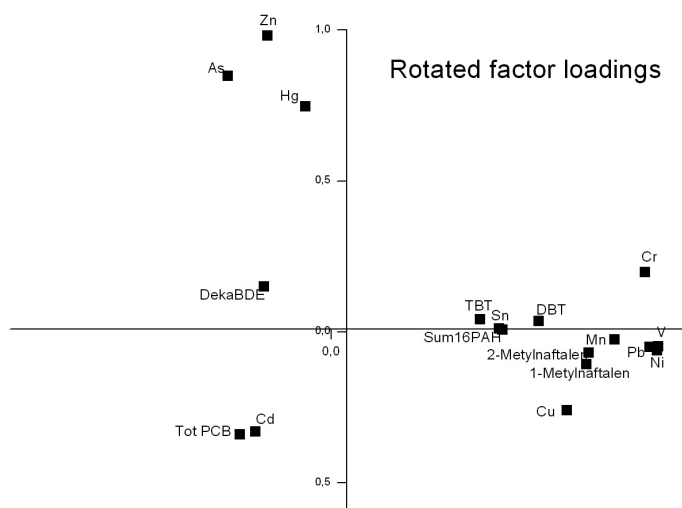
Factor analysis for metals in sediment, bladder wrack, blue mussel, cod liver and eel-pout, showing the grouping of different media in relation to metals (see also, Figure 7:79).

En faktoranalys baserad på halterna av alla studerade ämnen, metaller och organiska miljögifter (tabell 7:79), visar grupperingar av (1) As, Zn och Hg, (2) V, Ni och Pb, (3) 1-Metylnaftalen och 2-Metylnaftalen, (4) Sn, $\Sigma 16$ PAH och TBT samt (5) Tot-PCB och Cd, medan främst DekabDE och Cr, samt i viss mån DBT och Mn avskiljer sig (se figur 7:81). Noterbart är att Sn och TBT grupperar sig tillsammans med $\Sigma 16$ PAH. När det gäller Sn och TBT visar resultaten att tennhalten påverkas av det tenn som finns i TBT. Varför $\Sigma 16$ PAH och tenn grupperar sig är mer ovisst, men kan tolkas som att sjöfarten inte bara bidrar med TBT från vissa påväxthämmande färger utan också med PAH genom nyttjande och förbränning av fossila bränslen.

En svag gruppering av sedimenthalter vid stationerna 10, 16 och 17 samt för torskleverhalter vid stationerna 4, 16 och 17 kan också utskiljas (se figur 82). Även i detta fall visar resultaten på sedimentens betydelse som sänka för kemiska ämnen och substanser. Resultaten visar dessutom att torsklevern, i form av torskens ”reningsverk” ansamlar miljögifter.

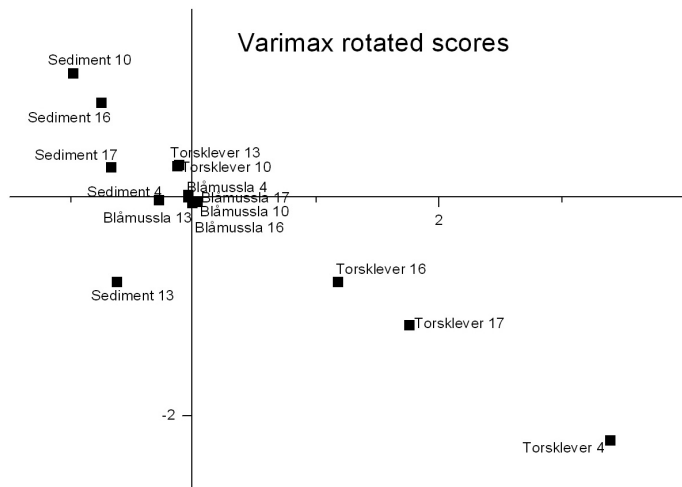
Tabell 7:69. Korrelationsmatris som visar Pearson korrelationskoefficienten mellan de olika elementen i alla medier analyserade. I fet stil, signifikanta värden (förutom diagonalt) över signifikansnivån $\alpha=0,050$ (two-tailed test).

	Sum 16 PAH	2-Metylnaftalen	1-Metylnaftalen	DekaBDE	Hg	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr	V	Sn	As	Mn	Tot PCB	TBT	DBT
Sum 16 PAH	1	0,880	0,769	-0,133	0,313	0,113	0,726	0,688	0,691	-0,181	0,844	0,784	0,670	-0,058	0,778	-0,336	0,783	0,847
2-Metylnaftalen	0,880	1	0,892	-0,069	0,217	-0,089	0,535	0,702	0,515	-0,238	0,797	0,640	0,632	0,040	0,664	-0,190	0,572	0,685
1-Metylnaftalen	0,769	0,892	1	-0,053	0,073	-0,300	0,351	0,799	0,297	-0,242	0,702	0,471	0,655	-0,010	0,532	0,037	0,428	0,548
DekaBDE	-0,133	-0,069	-0,053	1	0,180	-0,178	-0,046	-0,357	-0,114	0,118	-0,108	-0,186	-0,162	0,047	-0,235	0,010	-0,256	-0,173
Hg	0,313	0,217	0,073	0,180	1	-0,275	0,365	-0,118	0,279	0,747	0,440	0,296	0,179	0,374	0,202	-0,403	0,179	0,273
Cd	0,113	-0,089	-0,300	-0,178	-0,275	1	0,386	0,039	0,490	-0,507	-0,016	0,293	-0,353	-0,446	0,284	-0,334	0,550	0,392
Pb	0,726	0,535	0,351	-0,046	0,365	0,386	1	0,266	0,970	0,013	0,851	0,918	0,467	0,054	0,873	-0,856	0,874	0,903
Cu	0,688	0,702	0,799	-0,357	-0,118	0,039	0,266	1	0,249	-0,533	0,546	0,445	0,463	-0,094	0,545	0,075	0,560	0,600
Ni	0,691	0,515	0,297	-0,114	0,279	0,490	0,970	0,249	1	-0,077	0,810	0,898	0,377	-0,112	0,887	-0,842	0,866	0,885
Zn	-0,181	-0,238	-0,242	0,118	0,747	-0,507	0,013	-0,533	-0,077	1	0,038	-0,091	0,057	0,432	-0,174	-0,203	-0,281	-0,211
Cr	0,844	0,797	0,702	-0,108	0,440	-0,016	0,851	0,546	0,810	0,038	1	0,877	0,695	0,156	0,905	-0,660	0,768	0,886
V	0,784	0,640	0,471	-0,186	0,296	0,293	0,918	0,445	0,898	-0,091	0,877	1	0,549	0,161	0,916	-0,746	0,835	0,882
Sn	0,670	0,632	0,655	-0,162	0,179	-0,353	0,467	0,463	0,377	0,057	0,695	0,549	1	0,315	0,547	-0,252	0,459	0,553
As	-0,058	0,040	-0,010	0,047	0,374	-0,446	0,054	-0,094	-0,112	0,432	0,156	0,161	0,315	1	0,001	-0,254	-0,098	-0,026
Mn	0,778	0,664	0,532	-0,235	0,202	0,284	0,873	0,545	0,887	-0,174	0,905	0,916	0,547	0,001	1	-0,723	0,833	0,910
TotPCB	-0,336	-0,190	0,037	0,010	-0,403	-0,334	-0,856	0,075	-0,842	-0,203	-0,660	-0,746	-0,252	-0,254	-0,723	1	-0,628	-0,666
TBT	0,783	0,572	0,428	-0,256	0,179	0,550	0,874	0,560	0,866	-0,281	0,768	0,835	0,459	-0,098	0,833	-0,628	1	0,972
DBT	0,847	0,685	0,548	-0,173	0,273	0,392	0,903	0,600	0,885	-0,211	0,886	0,882	0,553	-0,026	0,910	-0,666	0,972	1



Figur 7:81. Faktoranalys utförd på både metaller och organiska miljögifter i sediment, blåmussla och torsklever, utvisande grupperingen av kemiska ämnen och föreningar (se även figur 7:82).

Factor analysis for metals and organic micropollutants in sediment, blue mussel and cod liver, showing the grouping of chemical elements and substances (see also, Figure 7:82).



Figur 7:82. Faktoranalys baserad på halter av tungmetaller och organiska miljögifter i sediment, blåmussla och torsklever, utvisande grupperingen av olika media i relation till metaller och organiska miljögifter (se också figur 7:81).

Rotated scores for metals and organic micropollutants in sediment, blue mussel and cod liver, showing the grouping of different media in relation to metals and organic pollutants (see also, Figure 7:81).

7.7 Bohuskustens variation i miljögiftsbelastning

I de föregående avsnitten har miljökemiska data och utvecklingstrenden för dessa presenterats per undersökt media, station, ämne och undersökningsår redovisats. 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 medium har också testats mot motsvarande koncentration i en annan del av undersökningsmatrisen. 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 miljöövervaknings-sammanhang är om en, med avseende på ett visst miljögift i ett medium, maxbelastad station också uppvisar en maxbelastning vad avser andra media och andra miljögifter. I ett försök att besvara denna fråga har följande sammanställning gjorts (tabell 7:70) utvisande på vilken av Bohuskustens fem, för olika media (sediment, blåstång, tånglake, blåmussla och torsklever), gemensamma miljökontrollstationer och i vilket media den högsta och näst högsta påvisade koncentrationen för respektive undersökt ämne föreligger år 2001. Endast de ämnen som analyserats i samtliga media ingår, totalt 22 ämnen och föreningar.

Av tabellen framgår att för sediment uppvisar Kungshamn den högsta och näst högsta registrerade halten för 14 ämnen, medan motsvarande siffra för torsklever är 11 i Dana fjord respektive Brofjorden och för blåmussla 10 i Dana fjord och Kungshamn. Flest ämnen med maxkoncentration i tånglake påträffas i Stenungsund och i blåstång i Brofjorden.

Resultaten visar, inte helt oväntat, att miljögiftsbelastningen, baserat på högsta funna halter i respektive media, varierar mellan stationerna och de olika delarna i den studerade matrisen. Sammantaget för alla medier i matrisen kan dock konstateras att 11 % av alla högsta och näst högsta halter återfinns i Kosterfjorden medan motsvarande siffra för övriga stationer varierar mellan 20 och 25 %, dvs. fördelningen dem emellan är relativt jämn. Slutsatsen från denna jämförelse är att Kungshamn och Dana fjord, totalt sett, är något mer belastat av miljögifter än Stenungsund och Brofjorden, medan Kosterfjorden är minst belastat av de fem studerade stationerna.

Tabell 7:70. Matris utvisande antalet ämnen med högsta registrerade koncentration i respektive media på respektive station år 2000/2001. Matrix showing the number of chemicals with the highest concentration registered in each media and station respectively in 2000/2001.

	Sediment	Blåstång	Tånglake	Blåmussla	Torsklever
Dana fjord	5	2	8	10	11
Stenungsund	3	4	10	8	7
Brofjorden	8	7	5	3	11
Kungshamn	14	5	4	10	7
Kosterfjorden	3	2	3	6	3

7.8 Sammanfattning

Miljögiftsundersökningar utförda på biologiskt material; blåmussla (*Mytilus edulis*), blåstång (*Fucus vesiculosus*), tånglake (*Zoarces viviparus*) och torsk (*Gadus morhua*) samt på två stationer också på krabbtaska (*Cancer pagurus*), 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 den rumsliga fördelningen av miljögifter i olika medier, förändringar över tiden (1992–2001), förekommande koncentrationssamband mellan olika undersökta medier (inklusive sedimentdata från avsnitt 2, denna volym) och med avseende på tillstånd enligt svenska bedömningsgrunder för kust och hav.

Underlagsmaterialet har hämtats från tidigare presenterade rapporter över biota (Olsson 1993 och 1998, Granmo & Ekelund 1993, Cato 2000, Alcontrol 2004).

Biologiska prover har insamlats med fem års intervall från fasta stationer som insamlats vid tre olika tillfällen. 1992/93, 1997/98 och 2001. Analyserna har utförts på blåstångens toppskott, blåmusslans mjukdelar, tånglakefilén, torskfilén, torsklevern och krabbtaskans smör.

Vilka ämnen och föreningar som analyserats i respektive biologiskt material under åren 1992–2001 framgår av tabellerna 7:3, 7:12, 7:21, 7:36 och 7:53 ovan. I det följande behandlas enbart de ämnen som också analyserades 2001.

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 det första undersökningstillfället (1992/93) så föll ca 53 % av uppmätta maxkoncentrationer i området utanför Göteborg. Motsvarande siffra för det andra undersökningstillfället (1997/98) var 35 % och för det senaste undersökningstillfället (2001) var siffran 23 %. Siffrorna visar på en före 1998 tydlig övervikt i miljögiftsbelastning för Göteborgsområdet. Denna övervikt har reducerats och år 2001 är den sammanlagda belastningen för biota ungefär densamma i Göteborgsregionen, Stenungsundsområdet, Brofjorden och Kungshamn, alla studerade mediakategorier inräknat. I de tre förstnämnda fallen är detta inte helt överraskande eftersom dessa områden är det mest urbaniserade och/eller industrialiserade områdena utmed Bohuskusten. Kosterfjorden är i detta avseende minst belastat av de fem studerade stationerna. Utvärderingen visar också att i inte mindre än 38 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 drygt 500 bivariata kombinationer omfattande data från samtliga tre undersökningstillfällen 1992–2001 och för sediment 1990–2000. 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 sedimentdata i Brofjorden och utanför Stenungsund (Galterön) äldre än 1994. Resultaten redovisas i kapitel 7.5. Av de 192 utvalda sambandstesterna har i en tredjedel (30 %) av fallen samband påvisats med mer än 95 % sannolikhet. Endast 19 (10 %) av dessa samband är negativa. Av de olika studerade medierna uppvisar blåstång följt av sediment och blåmussla flest positiva koncentrationssamband med övriga media.

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. Resultaten visar också på nödvändigheten av att övervaka miljön i en matris bestående av flera media som i detta fall. Detta inte minst mot bakgrund av att i ca 70 % av fallen har inga signifikanta (>95 %) samband kunnat påvisas.

Faktoranalysen (avsnitt 7.6) visar att koncentrationen av metallerna är betydligt högre i sedimentet vid samtliga stationer jämfört med övriga studerade medier (blåstång, tånglake, blåmussla och torsk). Detta visar bl.a. på sedimentens betydelse som sänka för flera metaller, men också på möjliga risk som sekundär källa för dessa. Analysen visar också på en stark koppling mellan fisk (torsklever och tånglake) och metallerna arsenik (As), kvicksilver (Hg) och zink (Zn) samt mellan torsklever och metyl-naftalener samt polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Resultaten beror sannolikt på att torsklevern, i form av torskens ”reningsverk” ansamlar miljögifter. Kopplingen mellan tenn (Sn), tributyltenn (TBT) och PAH är mer osäker, men kan vara en effekt av att sjöfarten inte bara bidrar med spridning av påväxthämmande båtbottnfärger utan även med utsläpp av PAH genom förbränning av fossila bränslen (olja).

Betraktar man Bohuskustens miljö kvalitet 2001 utifrån svenska bedömningsgrunder för kust och hav med avseende på förekomsten av metaller i biologiskt material och enligt motsvarande norska kriterier för de organiska miljögifterna (eftersom Sverige saknar sådana kriterier) kan följande konstateras.

Miljö kvaliteten i blåstång 2001 är bra till relativt bra (klasserna 1-2) med avseende på arsenik (As), kadmium (Cd), nickel (Ni) och zink (Zn) på i allmänhet mer än 75 % av stationerna (Fig. 7:83). Förhållandena är sämst med avseende på bly (Pb) och krom (Cr) där beroende på ämne mellan 50 och 60 % av stationerna, alla belägna från Gullmaren och norrut, uppvisar en dålig miljö kvalitet (klass 4). Detta gäller även Cd i yttre Gullmaren (Flatholmen). Hg låg under detektionsgränsen på samtliga stationer utom i Kosterfjorden, medan Sn och V påvisades på samtliga stationer. Den högsta tennhalten noterades i Brofjorden. Svenska bedömningsgrunder för Hg, Sn och V (vanadin) i blåstång saknas.

Vad gäller alla de kemiska föreningar som saknar bedömningsgrunder kan konstateras att tributyltenn (TBT) och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) inte kunde detekteras i blåstång på någon av stationerna 2001, men att polybromerade difenyletrar (PBDE) kunde påvisas på samtliga stationer. De högsta halterna noterades i de mest urbaniserade/industrialiserade områdena. Enda undantag var dekaBDE som i yttre Gullmaren låg mer än fem gånger högre än i andra områden.

Även tånglaken uppvisar en bra till relativt bra miljö kvalitet (klasserna 1–2) 2001 vad avser metaller (Fig. 7:84) om man bortser från As och Hg. Med avseende på As uppvisar 100 % av stationerna en mycket dålig miljö kvalitet (klass 5), medan miljö kvaliteten vad avser Hg är mindre bra (klass 3) på en station (Brofjorden) och dålig till mycket dålig (klasserna 4–5) på övriga fyra stationer. Den högsta halten av Hg och Sn noterades i Dana fjord. V detekterades i låga halter på samtliga stationer. Svenska bedömningsgrunder för Sn och V i tånglake saknas.

Av bicykliska och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) kunde endast naften, 1-metylnaftalen, acenaften och fluoren påvisas i små mängder i tånglake. De högsta halterna återfanns i Kosterfjorden och Stenungsund. Polyklorerade bifenyler (PCB) och polybromerade difenyletrar (PBDE) däremot återfanns på samtliga stationer. De högsta halterna noterades i Stenungsundsområdet respektive Dana fjord utanför Göteborg.

Med avseende på blåmussla och metaller (Sn undantaget) var miljö kvaliteten 2001 bra till relativt bra (klasserna 1–2) på 78 % av stationerna (fig. 7:85). Endast på två stationer var kvaliteten dålig (klass 4) med avseende på Pb (Inre Gullmaren) och mycket dålig (klass 5) med avseende på Ni (Kungshamn). Miljö kvaliteten med avseende på Sn däremot var dålig till mycket dålig (klasserna 4-5) på 88 % av stationerna. Endast i Dana fjord var den relativt bra med avseende på Sn. As, Cr, V och Zn kunde påvisas på samtliga stationer utmed kusten. Svenska bedömningsgrunder för dessa element i blåmussla saknas.

PAH och PCB detekterades på alla stationer. Enligt norska kriterier var miljö kvaliteten i blåmussla bra till acceptabel på alla stationer vad avser PAH, PCB och toxicitetsekvivalenten för dioxiner/furaner. Enda undantag utgör Kungsviken i Koljefjorden där miljö kvaliteten var relativt dålig (klass 3) med avseende på PCB.

Blåstång Bvvf 2001		Klass 1 Bakgrund	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
Ämne/förening		Background	Low cont.	Medium cont.	High cont.	Very high cont.
Arsenik (As)		4	3	1		
Bly (Pb)		1	1	1	5	
Kadmium (Cd)		6		1	1	
Koppar (Cu)		4	1	3		
Krom (Cr)			1	3	4	
Kvicksilver (Hg)						
Nickel (Ni)		8				
Zink (Zn)		2	6			

Fig. 7:83. Blåstångens (*Fucus vesiculosus*) miljö kvalitet utmed Bohuskusten 2001 med avseende på metallinnehåll. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass.

The environmental quality of the bladder wrack (Fucus vesiculosus) along the Bohus Coast with respect to the content of metals in 2001. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999). The figures refer to the number of stations within each class.

Tånglake Bvvf 2001		Klass 1 Bakgrund	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
Ämne/förening		Background	Low cont.	Medium cont.	High cont.	Very high cont.
Arsenik (As)						5
Bly (Pb)		5				
Kadmium (Cd)		5				
Koppar (Cu)		3	2			
Krom (Cr)						
Kvicksilver (Hg)				1	3	1
Nickel (Ni)		5				
Zink (Zn)						

Fig. 7:84. Tånglakens (*Zoarces viviparus*) miljö kvalitet utmed Bohuskusten 2001 med avseende på metallinnehåll. Klassning enligt svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass.

The environmental quality of the eel-pout (Zoarces viviparus) along the Bohus Coast with respect to the content of metals in 2001. Classification according to Swedish Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999). The figures refer to the number of stations within each class.

Toxafen påvisades på alla stationer (ej analyserat i Stenungsund och Kosterfjorden) och lindan på de två stationer (Danafjord och Stenungsund) som undersöktes 2001. Även hexaklorbensen (HCB) påvisades på de tre stationer som undersöktes (Danafjord, Stenungsund och Kungshamn). Den högsta toxafenhalten noterades i inre Gullmaren och de högsta halterna av lindan och HCB vid Stenungsund. Polybromerade difenyletrar (PBDE) detekterades på samtliga åtta stationer. Med undantag för dekaBDE var halterna högst i Kungshamn. Svenska bedömningsgrunder för dessa föreningar saknas.

Inga metaller undersöktes i torskfilé, men väl i levern. Samtliga elva metaller kunde påvisas på samtliga stationer med undantag för Cd i Stenungsund och Brofjorden. De högsta halterna av As, Pb, V och Zn noterades i Brofjorden, medan Cr, Hg och Ni var högst vid Stenungsund och Sn mycket högt i Kungshamn. Tributyltenn (TBT) kunde endast detekteras på den senare platsen.

Svenska bedömningsgrunder för miljökvaliteten i torskfilé och lever saknas, men enligt motsvarande norska bedömningsgrunder kan konstateras, att miljökvaliteten med avseende på både PCB och den nordiska toxicitetsekvivalenten (TE-nordisk) 2001, var bra till acceptabel (klasserna 1–2) (Fig. 7:86). Filén undersöktes enbart med avseende på PCB på två stationer (Danafjord och Kosterfjorden).

Blåmussla Bvvf 2001		Klass 1 Bakgrund	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
Ämne/förening		Background	Low cont.	Medium cont.	High cont.	Very high cont.
Bly (Pb)		3	4		1	
Kadmium (Cd)		6	2			
Koppar (Cu)		8				
Kvicksilver (Hg)		8				
Nickel (Ni)		3	4			1
Tenn (Sn)			1		1	6
Sum 11 PAH *		8				
Sum 7 PCB *		5	2	1		
HCB *			3			
TE nordisk *		7	1			

* enligt SFT

Fig. 7:85. Blåmusslans (*Mytilus edulis*) miljö kvalitet utmed Bohuskusten 2001 med avseende på metallinnehåll och organiska miljögifter. Klassning enligt svenska och norska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999, SFT 1993). Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass.

The environmental quality of the blue mussel (*Mytilus edulis*) along the Bohus Coast with respect to the content of metals and organic micro-pollutants in 2001. Classification according to Swedish and Norwegian Environmental Quality Criteria (Naturvårdsverket 1999, SFT 1993). The figures refer to the number of stations within each class.

Torskfilé Bvvf 2001		Klass 1 Bakgrund	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
Ämne/förening		Background	Low cont.	Medium cont.	High cont.	Very high cont.
Sum 7 PCB *			2			
TE nordisk *		2				

* enligt SFT

Torsklever Bvvf 2001		Klass 1 Bakgrund	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
Ämne/förening		Background	Low cont.	Medium cont.	High cont.	Very high cont.
Sum 7 PCB *		4	1			
TE nordisk *		5				

* enligt SFT

Fig. 7:86. Torskens (*Gadus morhua*) miljö kvalitet utmed Bohuskusten 2001 med avseende på PCB och toxicitetsekvivalenten för dioxiner/furaner i filé (överst) och lever (underst). Klassning enligt norska bedömningsgrunder (SFT 1993). Siffrorna visar antalet stationer inom varje klass.

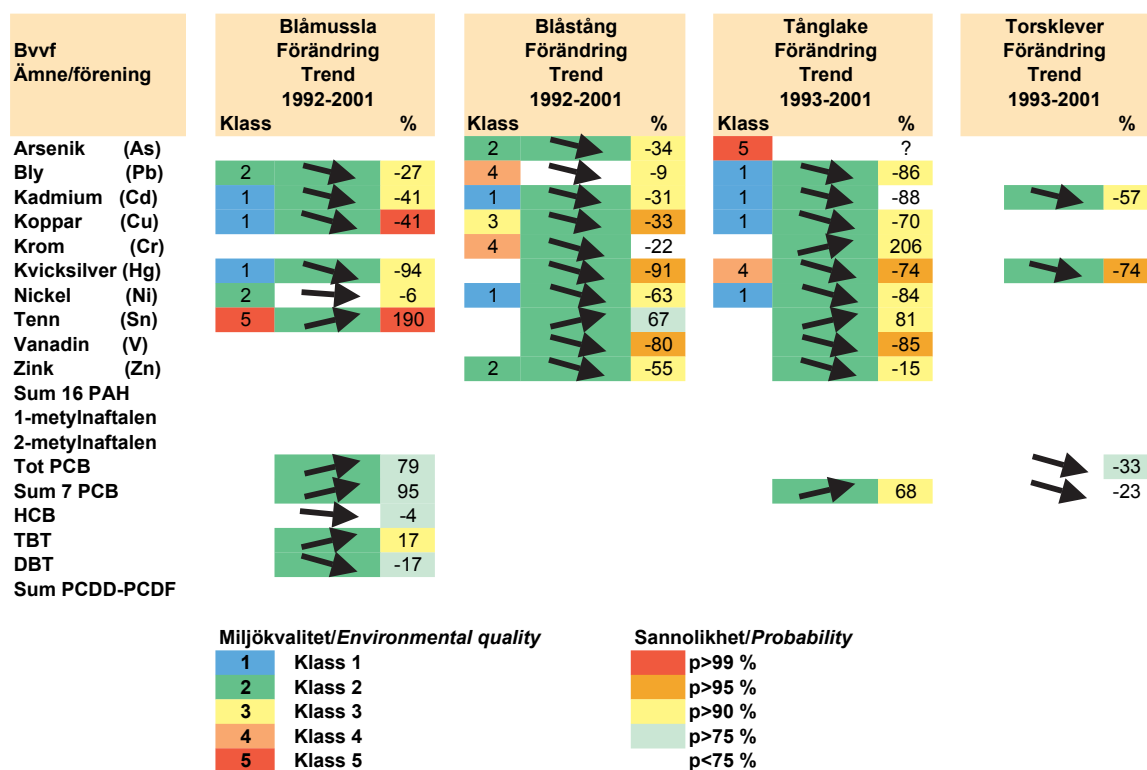
The environmental quality of the cod (*Gadus morhua*) along the Bohus Coast with respect to the content of PCB and toxicity equivalent of dioxins/furanes in 2001. Classification according to Norwegian Environmental Quality Criteria (SFT 1993). The figures refer to the number of stations within each class.

Av bicykliska och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) detekterades naftalen i torsklever på samtliga stationer utom i Brofjorden. Högsta halten noterades i Kungshamn. 1-metylnaftalen påvisades i låg halt i Brofjorden.

Polybromerade difenyletrar (PBDE) detekterades på samtliga stationer. Flest kongener, sju av åtta, och med högst halt påträffades i torsklever från Danafjord. Även toxafen detekterades på samtliga stationer. De högsta halterna påträffades i Danafjord, Kungshamn och Kosterfjorden. På dessa platser låg halterna ca tio gånger högre än övriga stationer. På de två stationer (Danafjord och Kosterfjorden) där toxafen också undersöktes i filén påträffades föreningen i låga till relativt låga halter.

Krabbtaska undersöktes på två stationer (Danafjord och Kosterfjorden) med avseende på PCB, toxafen och dioxiner/furaner 2001. Resultaten visar att koncentrationen av PCB var ca 65 gånger högre i krabbtaska från Kosterfjorden jämfört med Danafjord. Även koncentrationen av dioxiner/furaner var högre i Kosterfjorden jämfört med Danafjord, medan förhållandet var det omvända för toxisetsekvivalenten (TE-nordisk). Toxafen kunde endast detekteras i krabbtaska från Kosterfjorden.

Den sammantagna utvecklingstrenden utmed hela Bohuskusten med avseende på medelvärdskoncentrationen av metaller och organiska miljögifter i undersökt biota mellan 1992/93 och 2001 illustreras i figur 7:87. Pilarna visar om medelkoncentrationen för respektive ämne ökat, minskat eller är oförändrad. I syfte att erhålla en mer allmängiltig bild av koncentrationsförändringen i respektive biologiskt media har respektive medelvärde över stationernas data testats statistiskt med hjälp av s.k. t-test med (n-1) frihetsgrader för matchade datapar. Härigenom har den statistiska sannolikheten (*p*) för respektive medelvärdesförändring kunnat fastläggas. I vissa fall saknas data från 1992/93 alternativt var detektionsgränserna för höga 2001 för att en trend skall kunna bedömas. Motsvarande trender mellan de olika undersökningsomgångarna 1992/93, 1997/98 och 2001 redovisas i avsnitten 7.4.1–7.4.4.



Tabell 7:87. Sammanställning över förändringen av medelvärdskoncentrationen för några ämnen och föreningar i blåmussla, blåstång, tånglake och torsklever utmed Bohuskustens mellan 1992/93 och 2001. Nedåtriktad pil betyder minskad halt och uppåtriktad pil ökad halt. Grönmarkerade fält markerar förändringar som är större än de minst 10 % som baserat på reproducerbarheten vid den kemiska analysen krävs för att en förändring med säkerhet skall kunna bedömas.

Compilation of the changes of the average concentrations of some elements and compounds between 1992/93 and 2001 in blue mussel, bladder wrack, eel-pout and cod liver from the Bohus Coast. Arrow pointed downwards implies decreasing concentration and arrow pointed upwards implies increasing concentration. Green areas mark changes bigger than the minimum of 10 % due to the precision of chemical analyses.

Till övervägande del är trenderna samstämmiga mellan de olika medierna i den studerade biologiska matrisen och i allmänhet visar dessa, med mer än 90 % sannolikhet, på sjunkande medelvärden för metaller mellan 1992/93 och 2001. Enda undantag utgör tenn (Sn) som ökat under perioden, vilket också tributyltenn (TBT) och PCB gjort i blåmussla samt i det senare fallet även i tånglake. I torsklever däremot har PCB-halterna minskat.

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

7.9 Summary

Investigations of environmentally harmful substances carried out on 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 edulis*), bladder wrack (*Fucus vesiculosus*), eel-pout (*Zoarces viviparus*) and cod (*Gadus morhua*); at two stations crab (*Cancer pagurus*) were also sampled. The evaluations were conducted to record dispersion of chemicals, changes over time (1992–2001), 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 biota (Olsson 1993 and 1998, Granmo & Ekelund 1993, Cato 2000, Alcontrol 2004).

Biological samples were collected five years apart at static sites. Biota was collected in 1992/93, 1997/1998 and 2001. 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, and the butter of the crab.

The types of elements and substances analysed in the biological media in 1992–2001 are shown above in Tables 7:3, 7:12, 7:21, 7:36 and 7:53. In the following, only those elements and substances also analysed in 2001, are discussed.

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 (1992/93) fell in the area outside Gothenburg. The corresponding figure for the second investigation phase (1997/98) was 35% and for the last investigation phase the figure was 23%. The figures before 1998 evidently showed an excess of harmful substances in the Gothenburg region for all studied media categories. Since then the excess has been reduced and in 2001 the strain taken together is about the same in the Gothenburg region, the Stenungsund area, the Brofjorden and the Kungshamn for all studied media categories. In the first three areas this is not a complete surprise, since these regions are the most urbanised and/or industrialised areas along the Bohus Coast. The Kosterfjorden area is in this respect least strained. The evaluation also shows that in not less than 38 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 more than 500 bivariate combinations embracing all three investigation phase 1992–2001 and for sediment 1990–2001. 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 sediment data of the Brofjorden and of the Stenungsund (Galterön Island) older than 1994. The results are shown in chapter 7.5. Among the 192 selected tests, relationships with a significance higher than 95% were found in one third (30%) of the cases. Only 19 (10%) of these relationships were negative. Of all studied media, the concentrations in bladder wrack followed by sediment and blue mussels showed the most positive relationships with the other media.

The factoranalyses (chapter 7.6) shows that the concentrations of metals is evidently higher in sediments at all stations compared with the other media studied (bladder wrack, eel-pout, blue mussel and cod). Among

others, this indicates the importance of sediment as a sink for several metals, but also to a possible risk as a secondary source of the metals. The analyses also show a strong relationship between fish (cod liver and eel-pout) and the metals arsenic (As), mercury (Hg), and zinc (Zn), and between cod liver and methyl-naphthalenes and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) respectively. The results are probably due to the fact that the cod liver, in the form of the "treatment plant" of the cod, accumulates toxic substances. The relationship between tin (Sn), tributyltin (TBT) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) is more unsure, but may be an effect of the contribution from the shipping that not only disperses antifouling ship-paints but also by the emission of PAH from burning of fossil fuels (oil).

The environmental quality of the Bohus Coast in terms of Swedish environmental criteria with respect to the appearance of metals in biota and the Norwegian criteria with respect to organic micropollutants (as Sweden lacks such criteria) reveal the following.

The environmental quality in bladder wrack in 2001 is good to fairly good (classes 1–2) regarding As, Cd, Ni and Zn at in general more than 75% of all sites (7:83). The conditions are worst regarding Pb and Cr where, depending on the element, between 50 and 60% of the sites, all situated between Gullmaren and northward, show a bad environmental quality (class 4). This is also valid for Cd in the outer Gullmaren (Flatholmen). Hg was below the detection limit at all sites except in the Kosterfjorden, while Sn and V (vanadium) were found at all sites. The most elevated concentration of tin was found in the Brofjorden. There are no Swedish environmental criteria of Hg, Sn and V in bladder wrack.

Regarding all those chemical compounds which lack environmental quality criteria it can be stated that tributyltin (TBT) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) were not detected in bladder wrack at the sites in 2001. On the other hand, polybrominated diphenylethers (PBDE) were found at all sites. The highest concentration appeared in the most urbanised/industrialised areas. The only exception was decaBDE which in the outer Gullmaren was more than five times higher than in other areas.

Also eel-pout shows a good to fairly good environmental quality (classes 1–2) in 2001 with respect to metals (Fig 7:84) with the exception of As and Hg. Regarding As 100% of the sites show a very bad environmental quality (class 5), while the quality with respect to Hg is less good at one site (Brofjorden) and bad to very bad (classes 4–5) at the other five sites. The highest concentration of Hg and Sn were found in Danaöfjord. V was detected in low concentrations at all sites. There are no Swedish environmental criteria of Sn and V in eel-pout.

Out of the bicyclic and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) only naphthalene, 1-methylnaphthalene, acenaphthene and fluorine were found in low concentrations in eel-pout. The highest concentrations were observed in Kosterfjorden and the Stenungsund area. Polychlorinated biphenyls (PCB) and polybrominated diphenylethers (PBDE) were found in all sites. The highest concentrations appeared in the Stenungsund area and the Danaöfjord outside Gothenburg.

Regarding blue mussel and metals (with exception of Sn) the environmental quality in 2001 was good to fairly good (classes 1–2) at 78% of the sites (Fig. 7:85). Only at two sites the quality was bad (class 4) with respect to Pb (Inner Gullmaren) and very bad (class 5) with respect to Ni (Kungshamn). The environmental quality regarding Sn was bad to very bad (classes 4–5) at 88% of all sites. Only in Danaöfjord the quality was fairly good with respect to tin. As, Cr (chromium), V and Zn were found at all sites along the coast. There are no Swedish environmental criteria for these elements in blue mussel.

PAH and PCB were detected at all sites. According to Norwegian criteria the environmental quality in blue mussel is fairly good at all sites with respect to PAH, PCB and the toxicity equivalent of dioxins/furans. The only exception is Kungsviken in the Koljefjord where the quality was relatively bad (class 3).

Toxaphene was found at all sites (not analysed in Stenungsund and the Kosterfjorden) and lindane at those two sites (Danaöfjord and Stenungsund) investigated in 2001. Also hexachlorobenzene (HCB) were detected at the three sites investigated (Danaöfjord, Stenungsund and Kungshamn). The highest concentration of toxaphene was observed in Gullmaren and the highest concentrations of lindane and HCB in the Stenungsund area. Polybrominated diphenylethers (PBDE) were detected at all eight sites. With exception of decaBDE the concentrations were most elevated in Kungshamn. There are no Swedish environmental criteria for these compounds in blue mussel.

No metals were analysed in cod file, but in the liver. All eleven metals were found at all sites with exception of Cd in Stenungsund and in the Brofjorden. The highest concentrations of As, Pb, V and Zn were observed

in the Brofjorden, while Cr, Hg and Ni concentrations were highest in the Stenungsund area and Sn very high in Kungshamn. Tributyltin (TBT) was not detected at the latter site.

There are no Swedish environmental criteria for cod file and liver, but according to the Norwegian criteria, it may be stated that the environmental quality with respect to both PCB and the toxicity equivalent (TE-Nordic) in 2001 were good to fairly good (classes 1–2) (Fig. 7:86). The file was only analysed at two sites (Danafjord and Kosterfjorden).

Out of the bicyclic and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) only naphthalene in cod liver was detected at all sites except in the Brofjorden. The highest concentration was found in Kungshamn- 1-methylnaphthalene was detected in low concentrations in Brofjorden.

Polybrominated diphenylethers (PBDE) were detected at all sites. Most congenes, seven out of eight, and with the highest concentrations were found in cod liver from Danafjord. Also toxaphene was detected at all sites. The highest concentrations were found in Danafjord, Kungshamn and in the Kosterfjorden. At those places the concentrations were about ten times higher compared to other sites. At the two sites (Danafjord and Kosterfjorden) where toxaphene also was analysed in cod file the chemical was found.

The concentrations of PCB, toxaphene and dioxins/furanes were investigated in crab at two sites (Danafjord and Kosterfjorden) in 2001. The results show that the concentration of PCB was about 65 times higher in crabs from Kosterfjorden compared to Danafjord. Also the concentrations of dioxins/furans were higher in the Kosterfjord compared to Danafjord, while the opposite condition was valid for the toxicity equivalent (TE-Nordic). Toxaphene was only detected in crab from the Kosterfjord.

The summarized trend of the average changes of the concentrations of metals and organic micropollutants in biota along the Bohus coast between 1992/93 and 2001 is illustrated in Figure 7:87. The arrows show whether the average concentration of each element or compound increased, decreased or is unchanged. For the purpose to clarify a more generalized view of the concentration changes in respective media each average value of the site data has been statistically tested using a t-test with (n–1) degrees of freedom for matched pairs. By this method the statistical probability (*p*) of each average change was established. In some cases data are lacking from 1992/93 alternative the detection limits used in 2001 were too high to make an evaluation of the trend possible. Corresponding trends between the different investigations 1992/93, 1997/98 and 2001 are given in chapters 7.4.1–7.4.4.

Mainly the trends are concordant between different media in the biological matrix studied, and with more than 90% probabilities they generally show decreasing average metal concentrations between 1992/93 and 2001. The only exceptions are tin (Sn) which increased during the period, as was the case of tributyltin (TBT) and PCB in blue mussel and in the latter case also in eel-pout. In cod liver the average PCB concentrations have decreased.

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 three investigation phases. In summary, the conditions regarding environmentally harmful substances in biota, with a few exceptions, improved along the Bohus Coast during the 1990s.

7.10 Referenser

- Alcontrol, 2004: Bohuskustens vattenvårdsförbund 2001-2002. Resultat från undersökningar av sediment och biologiskt material. Rapport Alcontrol Laboratories 2004, 361 s.
- Cato, I., 1997: Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet – en rapport från fem kontrollprogram. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter & meddelanden 95*, 365 s.
- Cato, I., 2000: Miljögifter och miljö kvalitet längs Bohuskusten 1990–1998 – förändringar, belastning och samband. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter & meddelanden 103*, 135 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.T., 1989: Production, properties and usage of polychlorinated biphenyls. *IR. Kimbrough & S. Jensen (red.): Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxines and related products*. Elsivire 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.
- HydroGIS, 2001: *Lokalbeskrivningar för insamling av blasting, blåmusslor, krabba och fisk utmed <bohuskusten. I Alcontrol 2004: Bohuskustens vattenvårdsförbund 2001–2002. Resultat från undersökningar av sediment och biologiskt material. Rapport Alcontrol Laboratories 2004*, 220–236.
- Naes, K., Hylland, K., Oug, E., Förlin, 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.
- 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: Miljögiftundersökning 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, 1–8.
- Rygg, B. & Thelin, I., 1993: Klassificering av miljø kvalitet i fjordar og kystfarvann. Kortversion. *SFT-veiledning nr 93:02*, 20 s.
- SFT 1993: *Klassifisering av miljø kvalitet I fjordar og kystfarvann. Kortversjon*. Statens forureningstilsyn. 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.

