



Miljögifter i biota och vatten 2021

Johanna Bergkvist & Marina Magnusson
Marine Monitoring AB

Framtagen för: Bohuskustens Vattenvårdsförbund (BVVF)

Titel

Miljögifter i biota och vatten 2021

Framtagen av

Marine Monitoring AB
Lysekil, Sweden

Författare och Projektansvariga

Johanna Bergkvist
Marina Magnusson

Medhjälpare i fält

Kerstin Fransson

Kvalitetsgranskning

Docent Åke Granmno

Datum

Maj 2022

Beställare

Bohuskustens Vattenvårdsförbund (BVVF)
Anders Personsgatan 8
416 64 Göteborg

ISBN:

978-91-87107-50-4

Omslagsbild och foton i rapport:

Marine Monitoring AB

MARINE MONITORING AB

Strandvägen 9, 453 30, Lysekil
Tel +46 523-101 82 | Mobil 0702 565 551 |
E-post info@marine-monitoring.se | www.marine-monitoring.se

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Summary	2
1. Inledning	3
2. Uppdraget	3
3. Tidigare studier	3
4. Områdesbeskrivning	5
4.1 Provtagningslokaler	6
4.1.1 Arendal 31	6
4.1.2 Skalkorgarna 2	7
4.1.3 Danafjord 4	7
4.1.4 Stenungsund E1	7
4.1.5 Galterö 10	7
4.1.6 Kungsviken 11	7
4.1.7 Gullmarn Inre 12	7
4.1.8 Gullmarn Yttre 12a	8
4.1.9 Brofjorden 13	8
4.1.10 Fisketången 17	8
4.1.11 Kosterfjorden 16	8
4.1.12 Strömstad Furholmen	8
5. Metodik	11
5.1 Insamling och preparering av biota	11
5.1.1 Blåmussla	11
5.1.2 Skrubbskädda	11
5.1.3 Krabbtaska	12
5.1.4 Vatten	12
5.2 Kemisk analys	13
5.2.1 Metaller	13
5.2.2 Polyklorerade dibenso-p-dioxiner (dioxiner), polyklorerade dibensofuraner (PCDD/F), polyklorerade bifenyler (PCB), bromerade difenyletrar (PBDE), hexaklorbensen (HCB)	13
5.2.3 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	13
5.2.4 Ftalater, fenoler, etoxilater, bisfenol-A	14
5.2.5 Poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)	14
5.2.6 Hexaklorbutadien (HCBd)	14
5.2.7 Fetthalt	14
5.2.8 Vatten	14
6. Resultat	16
6.1 Miljökemiska undersökningar	16
6.1.1 Metaller	16
6.1.1.1 Arsenik (As)	17
6.1.1.2 Kadmium (Cd)	19
6.1.1.3 Kobolt (Co)	21
6.1.1.4 Krom (Cr)	23
6.1.1.5 Koppär (Cu)	25
6.1.1.6 Kvicksilver (Hg)	27
6.1.1.7 Mangan (Mn)	29
6.1.1.8 Nickel (Ni)	31

6.1.1.9 Bly (Pb)	33
6.1.1.10 Tenn (Sn)	35
6.1.1.11 Vanadin (V)	37
6.1.1.12 Zink (Zn)	39
6.1.2 Organiska miljögifter samt fetthalt	43
6.1.2.1 Dioxiner och plana polyklorerade bifenyler (PCB)	43
6.1.2.2 Icke dioxinlika PCB:er	45
6.1.2.3 Hexaklorbensen (HCB)	45
6.1.2.4 Bromerade difenyletrar (PBDE)	46
6.1.2.5 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	47
6.1.2.6 Ftalater	49
6.1.2.7 Fenoler, etoxilater och bisfenol-A	49
6.1.2.8 Poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)	50
6.1.2.9 Hexaklorbutadien	50
6.1.2.10 Fetthalt	51
6.1.3 Vatten	53
6.1.3.1 Stödparametrar	53
6.1.3.2 Metaller	53
6.1.3.3 Tennorganiska föreningar	55
6.1.3.4 Läkemedelsrester	55
6.1.3.5 Poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)	55
6.1.3.6 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	55
6.1.3.7 Dioxiner och dioxinlika föreningar	55
6.1.4 Uppmätta halter i relation till gränsvärden och bedömningsgrunder	57
7. Sammanfattande diskussion	62
8. Rekommendationer	63
8.1 Provtagning	63
8.2 Provberedning	63
8.3 Organismer	63
8.4 Vatten	64
8.5 Analyser	64
8.6 Statusbedömning	64
9. Slutsatser	65
9.1 Slutsatser avseende halter i biota och vatten	65
9.2 Slutsatser avseende kemiska analys	65
9.3 Jämförelser med tidigare BVVF-studier	66
10. Tack	65
11. Referenser	67
12. Appendix	68

Sammanfattning

Halterna av miljögifter i biota överskrider inte gränsvärdena med undantag av kvicksilver och PBDE. I vatten överskrider inte gränsvärden eller bedömningsgrunder förutom för uran, PFOS och bens(a)pyren.

Ingen genomgående trend ses, men det saknas tidsserier för flera av de analyserade ämnena. För metallerna, där det finns mer data, ses inte heller någon generell trend. Halterna av vissa metaller har ökat (koppark och nickel i blåmussla, kadmium och bly i skrubbskädda, kadmium och kvicksilver i krabbtaska), andra har minskat (arsenik i blåmussla, kvicksilver i filé från skrubbskädda, nickel i krabbtaska) medan inga tydliga förändringar ses i halterna av andra metaller. För metallerna ses ingen tydlig koppling till belastningen på de olika lokalerna. Inte heller för de organiska miljögifterna ses en tydlig koppling till belastningen, noterbart är att lägsta halter av PAH i blåmussla ses i Brofjorden, i närheten av Preemraff. Även i 2016 års undersökning sågs lägsta halt PAH i Brofjorden. Halterna organiska miljögifter är låga, förutom PBDE i skrubbskädda.

I årets undersökning har totalt 12 lokaler undersökts med avseende på miljögifter i blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska. Nytt för 2021 är att miljögifter i vatten har analyserats från fem av de 12 lokalerna.

Blåmussla (*Mytilus edulis*) har analyserats vid samtliga lokaler. Resultatet för tungmetaller visade låga till måttliga halter, det är endast koppar och nickel som förekommer i högre halter på vissa stationer. Halten kvicksilver överskrider gränsvärdet för fisk på två lokaler i Göteborgsområdet. Gränsvärdet för bly i barnmat överskreds på samtliga lokaler. Jämfört med tidigare studier ses liknande halter av tungmetaller med undantag av arsenik som minskat på samtliga lokaler och nickel som ökat på alla lokaler. Av de organiska miljögifterna som analyserats ses halter under detektionsgränsen för ett flertal ämnen. Halten PAH är lägre än 2016 och överskrider inte gränsvärdet.

Skrubbskädda (*Platichthys flesus*) har analyserats med avseende på helkropp och filé på tre lokaler. Även i skrubbskädda ses generellt låga halter av tungmetaller. Gränsvärdet i fisk överskrider för kvicksilver på alla lokaler, och även gränsvärdet för bly i barnmat. Skrubbskädda har även analyserats med avseende på organiska miljögifter, här ses halter under gränsvärdet för alla ämnen med undantag av PBDE. För PBDE överskreds gränsvärdet i fisk på alla lokaler.

Krabbtaska (*Cancer pagurus*) har analyserats med avseende på helkropp på fem lokaler. I krabbtaska överskreds gränsvärdet för kadmium i skaldjur som livsmedel på samtliga lokaler, de högsta halterna kvicksilver uppmättes i krabbtaska, halterna var ca 2,5 gånger högre än i skrubbskädda. För kvicksilver och bly överskreds gränsvärdet i barnmat, men krabba är inte ett vanligt förekommande i barnmat.

Vatten har analyserats vid fem lokaler. Vattenproverna har analyserats enligt vattendirektivpaketen PRIO och SFÄ, inom paketen analyseras bland annat pesticider, läkemedelsrester, bromerade flamskyddsmedel och metaller. Av de analyserade ämnena har metaller, PFOS, tennorganiska föreningar och PAH:er detekterats, de flesta ämnena i låga halter. De ämnen som överstiger gränsvärde eller bedömningsgrund i vattenproverna är uran i Göteborg och Stenungsund samt PFOS och bens(a)pyren på samtliga lokaler.

Det rekommenderas att fortsätta analyser i blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska för att bygga upp en tidsserie för jämförelser samt med avseende på statusbedömningar. Då intresset för tång som mat ökar rekommenderas att blåstång åter ingår i programmet nästa gång. Trots att vattenprovtagningen var enkel att genomföra resulterar den höga analyskostnaden och att ett provtagningstillfälle endast ger en ögonblicksbild av miljögiftsbelastningen i att det inte rekommenderas att vatten ingår i programmet i framtiden.

Summary

The level of environmental toxins in biota do not exceed the limit values with the exception of mercury and PBDE. In water, the limit values are not exceeded except for uranium, PFOS and benzo(a)pyrene.

No consistent trend is seen, but there are no time series for several of the analyzed substances. For the metals, where there is more data, no general trend is seen either. The levels of some metals have increased (copper and nickel in mussel, cadmium and lead in flounder, cadmium and mercury in crab), others have decreased (arsenic in mussel, mercury in fillet from flounder, nickel in crab) while no clear changes are seen in the levels of other metals. For the metals, no clear connection is seen to the load on the various premises. Nor for the organic pollutants is there a clear connection to the load, it is noteworthy that the lowest levels of PAH in mussels are seen in Brofjorden, near Preemraff. This was also seen in the 2016 survey. The levels of organic pollutants are low, except for PBDE in flounder.

In this year's survey, a total of 12 stations were examined with regard to environmental toxins in blue mussel, european flounder and edible crab. New for 2021 is that environmental toxins in water have been analyzed from five of the 12 stations.

Blue mussel (*Mytilus edulis*) has been analyzed at all stations. The result for heavy metals showed low to moderate levels, only copper and nickel are present in higher levels at certain stations. The mercury content exceeds the limit value for fish at two stations in the Gothenburg area. The limit value for lead in baby food was exceeded on all stations. Compared with previous studies, similar levels of heavy metals are seen with the exception of arsenic, which decreased on all stations and nickel, which increased on all stations. Of the organic environmental toxins that have been analyzed, concentrations are seen below the detection limit for a number of substances. The PAH content is lower than in 2016 and does not exceed the limit value.

European flounder (*Platichthys flesus*) from three stations has been analyzed as whole body and fillet. Low levels of heavy metals are generally seen in flounder. The limit value for mercury in fish is exceeded at all stations, as well as the limit value for lead in baby food. Flounder has also been analyzed with regards to organic pollutants, here concentrations below the limit value are seen for all substances with the exception of PBDE. For PBDE, the limit value in fish was exceeded at all stations.

Edible crab (*Cancer pagurus*) from five stations has been analyzed. In crab, the limit value for cadmium in shellfish as food was exceeded at all stations, also the highest levels of mercury were measured in crab, the levels were about 2.5 times higher than in flounder. For mercury and lead, the limit value in baby food was exceeded, however, crab is not common in baby food.

Water has been analyzed at five stations. The water samples have been analyzed in accordance with the water directive packages PRIO and SFÄ. Within the packages pesticides, drug residues, brominated flame retardants and metals are analyzed. Of the substances analyzed, metals, PFOS, organotin compounds and PAHs have been detected, most of the substances in low concentrations. The substances that exceed the limit value or assessment value in the water samples are uranium in Gothenburg and Stenungsund and PFOS and benz(a)pyrene at all stations.

It is recommended to continue analyzes in blue mussel, european flounder and edible crab to build up a time series for comparisons and with regard to status assessments. As the interest in seaweed as food increases, it is recommended that bladder wrack is included in the program again next time. Although the water sampling was easy to carry out, the high analysis cost and the fact that one sampling opportunity only gives a snapshot of the environmental toxin load leads to the conclusion that it is not recommended that water be included in the program in the future.

1. Inledning

Vattenvårdsförbund finns etablerade i hela Sverige och har till uppgift att främja ett hållbart nyttjande av ett vattenområde genom att genomföra recipientkontroll i sina respektive upptagningsområden. Bohuskustens vattenvårdsförbund (BVVF) bildades 1987 och är en ideell förening bestående av kommuner, hamnar, reningsverk, petrokemiska industrier, fisk- och konservindustrier med flera. Gemensamt för medlemmarna är att de bedriver verksamheter som påverkar vattenförhållandena längs Bohuskusten och de är därmed ålagda att utföra kontroller av recipienten. BVVF samordnar den löpande recipientkontrollen för sina medlemmar och beskriver den samlade påverkan i recipienten. Undersökningsverksamheten påbörjades 1990 enligt ett av tillsynsmyndigheten Länsstyrelsen Västra Götaland fastställt program, det så kallade "Kustvattenkontrollprogrammet". Programmet omfattar flera olika typer av undersökningar såväl hydrologiska som biologiska samt rena miljögiftsstudier i sediment och biota. Målsättningen med programmet är att erhålla kunskap om samt följa miljöbelastningen i kustvattnet utmed Bohuskusten och därefter kunna vidta lämpliga åtgärder för att förbättra miljötillståndet i kustvattnet.

2. Uppdraget

BVVF har gett Marine Monitoring AB i uppdrag att undersöka halten miljögifter i levande organismer från totalt 12 lokaler fördelade längs med Bohuskusten. Nytt för 2021 är att även miljögifter i vattnet undersöks vid fem av dessa 12 lokaler. Uppdraget omfattar insamling, provberedning, miljögiftsanalyser samt utvärdering och rapportering av resultatet. Projektet har finansierats av BVVF, med undantag av lokalen Stenungsund E1 som har bekostats av industrierna i Stenungsund.

3. Tidigare studier

Ett stort antal skadliga ämnen, både nya och gamla, produceras och släpps ut i miljön. Utbredning samt påverkan på människor och miljö varierar beroende på ämne. För en del miljögifter har utsläppen minskat över tiden vilket lett till lägre halter i miljön. Många ämnen finns dock kvar under en ansevärd tid då de har en lång nedbrytningstid. För dessa ämnen kan det därför dröja årtionden innan en förbättring blir uppenbar. Att kartlägga halter av miljögifter i biologiskt material är därför av stor vikt. BVVF genomför miljögiftsundersökningar vart femte år för att studera utvalda miljögifter i sediment, blåstång, blåmussla, krabba och fisk och har gjort så sedan början av 90-talet. Vilka ämnen och vilka organismer som har analyserats har varierat något mellan år och lokaler (Tabell 1). Resultaten från denna studie kommer främst att jämföras med resultat från undersökningar utförda 2016 (Bergkvist & Magnusson 2017) men även undersökningar från 2006 och 2011.

Historiska data för jämförelse har tillhandahållits av BVVF, men i vissa fall har även data hämtats från Cato 2006, vilken omfattar jämförelse av 2001 års data med tidigare undersökningar, samt från en redogörelse över 2006 och 2011 års insamlade material utförd av Golder Associates (BVVF 2015).

Tabell 1. Provtagna organismer inom BVVFs miljögiftsövervakning 1992-2021.

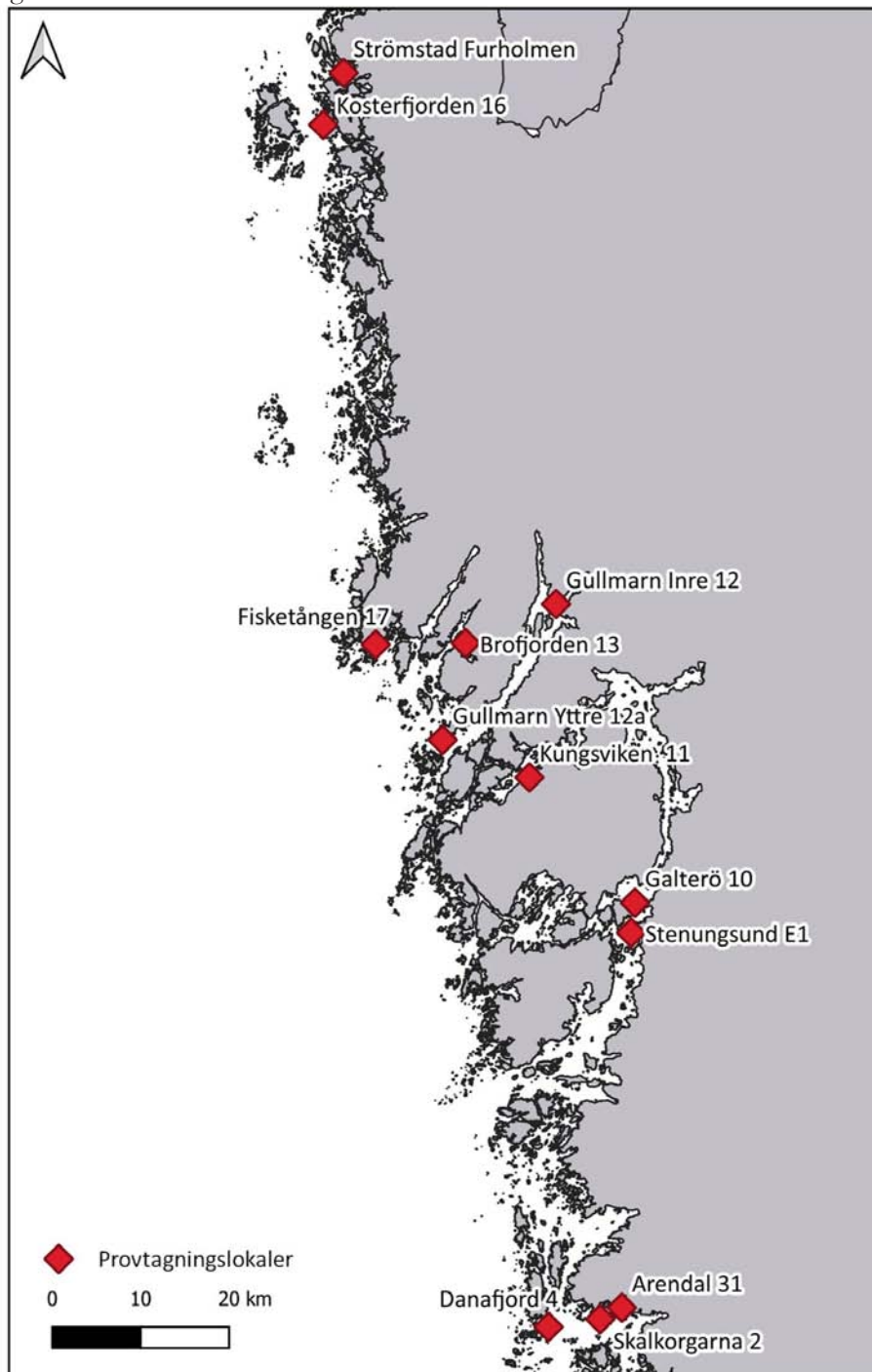
STATION	1992	1997	2001	2006	2011	2016	2021	1992	1997	2001	2006	2011	2016	2021
	Blåmussla							Krabba						
Arendal 31				x		x	x							x
Skalkorgarna 2				x		x	x							x
Danafjord 4	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Stenungsund E1						x	x						x	x
Galterö 10	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Kungsviken 11		x	x	x	x	x	x							
Gullmarn Inre 12	x	x	x	x	x	x	x							
Gullmarn Yttre 12a	x	x	x	x	x	x	x							
Brofjorden 13	x	x	x	x	x	x	x							
Fisketången 17	x	x	x	x	x	x	x							
Kosterfjorden 16	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Strömstad Furholmen						x	x							
	Skrubba							Blåstång						
Arendal 31						x	x							
Skalkorgarna 2						x	x							
Danafjord 4						(x)	(x)	x	x	x	x	x	x	
Stenungsund E1						(x)	(x)						x	
Galterö 10						(x)	(x)	x	x	x	x	x	x	
Kungsviken 11						(x)				x	x	x	x	
Gullmarn Inre 12								x		x		x	x	
Gullmarn Yttre 12a										x	x	x	x	
Brofjorden 13						x	x	x	x	x	x	x	x	
Fisketången 17						x		x	x	x	x	x	x	
Kosterfjorden 16						(x)	(x)	x	x	x	x	x	x	
Strömstad Furholmen						(x)	(x)							

(x) = ingen fångst

4. Områdesbeskrivning

Undersökningsområdet omfattar Bohusläns kustvatten från Strömstad i norr till Göteborg i söder (Figur 1). Området kan beskrivas som ett typiskt skärgårdslandskap med djupa fjordar och trånga dalgångar. Bottnarna domineras av postglaciala leror som utmed land och i vikar ofta överlagras av mo och sand. Den Baltiska

strömmen, som är ett bräckt vatten som kommer från Östersjön, påverkar tillsammans med den Jutska strömmen, som är ett saltare vatten från södra Nordsjön, det Bohuslänska ytvattnet. I fjordarna och de inre skärgårdsområdena, där vattenutbytet är begränsat, sker dessutom en märkbar påverkan från ett flertal vattendrag och älvar, till exempel Göta älv i Göteborgsområdet.



Figur 1. Karta över undersökta lokaler.

4.1 Provtagningslokaler

Vid 2021 års provtagning undersöktes 12 lokaler (Figur 1). Merparten av dessa ligger i närheten av en punktkälla, det vill säga en stad, ett område eller en industri som anses vara en föroreningskälla för omkringliggande miljö. Stationernas placering samt vilka organismer som har samlats in på respektive station beskrivs mer detaljerat nedan och framgår även av Tabell 2 och Figur 1, 2 och 3. Observera att positionen för lokalen inte sammanfaller exakt med positionen för provtagning av de olika organismerna vilken kan variera något utifrån den insamlade organismens preferens på livsmiljö. Gemensamt för de olika organismerna är dock att de har samlats i samma område och därmed påverkats av samma vattenmassa.

4.1.1 Arendal 31

Blåmussla, skrubbskädda, krabbtaska och vatten har samlats in från denna lokal hösten 2021. Blåmussla samlades in med håv i området kring Knippelholmarna. Storleken på musslorna från den här lokalen var i snitt 5,2 cm och djupet ifrån vilket musslorna plockades varierade mellan 0,5–0,7 meter. Skrubbskädda fångades med garn i grundområdet norr om Knippelholmarna. Totalt fångades fyra individer varav alla var honor, längden för honorna varierade mellan 27 och 37 cm och medellängden var 33 cm. Krabbtaska fiskades med garn i på den östra sidan av Knippelholmarna. Bredden på honornas

ryggsköld varierade mellan 16 och 14 cm med ett medel på 15 cm. För krabbtaska har proverna från Arendal 31 och Skalkorgarna 2 slagits ihop för analys. Vattenprov togs på 0,5 m djup i bukten på den södra sidan av Knippelholmen. Bottensubstratet bestod främst av ler och sandbotten som i en del partier övergick till berggrund med skalgrus och en del större stenar. Vegetationen i området bestod av ålgräset *Zostera marina* på ler- och sandbotten mellan 2–3 meter för att närmare land vid bergiga partier domineras av tångvegetation. Tidigare provtagning på denna lokal utfördes 2006, 2011 och 2016. De två första tillfällena provtogs endast blåmussla. Vid provtagningen 2016 provtogs blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska.

4.1.2 Skalkorgarna 2

Blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska har samlats in från denna lokal hösten 2021. Blåmusslorna har samlats in för hand i området norr om Skalkorgarna, vid farlederna in till Göteborg. Storleken på de insamlade musslorna från den här lokalen var i snitt 5,1 cm och djupet ifrån vilket musslorna samlades in varierade mellan 0,3 och 0,5 meter. Skrubbskädda fångades med garn i grundområdet norr om Skalkorgarna. Totalt fångades sex individer varav fem var honor, längden varierade mellan 27 och 36 cm och medellängden var 32 cm. För krabbtaska har proverna från Arendal 31 och Skalkorgarna 2 slagits ihop för analys. Krabbtaska fiskades

Tabell 2. Positioner för undersökta lokaler, samt vilka matriser som har samlats in på respektive lokal 2021.

Station	Position		Vatten	Blåmussla	Skrubbskädda	Krabbtaska
	Latitud	Longitud				
Arendal 31	57°41.668'	11°48.600'	x	x	x	x*
Skalkorgarna 2	57°40.909'	11°46.202'		x	x	
Danafjord 4	57°40.283'	11°40.373'	x	x	(x)	x
Stenungsund E1	58°04.513'	11°47.633'	x	x	(x)	x
Galterö 10	58°06.347'	11°47.910'	x	x	(x)	x
Kungsviken 11	58°13.660'	11°35.046'		x		
Gullmarn Inre 12	58°24.283'	11°37.110'		x		
Gullmarn Yttre 12a	58°15.663'	11°24.795'		x		
Brofjorden 13	58°21.623'	11°26.870'		x	x	
Fisketången 17	58°21.243'	11°16.461'		x		
Kosterfjorden 16	58°52.660'	11°06.905'	x	x	(x)	x
Strömstad Furholmen	58°55.887'	11°08.954'		x	(x)	

* Krabbtaskor från Arendal 31 och Skalkorgarna har slagits ihop i analysen

(x) = ingen fångst

med garn väster om Skalkorgarna. Bredden på honornas ryggsköld varierade mellan 14 och 16 cm med ett medel på 15 cm. Bottensubstratet bestod främst av lerbotten som övergick i berggrund med skalgrus och en del större stenar. Vegetationen i området bestod främst av olika arter av rödalger samt av skräppetare (*Saccharina latissima*). Tidigare provtagning på denna lokal utfördes 2006 och 2016, 2006 endast på blåmussla och 2016 på blåmussla samt skrubbskädda.

4.1.3 Danaöförd 4

Vid denna lokal har blåmussla, krabbtaska och vatten insamlats hösten 2021. Även skrubbskädda ingick på denna lokal men trots flertalet fiskeansträngningar fångades ingen fisk. Blåmussla insamlades längs med klipporna på södra sidan av Lyngholmen. Musslorna plockades för hand från 0,2–0,5 meter. Lokalen är relativt exponerad med undantag för ett mindre skär som ger ett visst skydd för sydliga och ostliga vindar. Stora delar av klippbotten är täckt av kalkalger och rikliga tångbälten med inslag av skräppetare och flertalet rödalger. Storleken på musslorna från denna lokal var i medel ca 5,4 cm. Krabbtaska fiskades med garn i slutningen på den östra sidan av Lyngholmen. Bredden på honornas ryggsköld varierade mellan 14 och 17 cm med ett medel på 16 cm. Vattenprov togs på 0,5 m djup väster om Lyngholmen. Tidigare provtagning på denna lokal utfördes 1992, 1997, 2001, 2006, 2011 och 2016. Blåmussla har undersökts vid samtliga provtagningar, krabbtaska har provtagits från 2001.

4.1.4 Stenungsund E1

Vid denna lokal har blåmussla och krabbtaska insamlats hösten 2021. Även skrubbskädda ingick på denna lokal men trots flertalet fiskeansträngningar uteblev fångst. Musslorna insamlades med skrapa från ett djup av 1–2 meter vid ön Lerskiten norr om Stenungsunds samhälle ca 350 meter nordväst om INEOS och Borealis Polyetens utgående vattenflöde. Bottensubstratet där musslorna hämtades bestod främst av en lerbotten med ostronskal som övergick i sand med enstaka block med tånggruskor när vattendjupet grundade upp runt ön. Storleken

på musslorna från denna lokal var ca 7,7 cm. Krabbtaska fiskades med burar på den västra sidan av Stenungsön och totalt fångades sex individer varav fyra honor. Bredden på honornas ryggsköld varierade mellan 11 och 18 cm med ett medel på 15 cm. Vattenprov togs på 0,5 m djup nordväst om Stenungsön. Denna lokal har tidigare provtagits på blåmussla och krabbtaska 2016.

4.1.5 Galterö 10

Vid denna lokal har blåmussla, krabbtaska och vatten insamlats hösten 2021. Även skrubbskädda ingick på denna lokal men trots flertalet fiskeansträngningar fångades ingen fisk. Blåmusslor hämtades från flytbryggor i en vik på Galteröns nordöstra del. Musslorna plockades för hand och med håv från ett djup av ca 0,5 meter. Storleken på musslorna var i snitt 5,6 cm. Krabbtaska fiskades med bur utanför udden i sundet mot St. Farholmen. Bredden på honornas ryggsköld var i snitt 16 cm. Vattenprov togs på 0,5 m djup väster om Galterön. Tidigare provtagning på denna lokal utfördes 1992, 1997, 2001, 2006, 2011 och 2016. Med undantag för de två första tillfällena då krabbtaska inte ingick så har blåmussla och krabbtaska undersökts vid samtliga provtagningar.

4.1.6 Kungsviken 11

Blåmusslor samlades in från en flytbrygga i viken hösten 2021. Musslorna plockades för hand och med håv från ett djup på ca en halv meter. Storleken på musslorna från lokalen var i genomsnitt 5,8 cm. Tidigare provtagning på denna lokal har utförts på blåmussla 1997, 2001, 2006, 2011 och 2016.

4.1.7 Gullmarn Inre 12

2021 samlades blåmusslor in från en liten vik på Ödsbyholmens västra sida. Musslorna satt i små kluster mellan stenar och plockades för hand. Storleken på musslorna från lokalen var i genomsnitt 5,7 cm. Provtagnings av blåmussla har tidigare utförts 1992, 1997, 2001, 2006, 2011 och 2016.

4.1.8 Gullmarn Yttre 12a

Blåmussla samlades 2021 in från viken på nordsidan av Flatholmen där de plockades för hand och med håv. Storleken på musslorna från den här lokalen var i snitt 5,3 cm och djupet ifrån vilket musslorna plockades varierade mellan 0,2 och 0,7 meter. Bottensubstratet bestod främst av sandbotten med inslag av skalgrus som övergick till större stenar och berggrund. Vegetationen i området bestod främst av olika arter av rödalger samt av skräppetare. Provtagning av blåmussla på lokalen har tidigare utförts 1992, 1997, 2001, 2006, 2011 samt 2016.

4.1.9 Brofjorden 13

Vid denna lokal har blåmussla och skrubbskädda insamlats hösten 2021. Blåmusslorna hämtades från klippstranden vid Lahälla, belägen en kilometer nordost om produkthamnen vid Preems raffinaderi. Djupet var ca en halv meter och bottensubstratet utgjordes av sand och sten. Musslorna på denna lokal var i genomsnitt 5,3 cm. De flesta musslorna låg halvt nedgrävda i sanden och plockades för hand. Skrubbskädda fångades med garn grundare än 10 meter i ett 500 meter stort angränsande område till angiven stationsposition. Längden hos analyserade honor varierade mellan 27 och 40 cm och medellängden var 32 cm. Tidigare mätningar av miljögifter har utförts 1992, 1997, 2001, 2006 och 2011 i blåmussla. Skrubbskädda har analyserats på halter av miljögifter i lever 2006 och på miljögifter i helkropp 2016.

4.1.10 Fisketången 17

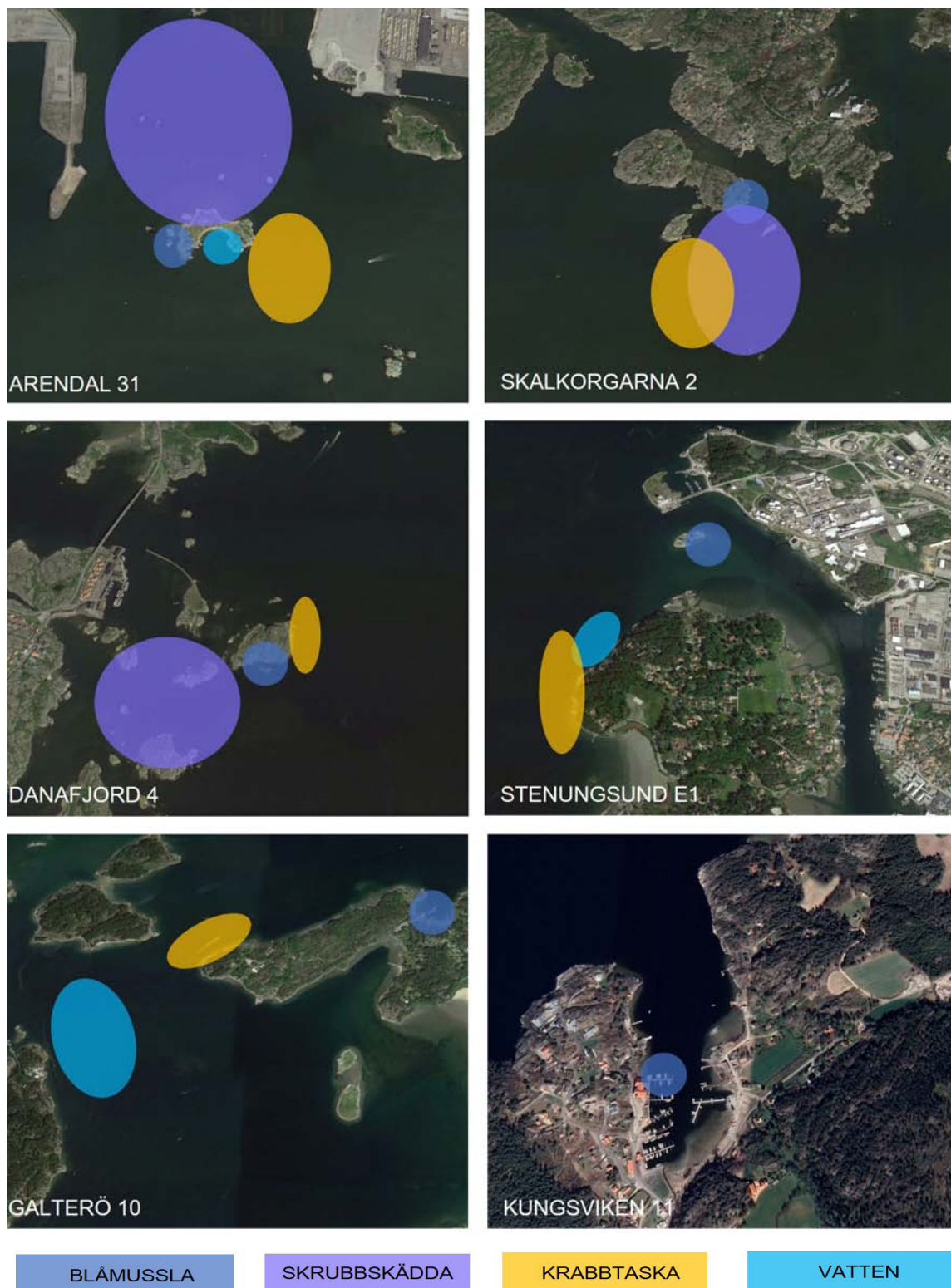
Musslor hämtades 2021 från flytbryggan som utgår från skäret vid hamninloppet. Musslorna på denna lokal var i genomsnitt 6,1 cm. Tidigare mätningar av miljögifter i blåmussla har utförts 1992, 1997, 2001, 2006, 2011 och 2016 på uppdrag av Bohuskustens Vattenvårdsförbund. Skrubbskädda har analyserats på halter av miljögifter i lever 2006 och på miljögifter i helkropp 2016.

4.1.11 Kosterfjorden 16

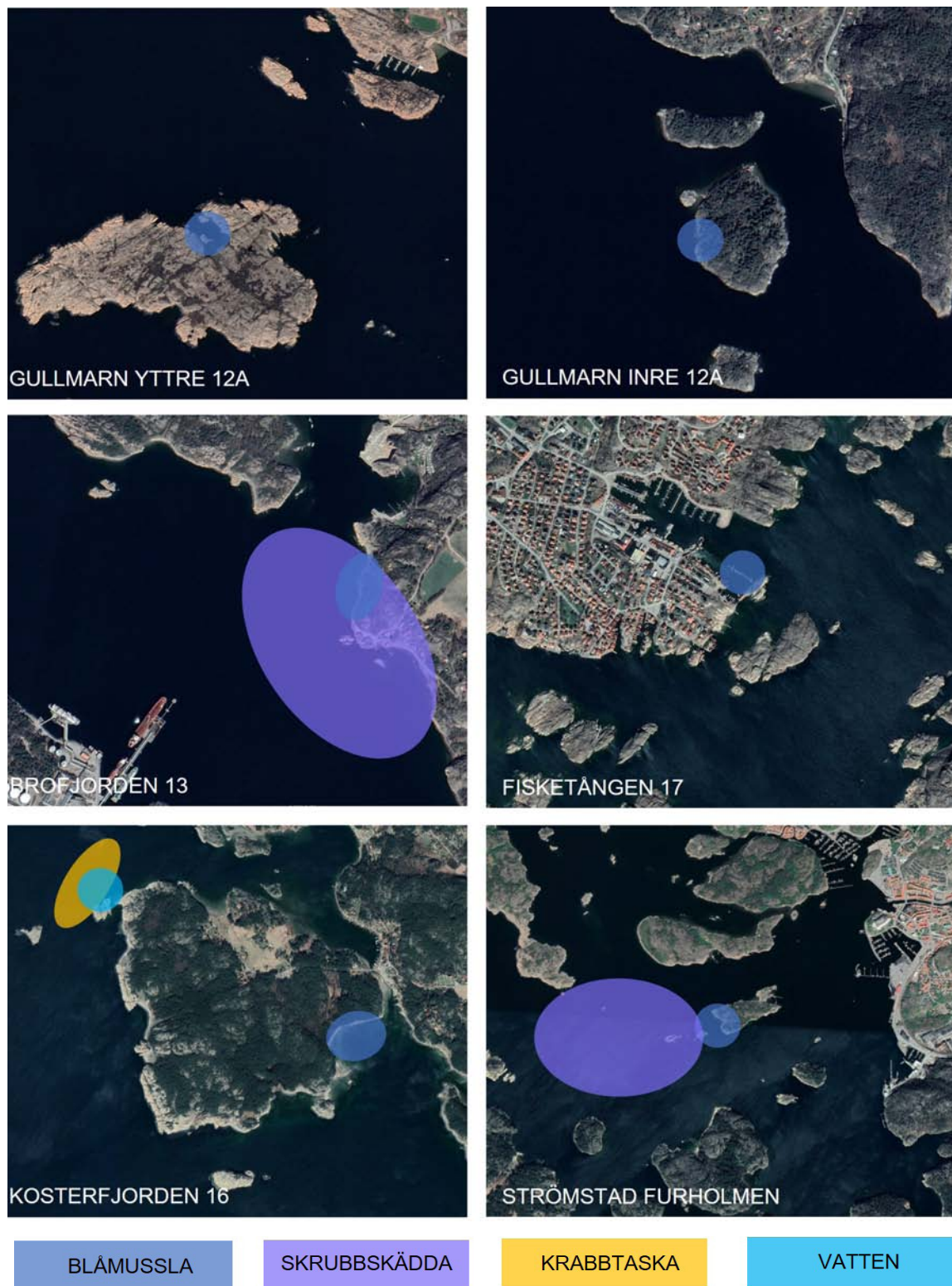
Vid denna lokal har blåmussla, krabbtaska och vatten inhämtats 2021. Även skrubbskädda ingick på denna lokal men trots flertalet fiskeansträngningar uteblev fångst. Blåmussla samlades in på den sydöstra sidan av Saltö. Musslorna plockades för hand från ett djup mellan 0,2 och 0,5 meter. Bottensubstratet bestod av sandbotten med inslag av sten. Storleken på musslorna var i genomsnitt 5,6 cm. Krabbtaska fångades med garn norr om Inre Vattenholmen. Bredden på ryggskölden var i medel 16 cm. Vattenprov togs på 0,5 m djup norr om Inre Vattenholmen. Tidigare provtagning på denna lokal utfördes 1992, 1997, 2001, 2006, 2011 och 2016. Med undantag för de två första tillfällena då krabbtaska inte ingick har blåmussla och krabbtaska undersökts vid alla provtagningarna.

4.1.12 Strömstad Furholmen

Blåmusslorna hämtades 2021 på västra sidan av ön Furholmen som ligger i inloppet till Strömstad. Musslorna, som satt aggregerade i klumpar mellan stenarna på ca 0,5 meters djup, plockades för hand, storleken var i medel 5,1 cm. Även skrubbskädda ingick på denna lokal men trots flertalet fiskeansträngningar uteblev fångst. Denna lokal har tidigare provtagits på blåmussla inom BVVFs kontrollprogram 2016.



Figur 2. En förstorad kartbild av respektive lokal där provtagning av de olika matriserna (blåmussla, skrubbskädda, krabbtaska samt vatten) är översiktligt utmärkt. Källa flygfoto: ©2021 Google. © 2022 CNES/Airbus.



Figur 3. En förstorad kartbild av respektive lokal där provtagning av de olika matriserna (blåmussla, skrubbskädda, krabbtaska samt vatten) är översiktligt utmärkt. Källa flygfoto: ©2021 Google. © 2022 CNES/Airbus.

5. Metodik

I denna studie insamlades blåmussla, skrubbskädda samt krabbtaska vilka analyserades på ett flertal miljögifter. Utöver biota har även vattenprover analyserats på miljögifter. Storleksfördelning av biota som har använts för kemisk analys framgår av Appendix I-III. Vilka ämnen som analyserades i vilken organism samt vid hur många lokaler framgår av Tabell 3.

5.1 Insamling och preparering av biota

Insamling av de olika organismerna och vatten pågick under perioden 26 oktober till 23 november 2021. Nedan beskrivs tillvägagångssätt för insamling och preparering av de olika organismerna samt vatten.

5.1.1 Blåmussla (*Mytilus edulis*)

Insamling och preparering av blåmussla har skett i valda delar utifrån *Undersökningstyp - Metaller och organiska miljögifter i blåmussla Version 1:2, 2021-03-16* (Naturvårdsverket 2021a) vid alla 12 lokalerna. Då förutsättningarna mellan de olika samlingslokalerna skiljde sig åt i tillgänglighet på musslor användes olika samlingsmetoder såsom skrapa, håv och plockning för hand vid respektive lokal, vilket framgår av föregående avsnitt avseende områdesbeskrivningar. Under transporten till laboratoriet förvarades musslorna i kylväskor. Vid ankomsten till laboratoriet placerades de sedan svalt under ett dygn i glasakvarier med vatten från respektive lokal och med luftpumpar. Detta för att dels avstessa musslorna från den yttre påverkan som flytten kan ha gett upphov till, dels för att de skulle hinna tömma tarmarna innan kemisk analys. För att i möjligaste mån efterlikna de lokala förhållandena medtogs havsvatten med hjälp av vattenhämtare från respektive lokal och djup. Alla musslor mättes och en enhetlig storleksklass om 4–6 cm eftersträvades vid insamling, detta har dock varierat beroende på den befintliga musselpopulationens storlek vid respektive lokal. Inför den kemiska analysen öppnades blåmusslorna och ställdes på avrinning i 20–30 minuter innan all muskelvävnad skars ut för att

därefter homogeniseras genom mixning innan vävnaden fördelades till olika analyser och frystes innan vidare utskick till laboratorier. Ett samlingsprov bestod av mjukdelarna från 100 individer från varje station, med undantag för stationen Stenungsund E1 där endast 91 individer ingick. Tidigare analys på miljögifter i blåmussla inom programmet har ägt rum 1992, 1997, 2001, 2006, 2011 och 2016.

5.1.2 Skrubbskädda (*Platichthys flesus*)

Insamling och preparering av skrubbskädda har skett i valda delar utifrån *Undersökningstyp - Metaller och organiska miljögifter i fisk Version 1:3, 2021-03-16* (Naturvårdsverket 2021b). Insamlingen utfördes med hjälp av lokala fiskare. Noterbart är att fyra av stationerna (Brofjorden 13, Galterö 10, Stenungsund E1 samt Arendal 31) är belägna inom fredningsområden varför fisketillstånd söktes och beviljades för dessa lokaler. Skrubbskädda fångades med garn vid Arendal 31, Skalkorgarna 2, och Brofjorden 13. Garn användes även vid lokalerna Danafjord 4, Stenungsund E1, Galterö 10, Kosterfjord 16 och Strömstad Furholmen, dock uteblev fångst vid dessa lokaler. Sammantaget fångades skrubbskädda inom storleksintervallet 27–40 cm vid tre lokaler av tänkta åtta. Vid varje lokal fångades fyra till sju individer.

Enligt Naturvårdsverkets undersökningstyp bör minst 10 individuella prover av honkön av storleken 20–35 cm analyseras för att erhålla ett tillförlitligt medelvärde. Inom detta projekt saknas medel för att kunna analysera individuella prover och utifrån detta har man valt att analysera samlingsprover där varje prov skall bestå av 10 individer av honkön. På grund av brist på fisk utfördes kemisk analys av skrubbskädda på samlingsprov av muskelvävnad (filén) samt helkropp från fyra till sex individer av honkön från varje lokal. Brist på fisk medförde även att storleksintervallet frångicks vid enstaka tillfällen samt att samlingsprovet på helkropp endast innefattade den ena filén då den andra filén användes till ett samlingsprov för muskelvävnad.

Inför den kemiska analysen mättes och vägdes skrubbskäddorna för att därefter fileas och i samband med detta könsbestämmas (Figur 4). Därefter homogeniserades materialet genom mixning och vävnaden fördelades till olika analyser och frystes innan vidare utskick till laboratorier. Tidigare undersökningar på skrubbskädda inom BVVFs kustvattenkontrollprogram har endast utförts 2016 (Tabell 1). År 2006 analyserades filé vid två lokaler (Danafjord 4 och Kosterfjorden 16) och lever vid fem lokaler Danafjord 4, Galterö 10, Brofjorden 13, Fisketången 17 och Kosterfjorden 16). Tidigare (1993, 1998, 2001, 2006, 2011) har främst filén från tånglake ingått i undersökningarna men även torsk har förekommit (1993, 1998, 2001).

5.1.3 Krabbtaska (Cancer pagurus)

Insamlingen av krabbtaska utfördes med hjälp av lokala fiskare. Krabbtaska fångades med burar vid Stenungsund E1 och Galterö 10 samt med garn vid Arendal 31, Skalkorgarna 2, Danafjord 4 och Kosterfjorden 16. Inför den kemiska analysen vägdes krabbtaskan och bredden på dess ryggsköld mättes. Endast honor användes för den kemiska analysen (Figur 5). Proverna från Danafjord 4 och Kosterfjorden 16 innefattar vävnad från tio individer. Från Arendal 31/Skalkorgarna 2, Galterö 10 och Stenungsund E1 användes

vävnad från två till fyra individer. Alla prover homogeniserades genom mixning. Vid mixning av helkropp ingick inte ryggskölden eller skal från klorna. Prepareringen av helkropp utfördes i enlighet med rekommendationer från LMV. Efter homogenisering och mixning av materialet fördelades vävnaden till olika analyser och frystes innan vidare utskick till laboratorier. Tidigare undersökningar på krabbtaska vid ovanstående lokaler har skett 2001, 2006, 2011 och 2016.

5.1.4 Vatten

EU:s ramdirektiv för vatten trädde i kraft år 2000 och syftar till att harmonisera den europeiska lagstiftningen på vattenområdet. Genom att upprätta en ram för skyddet av ytvatten, kustvatten och grundvatten vill man bidra till bland annat tillräcklig tillgång på vatten, minskande förorening av grundvattnet, skydd för territoriella och marina vatten. Vattenprover togs från 0,5 m djup vid fem lokaler (Tabell 2). På varje lokal togs totalt 11 liter vatten fördelat på 31 flaskor. Vissa av flaskorna innehöll konserveringsmedel i form av saltsyra, citronsyra och silvercitrat samt kloracetamid i metanol. Proverna hölls mörkt och svalt innan utskick till laboratoriet. Vatten har inte tidigare provtagits inom kontrollprogrammet.



Figur 4. Skrubbskädda. Över hane, under hona. Hos honan ses den stora röda romsäcken.

5.2 Kemisk analys

Kemisk analys av biota och vatten utfördes av ALS Scandinavias laboratorium samt Miljökemiska laboratoriet vid Umeås universitet. Nedan beskrivs analysmetoderna för de olika ämnena kortfattat, för utförligare beskrivning av respektive metod hänvisas det till angivna standarder. En förteckning över vilka ämnen som analyserats i biota finns i Tabell 3. En förteckning över analyserade ämnen i vatten finns i Tabell 4.

5.2.1 Metaller

Analys av arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), mangan (Mn), nickel (Ni), bly (Pb), tenn (Sn), vanadin (V) och zink (Zn) utfördes vid ALS laboratorium i Luleå enligt SS 028113. För analys användes ca 5 g vävnad. Bestämning av metallerna i vävnad från blåmussla gjordes genom syrauppslutning i HNO₃/H₂O₂. Proven analyserades därefter med hjälp av ICP-SFMS (Inductively Coupled Plasma – Sector Field Mass Spectrometry).

5.2.2 Polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner (dioxiner), polyklorerade dibensofuraner (PCDD/F), polyklorerade bifenyler (PCB), bromerade difenyletrar (PBDE), hexaklorbensen (HCB)

Bestämning av dioxiner/furaner, non-orto och mono-orto PCB:er, icke dioxinlika PCB:er, PBDE samt HCB utfördes av Miljökemiska laboratoriet vid Umeå Universitet. Till dessa analyser användes ca 100 g av homogeniserad vävnad. Metoden är baserad på SS-EN 1948:2-4, med vissa validerade justeringar. Homogenat från blåmussla/skrubbskädda/krabbtaska extraherades med organiskt lösningsmedel för att därefter renas genom kolonnextrahering. Upprening genomfördes med multi-lagerkolonn med kiselgel (sur/neutral/basisk) och fraktionering på kolkolonn. För samtliga analyser användes isotoputspädnings teknik med tillsats av ¹³C-inmärkt internstandarder. Extrakten analyserades med en gaskromatograf kopplad till enhögupplösandemasspektrometer (GC-HRMS).

5.2.3 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Bestämning av PAH-er utfördes vid ALS laboratorium enligt §64 LFGB L 00.00-34. För analys användes 5-10 g av det homogeniserade materialet. En internstandard sattes till alla



Figur 5. Krabbtaska. Till vänster hona, till höger hane. Honans stjärt är bred och rund, hanens är smal och spetsig.

proverna som vidare extraherades med en anpassad lösningsmedelsblandning följt av en uppeningsfas och därefter analys med GC-MS (gaskromatograf/masspektrometer).

5.2.4 Ftalater, fenoler, etoxilater, bisfenol-A
Bestämning av ftalater utfördes av ALS laboratorium och för analys användes ca 2 g av det homogeniserade materialet. Metoden är baserad på DIN 19742 (2014-08). Efter frystorkning extraherades proverna med etylacetat och renades med aluminiumoxid inför gaskromatografisk separation på kapillärkolonn och masspektrometrisk identifikation av ftalater. Bestämning av fenoler och etoxilater utfördes av ALS laboratorium enligt DIN EN ISO 18857-2. Föranalysen användes ca 5 g av det homogeniserade materialet. Materialet extraherades med en fast-fas-extrahering och analyserades med gaskromatograf kopplad till masspektrometer. Bestämning av bisfenol-a utfördes av ALS laboratorium, till analysen användes ca 10 g av det homogeniserade materialet. Metoden baseras på DIN ISO 14154. Homogenat av mussla extraherades genom en syra-bas-extraktion följt av acetylering och analys med gaskromatografi och elektroninfångningsdetektering (GC/MS).

5.2.5 Poly- och perfluorerade alkylsubstanter (PFAS)
Bestämning av PFOS (perfluoroktansulfonat) och PFOA (perfluoroktansyra) utfördes av ALS laboratorium och för analys användes ca 2 g av det homogeniserade materialet. Metoden är i enlighet med DIN 38414-14. Efter frystorkning extraherades proverna med metanol med hjälp av ultraljud. Därefter späddes extraktet med vatten alternativt renades genom solid fasextraktion på en svag anjonbytare. Validering och kvantitativ bestämning utfördes genom HPLC, i kombination med masspektrometrisk detektion (HPLC-MS/MS).

5.2.6 Hexaklorbutadien (HCBD)
Bestämning av hexaklorbutadien (HCBD) utfördes av ALS laboratorium och för analys användes ca 10 g av det homogeniserade materialet. Metoden är i enlighet med DIN EN ISO 22032. Efter frystorkning extraherades

proverna för att därefter valideras och kvantitativ bestämmas med gaskromatografi i kombination med masspektrometrisk detektion

5.2.7 Fettbalt

Fetthalten bestämdes enligt §64 LFGB L 17.00-4, mod. genom gravimetrisk analys vilket är en klassisk metod som baseras på att fetterna omvandlas till en svårslöslig förening som isoleras, tvättas, torkas och vägs. Utifrån massan för den erhållna fällningen beräknas sedan halten av det undersökta ämnet.

5.2.8 Vatten

Vattenproverna har analyserats enligt vattendirektivpaketen PRIO (Prioriterade ämnen) och SFÅ (Särskilt Förorenande Ämnen). EU:s vattendirektiv innefattar målsättningar för skydd av sjöar, vattendrag och andra vattenförekomster, målen rör både kemisk och ekologisk status. För övervakning av kemisk status finns 45 prioriterade ämnen som skall bestämmas. Utöver de av EU prioriterade ämnena kan medlemsstaterna själva bestämma om egna ämnen som anses kunna skapa problem nationellt eller lokalt, i Sverige är drygt 30 ämnen identifierade som särskilt förorenande ämnen.

Inom paketet PRIO analyseras bland annat pesticider, läkemedelsrester och metaller (As, Cr, Cu, U och Zn). Inom paketet SFÅ analyseras bland annat klorerade pesticider, PAH:er, pesticider, bromerade flamskyddsmedel och metaller (Cd, Pb, Hg och Ni). Även stödparametrar som totalt organiskt kol, löst organiskt kol, pH och kalcium analyseras inom paketen. För fullständig förteckning över analyserade ämnen i vatten se Tabell 4 och Appendix XII och XIII.

Analys av vattenprover har utförts av ALS laboratorium i Danderyd, Luleå, Prag i Tjeckien och Coventry i England samt på GBA (Gesellschaft für Bioanalytik) i Pinneberg i Tyskland. Bestämning av ämnen i vatten har utförts med olika varianter av gaskromatografi. I Appendix XII och XIII framgår vilka metoder som använts samt vilka laboratorier som utfört analyserna.

Tabell 3. Ämnen som analyserades i biota samt i vilken organism och vid hur många lokaler.

Ämnen	Preciserat	Blåmussla vävnad	Skrubbskädda helkropp	Skrubbskädda muskel	Krabbtaska helkropp	Analyserande laboratorium
Metaller samt torrs substans (TS)	As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, V, Zn	12	3	3 (Hg)	5	ALS
Polyklorerade dioxiner och furaner**		-	-	3	-	UU
Dioxinlika PCB**	#77, #81, #105, #114, #118, #123, #126, #156-157, #167, #169, #189	-	-	3	-	UU
PCB (7 summa)**	#28, #52, #101, #118, #138, #153, #180	-	-	3	-	UU
HCB**		-	-	3	-	UU
Bromerade difenyletrar**	PBDE: #28, #47, #99, #100, #154, #153	-	-	3	-	UU
Hexaklorbutadien (HCBd)		-	3	-	-	UU
PAH (summa 16)	Naftalen, acenaften, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benzo(g,h,i)perylene, bens(a)antracen, krysen, bens(a)pyren, bens(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-c,d)pyren, dibenso(a,h)antracen	12	-	-	5	ALS
Ftalater	DEHP	12	-	-	5	ALS
Fenoler + etoxilater + bisfenol A***	4NP-monoetoxilat, 4NP-dietoxilat, 4tOP-monoetoxilat, 4tOP-dietoxilat, 4-nonylfenol (4NP), 4t-oktylfenol (4tOP), bisfenol A	12	-	-	-	ALS
PFAS 11		-	-	3	-	ALS
Klorparaffiner C10-C13, C14-C17		-	3	-	-	ALS
Fetthalt*		12	-	3	5	ALS /UU

Tabell 4. Analyserade ämnen i vattenprover.

Ämnen	Preciserat	Vatten	Analyserande laboratorium
Vattendirektiv PRIO	Stödparametrar: TOC, pH, Ca (kalcium), DOC (löst organiskt kol) Klorerade pesticider: alaklor, aldrin, dieltrin, endrin, isodrin, DDT total (beräknad), p,p'-DDT, endosulfan, hexaklorbensen, hexaklorbutadien, hexaklorcyklohexan, pentaklorbensen, triklorbensen, trifluralin, cypermetrin, heptaklor/heptaklorepoxyd Polycykliska aromatiska kolväten: antracen, fluoranten, naftalen, bens(a)pyren, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten, bens(ghi)perylene, indeno(123cd)pyren, Övriga pesticider: atrazin, bifenoxy, dikofol, klorfenvinfos, klorpyrifos, diuron, isoproturon, simazin, kinoxifen, akonifen, irgarol (cybutryn), diklorvos, terbutryn, Bromerade flamskyddsmedel: Summa av PBDE 28, 47, 99, 100, 153, 154, hexabromcykloodekan (HBCD) Flyktiga organiska föreningar + bensen: tetraklormetan (koltetraklorid), 1,2-dikloreten, diklormetan, tetrakloreten, trikloretan, triklormetan (kloroform), bensen. Klorparaffiner: C10-C13 (SCCP) Ftalater: di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP) Oktyl- och nonylfenoler: 4-n-nonylfenol (rak), 4-tert-oktylfenol Klorfenoler: pentaklorfenol Perfluorerade ämnen (PFAS): PFOS perfluoroktansulfonsyra Dioxiner och dioxinlika föreningar: Summa PCDD+PCDF+PCB-DL Metaller: kadmium (Cd), bly (Pb) och blyföreningar, kvicksilver (Hg), nickel (Ni) och nickelföreningar Tennorganiska föreningar: tributyltenn (TBT)	5	ALS
Vattendirektiv SFÄ	Stödparametrar: TOC, pH, Ca (kalcium), DOC (löst organiskt kol) Pesticider: bentazon, diflufenikan, diklorprop-P, glyfosat, kloridazon, MCPA, mekoprop och mekoprop-P, metribuzin, metsulfuron-metyl, pirimikarb, sulfosulfuron, triklosan Läkemedelsrester: diklofenak, 17-alfa-etinylöstradiol, 17-beta-östradiol Metaller: arsenik (As), krom (Cr VI), koppar (Cu), uran (U), zink (Zn) Övriga föreningar: ammoniak-kväve (NH3-N), bisfenol A, C14-C17 (MCCP), icke dioxinlika PCB:er (kongener 28, 52, 101, 138, 153, 180), nonylfenoletoxylater	5	ALS

6. Resultat

Här redovisas resultaten för den miljökemiska analysen av vävnad från blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska. Resultaten för analysen av vattenproverna presenteras i ett eget avsnitt (6.1.3). Resultatet för respektive station och organsim har jämförts med varandra samt med tidigare studier inom BVVFs miljögiftsprogram (Bergkvist och Magnusson 2017, BVVF 2015, Cato 2006) där det varit möjligt. Jämförelser har även gjorts med befintliga gränsvärden i biota (HVMFS 2019:25), bedömningsgrunder från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket 1999) där gränsvärden i biota saknas samt även gränsvärden för livsmedel (Livsmedelsverket 2014) där sådana finns för respektive organism, ämne eller ämnesgrupp. Notera dock att de gränsvärden för biota och livsmedel som har använts ofta avser halter i fisk. Bedömningsgrunderna från Naturvårdsverket bygger på data fram till slutet av 1990-talet och avspeglar därmed nödvändigtvis inte dagens miljöbelastning. Effektgränserna är baserade på internationella uppgifter, inte på svenska arters känslighet, och bristen på svenska uppgifter när rapporten producerades medförde att inga säkra effektgränser kunde anges. Klassningen av metaller i blåmussla i denna rapport är därför att betrakta som ett verktyg för att möjliggöra jämförelse med tidigare års resultat. Analysprotokoll för ämnen i biota redovisas i Appendix IV-XI.

Redovisningen av varje analyserad parameter inleds med en kort rödmarkerad sammanfattning av de viktigaste resultaten för att därefter följas av en mer detaljerad beskrivning. För analyserade ämnen finns även en kort beskrivande text om ämnet, hur det sprids i miljön, vilka effekter det kan ha på människor samt eventuella förbud. Den beskrivande inledande texten om de olika ämnesgrupperna är, om inget annat nämns, en summering av information hämtad från Institutet för miljömedicins hemsida "Riskwebben". Vidare beskrivs eventuellt gränsvärde för ämnet i fråga och nivå på detta. Syftet med gränsvärde är att det skall skydda människors hälsa och

miljön samt uppfylla de krav som ställs genom vårt medlemskap i EU. Enligt Naturvårdsverket tar gränsvärdena *"sikte på tillståndet i miljön och vad människan och naturen bedöms kunna utsättas för utan att ta alltför stor skada"*. Jämförelser görs även i förhållande till Bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket, 1999) där dessa kan tillämpas, men även mot eventuella gränsvärden avsedda för livsmedel där sådana finns för antingen mussla eller fisk.

Halveringstid, den tid det tar för ett ämne att till 50 procent elimineras ur organismen, har beskrivits för ämnen och organismer där det har funnits uppgifter om detta. Denna information kan ge en uppfattning om hur aktuell den exponering som organismen har utsatts för är. Det är dock viktigt att komma ihåg att utsöndring av ett ämne oftast går snabbast i början varför en halveringstid om en månad inte innebär att ämnet helt har försvunnit på två månader. Dessutom är halveringstiden även beroende av temperatur, salthalt, syrehalt i vattnet och individens kondition.

6.1 Miljökemiska undersökningar

Nedan redovisas alla miljökemiska parametrar och då gränsvärde för biota och livsmedel anges i förhållande till våtvikt anges även halterna i denna rapport i denna enhet med undantag för Tabell 17 och om inget annat anges i texten. Värdet som anges för de kemiska analyserna är baserat på samlingsprover av vävnad från 100 musslor, förutom Stenungsund där 91 musslor ingick. För krabbtaska analyserades samlingsprov på 10 honor från Dana fjord och Kosterfjorden och från övriga stationer användes två till fyra individer. För skrubbskädda analyserades samlingsprov på mellan fyra och sex individer.

6.1.1 Metaller

Inom ramen för detta projekt analyserades och utvärderades metallerna; arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), mangan (Mn), nickel (Ni), bly (Pb), tenn (Sn), vanadin (V) och zink (Zn). Resultaten för metallerna redovisas nedan samt finns samlade i Tabell 17 och Appendix IV-VI.

6.1.1.1 Arsenik (As)

Gränsvärde för arsenik i biota och livsmedel saknas. De högsta halterna i blåmussla uppmättes i Gullmarn Yttre och Kosterfjorden. I skrubbskädda återfanns de högsta halterna i Skalkorgarna. Den högsta halten i krabbtaska uppmättes i Brofjorden.

Arsenik förekommer naturligt i berggrunden och i vissa bergarter kan halterna vara höga. Arsenik har främst använts som träsnyddsmiddel, men i Sverige har användningen nästan upphört. Många markområden är dock fortfarande kontaminerade med arsenik från metallsmältverk och anläggningar för träimpregnering. Arsenik är cancerframkallande och kronisk exponering kan ge tumörer i hud, lungor, urinblåsa och troligen även i lever, njurar och prostata. Kronisk exponering för oorganisk arsenik kan leda till hjärt-kärlsjukdom, diabetes och neurologisk påverkan. Människor exponeras för oorganisk arsenik via dricksvattnet och viss föda. På senare år har förekomsten av oorganisk arsenik i ris och risprodukter, bland annat barnmat, uppmärksamats. Koncentrationen i ris beror på olika saker som odlingsområde, odlingsmetod och beredningsmetod. Organiska arsenikföreningar finns framför allt i fisk och skaldjur, dessa föreningar har dock låg toxicitet och utsöndras snabbt i urinen och anses därför inte utgöra någon hälsorisk. Gränsvärden för biota och livsmedel saknas.

Halterna arsenik i vävnad från blåmussla uppmättes till 1,3–4,2 mg/kg VV där den högsta halten observerades i musslor från Gullmarn Yttre och Kosterfjorden (Figur 6 A). Svenska bedömningsgrunder saknas, men vid bedömning av lokalerna utifrån gällande norska bedömningsgrunder (Veileder 97:03) och halten arsenik per kg torrsubstans (Tabell 5) hamnar alla lokaler inom klass 1 och klass 2, det vill säga obetydligt/lite förorenat och moderat förorenat. Halterna arsenik var likartade 2021 och 2016, tre lokaler har gått från moderat förorenat till obetydligt/lite förorenat. Jämfört med 2011 och 2016 är halterna något lägre 2021 (Tabell 5).

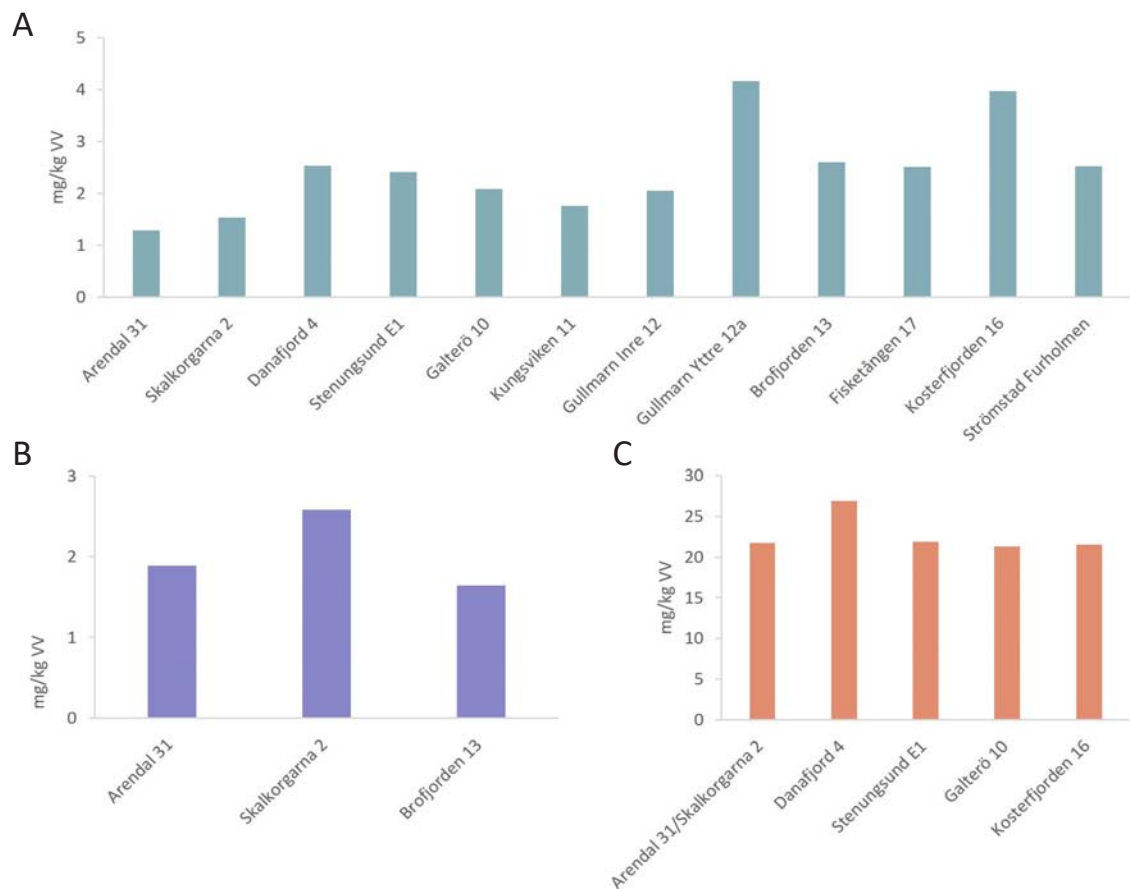
I skrubbskädda varierar halterna mellan 1,6 och 2,6 mg/kg VV med den lägsta halten i Brofjorden och den högsta i Skalkorgarna (Figur 6 B). Gränsvärde saknas för arsenik i skrubbskädda helkropp, men i de tidigare bedömningsgrunderna från Naturvårdsverket (Anon, 1999) finns en bedömningsgrund för arsenik i filé från tånglake. Då inlagring av arsenik i filén kontra helkropp kan skilja sig åt betydligt, och det är dessutom olika fiskarter, är denna klassning mycket osäker. Jämfört med 2016 ses liknande halter av arsenik 2021.

Halterna arsenik i krabbtaska varierar mellan 21,3 och 26,9 mg/kg VV (Figur 6 C). I krabbtaska ses högre halter av arsenik på alla lokaler jämfört med 2016.

Tabell 5. Halten arsenik (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Norska bedömningsgrunder (Veileder 97:03).

Provtagningsstation	Arsenik			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	5,9		12,20	9,66
Skalkorgarna 2	4,7		14,60	10,00
Danafjord 4	9,3	18,0	14,30	15,00
Stenungsund E1			29,50	13,40
Galterö 10	6,9	6,4	17,80	9,38
Uddevala			13,30	
Kungsviken 11	5,2	8,6	11,70	9,07
Gullmarn Inre 12	6,8	7,8	11,00	10,00
Gullmarn Yttre 12a	9,3	9,8	21,40	25,70
Brofjorden 13	7,1	9,9	18,50	14,90
Fisketången 17	10,0		17,50	12,70
Fjällbacka			21,20	
Kosterfjorden 16	11,0	12,0	26,10	22,70
Strömstad Furholmen			16,60	13,50

Klass 1 (ingen avvikelser)
Klass 2 (liten avvikelser)
Klass 3 (tydlig avvikelser)
Klass 4 (stor avvikelser)
Klass 5 (mkt stor avvikelser)



Figur 6. Halten arsenik (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.2 Kadmium (Cd)

Gränsvärde för biota saknas men gränsvärde för kadmium i livsmedel finns för mussla och fisk.

I blåmussla och skrubbskädda ligger halterna på alla lokaler under gällande gränsvärde för livsmedel.

För krabbtaska överskreds gränsvärdet för kadmium i skaldjur som livsmedel på samtliga lokaler.

Kadmium är en av de giftigaste tungmetallerna. Exponering för höga halter kan leda till ökad risk för bröst- och livmodercancer, hjärt- och kärlsjukdomar, njurproblem och benskörhet. Människor får i sig kadmium främst via spannmålsprodukter, rotfrukter och grönsaker men höga halter kan även finnas i skaldjur, inälvsmat och vissa svampar. Spridning av metallen har från början skett via gruv- och metallindustrin men numera är det vanligen via sopförbränning, metalltillverkning och återvinning samt förbränning av fossila bränslen. En betydande tillförsel till åkermark sker också via handelsgödsel och avloppsslam. Gränsvärde för biota saknas för kadmium men gränsvärdet för mussla som livsmedel enligt EU (EG 1881/2006) är 1 mg/kg VV. Musslor med halter därutöver är att betrakta som otjänliga livsmedel och får inte saluföras. Halveringstiden för kadmium i mussla bedöms vara ca fyra månader (Widdows & Donkin, 1992). Gränsvärdet för kadmium i fisk är 0,05 mg/kg VV, i skaldjur ligger gränsvärdet på 0,5 mg/kg VV (EG 1881/2006).

För blåmussla hade Stenungsund den högsta halten med 0,27 mg/kg VV följt av Gullmarn Yttre med 0,26 mg/kg VV (Figur 7 A). Ingen av stationerna överskrider gränsvärdet för kadmium i mussla som livsmedel. Vid bedömning av lokalerna utifrån svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999) och halten kadmium per kg torrsbstans (Tabell 6) så faller Arendal 31 inom klass 3, Skalkorgarna, Stenungsund och Gullmarn Yttre inom klass 2 och resterande i klass 1. Jämfört med 2016 ses likartade halter av kadmium 2021.

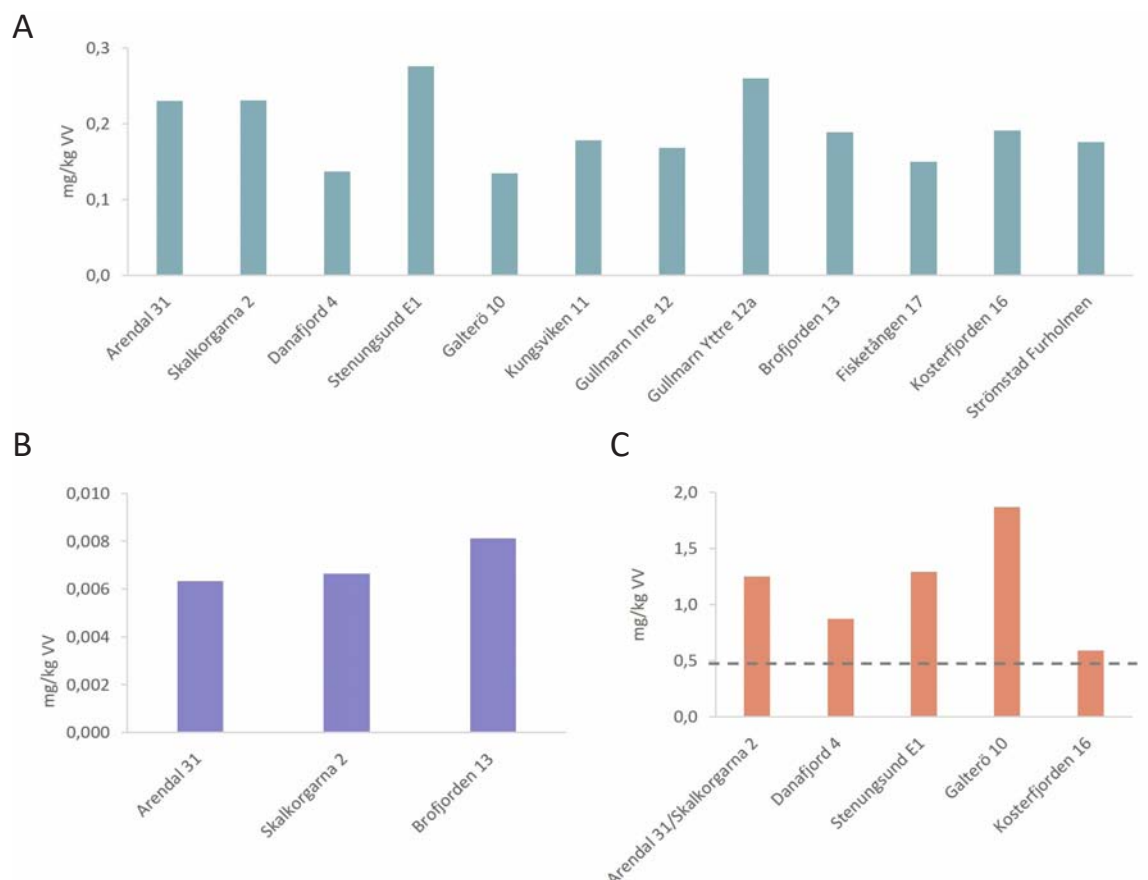
I skrubbskädda varierade halterna mellan 0,006 och 0,008 mg/kg VV (Figur 7 B) vilket är under gränsvärdet för kadmium i fisk som livsmedel. Högre halter ses på alla analyserade lokaler jämfört med 2016.

Halten kadmium i krabbtaska var mellan 0,58 och 1,87 mg/kg VV (Figur 7 C). För krabbtaska överskrider samtliga lokaler gränsvärdet för skaldjur som livsmedel. Högre halter av kadmium ses på alla lokaler jämfört med 2016. Gränsvärdet för skaldjur som livsmedel överstegs på fyra av fem lokaler 2016.

Tabell 6. Halten kadmium (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav (Naturvårdsverket 1999).

Provtagningsstation	Kadmium			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	1,40		1,97	1,70
Skalkorgarna 2	0,80		1,58	1,58
Danafjord 4	0,78	0,88	1,09	0,81
Stenungsund E1			1,63	1,49
Galterö 10	0,77	0,47	0,72	0,64
Uddevala			2,20	
Kungsviken 11	0,97	1,00	0,72	0,96
Gullmarn Inre 12	0,88	0,79	0,65	0,85
Gullmarn Yttre 12a	0,75	0,49	1,29	1,57
Broforden 13	0,75	0,77	1,64	1,07
Fisketången 17	0,65		1,40	0,80
Fjällbacka			1,24	
Kosterfjorden 16	0,86	0,76	1,43	1,09
Strömstad Furholmen			1,17	0,96

Klass 1 (ingen avvikelse)
 Klass 2 (liten avvikelse)
 Klass 3 (tydlig avvikelse)
 Klass 4 (stor avvikelse)
 Klass 5 (mycket stor avvikelse)



Figur 7. Halten kadmium (mg/kg våtvikt) i i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska. Grå streckad linje anger gräns för kadmium i livsmedel (EG 1881/2006). ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.3 Kobolt (Co)

Gränsvärde för halt kobolt i biota och livsmedel saknas. Den högsta halten i blåmussla uppmättes i Skalkorgarna och Stenungsund.

I skrubbskädda uppmättes den lägsta halten i Skalkorgarna och den högsta halten i Brofjorden.

I krabbtaska var halten hög i Göteborgsområdet.

Kobolt är ett grundämne som används som komponent i katalysatorer och pigment samt inom kemiska processer i olje- och gasindustrin. Andra användningsområde är inom medicin och tandvård. Kobolt förekommer även naturligt i många olika livsmedel, exempelvis kan höga halter ses i kakao, fröer, nötter och baljväxter. Kobolt ingår dessutom i vitaminet B12 vilket är viktigt för bildandet av röda blodkroppar och myelin, det senare är en viktig komponent i nervsystemets funktion. Information om negativa hälsoeffekter hos människor saknas (Livsmedelsverket 2014) och inga gränsvärden för livsmedel eller tidigare bedömningsgrunder finns för kobolt.

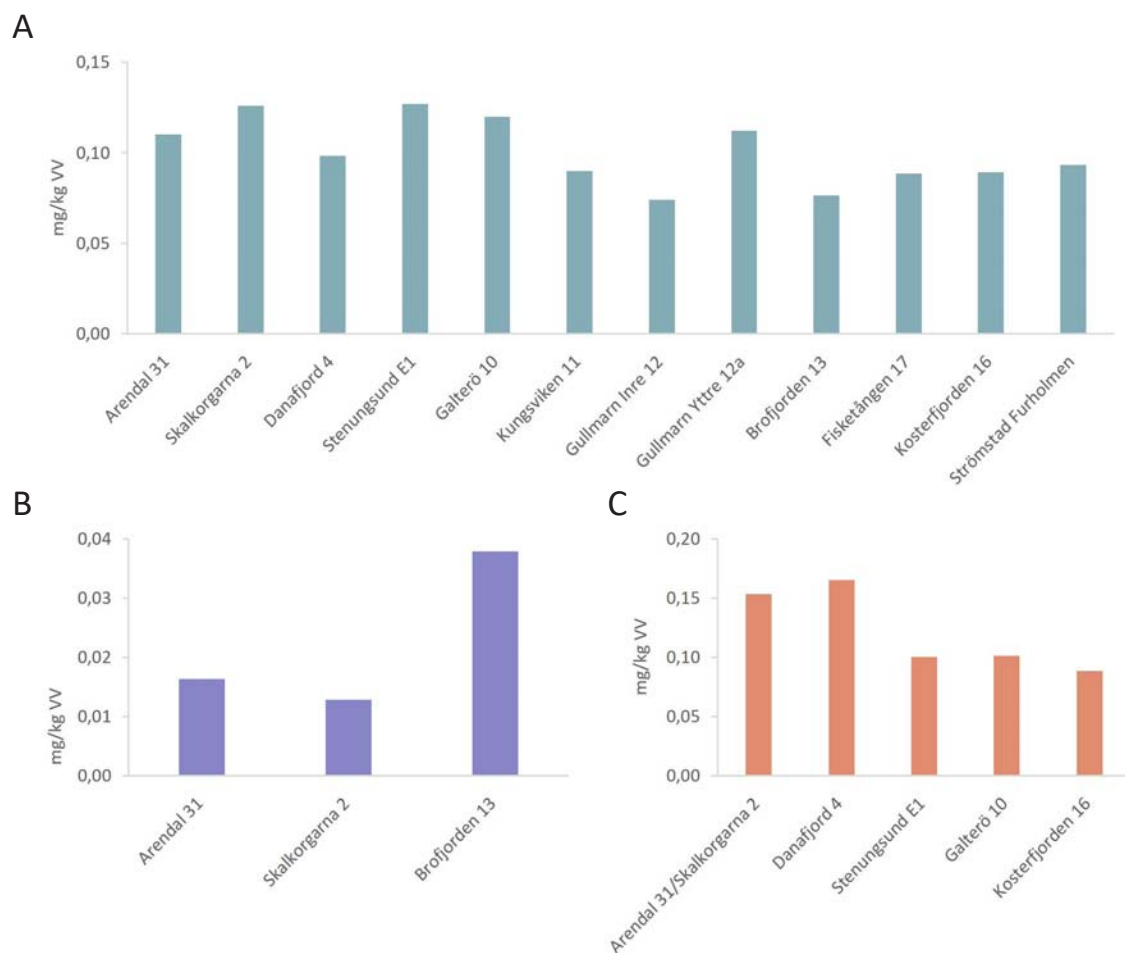
Halterna kobolt i musselvävnad varierade mellan 0,074 och 0,127 mg/kg VV. Lägst halt uppmättes i musslor från Gullmarn inre och Brofjorden och högst halt återfanns i musslor från Skalkorgarna och Stenungsund (Figur 8 A). Jämfört med tidigare undersökningar ses inga stora skillnader i halten kobolt (Tabell 7).

Halten kobolt i skrubbskädda varierade mellan 0,012 och 0,038 mg/kg (Figur 8 B). Skalkorgarna hade den lägsta halten och Brofjorden hade den högsta halten. Jämfört med 2016 ses liknande halter förutom i Brofjorden där halten är dubbelt så hög 2021.

I helkropp från krabbtaska låg halterna mellan 0,09 och 0,16 mg/kg, med högst halt i Dana fjord och Arendal /Skalkorgarna (Figur 8 C). Jämfört med 2016 ses liknande halter 2021.

Tabell 7. Halten kobolt (mg/kg TS) i blåmussla. Bedömningsgrunder för kobolt i blåmussla saknas.

Provtagningsstation	Kobolt			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	0,306		0,79	0,82
Skalkorgarna 2	0,371		0,55	0,84
Dana fjord 4	0,534	0,345	0,42	0,59
Stenungsund E1			0,59	0,66
Galterö 10	0,424	0,224	0,32	0,55
Uddevalle			0,96	
Kungsviken 11	0,408	0,519	0,37	0,44
Gullmarn Inre 12	0,364	0,528	0,29	0,35
Gullmarn Yttre 12a	0,293	0,311	0,45	0,65
Brofjorden 13		0,162	0,49	0,42
Fisketången 17	0,278	0,494	0,46	0,43
Fjällbacka			0,39	
Kosterfjorden 16	0,352	0,325	0,44	0,52
Strömstad Furholmen			0,38	0,47



Figur 8. Halten kobolt (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.4 Krom (Cr)

Gränsvärde för krom i biota och livsmedel saknas. Den högsta halten i blåmussla uppmättes i Strömstad. I skrubbskädda uppmättes de högsta halterna i Arendal. För krabbtaska uppmättes högst halt i Galterö.

Krom är en metall som i kontakt med luft bildar ett tunt oxidskikt som skyddar metallen från korrosion. Denna egenskap gör att krom används i olika legeringar, bland annat i stål för att göra materialet hårdare men även rostfritt. En mängd livsmedel, bland annat fisk, nötter och baljväxter, innehåller krom. Krom förekommer i olika oxidationsstadier vilka har olika toxicitet. Krom (III) har låg toxicitet när de intas i föda då upptaget i mag-tarmkanalen är litet. Krom (VI) är cancerframkallande om det inandas, men om det intas i födan reduceras det till stor del till krom (III) i mag-tarmkanalen. Risker för negativa hälsoeffekter bedöms vara låga när det gäller vuxna, men den Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) anser att mer data behövs för att bedöma riskerna hos barn (Livsmedelsverket 2014). Gränsvärden för krom i biota och livsmedel saknas.

Den lägsta halten i blåmussla återfanns i Galterö och Fisketången och den högsta i Strömstad (Figur 9 A). Svenska bedömningsgrunder saknas, men vid bedömning utifrån gällande norska bedömningsgrunder (Veileder 97:03) och halten krom per kg torrsubstans (Tabell 8) hamnar alla lokaler inom klass 1 *obetydligt/lite förorenat*. De uppmätta halterna krom i blåmussla visade inga stora skillnader jämfört med 2006, 2011 och 2016.

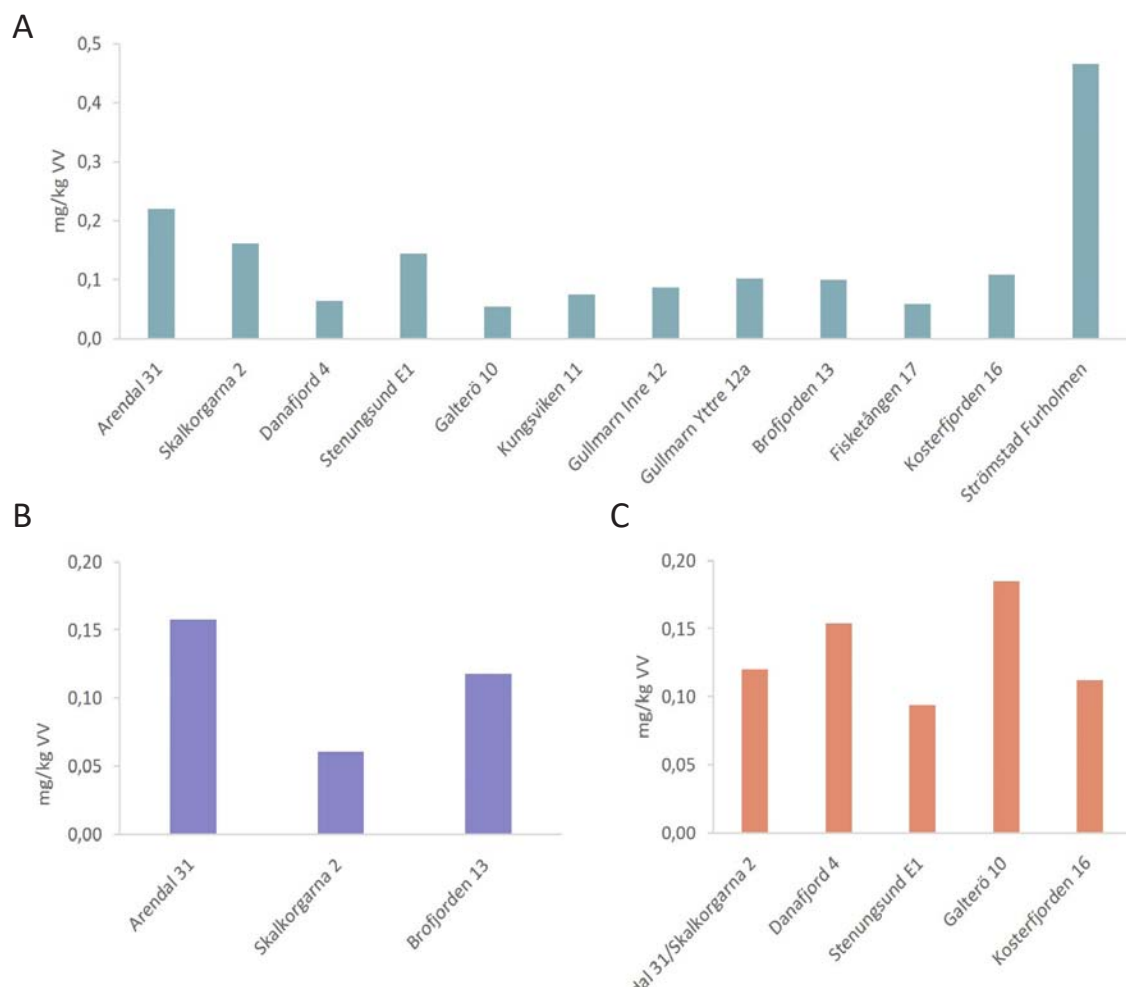
I skrubbskädda varierar halten krom mellan 0,06 och 0,16 mg/kg VV, högst halter ses i Arendal (Figur 9 B). Jämfört med 2016 ses mer än dubbelt så höga halter på alla lokaler.

I krabbtaska uppmättes den högsta halten krom i Galterö (Figur 9 C). Halterna var liknande de som uppmättes 2016.

Tabell 8. Halten krom (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Norska bedömningsgrunder (Veileder 97:03).

Provtagningsstation	Krom			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	1,85		1,37	1,74
Skalkorgarna 2	0,56		1,23	1,15
Danafjord 4	0,68	0,28	0,49	0,50
Stenungsund E1			0,84	0,81
Galterö 10	0,62	0,30	0,28	0,28
Uddevalla			0,94	
Kungsviken 11	0,37	0,57	0,32	0,41
Gullmarn Inre 12	0,51	0,57	0,25	0,48
Gullmarn Yttre 12a	0,22	0,24	0,59	0,66
Brofjorden 13	0,45	0,49	0,58	0,55
Fisketången 17	0,36		0,42	0,29
Fjällbacka			0,47	
Kosterfjorden 16	0,45	0,42	0,49	0,64
Strömstad Furholmen			0,46	2,29

Klass 1 (ingen avvikelser)
Klass 2 (liten avvikelse)
Klass 3 (tydlig avvikelse)
Klass 4 (stor avvikelse)
Klass 5 (mkt stor avvikelse)



Figur 9. Halten krom (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.5 Koppär (Cu)

Den högsta halten i blåmussla uppmättes i Arendal. I skrubbskädda uppmättes samma halt på alla tre lokaler. I krabbtaska sågs den högsta halten i Arendal / Skalkorgarna. Gränsvärde för koppär i livsmedel saknas.

Koppär används i stor utsträckning i båtbottnfärger och tillförs årligen den marina miljön genom läckage. Koppären är mest toxisk i sin fria form men binds snabbt i olika föreningar som generellt är mindre biotillgängliga. Koppär finns i alla livsmedel men högst halter finns i lever och inälvsmat, skaldjur, nötter och kakao. Vi får även i oss koppär via dricksvattnet. För högt intag av koppär påverkar mag-tarmkanalen och leder till kräkningar och diarré, långvarig exponering kan ge leverskador. Spädbarn är mer känsliga för koppär då deras ämnesomsättning inte är fullt utvecklad. Det finns inga inom Sverige framtagna riktvärden för koppär i livsmedel men EFSA har satt 5 mg/dag som övre gräns på acceptabelt intag för vuxna och motsvarande för barn är mellan 1–4 mg/dag beroende av ålder.

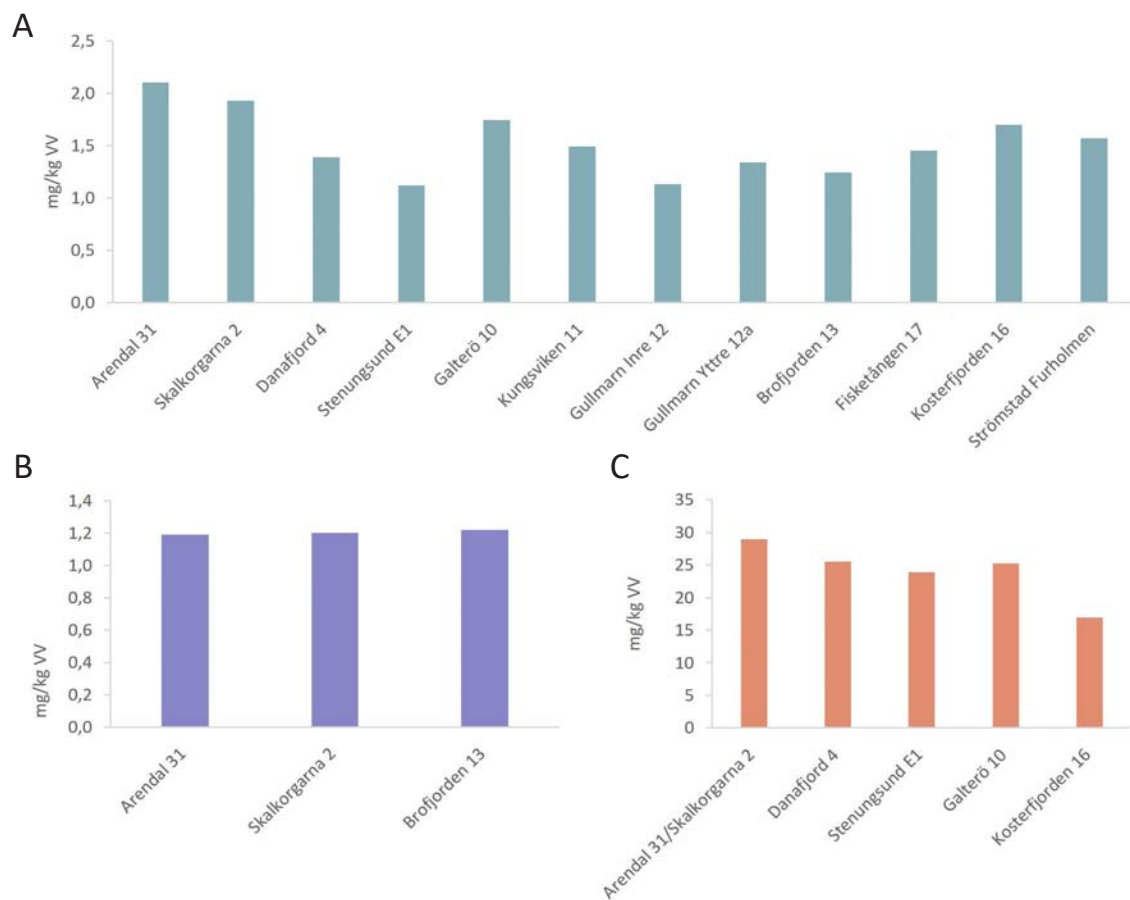
I musselvävnad varierade halten koppär mellan 1,12 och 2,10 mg/kg VV där högst halt uppmättes i Arendal (Figur 10 A). Vid bedömning av stationerna utifrån svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999) och halten koppär per kg torrsustans (Tabell 9) faller sju lokaler inom klass 1. Av de övriga lokalerna faller tre inom klass 2, en inom klass 3 och en inom klass 4 (Tabell 9). Jämfört med 2016 ses en förhöjning av halten koppär på fem lokaler (Tabell 9), störst ökning ses i Göteborgsområdet (Arendal och Skalkorgarna).

För skrubbskädda var halten koppär den samma, 1,2 mg/kg VV, på alla tre lokaler (Figur 10 B). Inga stora skillnader i halten koppär kunde ses jämfört med 2016.

I krabbtaska varierade halten mellan 16,9 och 28,9 mg/kg VV, lägst halt sågs i Kosterfjorden och högst halt i Arendal / Skalkorgarna (Figur 10 C). Jämfört med 2016 sågs högre halter på alla lokaler förutom Kosterfjorden.

Tabell 9. Halten koppär (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav (Naturvårdsverket 1999).

Provtagningsstation	Koppär			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	6,70		9,62	15,10
Skalkorgarna 2	5,60		6,89	13,00
Danafjord 4	6,10	5,70	6,43	8,43
Stenungsund E1			6,09	5,83
Galterö 10	5,70	3,20	6,75	7,56
Uddevala			7,28	
Kungsviken 11	6,30	5,50	7,40	7,61
Gullmarn Inre 12	6,00	3,80	5,86	5,28
Gullmarn Yttre 12a	5,50	3,90	6,31	8,05
Brofjorden 13	6,60	5,30	5,61	6,52
Fisketången 17	6,30		8,48	7,21
Fjällbacka			6,68	
Kosterfjorden 16	5,90	4,50	7,20	9,79
Strömstad Furholmen			6,43	7,74
Klass 1 (ingen avvikelse)				
Klass 2 (liten avvikelse)				
Klass 3 (tydlig avvikelse)				
Klass 4 (stor avvikelse)				
Klass 5 (mkt stor avvikelse)				



Figur 10. Halten koppar (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.6 Kvicksilver (Hg)

I blåmussla överskreds gränsvärde för biota på två stationer.

För skrubbskädda och krabbtaska överskreds gränsvärde i fisk på samtliga stationer,

Kvicksilver anses vara ett särskilt farligt ämne som ska fasas ut ur samhället. Det finns ett generellt förbud sedan 2009 mot användning av kvicksilver vilket kraftigt har bidragit till minskade utsläpp till miljön. Målet har varit att kvicksilver senast år 2015 inte längre ska läcka ut till miljön, något som ännu inte kan bekräftas. Kvicksilver finns dock kvar i miljön under mycket lång tid och där kan oorganiskt kvicksilver omvandlas till metylkvicksilver som kan ansamlas i fisk. Det är vanligen via fisk som människor får i sig metylkvicksilver vilket kan skada nervsystemet framför allt hos unga och växande individer. Det finns utarbetade kostråd vilka i korthet innebär att vissa fiskar som kan ha höga halter av kvicksilver endast bör ätas två till tre gånger per år. Gränsvärde för fisk är 0,02 mg/kg (HVMFS 2019:25). Det finns även ett generellt gränsvärde för kvicksilver i fisk satta av EU (EG 1881/2006) på 0,5 mg/kg samt ett lägre gränsvärde framtaget av Livsmedelsverket för kvicksilver i barnmat (LIVSFS 2012:3) motsvarande 0,05 mg/kg. Halter överskridande dessa båda gränser anses som otjänliga som livsmedel och får inte säljas.

I blåmussla varierar halterna från 0,01 till 0,03 mg/kg VV. Halten kvicksilver överstiger gränsvärdet i fisk i Arendal och Skalkorgarna (Figur 11 A). Vid bedömning av stationerna utifrån svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999) och halten kvicksilver per kg torrsustans (Tabell 10) faller alla lokaler inom klass 1. Klassningen är densamma 2021 som 2006, 2011 och 2016. Inga skillnader ses i uppmätta halter.

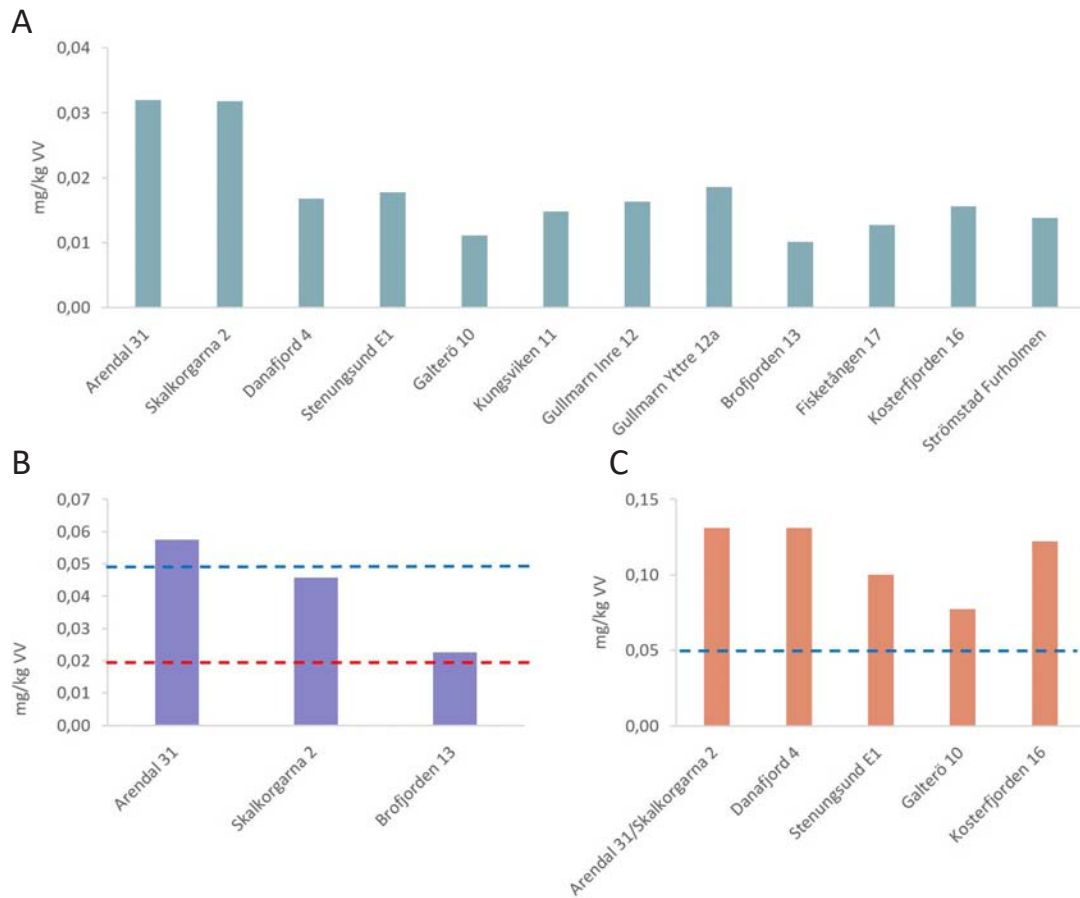
Halten kvicksilver i skrubbskädda var mellan 0,023 och 0,058 mg/kg VV i helkropp (Figur 11 B) och mellan 0,028 och 0,067 mg/kg VV i filé (Figur 12), på samtliga lokaler överskreds gränsvärdet i fisk, i Arendal överskreds gränsen för barnmat i helkropp och i Skalkorgarna 2 i

filé (Figur 11 B och 12). Jämfört med 2016 sågs liknande halter i helkropp, i filé sågs lägre halter 2021. Gränsvärdet för kvicksilver i fisk överstegs även 2016 på samtliga lokaler, både i helkropp och filé.

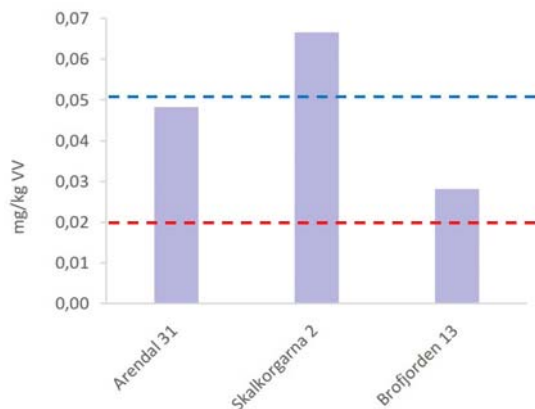
De högsta halterna kvicksilver uppmättes i krabbtaska, halterna var ca 2,5 gånger högre än i skrubbskädda. Halten i krabbtaska varierade mellan 0,07 och 0,13 mg/kg VV (Figur 11 C). Gränsvärdet för barnmat överskreds på samtliga lokaler. Högre halt av kvicksilver jämfört med 2016 kunde ses på samtliga lokaler, gränsvärdet för barnmat överskreds även 2016 på samtliga lokaler.

Tabell 10. Halten kvicksilver (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav (Naturvårdsverket 1999).

Provtagningsstation	Kvicksilver			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	0,18		0,22	0,24
Skalkorgarna 2	0,08		0,20	0,22
Danafjord 4	0,11	0,11	0,14	0,10
Stenungsund E1			0,15	0,09
Galterö 10	0,08	0,06	0,04	0,05
Uddevalla			0,13	
Kungsviken 11	0,08	0,11	0,05	0,08
Gullmarn Inre 12	0,08	0,11	0,04	0,08
Gullmarn Yttre 12a	0,08	0,04	0,12	0,13
Brofjorden 13	0,08	0,06	0,09	0,06
Fisketången 17	0,07		0,09	0,06
Fjällbacka			0,08	
Kosterfjorden 16	0,09	0,07	0,11	0,09
Strömstad Furholmen			0,08	0,08
Klass 1 (ingen avvikelser)				
Klass 2 (liten avvikelser)				
Klass 3 (tydlig avvikelser)				
Klass 4 (stor avvikelser)				
Klass 5 (mkt stor avvikelser)				



Figur 11. Halten kvicksilver (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska. Röd streckad linje anger gränsvärde för kvicksilver för fisk (HVMFS 2019:25). Blå streckad linje anger gränsvärde för kvicksilver i barnmat (LIVSFS 2012:3). ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).



Figur 12. Halten kvicksilver (mg/kg våtvikt) i filé från skrubbskädda (Arendal: $n=4$, Skalkorgarna: $n=5$, Brofjorden: $n=6$). Röd streckad linje anger gränsvärde för kvicksilver i fisk (HVMFS 2019:25). Blå streckad linje anger gränsvärde för kvicksilver i barnmat (LIVSFS 2012:3).

6.1.1.7 Mangan (Mn)

Gränsvärde för mangan i biota och livsmedel saknas. De högsta halterna i blåmussla uppmättes i Strömstad. I skrubbskädda mättes den högsta halten i Brofjorden. Den högsta halten i krabtaska sågs i Galterö.

Mangan är en metall som kroppen behöver små mängder av, den finns naturligt i många mineraler i berggrunden och kan lösas ut till grundvattnet. Kroppen har ett väl utvecklat system för att ta upp just den mängd mangan som kroppen behöver, därför innebär förhöjda halter mangan i dricksvattnet oftast ingen hälsofara. Detta system är dock outvecklat hos nyfödda barn som därför kan ta upp för mycket mangan från till exempel vatten som använts till välling och bröstmjölk ersättning. För höga halter mangan påverkar främst nervsystemet. Högsta tillåtna manganhalt i bröstmjölk ersättning är 0,65 mg/l, för kommunalt dricksvatten är gränsvärdet lägre, 0,05 mg/l (LIVSFS 2001:30), detta beror på att mangan fälls ut i ledningsnätet och kan släppa och missfärga tvätt och sanitetsporlin.

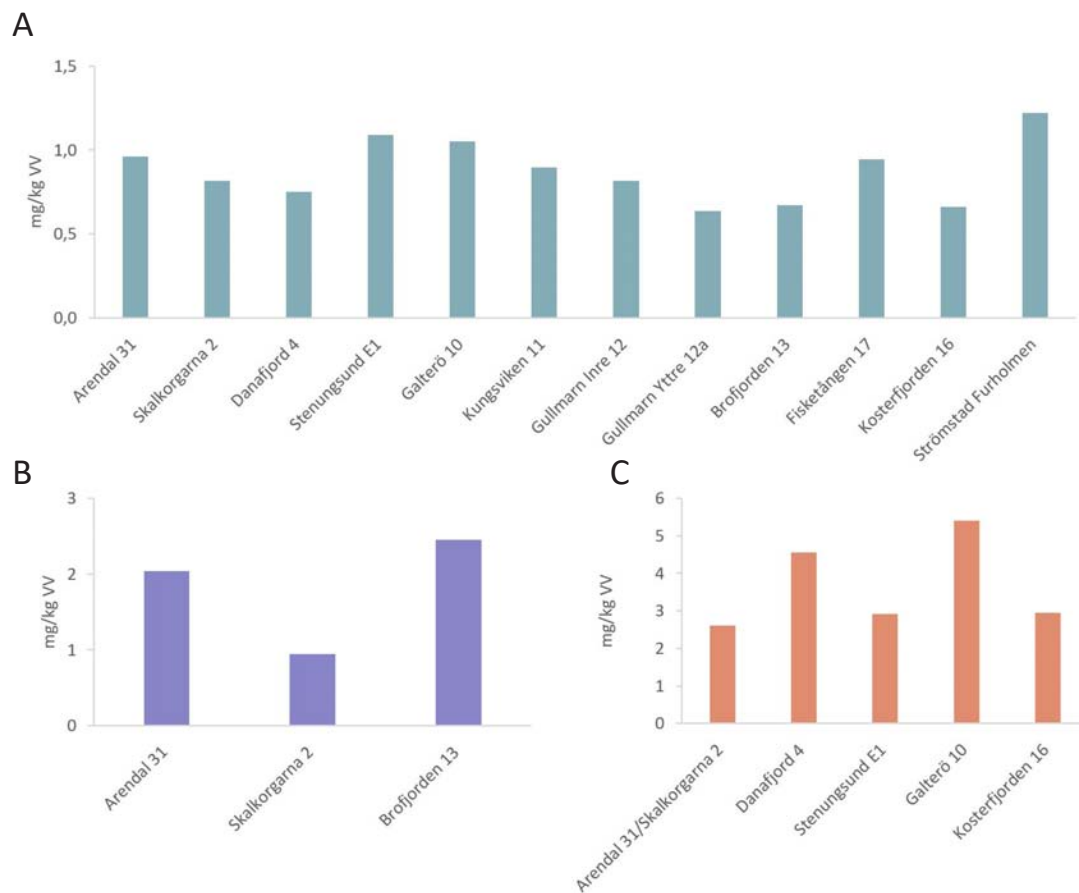
Halterna mangan i blåmussla varierade mellan 0,64 och 1,22 mg/kg VV med lägst halt i Gullmarn Yttre och högst halt i Strömstad (Figur 13 A). Det saknas såväl gränsvärde som bedömningsgrunder för mangan. Jämfört med tidigare mättillfällen ses inga större skillnader i halten mangan (Tabell 11).

I skrubbskädda varierade halterna mellan 0,95 och 2,45 mg/kg VV (Figur 13 B). Jämfört med 2016 sågs inga stora variationer i halten mangan förutom i Skalkorgarna där halten var lägre 2021.

I krabtaska uppmättes halter mellan 2,6–5,4 mg/kg VV (Figur 13 C), högst halt sågs i Galterö och lägst i Arendal/Skalkorgarna. Jämfört med 2016 sågs inga stora variationer i halten mangan.

Tabell 11. Halten mangan (mg/kg TS) i blåmussla. Bedömningsgrunder för mangan i blåmussla saknas.

Provtagningsstation	Mangan			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	5,07		8,35	7,18
Skalkorgarna 2	7,71		15,20	5,47
Danafjord 4	10,3	3,02	3,70	4,48
Stenungsund E1			6,25	5,65
Galterö 10	4,89	4,26	5,26	4,75
Uddevalla			16,30	
Kungsviken 11	8,75	4,39	7,30	4,65
Gullmarn Inre 12	7,44	5,48	5,86	3,74
Gullmarn Yttre 12a	4,29	3,08	4,10	3,68
Brofjorden 13		2,23	4,35	3,72
Fisketången 17	6,84	4,48	6,08	4,69
Fjällbacka			4,92	
Kosterfjorden 16	7,02	4,51	4,73	3,70
Strömstad Furholmen			4,43	5,95



Figur 13. Halten mangan (mg/kg våtvikt) i ((A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.8 Nickel (Ni)

Gränsvärde för nickel i biota och livsmedel saknas. Högsta halten i blåmussla uppmättes i Gullmarn Yttre. Högst halt i skrubbskädda uppmättes i Arendal. I krabbtaska uppmättes högst halt i Danaofjord och Galterö.

Nickel är en metall som på grund av att den står emot oxidering framför allt används till att framställa rostfritt stål men den förekommer även i myntlegeringar. Nickelallergi uppstår genom kontakt med föremål som innehåller nickel och påverkas troligen inte av halten i livsmedel, dock kan ett intag på 150 µg per dag ge handeksem hos överkänsliga personer (EFSA 2006). De livsmedel som innehåller högst halter nickel är kakao, sojabönor, hasselnötter och mandlar. Genom en typisk svensk diet får vi i oss ca 82 µg nickel per dag (EFSA 2006).

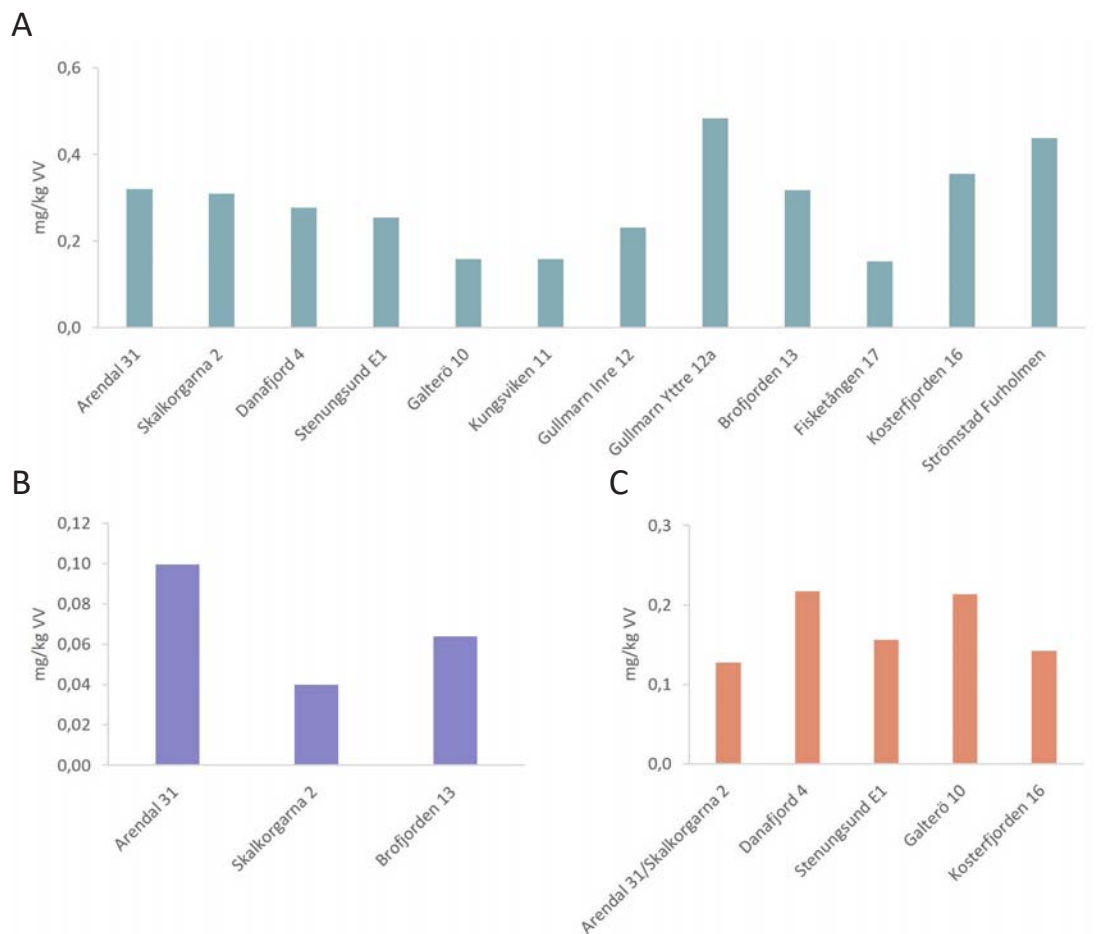
Halterna av nickel i blåmussla varierade mellan 0,15 och 0,48 mg/kg VV, lägst halt uppmättes i Galterö, Kungsviken och Fisketången och högst halt i Strömstad (Figur 12 E). Jämfört med 2016 års resultat sågs högre halter av nickel på flera stationer (Tabell 12). Vid bedömning av stationerna utifrån svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999) och halten nickel per kg torrsustans (Tabell 12) så faller Arendal, Skalkorgarna, Gullmarn Yttre, Kosterfjorden och Strömstad inom klass 4, Danaofjord och Brofjorden inom klass 3, Stenungsund inom klass 2 och resterande lokaler in om klass 1. Halten nickel minskade generellt sett från 2006 till 2011, men ökade 2016 och ytterligare 2021. Statusklassningen har förändrats på samma sätt (Tabell 12).

Halten nickel i skrubbskädda låg under detektionsgränsen i Skalkorgarna. Halten var 0,06 och 0,10 på de övriga lokalerna, högst halt sågs i Arendal (Figur 12 B). Högre halter sågs på alla lokaler jämfört med 2016.

I krabbtaska uppmättes halter mellan 0,13 och 0,22 mg/kg (Figur 12 C). Högst halt sågs i Danaofjord (Figur 12 D). Lägre halter sågs på alla lokaler jämfört med 2016.

Tabell 12. Halten nickel (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav (Naturvårdsverket 1999).

Provtagningsstation	Nickel			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	2,00		1,58	2,22
Skalkorgarna 2	1,00		1,43	2,06
Danaofjord 4	1,90	0,81	1,45	1,56
Stenungsund E1			1,22	1,39
Galterö 10	1,20	0,46	0,48	0,68
Uddevalla			1,30	
Kungsviken 11	1,00	0,99	0,55	0,82
Gullmarn Inre 12	0,85	0,85	0,50	0,97
Gullmarn Yttre 12a	0,82	0,61	1,45	2,88
Brofjorden 13	1,10	0,92	1,07	1,70
Fisketången 17	0,92		1,13	0,80
Fjällbacka			0,96	
Kosterfjorden 16	1,00	0,66	1,71	2,04
Strömstad Furholmen			1,12	2,14
Klass 1 (ingen avvikelser)				
Klass 2 (liten avvikelser)				
Klass 3 (tydlig avvikelser)				
Klass 4 (stor avvikelser)				
Klass 5 (mkt stor avvikelser)				



Figur 14. Halten nickel (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.9 Bly (Pb)

För blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska överskrider samtliga stationer gränsvärdet för barnmat men halterna är under det generella gränsvärdet för livsmedel. Gränsvärde för bly i biota saknas.

Bly är en global miljöförorening som förekommer överallt i miljön. Det har använts i en mängd produkter och används fortfarande i exempelvis batterier, kablar och ammunition. Exponering för bly har minskat men det kan fortfarande finnas i höga halter i vissa livsmedel såsom njure, lever, champinjoner, vallmofrön, skaldjur och vin.

I miljön kan förhöjda halter av bly leda till minskad tillväxt och reproduktion hos växter och djur. Hos däggdjur kan redan mycket låga doser kan bly ge skador på nervsystemet, främst har effekter på hjärnans utveckling hos foster och barn uppmärksammas. Gränsvärde för biota saknas men gränsvärdet för halt i mussla som livsmedel ligger på 1,5 mg/kg, i fisk på 0,3 mg/kg och i skaldjur på 0,5 mg/kg (EU 2006)1881:2006 konsoliderad 2016-04-01. Gränsvärdet för halt bly i barnmat är motsvarande 0,05 mg/kg (LIVSFS 2012:3). Information om halveringstid för bly i mussla saknas.

De högsta blyhalterna förekom i musslor från Gullmarn Yttre med 0,28 mg/kg VV och den lägsta i Gullmarn Inre och Strömstad med 0,06 mg/kg VV. Ingen av lokalerna ligger över gränsvärdet för mussla som livsmedel på 1,5 mg/kg VV, men alla lokalerna överstiger gränsvärdet för bly i barnmat (Figur 15 A). Vid bedömning av lokalerna utifrån svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999) och halten bly per kg torrsustans (Tabell 13) så faller Arendal, Skalkorgarna, Stenungsund och Gullmarn Yttre inom klass 2 och resterande inom klass 1. Det ses generellt sett inga större skillnader i halten bly 2006, 2011, 2016 och 2021 (Tabell 13).

Halten bly i skrubbskädda varierar mellan 0,065 mg/kg VV i Skalkorgarna och 0,16 mg/kg VV i Brofjorden (Figur 15 B). Alla lokalerna överstiger gränsvärdet för bly i barnmat. Jämfört med 2016

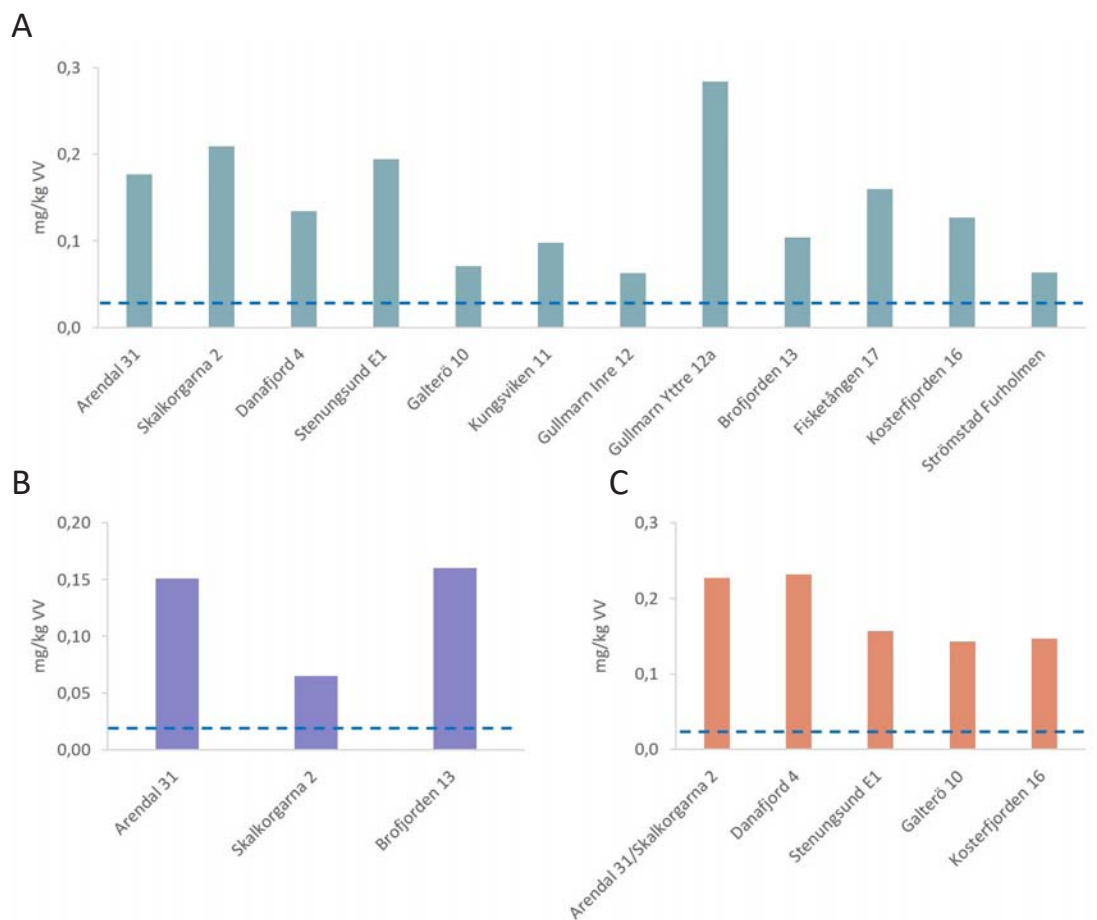
sågs högre halter i Arendal och Brofjorden, medan halten i Skalkorgarna var något lägre 2021. Gränsvärdet för bly i barnmat överskreds även 2016 på samtliga lokaler.

I krabbtaska varierar blyhalten mellan 0,14 och 0,23 mg/kg VV (Figur 15 C). Samtliga lokaler har halter under gränsvärdet för bly i skaldjur men överstiger gränsvärdet för bly i barnmat. Jämfört med 2016 sågs liknande halter av bly. Gränsvärdet för bly i barnmat överskreds även 2016 på samtliga lokaler.

Tabell 13. Halten bly (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav (Naturvårdsverket 1999).

Provtagningsstation	Bly			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	1,85		1,61	1,38
Skalkorgarna 2	1,10		2,09	1,40
Danafjord 4	0,76	0,37	0,95	0,81
Stenungsund E1			1,41	1,12
Galterö 10	0,83	0,29	0,29	0,33
Uddevalla			1,78	
Kungsviken 11	0,48	0,94	0,37	0,51
Gullmarn Inre 12	0,77	0,86	0,29	0,32
Gullmarn Yttre 12a	0,49	0,39	1,39	1,78
Brofjorden 13	0,96	0,61	0,98	0,59
Fisketången 17	0,66		1,90	0,82
Fjällbacka			0,51	
Kosterfjorden 16	0,73	0,59	0,75	0,76
Strömstad Furholmen			0,41	0,35

Klass 1 (ingen avvikelse)
Klass 2 (liten avvikelse)
Klass 3 (tydlig avvikelse)
Klass 4 (stor avvikelse)
Klass 5 (mkt stor avvikelse)



Figur 15. Halten bly (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$). Blå streckad linje anger gränsvärde för bly i barnmat (LIVSFS 2012:3).

6.1.1.10 Tenn (Sn)

Gränsvärde för tenn i biota saknas. Halter under detektionsgränsen på de flesta lokaler.

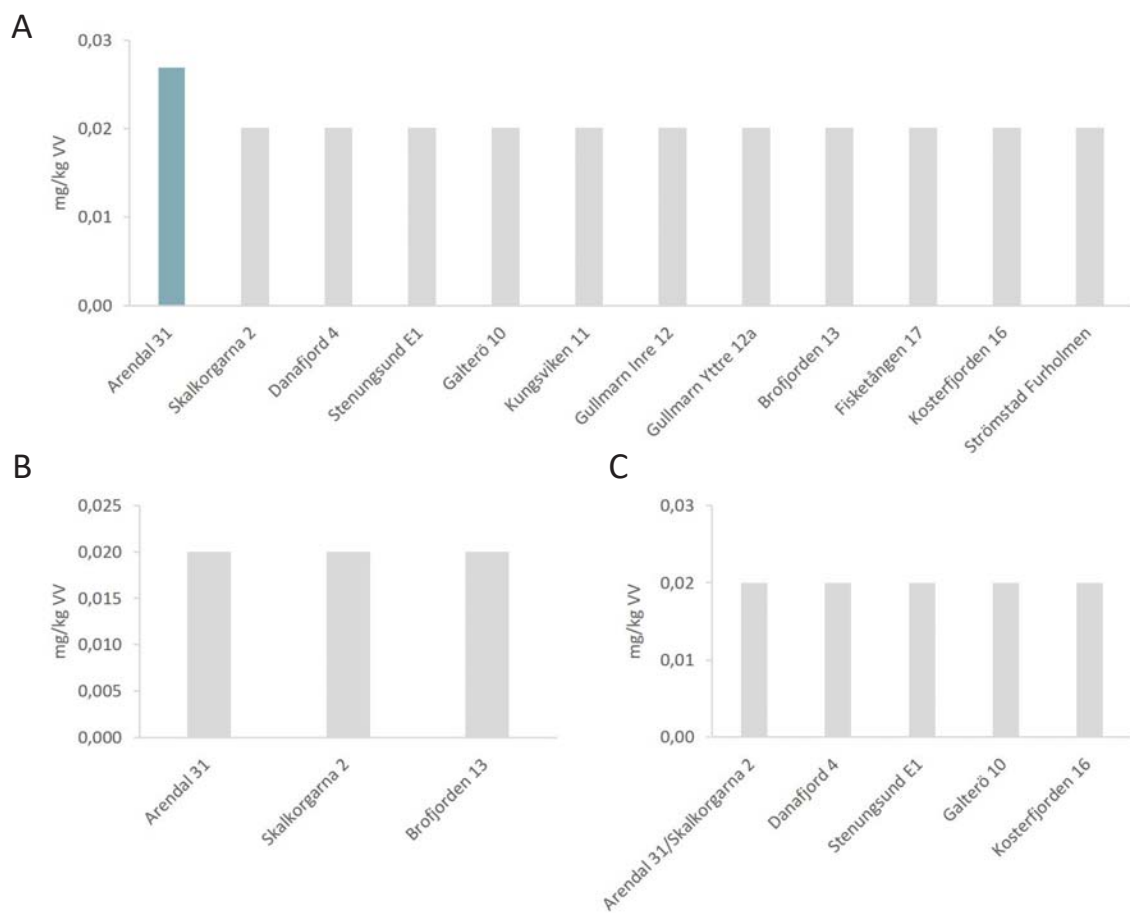
Oorganiska tennföreningar är inte särskilt giftiga då de absorberas dåligt och avsöndras snabbt. Den huvudsakliga källan till tenn är tennförseglade konservburkar. Gränsvärdet för oorganiskt tenn i barnmat är 50 mg/kg (LIVSFS 2012:3).

För blåmussla låg alla lokaler långt under gränsvärdet med en högsta halt på 0,03 mg/kg VV i Arendal, övriga lokaler låg under detektionsgränsen på 0,02 mg/kg VV (Figur 6 A). Vid bedömning av lokalerna utifrån svenska bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999) faller alla lokaler förutom Arendal inom klass 1, dvs. ingen eller obetydlig avvikelse från jämförelsehalter. De uppmätta halterna tenn är de samma som 2006, 2011 och 2016 (Tabell 14). Inga skillnader i klassning ses mellan åren.

I skrubbskädda (Figur 16 B) och krabbtaska (Figur 14 C) låg halten på samtliga lokaler under detektionsgränsen. Även 2016 låg halten tenn under detektionsgränsen på alla lokaler utom en för både skrubbskädda och krabbtaska, de detekterade halterna var nära detektionsgränsen.

Tabell 14. Halten tenn i blåmussla. Klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för Kust och Hav (Naturvårdsverket 1999).

Provtagningsstation	Tenn			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	0,16		0,10	0,20
Skalkorgarna 2	0,11		0,09	0,07
Danafjord 4	0,10	<0,05	<0,05	0,04
Stenungsund E1			<0,05	0,03
Galterö 10	0,06	<0,06	<0,04	<0,02
Uddevalla			0,08	
Kungsviken 11	0,15	0,09	0,04	0,04
Gullmarn Inre 12	0,11	<0,06	<0,04	<0,02
Gullmarn Yttre 12a	0,02	<0,06	<0,05	0,02
Brofjorden 13	0,10	<0,07	<0,05	0,03
Fisketången 17	0,10		0,17	0,06
Fjällbacka			<0,05	
Kosterfjorden 16	0,04	<0,06	<0,05	0,09
Strömstad Furholmen			<0,05	0,03
Klass 1 (ingen avvikelse)				
Klass 2 (liten avvikelse)				
Klass 3 (tydlig avvikelse)				
Klass 4 (stor avvikelse)				
Klass 5 (mkt stor avvikelse)				



Figur 16. Halten tenn (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.11 Vanadin (V)

*Gränsvärde vanadin i biota och livsmedel saknas.
Den högsta halten i blåmussla uppmättes i Gullmarn
Yttre.
I skrubbskädda sågs högst halt i Brofjorden.
I krabbtaska sågs högst halt i Danafjord.*

Vanadin är ett mineralämne som finns naturligt i dricksvatten och livsmedel, i genomsnitt får vi i oss 30–40 µg vanadin per dag via maten vi äter. Tar man kosttillskott som innehåller vanadin kan man få i sig 2000–8000 µg per dag. För stora mängder vanadin kan ge besvär i mage och tarm. Vanadin används även i legeringar inom stålindustrin. Vid förbränning av fossila bränslen, särskilt lågsavlig olja som innehåller vanadin, sker spridning till atmosfären. Mycket lite är känt om känsliga grupper, men gravida, personer med nedsatt njurfunktion samt personer med en manodepressiv sjukdom kan vara särskilt känsliga. Gränsvärde för halt vanadin i biota och gränsvärde för vanadin i livsmedel saknas, men livsmedelsverket rekommenderar att inte använda kosttillskott innehållande vanadin då biverkningar inte kan uteslutas.

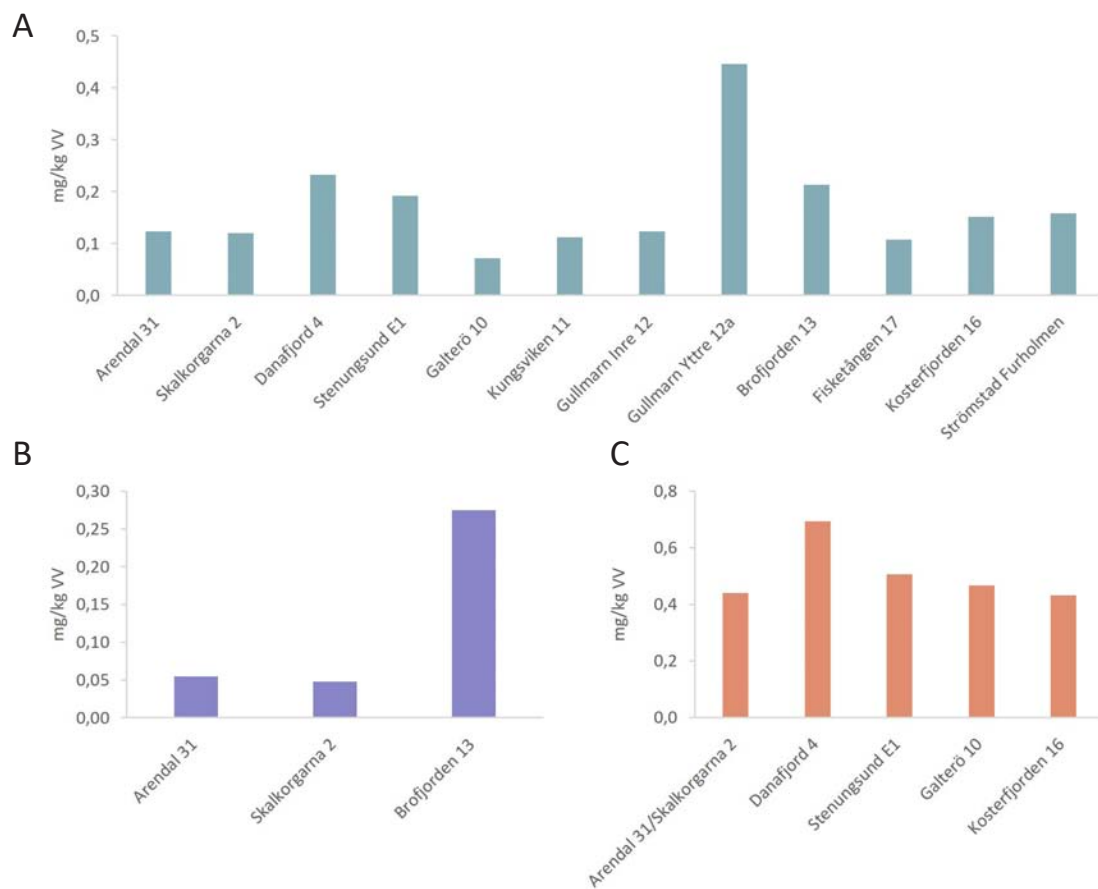
Vanadinhalterna i blåmussla varierade mellan 0,07 och 0,45 mg/kg VV med lägst halt i Galterö och högst halt i Gullmar Yttre (Figur 17 A). De uppmätta halterna vanadin var generellt sett lägre 2021 jämfört med 2016 (Tabell 15).

I skrubbskädda varierade halten mellan 0,05 och 0,28 mg/kg VV (Figur 17 B), högst halt sågs i Brofjorden. Jämfört med 2016 sågs högre halt vanadin i Brofjorden och lägre halt i Arendal och Skalkorgarna.

I krabbtaska varierade halten mellan 0,43–0,69 mg/kg VV (Figur 17 C). Halterna var likartade jämfört med 2016.

Tabell 15. Halten vanadin (mg/kg TS) i blåmussla. Bedömningsgrunder för vanadin i blåmussla saknas.

Provtagningsstation	Vanadin			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	1,90		1,19	0,94
Skalkorgarna 2	0,76		2,65	0,80
Danafjord 4	0,93	2,00	0,73	1,38
Stenungsund E1			4,80	1,00
Galterö 10	0,75	0,40	2,49	0,32
Uddevalla			1,77	
Kungsviken 11	0,38	0,70	2,48	0,56
Gullmarn Inre 12	0,76	1,10	0,92	0,53
Gullmarn Yttre 12a	0,72	1,30	0,95	2,65
Brofjorden 13	0,73	3,70	1,02	1,18
Fisketången 17	0,90		2,25	0,53
Fjällbacka			2,01	
Kosterfjorden 16	0,65	2,20	1,53	0,85
Strömstad Furholmen			1,12	0,80



Figur 17. Halten vanadin (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

6.1.1.12 Zink (Zn)

Gränsvärde för zink i biota och livsmedel saknas.

De högsta halterna i blåmussla uppmättes i Gullmarn Yttre.

Den högsta halten i skrubbskädda uppmättes i Brofjorden.

Den högsta halten i krabba uppmättes i Arendal/Skalkorgarna.

Zink används i stor omfattning som korrosionsskydd och finns i metaller avsedda både för landbaserat och marint bruk. Zink sprids även via luften vid förbränning av olja, kol och ved. Zink är ett essentiellt spårämne som behövs för många enzyms funktioner. Det har även betydelse för immunförsvaret, DNA-syntes och celledelning. Viktiga källor till zink är rött kött och fågel och bland skaldjur så innehåller ostron extremt mycket zink, upp till 700 mg/kg (Livsmedelsverket 2014). Inom EU finns ett rekommenderat dagligt intag av zink på 25 mg/dag (EFSA 2006). Zink lagras inte i kroppen och intag av stora mängder zink resulterar i minskat upptag och ökad utsöndring (EFSA 2006).

De uppmätta zinkhalterna i blåmussla varierade mellan 13 och 25 mg/kg VV, lägsta halten sågs i musslor från Gullmarn Inre och den högsta halten uppmättes i Gullmarn Yttre (Figur 18 A). Vid bedömning av lokalerna utifrån gällande norska bedömningsgrunder (Veileder 97:03) och halten zink per kg torrsustans (Tabell 16) faller alla lokaler inom klass 1, lite/obetydligt förorenat). De uppmätta halterna zink var likartade jämfört med 2016, dock var halterna lägre 2011 och 2006. Klassningen var den samma alla undersökta år (Tabell 16).

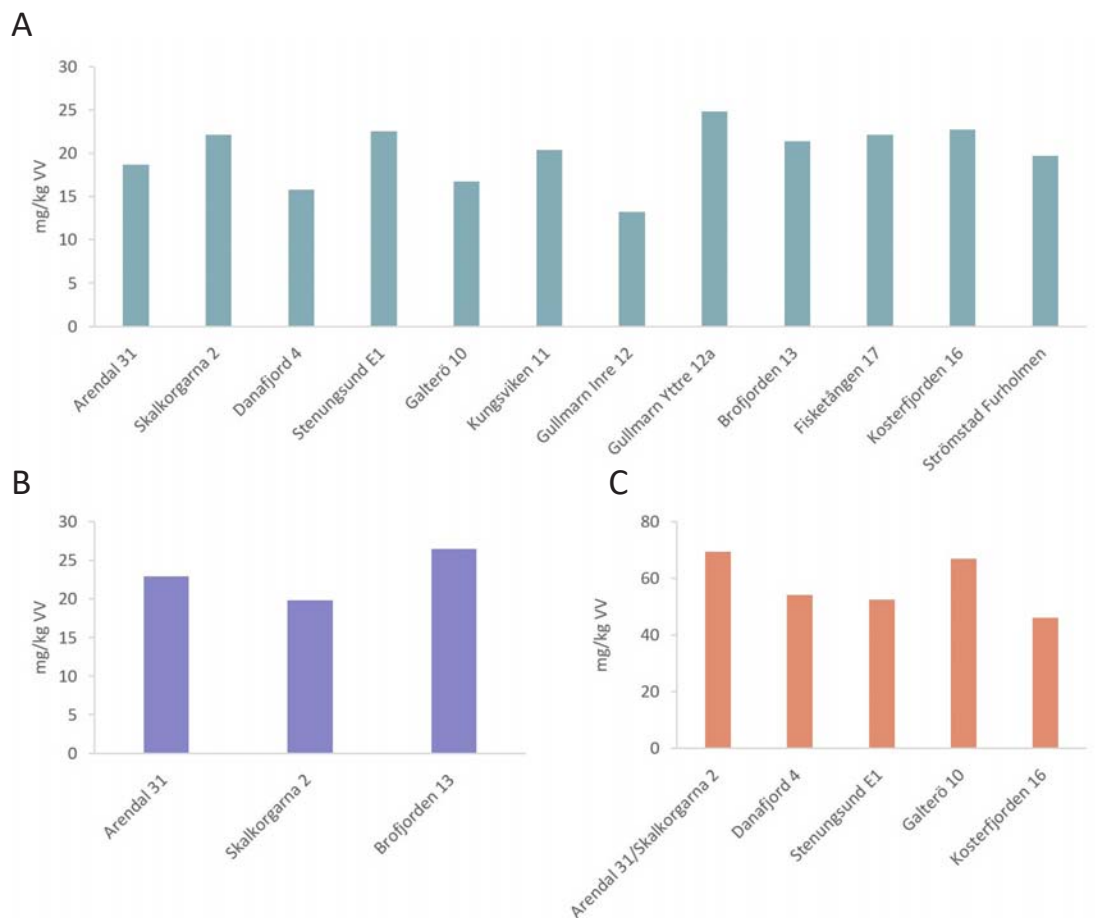
Halten zink i skrubbskädda varierade mellan 20 och 27 mg/kg VV (Figur 18 B). Halterna var likartade jämfört med 2016.

I krabbtaska varierade halten mellan 46 och 69 mg/kg VV (Figur 18 C). Högre halter kunde ses på samtliga lokaler jämfört med 2016.

Tabell 16. Halten zink (mg/kg TS) i blåmussla. Klassning enligt Norska bedömningsgrunder (Veileder 97:03).

Provtagningsstation	Zink			
	2006	2011	2016	2021
Arendal 31	103		129	132
Skalkorgarna 2	70		80	145
Danafjord 4	75	38	95	89
Stenungsund E1			112	119
Galterö 10	93	49	80	75
Uddevala			174	
Kungsviken 11	84	97	71	103
Gullmarn Inre 12	67	40	76	65
Gullmarn Yttre 12a	58	41	136	147
Brofjorden 13	76	44	145	111
Fisketången 17	71		179	108
Fjällbacka			109	
Kosterfjorden 16	101	76	116	136
Strömstad Furholmen			100	99

Klass 1 (ingen avvikelse)
Klass 2 (liten avvikelse)
Klass 3 (tydlig avvikelse)
Klass 4 (stor avvikelse)
Klass 5 (mkt stor avvikelse)



Figur 18. Halten zink (mg/kg våtvikt) i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda och (C) krabbtaska ($n_{\text{blåmussla}}=100$, Stenungsund: $n_{\text{blåmussla}}=91$, Arendal: $n_{\text{skrubbskädda}}=4$, Skalkorgarna: $n_{\text{skrubbskädda}}=5$, Brofjorden: $n_{\text{skrubbskädda}}=6$, $n_{\text{krabbtaska}}=10$, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: $n_{\text{krabbtaska}}=2$, Stenungsund: $n_{\text{krabbtaska}}=4$).

Miljögifter i biota och vatten 2021

Tabell 17. Koncentration av metaller i blåmussla 2021. Klassning är huvudsakligen enligt svenska bedömningsgrunder för miljökvalitet (Naturvårdsverket 1999) och halterna är därför angivna i mg/kg torrsubstans (TS).

Metaller	TS	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn
År 2021		Arsenik	Kadmium	Kobolt	Krom	Koppar	Kviksilver	Mangan	Nickel	Bly	Tenn	Vanadin	Zink
Blåmussla	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Arendal 31	13,6	9,66	1,70	0,82	1,74	15,10	0,24	7,18	2,22	1,38	0,20	0,94	132
Skalkorgarna 2	15,7	10,00	1,58	0,84	1,15	13,00	0,22	5,47	2,06	1,40	0,07	0,80	145
Danafjord 4	17,6	15,00	0,81	0,59	0,50	8,43	0,10	4,48	1,56	0,81	0,04	1,38	89
Stenungsund E1	18,1	13,40	1,49	0,66	0,81	5,83	0,09	5,65	1,39	1,12	0,03	1,00	119
Galterö 10	22,1	9,38	0,64	0,55	0,28	7,56	0,05	4,75	0,68	0,33	<0,02	0,32	75
Kungsviken 11	19,6	9,07	0,96	0,44	0,41	7,61	0,08	4,65	0,82	0,51	0,04	0,56	103
Gullmarn inre 12	20,2	10,00	0,85	0,35	0,48	5,28	0,08	3,74	0,97	0,32	<0,02	0,53	65
Gullmarn Yttre 12a	16,7	25,70	1,57	0,65	0,66	8,05	0,13	3,68	2,88	1,78	0,02	2,65	147
Brofjorden 13	18	14,90	1,07	0,42	0,55	6,52	0,06	3,72	1,70	0,59	0,03	1,18	111
Fisketången 17	20,2	12,70	0,80	0,43	0,29	7,21	0,06	4,69	0,80	0,82	0,06	0,53	108
Kosterfjorden 16	17,4	22,70	1,09	0,52	0,64	9,79	0,09	3,70	2,04	0,76	0,09	0,85	136
Strömstad Furholmen	19	13,50	0,96	0,47	2,29	7,74	0,08	5,95	2,14	0,35	0,03	0,80	99

Svenska bedömningsgrunder för miljökvalitet (NV, 1999) (mg/kg TS).	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn
Klass 1 (ingen/obetydlig avvikelse)	-	<1,30	-	-	<8,0	<0,5	-	<1,0	<0,90	<0,2	-	-
Klass 2 (liten avvikelse)	-	1,30-1,69	-	-	8,0-10,4	0,5-0,7	-	1,0-1,5	0,90-1,8	0,2-0,26	-	-
Klass 3 (tydlig avvikelse)	-	1,69-2,21	-	-	10,4-13,6	0,7-0,9	-	1,5-2,0	1,8-3,24	0,26-0,34	-	-
Klass 4 (stor avvikelse)	-	2,21-2,99	-	-	13,6-16	0,9-1,2	-	2,0-3,0	3,24-6,03	0,34-0,4	-	-
Klass 5 (mkt stor avvikelse)	-	>2,99	-	-	>16	>1,2	-	>3,0	>6,03	>0,4	-	-
Gränsvärden enligt Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 (mg/kg VV).	-	1,0 mg/kg VV	-	-	-	0,5 mg/kg VV	-	-	1,5 mg/kg VV	-	-	-
Livsmedel med halter av främmande ämnen som överskrider av EU satta gränsvärden får ej släppas ut på marknaden ej heller användas som ingrediens i andra livsmedel. Observera att angivet värde är 4-6 ggr högre vid omräkning till TS halt beroende på musslans TS.												

Norska bedömningsgrunder för miljökvalitet (Statens forurensningstillsyn 1997) (mg/kg TS).	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn
*Klass 1 (obetydligt/lite förorenat)	<10	<2	-	<3	<10	<0,2	-	<5	<3	-	-	<200
**Klass 2 (moderat förorenat)	10-30	2-5	-	3-10	10-30	0,2-0,5	-	5-20	3-15	-	-	200-400
Klass 3 (tydligt förorenat)	30-100	5-20	-	10-30	30-100	0,5-1,5	-	20-50	15-40	-	-	400-1000
Klass 4 (starkt förorenat)	100-200	20-40	-	30-60	100-200	1,5-4,0	-	50-100	40-100	-	-	1000-2500
Klass 5 (mkt starkt förorenat)	>200	>40	-	>60	>200	>4,0	-	>100	>100	-	-	>2500
I Norge återfinns även gränsvärden för akvakultur, dessa stämmer generellt överens med de som finns för miljökvalitet men här används endast klass 1-4. Enligt dessa anses halter i musselvävnad inom klass 1 visa på en god vattenkvalitet som ger goda produktionsmöjligheter för fisk och musselodlingar. Halterna inom klass 2 tyder på en vattenkvalitet som är tillfredsställande för fiskodling men ej musselodlingar. Områden där halter inom klass 3 och däröver uppmäts anses inte lämpliga för akvakultur.												



6.1.2 Organiska miljögifter samt fetthalt

Inom ramen för detta projekt analyserades dioxiner, polyklorerade bifenyl (PCB), hexaklorbensen (HCB), bromerade flamskyddsmedel (PBDE), polycykliska aromatiska kolväten (PAH), ftalater, fenoler, etoxilater, bisfenol-A, perfluoroktansulfonat (PFOS) och hexaklorbutadien (HCBd). Eftersom gränsvärden i biota och gränsvärden för livsmedel anges i förhållande till våtvikt (VV) har även halterna i denna rapport huvudsakligen angetts i denna enhet. Fetthalt analyserades på grund av att många organiska miljögifter lagras i organismernas fettvävnad samt att det ger ett mått på organismernas kondition.

Gällande resultaten för de organiska miljögifterna dioxiner och icke dioxinlika PCB:er har resultaten även redovisats i relation till fetthalt. Halterna av de organiska miljögifterna har lipidnormaliserats enligt HVMFS 2016:26. I beräkningarna har värdena normaliserats till en fetthalt på 5% i fisk enligt EU: Guidance document no. 32. (EU 2014), lipidnormalisering har gjorts enligt formeln: $\text{koncentration} * [5/(\text{lipidkoncentration i } \%)]$. Resultatet av lipidnormaliseringen visade inga avvikelser i förhållande till MKN jämfört med halterna i våtvikt. De lipidnormaliserade värdena redovisas därför inte i rapporten. Resultaten för organiska miljögifter redovisas nedan samt finns samlade i Appendix VII-XI.

6.1.2.1 Dioxiner och dioxinlika polyklorerade bifenyl (PCB)

I skrubbskäldefilé understiger det sammanlagda värdet för dessa föreningar gränsvärdet för fisk.

Dioxin används som ett samlingsnamn för dioxinlika ämnen och är en grupp oavsiktligt bildade ämnen med liknande kemiska och toxikologiska egenskaper. Gruppen innefattar polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD), polyklorerade dibensofuraner (PCDF) och vissa polyklorerade bifenyl (PCB), så kallade dioxinlika PCB:er. Dioxiner bildas vid tillverkning av klororganiska föreningar men kan också bildas vid förbränningsprocesser där

klorinneållande ämnen förekommer, t.ex. vid sopförbränning och produktion av järn och stål. Åtgärder för att minska spridningen ingår i Stockholmskonventionen om persistenta organiska miljöföroreningar. Minskning av dioxiner och dioxinlika ämnen i livsmedel är också ett högprioriterat område bland annat inom miljömålet Giftfri miljö.

För att kunna bedöma den totala effekten av alla dioxinlika ämnen som finns i miljön används ett ekvivaleringsverktyg där den samlade dioxinlika effekten uttrycks i toxiska ekvivalenter (TEQ) (Van den Berg et al., 2006). Alla dioxinlika föreningar ingår i systemet och har tilldelats en potensfaktor som anger vilken potens eller "styrka" de har i förhållande till TCDD som är den mest toxiska. Den så kallade toxiska ekvivalentsfaktorn (TEF) kan tillsammans med koncentrationen för enskilda föreningar eller för olika föreningar i en blandning användas för att beräkna den totala toxiska ekvivalenten, vilket motsvarar den koncentration av TCDD som skulle ge upphov till samma effektnivå.

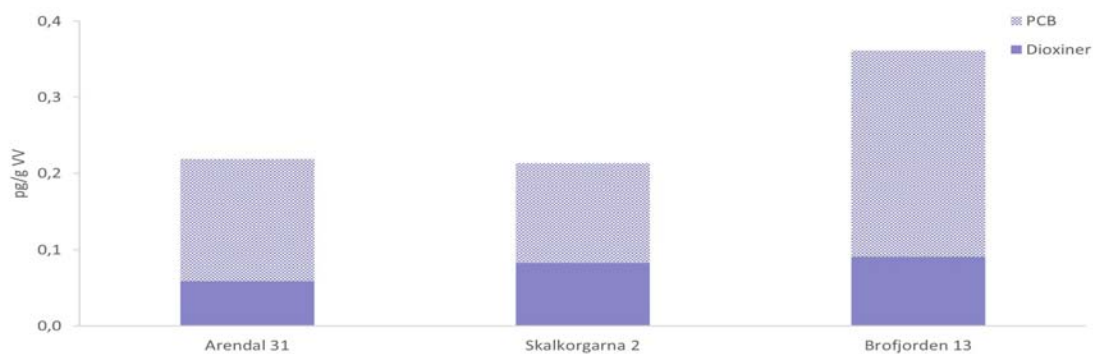
Dioxin anrikas i fett och feta animaliska livsmedel såsom fisk, mjölk och kött samt modersmjölk är de vanligaste exponeringsvägarna för människor. Fram till mitten av 1980-talet har utsläppen av dioxiner till miljön minskat avsevärt, men därefter verkar minskningen ha avstannat (NV rapport 5736, 2007). Dioxiner påverkar hälsan negativt och kan ge cancer, försämrat immunförsvar, reproduktions- och utvecklingsstörningar. Foster är extra känsliga och påverkan i fosterstadiet kan ge utslag i vuxen ålder. Diabetes, hjärtsjukdom och osteoporos misstänks ha ett samband med tidig exponering för dioxiner. Dioxiner tros störa basala regleringssystem för cellers tillväxt, utveckling och funktion. Det finns utarbetade kostråd vilka i korthet innebär att barn, kvinnor i barnafödande ålder, gravida och ammande inte bör äta bl.a. strömming och vildfångad lax från Östersjön mer än två till tre gånger per år. Gränsvärde i fisk, kräddjur och blöddjur finns för summan av PCDD, PCDF och PCB-DL på 6,5 pg/g TEQ (HVMFS 2019:25). Det finns även ett generellt gränsvärde för

dioxiner i fisk satta av EU (EG 2006) på 3,5 pg/g TEQ samt ett högre gränsvärde på 6,5 pg/g TEQ där även de dioxinlika PCB:erna inräknas. Fisk där dessa halter överskrider anses som otjänliga som livsmedel och får inte säljas.

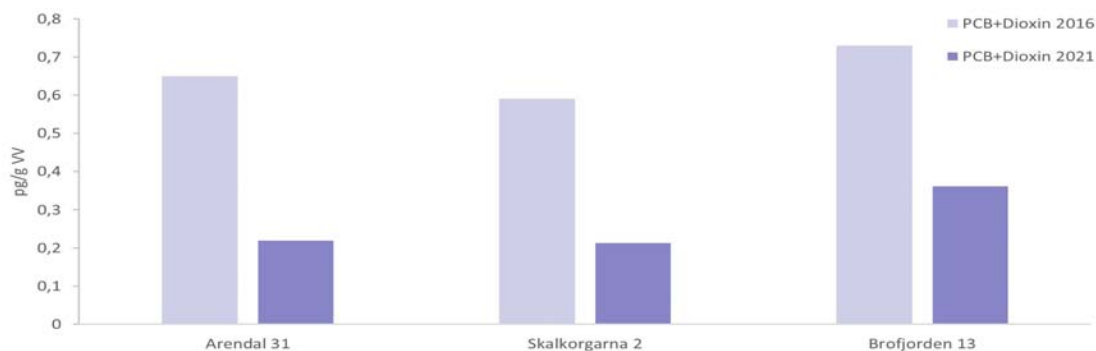
Analysresultaten för dioxiner i skrubbskädda visar att mellan sju och åtta av de totalt sjutton analyserade dioxinerna detekterades. Alla stationer hade detekterbara halter av den mest toxiska föreningen TCDD. Den beräknade toxiska ekvivalenten (sum WHO 2005 TEQ) för dioxiner varierar mellan 0,059 och 0,091 pg/g (WHO TEQ), med det högsta värdet i Brofjorden och det lägsta i Arendal (Figur 19 B). Alla tolv dioxinlika PCB:er kunde detekteras på alla stationer. TEQ varierar mellan 0,16 och

0,27 pg/g (WHO TEQ) med den lägsta halten i Arendal och den högsta i Brofjorden (Figur 19). TEQ för summan av dioxiner och dioxinlika PCB:er i skrubbskädda varierar mellan 0,21 – 0,36 pg/g med det lägsta värdet i Skalkorgarna och det högsta i Brofjorden. Alla halter ligger under gällande gränsvärde i biota samt gränsvärdet för fisk som livsmedel (Figur 19).

Dioxiner och dioxinlika polyklorerade bifenylter mättes även i skrubbskädda 2016, då var TEQ för summan av dioxiner och dioxinlika PCB:er i skrubbskädda högre än 2021 och varierade mellan 0,55 – 0,79 pg/g (Figur 20). Alla halter låg även 2016 under gällande gränsvärde i biota samt gränsvärdet för fisk som livsmedel.



Figur 19. Dioxiner och dioxinlika PCB pg/g våtvikt TEQ: WHO 2005 i skrubbskädda filé (Arendal: n=4, Skalkorgarna: n=5, Brofjorden: n=6).



Figur 20. Uppmätta halter dioxiner och dioxinlika PCB pg/g våtvikt TEQ: WHO 2005 i skrubbskädda filé 2016 (n=10) och 2021 (Arendal: n=4, Skalkorgarna: n=5, Brofjorden: n=6).

6.1.2.2 Icke dioxinlika PCB:er

Har endast analyserats i filé av skrubbskädda. PCB₇ överskrider inte gräns för livsmedel på någon station.

Gruppen polyklorerade bifenyler (PCB) består av ämnen med liknande kemisk struktur men varierande kloreringsgrad. Tolv av dessa klassas som dioxinlika och behandlades i föregående avsnitt. Övriga PCB:er kallas icke dioxinlika PCB:er. Användningen av PCB är numera förbjuden men ämnena fortsätter att läcka ut till miljön bland annat via avfallshantering och förbränningsprocesser. Stora mängder PCB finns även bundna i kablar, fogmassor och andra byggnadsmaterial i hus byggda mellan 1956 och 1972. Exponering för PCB sker framför allt via feta animaliska produkter som fisk, mjölk och kött. Förhöjda halter av icke dioxinlika PCB:er har setts i personer som bor i hus där PCB finns i fogmassan. Hos människan kan exponering för PCB ge cancer och försämrat immunförsvar samt leda till beteendeförändringar såsom överaktivitet och försämrad inlärning. Gränsvärde för icke dioxinlika PCB:er i biota saknas, men gräns i livsmedel är 75 µg/kg (EG 1881:2006).

I skrubbskädda var halten summa PCB₇ mellan 2,4 och 4,3 µg/kg VV (Tabell 18). Alla lokaler ligger under gränsen för livsmedel. Summa PCB₇ mättes även i skrubbskädda 2016, halterna var då något högre än 2021 och varierade mellan 5,2 och 8,6 µg/kg VV (Tabell 18).

Tabell 18. Uppmätta halter av PCB₇ i skrubbskädda 2006, 2016 och 2021 (µg/kg våtvikt) samt 2016 och 2021 (µg/kg fettvikt). Fettvikt för 2006 saknas.

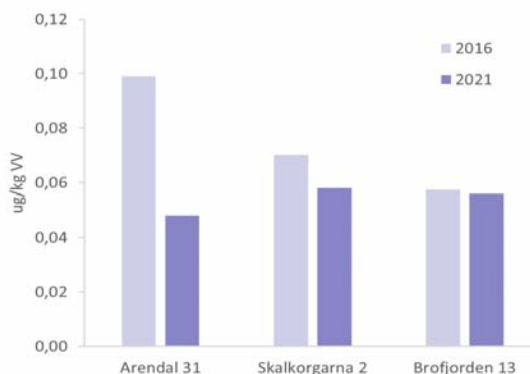
Provtagningsstation	µg/kg VV			µg/kg fettvikt	
	2006	2016	2021	2016	2021
Arendal 31	-	7	2,4	530	294
Skalkorgarna 2	-	6,8	2,7	596	233
Danafjord 4	2	-	-	-	-
Galterö 10	-	-	-	-	-
Brofjorden 13	-	7,8	4,3	639	478
Fisketången 17	-	8,6	-	754	-
Fjällbacka	-	5,2	-	400	-
Kosterfjorden 16	1,1	-	-	-	-

6.1.2.3 Hexaklorbensen (HCB)

Har endast analyserats i filé av skrubbskädda, alla stationer ligger under gränsvärde för fisk.

Hexaklorbensen (HCB) är en långlivad organisk förening som har en hög ackumuleringsgrad och kan bland annat tas upp i modersmjölk. HCB kan bildas i industriella processer där klor används och har tidigare använts för att beta utsäde. I extrema fall kan ämnet hos människor och däggdjur orsaka porfyri i levern med ytterst allvarliga inre skador. Föreningen regleras genom EU:s förordning (EG) nr 850/2004 och enligt denna får inte HCB framställas, släppas ut på marknaden eller användas, varken i sig, i beredningar eller som beståndsdel i artiklar. Gränsvärde för HCB i fisk är 10 µg/kg (HVMFS 2019:25).

I skrubbskädda varierade halten HCB mellan 0,048 µg/kg i Arendal och 0,058 µg/kg i Skalkorgarna (Figur 21). Halterna låg långt under gränsvärdet för fisk (10 µg/kg). HCB mättes även i skrubbskädda 2016, halterna låg även då under gränsvärdet för fisk och varierade mellan 0,057 µg/kg i Brofjorden och 0,099 µg/kg i Arendal (Figur 21). Jämfört med 2016 ses störst skillnad i Arendal med hälften så hög halt 2021 (Figur 21).



Figur 21. Uppmätta halter av hexaklorbensen i skrubbskädda 2016 och 2021 (µg/kg våtvikt) (2016 n=10, 2021 Arendal: n=4, Skalkorgarna: n=5, Brofjorden: n=6).

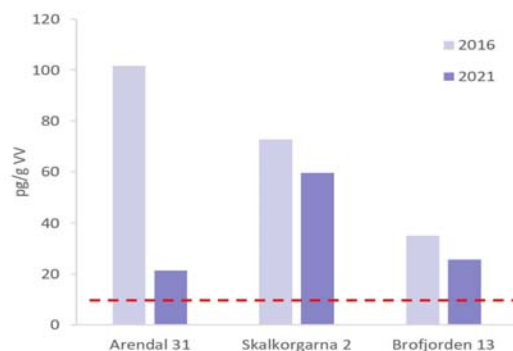
6.1.2.4 Bromerade difenyletrar (PBDE)

Har analyserats i filé av skrubbskädda. Samtliga stationer överskrider kraftigt gränsvärdet för fisk. Högst halter sågs i Skalkorgarna.

Denna grupp består av ett 70-tal ämnen/ämnesgrupper som alla innehåller brom och används i brandhämmande syfte. De kallas i vardagligt tal för flamskyddsmedel och återfinns bland annat i elektronik, textilier och möbelstoppning. Läckage till miljön är inte ovanligt och en del flamskyddsmedel kan även påvisas i animaliska livsmedel. Speciellt fet fisk kan uppvisa förhöjda halter då PBDE är svårnedbrytbart och ackumuleras i fettvävnad. Gränsvärdet för PBDE i fisk är 8,5 pg/g för summan av PBDE-kongenerna; #28, #47, #99, #100, #153 och #154.

I skrubbskädda detekterades alla analyserade kongener på samtliga lokaler. Summan av #28, #47, #99, #100, #153 och #154 överstiger kraftigt gränsvärdet i fisk och varierar mellan 21 pg/g i Arendal och 59 pg/g i Skalkorgarna (Figur 22).

Tidigare studier av flamskyddsmedel i skrubbskädda inom BVVFs regi utfördes 2016. Vid jämförelse med 2016 års data ses lägre halter på samtliga lokaler (Figur 22), störst skillnad ses i Arendal med fem gånger lägre halt 2021 jämfört med 2016. Halterna varierade 2016 mellan 35 pg/g i Brofjorden och 102 pg/g i Arendal (Figur 22). Även 2016 överstegs gränsvärdet i fisk på samtliga lokaler (Figur 22).



Figur 22. Uppmätta halter (pg/g våtvikt) bromerade difenyletrar i skrubbskädda 2016 och 2021. Röd streckad linje anger gränsvärde för fisk på 8,5 pg/g (HVMFS 2019:25). (2016 n=10, 2021 Arendal: n=4, Skalkorgarna: n=5, Brofjorden: n=6).

6.1.2.5 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Blåmussla och krabbtaska har analyserats med avseende på PAH:er. Halterna i både blåmussla och krabbtaska befinner sig under gällande gränsvärde för PAH-kongen fluoranten vid alla lokaler.

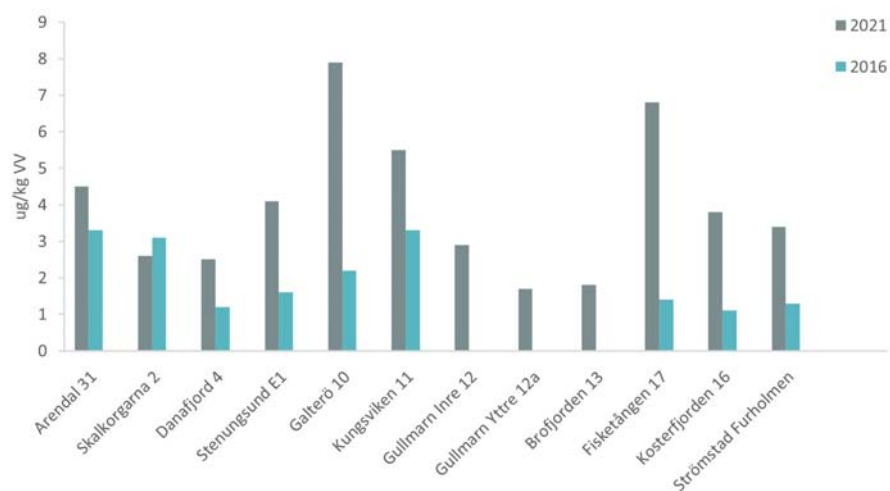
PAH:er är en grupp av ämnen som förekommer i olja och som även bildas och frigörs vid ofullständig förbränning. Exponering för förbränningsprodukter såsom sot och tjära kan medföra en ökad risk för cancer. De huvudsakliga källorna till utsläpp är småskalig vedeldning samt vägtrafik. Gränsvärde i fisk saknas för gruppen PAH men finns för de enskilda kongenerna bens(a)pyren (5 µg/kg) och fluoranten (30 µg/kg) (HVMFS: 2019:25). PAH:er är särskilt lämpliga att undersöka i musslor eftersom de snabbt tas upp men har en långsam utsöndring från djuren på grund av deras svagt utvecklade immunsystem. Halveringstiden för PAH-föreningar med fyra aromatiska ringar i sin molekyluppbyggnad är ca fyra veckor för musslor (Livingstone & Pipe, 1992). För bens(a)pyren som har fem ringar kan halveringstiden förväntas vara ytterligare en till två veckor och för fluoranten som har tre ringar något kortare. I denna studie har totalt 16 olika PAH:er, så kallade kongener, analyserats.

I blåmussla detekterades sex av de analyserade kongenerna. Halten bens(a)pyren var under detektionsgränsen på samtliga lokaler och uppmätta halter av fluoranten var på alla lokaler under gränsvärdet för blötdjur och kräftdjur (Figur 23). Den högsta halten fluoranten uppmättes i Kungsviken medan halten låg under detektionsgränsen i Gullmarn Inre, Gullmarn Yttre och Brofjorden (Figur 23). Av de cancerogena PAH:erna har krysen, bens(b) fluoranten och benso(ghi)perylene detekterats i blåmussla. Vid analys av summan av alla 16 analyserade PAH-kongener varierar detekterade halter mellan 2,7 och 12,1 µg/kg. Högst halter ses i Arendal och Skalkorgarna (Figur 24). I Gullmarn Inre, Gullmarn Yttre och Brofjorden låg halten PAH under detektionsgränsen (Figur 24). I Arendal och Skalkorgarna sågs även flest antal detekterade kongener med sex av 16 detekterade

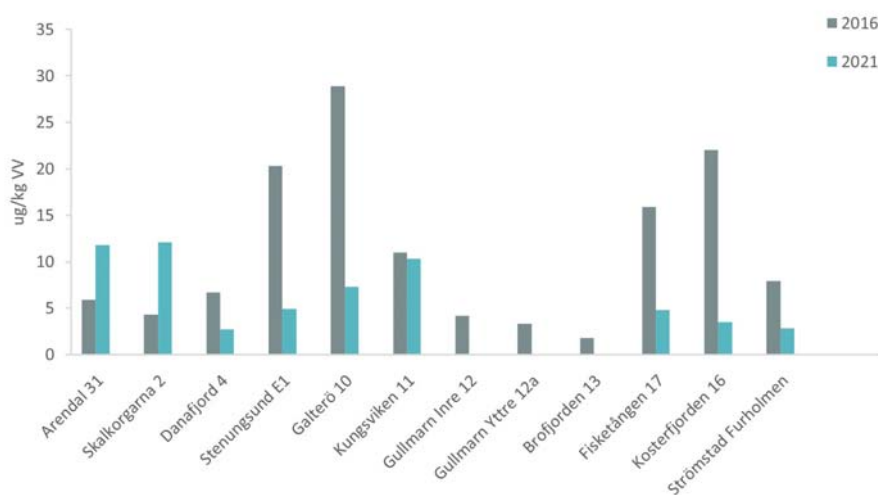
kongener. Vid jämförelsen med 2016 upptäcktes fel i datan för 2016 vilket ledde till att lägre halter presenterades i rapporten för 2016 (Bergkvist & Magnusson 2017), halterna som presenteras här är korrekta. Det upptäckta felet ledde inte till ändrade bedömningar, halterna ligger fortfarande under gränsvärden för biota. Jämfört med 2016 ses lägre halter av PAH:er 2021 (Figur 24), färre kongener detekterades också 2021 än 2016. Även för fluoranten sågs lägre halter 2021 än 2016 (Figur 23), alla halter ligger under gränsvärdet för kräftdjur och blötdjur på 30 µg/kg.

I krabbtaska har endast en av de 16 analyserade PAH:erna detekterats, ingen av de cancerogena PAH:erna detekterades. Den kongen som detekterats är benso(ghi)perylene, halterna var mellan 1 och 2 µg/kg där högst halt sågs i Danafjord (Figur 25). Även för krabbtaska upptäcktes fel i datan vid jämförelsen med 2016, det upptäckta felet ledde inte heller i krabbtaska till förändringar i bedömningen. I krabbtaska var halten PAH betydligt lägre 2021 än 2016 (Figur 25). I 2016 års undersökning stod naftalen för över 80% av uppmätt halt PAH, naftalen detekterades inte i krabbtaska 2021. Halten fluoranten var 2016 under gränsvärdet i krabbtaska, fluoranten detekterades inte i krabbtaska 2021.

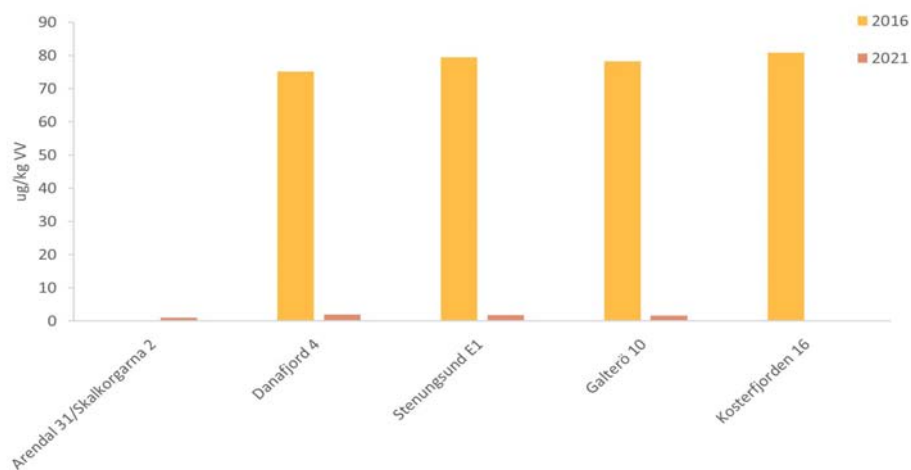
Miljögifter i biota och vatten 2021



Figur 23. Uppmäta halter (µg/kg våtvikt) fluoranten i blåmussla 2016 (n=100, Skalkorgarna n=45) och 2021 (n=100, Stenungsund: n=91).



Figur 24. Uppmäta halter (µg/kg våtvikt) PAH i blåmussla 2016 (n=100, Skalkorgarna n=45) och 2021 (n=100, Stenungsund: n=91).



Figur 25. Uppmäta halter (µg/kg våtvikt) PAH i helkropp från krabbtaska 2016 (n=10) och 2021 (n=10, Arendal/Skalkorgarna och Galterö: n=2, Stenungsund: n=4).

6.1.2.6 Ftalater

Blåmussla och krabbtaska helkropp har analyserats. Inga av de analyserade ftalaterna detekterades i blåmussla eller krabbtaska.

Ftalater är samlingsnamn för en grupp kemiska ämnen som baseras på ftalsyra. De används bland annat som mjukgörare i plast, framför allt PVC-plast där 50 procent kan utgöras av mjukgörare. Ftalater är inte kemiskt bundna till plasterna vilket gör att de kan läcka ut till miljön. Ftalater har tidigare funnits i många leksaker, men ett antal av dem är nu förbjudna för denna användning. De förekommer i låga halter över hela världen och kommer ut i miljön via läckage och spridning från varor och avfallsupplag. Hur människor exponeras är osäkert, men då ftalater förekommer överallt i omgivningen exponeras vi hela tiden för låga halter. Diethylhexylftalat (DEHP), den tidigare vanligaste använda ftalaten i Sverige, misstänks ha hormonstörande effekter. Småbarn och foster bedöms som extra känsliga då djurförsök har visat att unga djur är känsligare än äldre och ämnena kan även överföras från mamma till foster. Det görs inga regelbundna mätningar av ftalatinnehållet i mat eller dryck i Sverige. Gränsvärde för DEHP i kräftdjur och blötdjur är 3000 µg/kg VV (HVMFS 2019:25). EU anger ett tolererbart dagligt intag för DEHP till 37 µg/kg kroppsvikt och för dibutylftalat (DBP) till 10 µg/kg kroppsvikt. Tyska studier visar att ca tio procent av den vuxna befolkningen får i sig mer DEHP än det tolererbara intaget, och att en tredjedel av 2–4-åringarna får i sig mer DBP än riktvärdet anger.

För både blåmussla och krabbtaska låg alla analyserade ftalater under detektionsgränsen. Ftalater analyserades i blåmussla och krabbtaska 2016, i blåmussla var då endast DEHP över detektionsgränsen och enbart i Fjällbacka samt Strömstad. Halterna var tydligt under gränsvärdet. I krabbtaska var även 2016 alla analyserade ftalater under detektionsgränsen.

6.1.2.7 Fenoler, etoxilater och bisfenol-A

Fenoler, etoxilater och bisfenol-A har endast analyserats i blåmussla. Endast 4-tert-oktylfenol-dietoxilat och bisfenol-A över detektionsgränsen.

Gränsvärde för biota och livsmedel saknas för fenoler, etoxilater och bisfenol-A.

Fenoler är kolföreningar med en eller flera hydroxylgrupper bundna till en eller flera bensenringar. Många fenoler är komponenter i de vanligaste plasterna. Etoxilater framställs genom att fenolens hydroxylgrupper reagerar med etenoxid. Nonylfenoletoxilat, som tidigare tillverkades i Stenungsund, används bland annat i olika sorters rengöringsmedel då det har ytaktiva egenskaper. Denna användning är numera förbjuden i Europa, men tillåten i andra delar av världen. Nonylfenoletoxilat används även för att ge textilier en bättre textur, textilvaror som importerar från länder utanför Europa innehåller därför ofta nonylfenoletoxilat. I naturen bryts nonylfenoletoxilat till nonylfenol, detta ämne är svårnedbrytbart och bioackumuleras i miljön (Ekelund et al. 1990), det är dessutom hormonstörande och giftigt för vattenlevande organismer (Ekelund et al. 1993, Granmo et al. 1989, Granmo and Kollberg 1976). EU bestämde 2015 att införa begränsningar på tillåtna halter nonylfenoletoxilat i importerade kläder och textilier, textilbranschen fick fem år på sig att fasa ut användandet.

Bisfenol-A (BPA) används i framställningen av polykarbonatplast och epoxi och produceras i stora mängder världen över. Polykarbonatplast används bland annat i CD-skivor och i vissa plastflaskor och lådor för matförvaring. Epoxi finns bland annat i elektronik och i skyddande ytbehandling på insidan av livsmedelsförpackningar som konserv- och läskburkar. BPA kan överföras från materialet till mat eller dryck, och läcker ut i större utsträckning vid höga temperaturer. Hos människor bryts BPA ned snabbt och ackumuleras inte i kroppen. BPA är emellertid ett hormonliknande ämne med östrogena egenskaper. I djurförsök har negativa effekter på hjärnan, beteende och

reproduktionsorgan setts, men vilka effekter samt vilka exponeringsgrader som är relevanta för människors hälsa är omdebatterat. Det finns inga gränsvärden för BPA i livsmedel, men gränsvärdet för hur mycket BPA som får ”vandra över” från livsmedelsförpackningar av plast till livsmedel är 0,6 mg/kg livsmedel. Enligt EFSA bedöms inte den mängd BPA vi får i oss vara skadligt för hälsan.

Av de fenoler och etoxilater som analyserades var det endast 4-tert-oktylfenol-dietoxilat som detekterades och endast i Kungsviken (19 µg/kg VV). Bisfenol-A detekterades endast i Brofjorden (11 µg/kg VV). För alla övriga ämnen låg halten under detektionsgränsen på samtliga lokaler.

I undersökningen 2016 detekterades endast 4-tert-oktylfenol-dietoxilat, och det endast på lokalen Arendal.

6.1.2.8 Poly- och perfluorerade alkylsubstanter (PFAS)

Mättes endast i skrubbskädda, halter under detektionsgränsen på alla lokaler.

PFAS (poly- och perfluorerade alkylsubstanter) är ett samlingsnamn för en grupp organiska ämnen bestående av en kolkedja där väteatomerna helt eller delvis har bytts ut mot fluoratomer.

Högfluorerade ämnen används ofta för att skapa vatten-, fett- och smutsavvisande ytor hos exempelvis textilier, impregneringsmedel, golvax och skidvalla. Dessa ämnen, av vilka PFOS (perfluoroktansulfonat) är ett av de vanligaste, är mycket svårnedbrytbara. Den kemiska bindningen mellan kol och fluor är en av de starkaste som finns, troligen bryts de högfluorerade ämnena inte ned över huvud taget i miljön. Till skillnad från andra organiska miljögifter ansamlas inte högfluorerade ämnen i fettvävnad utan i proteinrik vävnad som blod, lever, njurar, lungor och ägg. I studier på djur har man sett påverkan på immunförsvaret, hjärnans utveckling och levern. PFAS kan även påverka reproduktionsorganen samt nivåer av könshormoner.

PFAS kan spridas långväga via luft och vatten och kan därför påvisas i områden där ingen tillverkning eller användning förekommit. Enligt kemikalieinspektionen visar studier att dessa ämnen ökar i den arktiska däggdjursfaunan och observationer av låga nivåer i blodet hos människor har också gjorts. Sedan 2008 är det förbjudet att i vissa kemiska produkter och varor använda PFOS och ämnen som kan brytas ner till PFOS. Gränsvärde i fisk för PFOS är 9,1 µg/kg (HVMFS 2019:25).

PFAS analyserades endast i skrubbskädda, halten var under detektionsgränsen på samtliga lokaler. Även vid 2016 års undersökning analyserades PFAS i skrubbskädda, halten var då under detektionsgränsen på alla lokaler förutom Arendal där en halt på 1,2 µg/kg uppmättes.

6.1.2.9 Hexaklorbutadien (HCBd)

Mättes endast i helkropp från skrubbskädda, halter under detektionsgränsen och under gränsvärde för fisk på samtliga stationer.

Hexaklorbutadien (HCBd) bildas vid produktion av andra klorerade ämnen. I restprodukten som uppstår är HCBd-halten 30–80%. Vid normal temperatur är HCBd en färglös vätska. Den används bland annat som lösningsmedel, hydraulvätska och biocid i vindruveodlingar. HCBd kan vara cancerframkallande och orsaka skador på DNA. Ämnet är prioriterat inom EU:s vattendirektiv på grund av dess giftiga egenskaper och höga potential för bioackumulation. Gränsvärde i fisk för HCBd är 55 µg/kg.

Hexaklorbutadien mättes endast i helkropp från skrubbskädda. Halten låg under detektionsgränsen (<1 µg/kg VV) och även under gränsvärdet för fisk på samtliga stationer.

Även 2016 låg halten HCBd under detektionsgränsen på alla analyserade lokaler.

6.1.2.10 Fetthalt

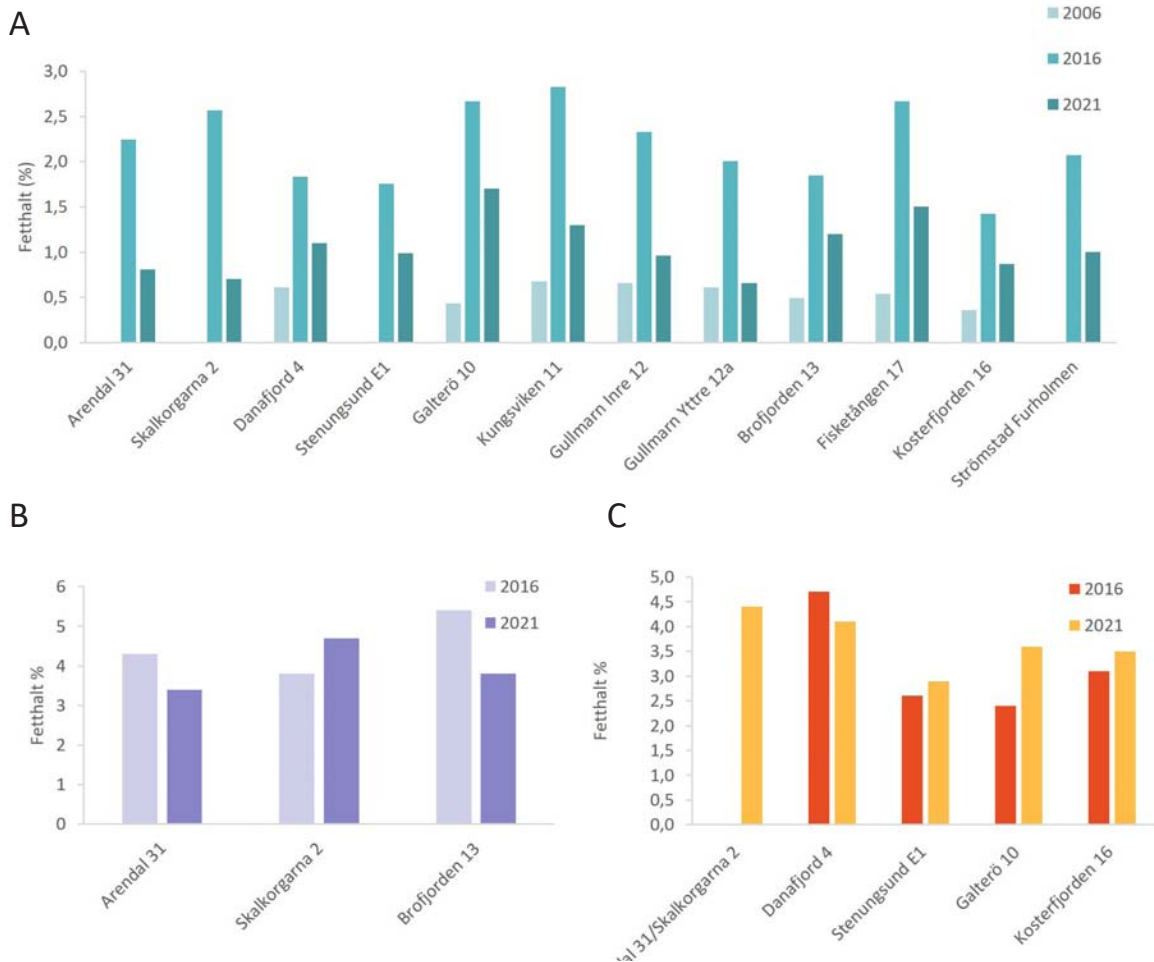
Fetthalten på samtliga lokaler låg inom det normala och bedöms ej ha effekt på resultatet.

Upptaget av miljögifter i organismer är kopplat till dess aktivitet och välbefinnande. Som ett mått på detta kan fetthalten vara en indikation på organismens kondition och indirekt visa om den påverkats av miljögifter eller andra störningar i omgivningen men även på tillgången på föda. Många mindre vattenlösliga (hydrofoba) miljögifter såsom exempelvis PCB, PAH och dioxiner lagras i huvudsak upp i organismens fettvävnad. Oftast anges halter av miljögifter i fetthalt för att få en bättre viktning mellan lokaler med olika kondition hos organismen. I denna rapport har vi dock valt att ange de flesta halterna i våtvikt då alla gränsvärden har angetts som våtvikt.

I blåmussla varierade fetthalten mellan 0,66 och 1,7 %, detta bedöms ligga inom det normala och bör inte ha effekt på resultatet. 2016 var fetthalten i blåmussla högre och var mellan 1,4 % och 2,8 % och 2006 var den mellan 0,36–0,68 % (Figur 26 A).

I skrubbskädda varierade fetthalten i helkropp mellan 0,81 och 1,16 % i muskel och mellan 3,4 och 4,7 % i helkropp (Figur 26 B). 2016 var den 1,1–1,3 % i muskel och 3,8–5,8 % i helkropp (Figur 26 B).

I krabbtaska låg fetthalten på 2,9–4,4 % (Figur 26 C) vilket är likartat med år 2016 då fetthalten var 2,4–4,7%. (Figur 26 C).



Figur 26. Fetthalt i procent i (A) blåmussla, (B) skrubbskädda (helkropp) och (C) krabbtaska. För blåmussla visas även fetthalt för 2006 och 2016. För skrubbskädda och krabbtaska visas även fetthalt 2016.



6.1.3 Vatten

Inom paketet PRIO analyseras totalt 115 ämnen (Appendix XII) och inom paketet SFÄ analyseras 36 ämnen (Appendix XIII). Av de totalt 151 analyserade ämnena kunde 27 detekteras i de analyserade proverna. De ämnen som detekterades var metaller, tennorganiska föreningar, läkemedelsrester, perfluorerade ämnen, PAH'er samt dioxiner och dioxinlika föreningar. I Appendix XII och XIII framgår vilka ämnen som detekterats på respektive station.

För vattenprovtagningen har ämnen i paket PRIO jämförts med gränsvärden för kemisk ytvattenstatus (HVMFS 2019:25) och ämnen i paketet SFÄ jämförts med bedömningsgrunder för särskilt förorenande ämnen (HVMFS 2019:25). Vilka ämnen som pekas ut som SFÄ varierar mellan olika vattenförekomster, att ett ämne har identifierats som SFÄ för en vattenförekomst innebär inte att det även är SFÄ för andra vattenförekomster. Klassificeringen behöver bara göras för de ämnen som släpps ut eller på annat sätt tillförs en vattenförekomst i betydande mängd (Havs- och vattenmyndigheten 2016).

Vattenflödet i Sverige varierar stort, beroende bland annat på nederbörd och snösmältningen. Även variationer i utsläpp varierar. Som en följd av detta kan koncentrationen av miljögifter i vatten variera, både rumsligt och över tid. Organismer kan även påverkas på både kort och lång sikt. Långvarig exponering av relativt låga koncentrationer kan ge upphov till kroniska effekter som till exempel nedsatt reproduktion och tillväxt (Havs- och vattenmyndigheten 2016). För att beakta kronisk exponering jämförs uppmätta halter med årsmedelvärde (HVMFS 2019:25). Vid tillräckligt höga koncentrationer kan akuta effekter, som dödlighet, uppstå. För att ta hänsyn till risk för akuta effekter jämförs uppmätta halter med maximal tillåten koncentration (Havs- och vattenmyndigheten 2016).

I resultaten nedan anges om uppmätta halter överstiger årsmedelvärde eller maximal tillåten koncentration samt om det är gränsvärde för

kemisk ytvattenstatus eller bedömningsgrund för kvalitetsfaktorn SFÄ.

6.1.3.1 Stödparametrar

Inom vattenpaketen analyseras en rad stödparametrar. Stödparametrarna mäts eftersom till exempel pH och kalcium kan påverka biotillgängligheten och toxiciteten hos ämnen i vatten. I de analyserade vattenproverna låg pH på mellan 7,9 och 8,1. Totalt organiskt kol (TOC) varierade mellan 1,95 och 4,15 mg/l och löst organiskt kol (DOC) varierade mellan 1,66 och 3,56 mg/l. Halten kalcium (Ca) var mellan 162 och 372 mg/l.

6.1.3.2 Metaller

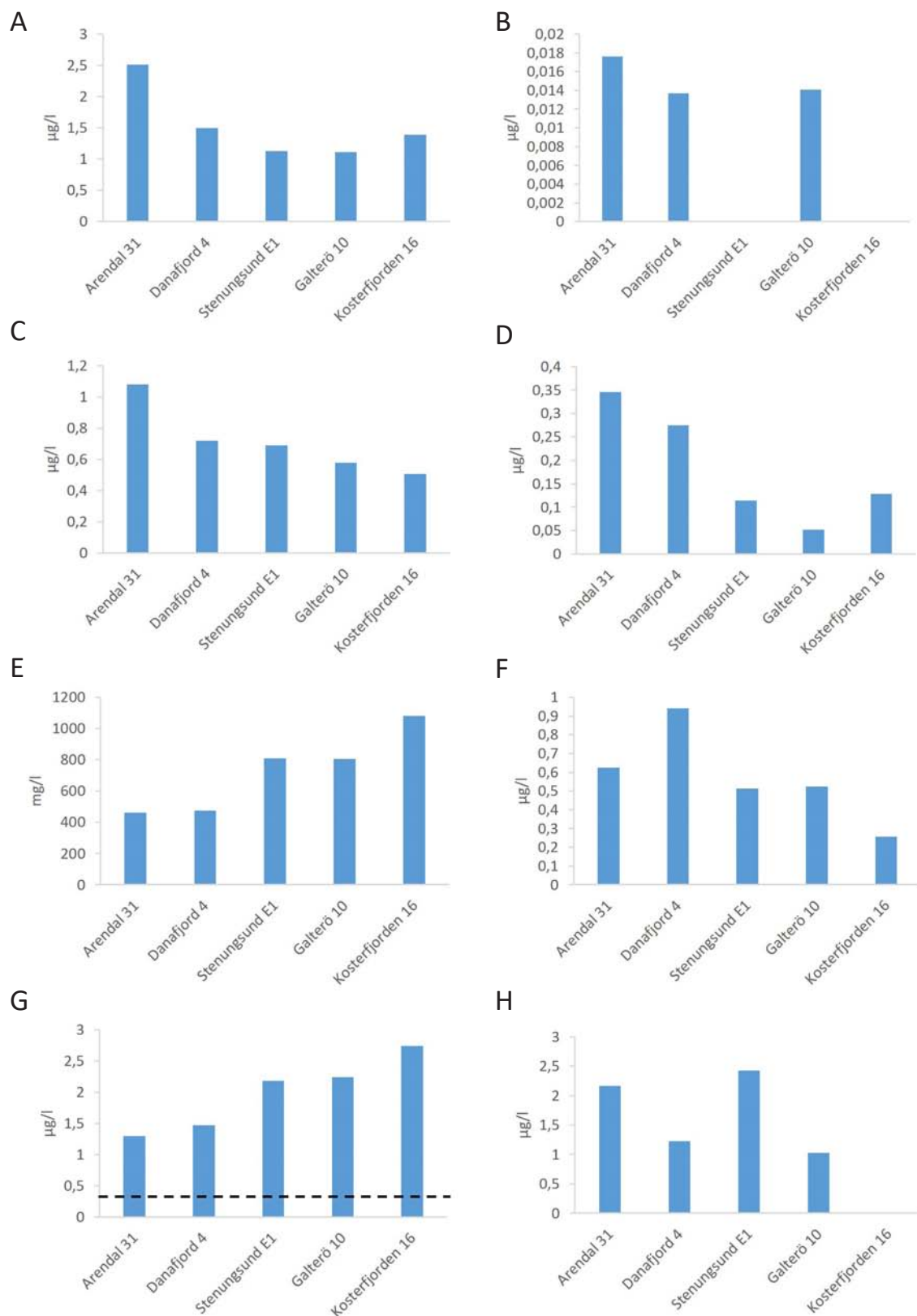
Innan analys av metaller har vattenproverna filtrerats genom ett 45 µm filter, de halter som redovisas nedan är löst halt, det vill säga inte bunden till partiklar (HVMFS 2016:26).

Åtta av de elva metaller som analyserades kunde detekteras i proverna, dessa var arsenik (Figur 27 A), kadmium (Figur 27 B), koppar (Figur 27 C), krom (Figur 27 D), magnesium (Figur 27 E), nickel (Figur 27 F), uran (Figur 27 G) och zink (Figur 27 H).

Av de detekterade metallerna är det endast uran (Figur 27 G) som överstiger bedömningsgrunden för *God* status för kvalitetsfaktorn SFÄ (HVMFS 2019:25).

Halterna av arsenik i vattenproverna var mellan 1,1 och 2,5 µg/l. Bedömningsgrunden för kvalitetsfaktorn SFÄ (HVMFS 2019:25), gällande årsmedelvärde är 0,55 µg/l och maximal tillåten koncentration 1,11 µg/l, arsenik är dock inte identifierat som SFÄ för någon av de provtagna lokalerna.

Uran är ett radioaktivt grundämne som finns naturligt i berggrunden i Sverige, till exempel är granit rik på uran. Ämnet kan även förekomma i vårt vatten. Uran kan påverka njurarnas funktion, påverkan beror på ämnets kemiska egenskaper,



Figur 27. Metallhalt i vattenprover. A) Arsenik (µg/l), B) Kadmium (µg/l), C) Koppar (µg/l), D) Krom (µg/l), E) Magnesium (mg/l), F) Nickel (µg/l), G) Uran (µg/l) och H) Zink (µg/l). Svart streckad linje anger bedömningsgrund (årsmedelvärde) för kvalitetsfaktorn SFÅ (HVMFS 20196:25).

inte dess strålning. Bedömningsgrund (årsmedelvärde) för kvalitetsfaktorn SFÅ för uran i ytvatten är 0,17 µg/l (HVMFS 2019:25), vilket överskreds i Göteborg (Arendal och Dana fjord) och Stenungsund (Stenungsund och Galterö) (Figur 27 G). För uran är bedömningsgrunden baserad på testdata där den naturliga bakgrunden dragits bort från testkoncentrationen (Havs- och vattenmyndigheten 2016). Då data för naturlig bakgrundshalt saknas har detta inte kunnat tas hänsyn till i Göteborg och Stenungsund. Halten uran var högst i Kosterfjorden, men uran är inte utpekad som SFÅ för Kosterfjorden. Halterna uran i vattenproverna var mellan 1,3 och 2,7 µg/l.

6.1.3.3 Tennorganiska föreningar

Tributyltenn kunde endast detekteras på en lokal, Galterö 10, halten låg under gränsvärdet (årsmedelvärde) för kemisk ytvattenstatus på 0,0002 µg/l. På övriga lokaler låg halten TBT under detektionsgränsen.

6.1.3.4 Läkemedelsrester

Den enda läkemedelsrest som detekterades i vattenproverna var diklofenak. Diklofenak är den verksamma substansen i flera smärtstillande läkemedel, till exempel Voltaren. En stor del av användningen i Sverige kommer från gel, där endast en liten del absorberas i huden, resten sköljs av vid dusch eller bad. Ämnet bryts inte ned i reningsverk och därmed hamnar diklofenak i hav eller sjöar. Diklofenak är akut toxiskt för vattenlevande organismer och påverkar bland annat gälar och njurar hos fisk, på grund av sin påverkan på vattenmiljön tillhör ämnet kategorin särskilt förorenande ämnen (SFÅ). Från juni 2021 är diklofenak receptbelagt, men det beror inte på miljöriskerna utan i stället en ökad oönskad användning. Det är endast tabletter och kapslar som är receptbelagda, som gel är diklofenak receptfritt (Svenskt vatten 2020).

Diklofenak detekterades endast i Arendal, halten var 0,0049 µg/l vilket är under bedömningsgrunden (årsmedelvärde) för kvalitetsfaktorn SFÅ på 0,01 µg/l.

6.1.3.5 Poly- och perfluorerade alkylsubstanter (PFAS)

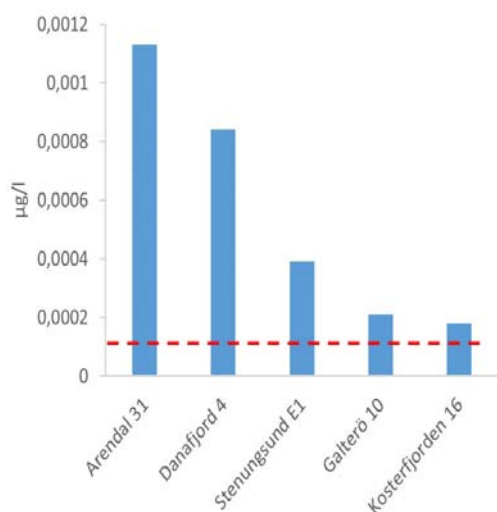
PFAS, varav PFOS är en av de vanligaste, är mycket svårnedbrytbara. PFOS detekterades på samtliga lokaler, med högst halt i Arendal och Dana fjord (Figur 28). Gränsvärdet (årsmedelvärde) för kemisk ytvattenstatus överstegs på samtliga stationer (Figur 28).

6.1.3.6 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

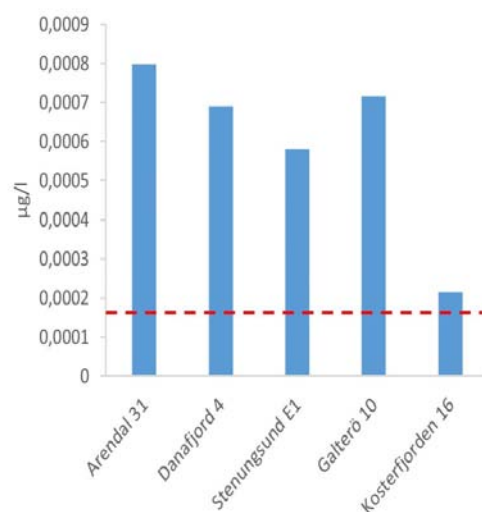
För PAH kongenen bens(a)pyren överstegs gränsvärdet (årsmedelvärde) för kemisk ytvattenstatus på samtliga lokaler (Figur 29). Av de åtta PAH kongener som analyserades kunde sju detekteras i vattenproverna (Figur 30), förutom bens(a)pyren var alla detekterade PAH:er under gränsvärdet.

6.1.3.7 Dioxiner och dioxinlika föreningar

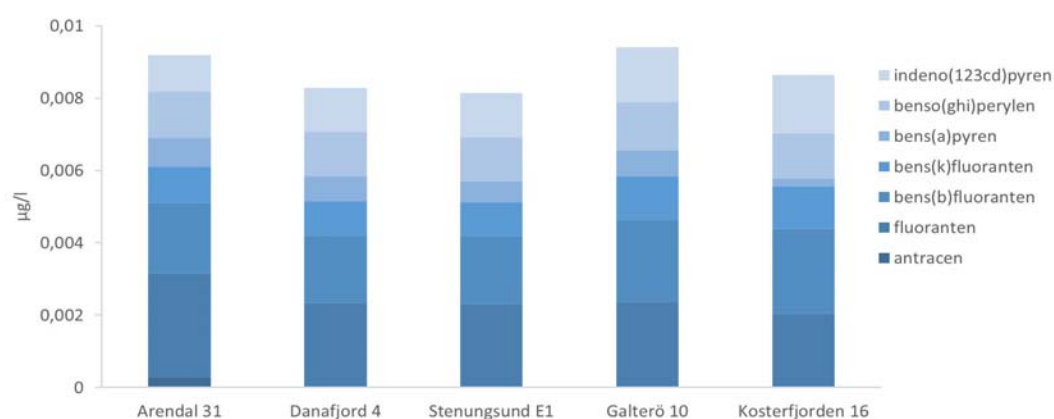
Det finns inga gränsvärden för dioxiner och dioxinlika föreningar i ytvatten. Analysresultaten visar att inga enskilda dioxiner eller dioxinlika föreningar kunde kvantifieras i proverna, den beräknade toxiska ekvivalenten (sum WHO 2005 TEQ) för dioxiner varierar mellan 0,0043–0,0049 ng/l (WHO-PCDD/F- TEQ) och 0,0009–0,0020 ng/l (WHO-PCB-TEQ) (Figur 31).



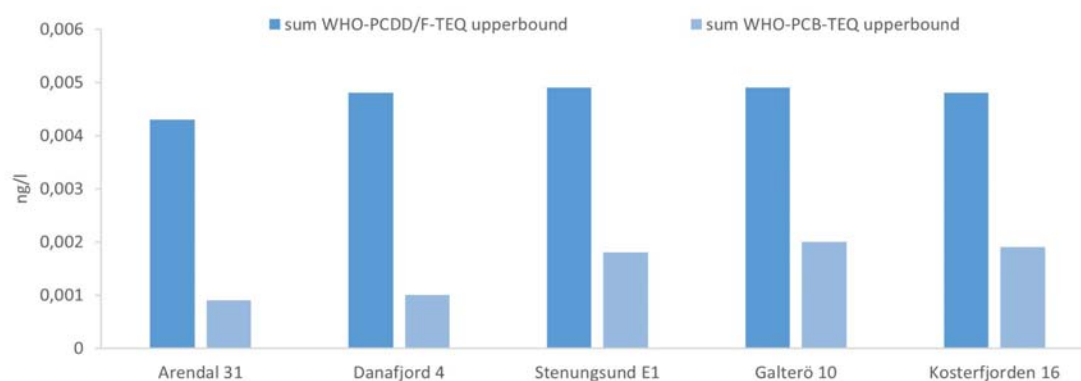
Figur 28. Koncentration av PFOS (µg/l) i vattenprover. Rött streck visar gränsvärde (årsmedelvärde) för kemisk ytvattenstatus enligt HVMFS 2019:25.



Figur 29. Koncentration av bens(a)pyren (µg/l) i vattenprover. Rött streck visar gränsvärde (årsmedelvärde) för kemisk ytvattenstatus enligt HVMFS 2019:25.



Figur 30. Koncentration av PAHer (µg/l) i vattenprover.



Figur 31. Koncentration av dioxiner (ng/l) i vattenprover.

6.1.4 Uppmätta halter i relation till gränsvärden och bedömningsgrunder

Halterna av miljögifter i biota överskrider inte gränsvärdena med undantag av kvicksilver och PBDE. I vatten överskrider inte gränsvärde eller bedömningsgrund med undantag för uran, PFOS och bens(a)pyren.

I uppdraget ingick att relatera uppmätta halter till gränsvärden och bedömningsgrunder i vattenförvaltningen (HVMFS 2019:25). Gränsvärdena grundar sig på vetenskapliga kriterier och infördes för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor som till exempel jordbruk och trafik. Ett område bedöms ha god miljöstatus om koncentrationen av farliga ämnen förekommer i halter som inte bedöms ge upphov till negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.

De flesta ämnena för vilka gränsvärden finns har uppmätts i halter som är under gränsvärdet (Tabell 19). Gränsvärden överskrider dock för kvicksilver i blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska samt bromerade difenyletrar i skrubbskädda.

I blåmussla ses ingen ökande trend för kvicksilver men halterna överskrider gränsvärdet för fisk på 0,02 mg/kg våtvikt vid stationerna i Arendal och Skalkorgarna. För kadmium och bly ses inte ökande halter och halterna är under respektive gränsvärde. PAH analyserades 2016 i blåmussla på samma stationer. Jämfört med 2016 detekterades färre kongener 2021 och halterna av PAH är lägre.

I skrubbskädda överskrider gränsvärdet för kvicksilver och PBDE på samtliga lokaler, lägre halter kan ses för PBDE jämfört med 2016.

I krabbtaska överskrider gränsvärdet för kvicksilver på samtliga lokaler, vilket även skedde 2016. Ökade halter av kvicksilver i krabbtaska ses på samtliga lokaler. Det bör påpekas att gränsvärdet avser fisk.

De organismer som har analyserats i denna undersökning är vanliga som livsmedel. Flertalet av de ämnen som har analyserats är hälsofarliga om vi får i oss för höga halter varför det är relevant

att beskriva hur de olika halterna av analyserade kemiska ämnen förhåller sig till befintliga gränsvärden för olika livsmedel. Vilken effekt olika ämnen får är beroende av mängden vi får i oss och vilken typ av livsmedel vi äter. Exempelvis är fisk känd för att ibland innehålla höga halter av organiska miljöföroreningar. För flertalet av analyserade metaller, exempelvis kvicksilver och bly, finns det bestämda gränsvärden för vilka halter som inte får överskridas med avseende på livsmedel. Det finns även gränsvärden för en del organiska miljögifter exempelvis dioxiner och PCB:er. Gränsvärdena är generellt beslutade av EU alternativt av svenska livsmedelsverket. De är vanligen specificerade för olika typer av livsmedel exempelvis mussla, fisk och skaldjur och i vissa fall, såsom för kvicksilver och bly, finns ett lägre satt värde för barnmat. Lägre gränsvärden för barnmat beror på att små barn som fortfarande växer och utvecklas kan påverkas negativt vid relativt låga halter av miljögifter. Utöver detta behandlas även några ämnen, koppar (Cu), zink (Zn) och ftalaten DEHP, där det finns rekommendationer om dagligt intag.

Vid jämförelse av analyserade ämnen med befintliga gränsvärden för livsmedel (Tabell 20) överskrider gränsvärdet för bly (Pb) i barnmat genomgående vid alla lokaler och i alla organismer. Även halten kvicksilver (Hg) i skrubbskädda överstiger gränsvärdet för barnmat vid Arendal (helkropp) och Skalkorgarna (muskel). Likaså återfinns höga halter av kvicksilver i krabbtaska. Gällande gränsvärdet för halter i barnmat så bör detta även sättas i perspektiv till om livsmedlet äts väldigt ofta eller mer sällan. Exempelvis ses de förhöjda halterna kvicksilver i filé från skrubbskädda som mer allvarligt än de höga halterna i krabbtaska då det senare troligen inte ges till småbarn i samma utsträckning som fisk.

Vidare är halterna av kadmium höga i helkropp av krabbtaska. Av Tabell 20 framgår även rekommenderat dagligt intag av koppar (Cu) och zink (Zn), vilket kan komma att överskridas vid intag av krabbtaska. Det rekommenderade dagliga intaget av zink kan även komma att överskridas vid intag av skrubbskädda från Brofjorden.

För vatten överskrids gränsvärdet för kemisk ytvattenstatus (HVMFS 2019:25) för PFOS och bens(a)pyren på samtliga lokaler och för uran överskrids bedömningsgrunden för SFÅ i Göteborg och Stenungsund (Tabell 21). Vatten har inte tidigare analyserats inom programmet och jämförelse med tidigare år är därmed inte möjlig.

Sammantaget överskrids inte gränsvärden eller bedömningsgrunder med undantag för kvicksilver och PBDE i biota samt uran, PFOS och bens(a)pyren i vatten.



Tabell 19. Tabell över gränsvärde för ämnen uppmätta i olika organismer (HVMFS 2019:25).

	Fisk Kvicksilver (0,02 mg/kg)	Kräftdjur och blötdjur Bens(a)pyren (5 µg/kg)	Kräftdjur och blötdjur Fluoranten (30 µg/kg)	Fisk, kräftdjur och blötdjur Dioxiner och dioxinlika föreningar (0,0065 µg/kg TEQ)	Fisk HCB (10 µg/kg)	Fisk HCB (55 µg/kg)	Fisk Bromerade difenyletrar (0,0085 µg/kg)	Kräftdjur och blötdjur DEHP (3000 µg/kg)	Fisk PFOS (9,1 µg/kg)
BLÄMUSSLA									
Arendal 31	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Skalkorgarna 2	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Danafjord 4	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Stenungsund E1	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Galterö 10	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Kungsviken 11	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Gullmarn inre 12	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Gullmarn yttre 12a	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Brofjorden 13	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Fisketången 17	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Kosterfjorden 16	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
Strömstad Furholmen	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.
SKRUBBSKÄDDA									
HELKROPP *									
Arendal 31	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.	E.A.	E.A.
Skalkorgarna 2	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.	E.A.	E.A.
Brofjorden 13	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	E.A.	E.A.	E.A.
SKRUBBSKÄDDA MUSKEL									
Arendal 31	x	E.A.	E.A.	x	x	E.A.	x	E.A.	x
Skalkorgarna 2	x	E.A.	E.A.	x	x	E.A.	x	E.A.	x
Brofjorden 13	x	E.A.	E.A.	x	x	E.A.	x	E.A.	x
KRABBTASKA HELKROPP *									
Arendal 31/Skalkorgarna 2	(x)	(x)	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	(x)	E.A.
Danafjord 4	(x)	(x)	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	(x)	E.A.
Stenungsund E1	(x)	(x)	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	(x)	E.A.
Galterö 10	(x)	(x)	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	(x)	E.A.
Kosterfjorden 16	(x)	(x)	(x)	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	(x)	E.A.

Över gränsvärdet

Under gränsvärdet

x = analyserat i den matris som gränsvärdet avser

(x) = analyserat men inte i den matris som gränsvärdet avser

E.A. = Ej analyserat

* Gränsvärde för fisk och kräftdjur baseras på halter i muskel

Tabell 20. Tabell över gränsvärden i livsmedel för ämnen uppmätta i olika organismer (EG 1881:2006, LIVSFS 2012:3).

BLÄMUSSLA												
Gräns i livsmedel (EU 1881/2006)	Mussla Cd (1 mg/kg)	Cu (5 mg/dag)	Blåmussla Hg (0,5 mg/kg)	Barmmat Hg (0,05 mg/kg)	Zn (25 mg/dag)	Blåmussla Pb (1,5 mg/kg)	Barmmat Pb (0,02 mg/kg)	Barmmat Sn (50 mg/kg)	Fisk (muskel) Dioxiner (3,5 pg/g TEQ)	Fisk (muskel) Dioxiner+PCB (6,5 pg/g TEQ)	Fisk (muskel) 6 PCB (75 ng/g)	DEHP 37 µg/ kg kroppsvikt
Dagligt intag*												
Arendal 31	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Skalkorgarna 2	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Danaöfjord 4	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Stenungsund E1	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Galterö 10	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Kungälviken 11	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Gullmarn inre 12	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Gullmarn yttre 12a	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Brofjorden 13	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Fisketången 17	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Kosterfjorden 16	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Strömstad Furholmen	x	x	x	x	x	x	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
SKSRUBBSKÄDDA HELKROPP												
Gräns i livsmedel (EU 1881/2006)	Fisk (muskel) Cd (0,05 mg/kg)	Cu (5 mg/dag)	Fisk (muskel) Hg (0,5 mg/kg)	Barmmat Hg (0,05 mg/kg)	Zn (25 mg/dag)	Fisk (muskel) Pb (0,3 mg/kg)	Barmmat Pb (0,02 mg/kg)	Barmmat Sn (50 mg/dag)	Fisk (muskel) Dioxiner (3,5 pg/g TEQ)	Fisk (muskel) Dioxiner+PCB (6,5 pg/g TEQ)	Fisk (muskel) 6 PCB (75 ng/g)	DEHP 37 µg/ kg kroppsvikt
Dagligt intag*												
Arendal 31	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.
Skalkorgarna 2	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.
Brofjorden 13	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.
SKSRUBBSKÄDDA MUSKEL												
Arendal 31	E.A.	E.A.	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	x	x	E.A.
Skalkorgarna 2	E.A.	E.A.	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	x	x	E.A.
Brofjorden 13	E.A.	E.A.	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	E.A.	x	x	x	E.A.
SKRABBTASKA HELKROPP												
Gräns i livsmedel (EU 1881/2006)	Skaldjur (muskel) Cd (0,5 mg/kg)	Cu (5 mg/dag)	Fisk & blåmussla Hg (0,5 mg/kg)	Barmmat Hg (0,05 mg/kg)	Zn (25 mg/dag)	Skaldjur (muskel) Pb (0,5 mg/kg)	Barmmat Pb (0,02 mg/kg)	Barmmat Sn (50 mg/dag)	Skaldjur (muskel) Dioxiner (3,5 pg/g TEQ)	Skaldjur (muskel) Dioxiner+PCB (6,5 pg/g TEQ)	Skaldjur (muskel) 6 PCB (75 ng/g)	DEHP 37 µg/ kg kroppsvikt
Dagligt intag*												
Arendal 31/Skalkorgarna 2	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Danaöfjord 4	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Stenungsund E1	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Galterö 10	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x
Kosterfjorden 16	(x)	x	(x)	x	x	(x)	x	x	E.A.	E.A.	E.A.	x

Över gränsvärdet
Under gränsvärdet

x = analyserat i den matris som gränsvärdet avser
 $x(x)$ = analyserat men inte i den matris som gränsvärdet avser
 $E.A. = E_j$ analyserat
 *rislar att överskidas vid konsumtion av 1 kg

Tabell 21. Tabell över gränsvärden och bedömningsgrunder i vatten för ämnen detekterade i analyserade vattenprover (HVMFs 2019:25).

	Arsenik	Arsenik	Kadmium	Koppar	Krom	Uran	Uran
	Bedömningsgrund	Bedömningsgrund	Gränsvärde	Bedömningsgrund	Bedömningsgrund	Bedömningsgrund	Bedömningsgrund
	SFÄ	SFÄ	PRIO	SFÄ	SFÄ	SFÄ	SFÄ
	Årsmedelvärde	Max tillåten konc.	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Max tillåten konc.
	0,55 µg/l	1,1 µg/l	0,2 µg/l	2,6 µg/l	3,4 µg/l	0,17 µg/l	8,6 µg/l
Vatten							
Arendal 31	(x)	(x)	x	(x)	(x)	x	x
Danafjord 4	(x)	(x)	x	(x)	(x)	x	x
Stenungsund E1	(x)	(x)	x	(x)	(x)	x	x
Galterö 10	(x)	(x)	x	(x)	(x)	x	x
Kosterfjorden 16	(x)	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)
	Nickel	Zink	TBT	PFOS	Antracen	Fluoranten	Bens(a)pyren
	Gränsvärde	Bedömningsgrund	Gränsvärde	Gränsvärde	Gränsvärde	Gränsvärde	Gränsvärde
	PRIO	SFÄ	PRIO	PRIO	PRIO	PRIO	PRIO
	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde	Årsmedelvärde
	8,6 µg/l	3,4 µg/l	0,0002 µg/l	0,00013 µg/l	0,1 µg/l	0,0063 µg/l	0,00017µg/l
Vatten							
Arendal 31	x	(x)	x	x	x	x	x
Danafjord 4	x	(x)	x	x	x	x	x
Stenungsund E1	x	(x)	x	x	x	x	x
Galterö 10	x	(x)	x	x	x	x	x
Kosterfjorden 16	x	(x)	x	x	x	x	x

Över gränsvärde/bedömningsgrund

Under gränsvärde/bedömningsgrund

x = utpekad som SFÄ

(x) = inte utpekad som SFÄ

7. Sammanfattande diskussion

Bohuskusten påverkas årligen av tillförsel av olika utsläpp från antropogen verksamhet. Det finns ett flertal reningsverk, större industrier och hamnar vars verksamhet påverkar miljön negativt. Därtill inverkar även jord- och skogsbruk antingen direkt eller indirekt via läckage av kväve men även utsläpp av pesticider. Även atmosfäriskt nedfall är ett stort problem då ämnen som är förbjudna i Sverige kraftigt kan påverka vår miljö. Att studera förekomst och effekter av miljögifter är därför viktigt ur flera perspektiv. Med en kontinuerlig övervakning kan förändringar i miljön spåras tidigt och nya ämnen och dess eventuella effekter upptäckas snabbare.

Inom detta uppdrag har totalt 12 lokaler undersökts med avseende på miljöstörande ämnen i biota (blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska). På fem av dessa lokaler har även miljögifter i vattnet undersökts. Vilka typer av organismer som har analyserats på vilka lokaler har varierat. Blåmussla är den enda organism som har analyserats på samtliga lokaler. Uppmätta halter har i möjligaste mån jämförts över tiden alternativt med olika typer av gränsvärden för att ge en förståelse av halternas betydelse för miljön.

I blåmussla har analyser utförts av såväl tungmetaller som organiska miljögifter vid samtliga lokaler. Resultatet visar låga till måttliga halter av de flesta tungmetaller (klass 1-3; Naturvårdsverket, 1999), endast koppar och nickel förekommer i klass 4 på vissa lokaler. Halten av kvicksilver i mussla från Göteborgsområdet överskrider dock gränsvärdet för fisk, vilket används för statusbedömning. Gränsvärden för halter i mussla som livsmedel överskrider inte för kvicksilver men däremot för bly, dock endast i barnmat. Vid jämförelser med tidigare år ses mindre förändringar, såväl ökande som minskande halter med undantag av arsenik som har minskat på samtliga stationer och nickel som ökat på samtliga stationer.

Skrubbskädda har tidigare endast analyserats 2016. Analyser av skrubbskädda i både helkropp och filé har genomförts på tre lokaler. Gränsvärdet i fisk överskrider för både kvicksilver och PBDE hos skrubbskädda på samtliga stationer. Liksom för PBDE:erna är kvicksilverhalterna generellt höga i all typ av biota. Problemen bedöms enligt VISS (Vatteninformation Sverige) ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda dessa. Halterna i miljön får dock inte öka. Den största påverkan av exempelvis kvicksilver enligt VISS ”består av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats i skogsmarkens humuslager, varifrån det kontinuerligt sker ett läckage till ytvattnet med påföljande ackumulering i vattenlevande organismer och fisk”. Vid jämförelse med livsmedelsrelaterade rekommendationer överskrider gränsvärdet för kvicksilver i barnmat vid Arendal och Skalkorgarna. Gränsvärdet för bly i barnmat överskrider vid samtliga lokaler.

Analyser på krabbtaska har förekommit vid fyra tidigare tillfällen vid ett mindre antal lokaler och för ett varierande antal ämnen. Analys av krabbtaska 2016 visade på höga halter av ett flertal ämnen i det feta krabbsmörret, vid 2021 års provtagning har analys endast gjorts på helkropp från krabbtaska. Gränsvärdet för kadmium i skaldjur som livsmedel överskrider på samtliga stationer. Även gränsvärdet för kvicksilver och bly i barnmat överskrider, men då krabba inte är vanligt förekommande i barnmat anses detta inte vara av någon större betydelse. Gränsvärdet för kvicksilver i fisk överskrider vid samtliga stationer.

Under hur lång tid som de olika organismerna har varit exponerade för uppmätta ämnen, och vilka halter de exponerats för, är svårt att uppskatta då upptag och nedbrytningstid varierar mycket mellan de olika ämnena och dessutom är beroende av vattentemperatur, salthalt och organismens kondition. Exempelvis har King & Davies (1986) påvisat att kvicksilver kan ansamlas i mussla och att utsöndringen av ämnet kan vara mycket långsam, eventuellt år, medan

nedbrytningen av plana PCB:er och PAH:er går betydligt snabbare, mellan 1-4 månader (Livingstone & Pipe, 1992). Därtill kan även de olika typerna av födosök som förekommer hos mussla, skrubbskädda och krabbtaska vara av betydelse för upptaget av ämnen. Blåmussla är fastsittande medan skrubbskädda och krabbtaska kan förflytta sig över större områden vilket kan försvåra tolkningen av resultatet. Även organismens fetthalt är av betydelse för ackumulation av många miljögifter, då hydrofoba ämnen främst lagras in i fettvävnaden. Fetthalt i blåmussla 2006 var ca 0,5 procent, 2016 var fetthalten var betydligt högre med ett medelvärde på 2 procent för att 2021 minska något med ett medelvärde på 1,1 procent. Orsaken till detta kan vara sämre födotillgång. Även olika arters levnadsmönster och födointag såsom bentisk, pelagial, filtrerare eller rovdjur har stor betydelse för ackumulering och exponering för miljögifter. Musslorna tar upp både fria och partikelbundna ämnen medan fisk och krabba i huvudsak endast tar upp ämnena via det som ackumulerats i bytesdjur eller i mindre utsträckning via deras andningsvatten.

Det är svårt att se en genomgående trend då det saknas tidsserier för flera av de analyserade ämnena. Även för metallerna, där det finns mer data, ses ingen generell trend. Halterna av vissa metaller har ökat (koppar och nickel i blåmussla, kadmium och bly i skrubbskädda, kadmium och kvicksilver i krabbtaska), andra har minskat (arsenik i blåmussla, kvicksilver i filé från skrubbskädda, nickel i krabbtaska) medan inga tydliga förändringar ses i halterna av andra metaller. Ingen tydlig koppling till belastningen på de olika lokalerna ses för metaller. För mussla uppmättes högst halter av metaller i Gullmarn Yttre, för skrubbskädda var halterna högst i Brofjorden och för krabbtaska i Danafjord.

Inte heller för de organiska miljögifterna ses en tydlig koppling till belastningen. Noterbart är att lägst halter av PAH i blåmussla ses i Brofjorden, i närheten av Preemraff. Även i 2016 års undersökning sågs lägst halt PAH i Brofjorden. I skrubbskädda ses högst halter av PCB:er och

dioxiner i Brofjorden medan halten PBDE är högst i Skalkorgarna. Lägst halter ses i Arendal.

Koncentrationer av miljögifter i vatten kan variera mycket i jämförelse med levande organismer, halterna påverkas också snabbare av förändringar i tillförseln. Vatten har endast provtagits vid ett tillfälle per lokal och resultatet får ses som en ögonblicksbild av förekommande miljögifter. I vatten ses högst halter av flera metaller samt organiska miljögifter i Arendal. De ämnen som överstiger gränsvärde eller bedömningsgrund i vattenproverna är uran, PFOS och bens(a)pyren.

Halterna av miljögifter överskred inte gränsvärden eller bedömningsgrunder med undantag för kvicksilver och PBDE i biota samt uran, PFOS och bens(a)pyren i vatten.

8. Rekommendationer

Följande rekommendationer och kommentarer ges utifrån erfarenheter från provtagning, analys och rapportering av detta uppdrag.

8.1 Provtagning

Det är viktigt att det av programmet framgår att fisketillstånd kan behöva sökas för vissa lokaler så att detta kan förberedas i god tid.

8.2 Provberedning

Tydliga och specifika instruktioner för hur provberedning skall gå till inom detta projekt samt hur många individer som behöver analyseras behöver sammanställas för de olika organismerna. Undersökningstyper finns för miljögifter i mussla och fisk och kan användas men bör anpassas specifikt för detta projekt.

8.3 Organismer

Vid årets undersökning analyserades blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska. Av dessa är det endast för blåmussla som det finns längre tidsserier varför det anses viktigt att fortsätta med analys av denna parameter för att möjliggöra trendanalyser. Vid 2021 års provtagning

analyserades inte ett antal organiska miljögifter i blåmussla, bland annat dioxiner och PCB:er, det rekommenderas att dessa analyseras vid nästa provtagningstillfälle.

Under 2021 gjordes inga analyser i blåstång, den enda makroalgen i kontrollprogrammet. Då intresset för tångsammathar ökat rekommenderas att ta med blåstång i undersökningen nästa gång. En nackdel med blåstång är dock att gränsvärde för makroalger saknas och den kan egentligen inte användas för bedömning av status. Genom att analysera blåstång fås dock information om hur miljögifter lagras i makroalger.

Av biotan är blåstång och blåmussla enklast att få tag på, för skrubbskädda och krabbtaska har fångsten varierat och vid årets undersökning var det flera lokaler där fångst uteblev eller där få individer fångades.

Med avseende på statusbedömningar så bör mätningar i fisk, blåmussla och krabbtaska prioriteras men då förutsatt att gränsvärde finns för vald organism och ämne. Skrubbskädda som är tänkt att ersätta tånglake har tidigare inte använts i samma utsträckning som vid 2016 och 2021 års provtagning, varför vikten av att fortsätta med dessa provtagningar för att bygga upp ett kvalitativt dataset poängteras.

8.4 Vatten

Vatten var enkelt att provta. Vissa av de av laboratoriet tillhandahållna flaskorna innehöll olika konserveringsmedel, till exempel saltsyra vilket innebär att försiktighet bör iaktas vid provtagningen. Då koncentrationen av miljögifter i vatten kan variera stort, både rumsligt och över tid, ger provtagning vid ett tillfälle endast en ögonblicksbild av miljögiftsbelastningen i ett område. För att få en representativ bild behöver provtagning ske flera gånger under året. Detta medför dock stora kostnader då analyserna för vattenprover är betydligt högre än för biota. De rekommenderas inte att fortsätta med provtagning i vatten, undantaget om provtagning sker flera gånger per år.

8.5 Analyser

Analyserade ämnen bör anpassas till påverkan från omvärlden, nya ämnen som dyker upp i recipienten bör i viss mån ingå i provtagningarna. Det är dock önskvärt att vissa ämnen prioriteras och analyseras kontinuerligt i samma organism medan ämnen som inte detekteras kan ersättas med ämnen som inte har analyserats tidigare till nästa provtagning. Exempelvis har ftalater inte detekterats i varken blåmussla eller krabbtaska och bedöms kunna utgå till nästa provtagning, detsamma gäller för PFOS och HBCD vilka har analyserats i skrubbskädda men inte detekterats.

I förelående rapport rekommenderades att de alkylerade PAH:erna bör ingå i analysen. Dessa PAH:er utgör mer än 93% av den totala mängden PAH i råolja och diesel och mycket lite är känt om deras toxicitet.

8.6 Uppmätta halter i relation till gränsvärden och bedömningsgrunder

I uppdraget ingick att relatera uppmätta halter till gränsvärden och bedömningsgrunder i vattenförvaltningen (HVMFS 2019:25) vilken fokuserar på att god miljöstatus skall uppnås. För att detta skall kunna utföras effektivt är det viktigt att man i planeringsstadiet reflekterar över vilka ämnen det finns gränsvärden för och att relevant organism provtas.

I denna rapport har resultaten även utvärderats utifrån ett antal riktvärden för halter i livsmedel (EG 1881:2006, LIVSFS 2012:3) och detta bör även framgå av framtida utvärderingar då ämnena för statusbedömningen inte helt stämmer överens med de ämnen som det finns gränsvärden för i livsmedel.

9. Slutsatser

9.1 Slutsatser avseende halter i biota och vatten

- Halterna av miljögifter i biota överskrider inte gränsvärdena med undantag för kvicksilver och PBDE. I vatten överskrids inte gränsvärde eller bedömningsgrund med undantag för uran, PFOS och bens(a)pyren.

9.2 Slutsatser avseende kemisk analys

Metaller

- Halten kadmium i krabbtaska överstiger gränsvärdet för livsmedel på samtliga krabblokaler.
- Halten kvicksilver i de olika organismerna överskrider gränsvärde för fisk vid sex av 12 lokaler.
- Huvudsakligen låga halter av krom i samtliga organismer.
- Generellt låga halter av koppar i biota med undantag för krabba.
- Halten bly i blåmussla, skrubbskädda och krabbtaska helkropp överskrider gränsvärdet för tillåten halt i barnmat vid samtliga lokaler.
- Tenn kunde endast detekteras i blåmussla på en station och detekterades inte i skrubbskädda eller krabbtaska.
- Halter av metaller i vattenprover ligger under gränsvärden undantaget uran.

Organiska miljögifter

- Halten dioxiner och dioxinliknande PCB i skrubbskädda är lägre än gränsvärdet för fisk samt gränsvärdet för fisk som livsmedel för samtliga lokaler.
- Halten PCB₇ i skrubbskädda är under gränsvärdet för fisk som livsmedel för samtliga lokaler.
- Halten HCB är under gränsvärdet för fisk i skrubbskädda vid samtliga lokaler.
- Halten av bromerade difenyletrar i filé från skrubbskädda överskrider kraftigt gränsvärdet för fisk vid samtliga lokaler.
- Endast låga halter (under gränsvärde eller detektionsgräns) av PAH_{er}, ftalater, PFOS och HCB_D i respektive analyserad organism.

- De flesta organiska miljögifterna i vatten ligger under detektionsgränsen.
- Gränsvärdet överstigs för PFOS och bens(a)pyren i vattenprover från samtliga provtagna lokaler.

9.3 Jämförelse med tidigare BVVF-studier

- Inga tydliga trender ses för analyserade metaller hos blåmussla, skrubbskädda eller krabbtaska.
- Halten PAH i blåmussla och krabbtaska är lägre 2021 än 2016.
- Halten dioxin och dioxinlika PCB:er i skrubbskädda har minskat 2021 jämfört med 2016.
- Halten HCB och PBDE i skrubbskädda lägre 2021 än 2016, störst skillnad i Arendal.

10. Tack

Uppdraget har inneburit ett omfattande arbete i fält med att samla in material och vi vill särskilt tacka alla hjälpsamma yrkesfiskare som bistått med fångst av skrubbskädda och krabbtaska.

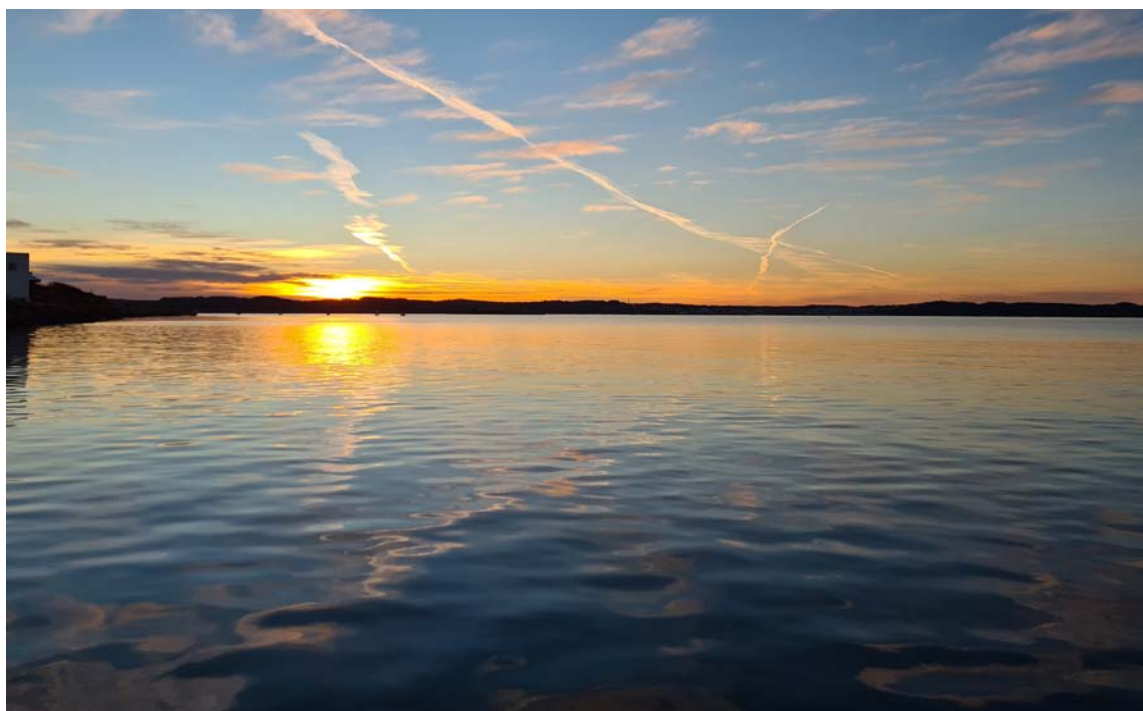


11. Referenser

- Bergkvist J. & Magnusson M. 2017. Miljögifter i biota 2016. Bohuskustens vattenvårdsförbund.
- BVVF 2015. Bohuskustens Vattenvårdsförbunds Kontrollprogram. Resultatrapport för åren 2006 och 2011. Golder Associates.
- Cato I. 2006. Miljökvalitet och trender i sediment och biota utmed Bohuskusten 2000/2001 - en rapport från sju kontrollprogram. Rapporter och meddelanden 122.
- EG 1881/2006. Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 av den 19 december 2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel. Reviderad 20160401.
- Ekelund, R., Å. Granmo, K. Magnusson, M. Berggren and Å. Bergman. 1993. Biodegradation of 4-nonylphenol in seawater and sediment. *Environ. Pollut.* 79, pp. 59-61. 1993.
- Ekelund, R., Å. Bergman, Å. Granmo and M. Berggren. 1990. Bioaccumulation of 4-nonylphenol in marine animals - a reevaluation. *Environ. Pollut. (ser.A)*, 64, 107-120, 1990.
- EFSA 2006. European Food Safety Authority. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals.
- EU 2014. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document no. 32. On biota monitoring (the implementation of EQSbiota) under the Water Framework Directive. Technical report 2014 – 083. ISBN 978-92-79-44634-4.
- EU 2013. Kommissionens förordning (EU) nr 39/2013 av den 12 augusti 2013 om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.
- EU 2011. Kommissionens förordning (EU) nr 1259/2011 av den 2 december 2011 om ändring av förordning (EG) nr 1881/2006 vad gäller gränsvärden för dioxiner, dioxinlika PCB och icke dioxinlika PCB i livsmedel.
- Granmo, Å. & S.O. Kollberg. 1976. Uptake pathways and elimination of a non ionic surfactant in cod (*Gadus morhua* L.). *Wat. Res.* 10, 189-194, 1976.
- Granmo, Å., R. Ekelund, K. Magnusson and M. Berggren. 1989. Lethal and sublethal toxicity of 4-Nonylphenol to the common mussel (*Mytilus edulis* L.). *Environ. Pollut. (Ser.A)*, 59, 115-127.
- Havs- och vattenmyndigheten 2016. Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26
- HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.
- HVMFS 2016:26. Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26.
- HVMFS 2012:18. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling 2012:18. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om vad som kännetecknar god miljöstatus samt miljökvalitetsnormer med indikatorer för Nordsjön och Östersjön.
- King, D.G. & Davies I.M. 1986. Laboratory and field studies of the accumulation of inorganic mercury by the mussel *Mytilus edulis* L. *Mar. Pollut. Bull.* 18: 40-45.
- Livingstone, D.-R., & Pipe, R., 1992. Chapter 9 in: The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elizabeth Gosling Editor. Elsevier. 589p.
- LIVSFS 2012:3. Livsmedelsverket 2012. Livsmedelsverkets föreskrifter om främmande ämnen i livsmedel.
- LIVSFS 2001:30. Livsmedelsverket 2001. Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten.
- Livsmedelsverket 2014. (Rapport 25 – 2014), Metaller i livsmedel – fyra decenniers analyser. Fisk och skaldjur.
- Naturvårdsverket 2021a. Undersökningstyp - Metaller och organiska miljögifter i blåmussla Version 1:2, 2021-03-16.
- Naturvårdsverket 2021b. Undersökningstyp -Metaller och organiska miljögifter i fisk. Version 1:3, 2021-03-16.
- Naturvårdsverket 1999. Bedömningsgrunder – Kust och hav. Naturvårdsverket Naturvårdsverket 1999, 134 sid.
- Statens forurensningstillsyn 1997. Veiledning 97:03. Klassifisering av miljökvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning.
- Svenskt Vatten 2020. Reningsverk. Läkemedelsrester i vår gemensamma vattenmiljö. M149. Meddelande November 2020.
- Van den Berg M, Birnbaum L, Denison M, et al. 2006. The 2005 WHO re-evaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxin and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci* 93(2):223-241.
- Widdows, J., & Donkin, P., 1992. Chapter 8 in: The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elizabeth Gosling Editor. Elsevier. 589p.
- <http://www.ivl.se/sidor/omraden/miljodata/miljogifter-i-biologiskt-material/databas-miljogifter.html>
- www.viss.lansstyrelsen.se

12. Appendix

- I. Blåmussla storleksfördelning
- II. Skrubbskädda, kän och storleksfördelning
- III. Krabbtaska, kön och storleksfördelning
- IV. Analysdata metaller TS och våtvikt blåmussla
- V. Analysdata metaller TS och våtvikt skrubbskädda helkropp och kvicksilver i muskel
- VI. Analysdata metaller TS och våtvikt krabbtaska
- VII. Analysdata ftaltater, fenoler, etoxilater, PAH, blåmussla
- VIII. Analysdata ftaltater, fenoler, etoxilater, PAH, krabbtaska helkropp
- IX. Analysdata dioxiner, PCDD/F, PCB, fetthalt skrubbskädda muskel
- X. Analysdata PBDE och HCB skrubbskädda muskel
- XI. Analysdata PFOS skrubbskädda muskel och HCBd skrubbskädda helkropp
- XII. Analysdata vatten PRIO
- XIII. Analysdata vatten SFÄ



Appendix I. Blåmussla storleksfördelning.

Blåmussla (längd mm)	Arendal 31	Skalkorgarna 2	Danafjord 4	Stenungsund E1	Galterö 10	Kungsviken 11	Gullmarn Inre 12	Gullmarn Yttre 12	Brofjorden 13	Fisketången 17	Kosterfjorden 16	Strömstad Furholmen
1	65	62	67	77	73	71	66	68	68	66	61	61
2	64	61	62	75	65	74	64	67	64	66	58	61
3	55	62	57	78	61	67	68	65	62	70	63	56
4	59	57	63	91	65	70	66	53	71	68	59	58
5	56	71	62	87	69	69	67	66	62	68	57	56
6	56	59	61	76	62	73	66	59	62	61	59	54
7	52	61	59	86	61	67	66	54	62	70	62	54
8	56	60	57	89	61	65	45	59	66	66	54	59
9	57	65	58	87	61	69	67	53	56	69	65	57
10	54	63	57	78	66	66	59	59	57	65	58	58
11	55	57	56	81	60	62	62	51	58	71	60	56
12	53	56	60	83	67	61	65	52	58	71	57	52
13	54	60	57	90	68	64	63	48	51	65	55	53
14	55	60	60	95	63	63	63	52	55	69	68	52
15	50	52	6	12	64	61	62	56	45	65	54	52
16	55	61	57	81	62	69	64	50	58	67	59	53
17	50	54	55	75	57	63	69	51	59	68	58	53
18	52	57	56	84	62	64	62	45	53	63	57	50
19	47	56	59	90	63	62	59	46	56	63	60	55
20	49	55	57	77	64	67	64	49	52	64	55	52
21	50	53	59	86	57	65	57	51	54	65	53	54
22	47	55	66	96	68	60	62	49	57	66	59	50
23	44	56	62	95	62	66	60	51	45	66	53	51
24	57	55	59	82	59	59	59	51	55	59	54	50
25	50	52	57	95	64	57	55	45	51	63	54	47
26	50	50	55	97	56	61	57	46	55	69	57	58
27	49	52	56	87	61	62	56	47	54	63	58	62
28	51	54	54	87	57	58	65	44	50	64	58	58
29	47	53	57	75	62	58	56	45	52	65	54	56
30	50	52	54	90	59	57	59	47	49	62	56	62
31	47	53	53	69	55	56	59	49	67	65	61	62
32	54	52	60	84	56	51	56	45	70	55	62	61
33	54	51	57	90	59	58	58	45	66	66	58	57
34	49	51	52	82	51	57	56	44	67	63	57	55
35	52	53	57	87	57	60	59	43	60	66	58	49
36	48	47	55	83	55	61	60	61	58	69	59	57
37	49	50	53	76	56	56	52	60	54	61	57	58
38	48	49	52	84	59	63	61	66	53	66	65	60
39	52	49	57	81	57	58	53	66	58	68	66	51
40	48	53	57	78	55	60	61	60	52	65	54	51
41	48	51	57	85	57	60	56	59	51	60	61	53
42	45	49	60	80	54	58	57	59	54	62	57	51
43	43	51	53	86	55	57	61	55	52	64	62	50
44	47	50	52	95	52	59	56	62	52	60	58	55
45	47	52	52	81	54	62	54	52	20	62	59	51
46	45	52	52	85	56	60	57	55	49	61	59	49
47	45	50	54	82	64	61	52	61	47	62	63	52
48	47	51	53	79	52	60	57	54	48	62	58	45
49	45	49	56	81	55	57	60	50	50	60	53	55
50	45	50	53	85	56	60	57	54	50	60	55	50
51	46	53	50	86	56	57	56	51	47	60	60	49
52	47	49	51	89	56	60	55	51	50	65	59	42
53	48	48	51	76	52	57	55	50	47	60	53	47
54	46	52	53	84	59	59	57	47	50	55	56	49
55	46	48	53	85	57	58	51	50	45	64	61	50
56	46	52	52	86	54	55	54	49	50	61	53	46
57	48	50	52	76	53	56	56	47	45	61	55	48
58	47	47	54	80	56	55	58	48	48	62	55	51
59	48	50	54	73	55	55	61	48	68	60	55	49
60	49	48	54	76	51	55	55	47	65	60	55	50
61	47	49	53	80	52	51	56	46	62	60	58	45
62	47	48	55	75	55	52	56	47	62	57	53	51
63	45	47	53	75	50	55	55	47	60	56	56	47
64	45	48	48	60	55	51	55	44	57	55	54	50
65	44	51	53	65	52	56	53	41	56	53	54	50
66	46	48	52	65	55	56	54	45	60	56	60	47
67	45	45	51	81	55	57	58	42	57	56	56	48
68	46	47	55	70	52	54	53	42	56	55	52	46
69	45	46	51	77	54	57	56	74	55	60	53	49
70	42	46	49	70	50	54	56	75	61	61	55	46
71	46	46	50	77	53	55	54	71	53	57	55	49
72	43	47	50	76	53	56	51	58	49	55	52	49
73	45	49	53	83	53	53	54	55	52	54	55	47
74	45	47	51	70	51	52	56	60	50	55	53	50
75	43	50	53	74	50	54	53	57	50	60	56	46
76	44	46	54	77	51	55	55	51	55	56	50	48
77	43	48	51	70	49	52	51	60	52	57	52	49
78	45	47	52	83	51	53	52	51	55	56	52	46
79	44	50	50	74	52	52	53	71	41	57	50	46
80	45	48	49	76	53	51	55	59	46	54	53	48
81	43	49	51	80	52	50	53	51	49	55	53	47
82	45	48	52	82	54	53	54	52	51	55	52	44
83	45	49	50	75	50	53	52	55	50	55	52	46
84	45	48	52	70	51	52	53	50	46	56	51	47
85	45	46	52	71	51	53	53	60	48	52	54	45
86	48	46	50	52	53	51	54	58	47	53	48	45
87	45	46	50	47	48	51	59	54	48	56	54	48
88	45	45	51	47	53	50	49	51	46	59	53	47
89	46	45	50	43	51	53	54	52	44	55	52	46
90	44	45	54	5	53	49	51	49	49	54	54	47
91	43	44	50	39	51	51	54	51	46	57	48	47
92	41	47	50		52	46	51	50	50	53	49	45
93	43	47	50		51	50	51	50	46	52	47	47
94	43	46	50		47	49	52	46	46	53	47	46
95	42	45	51		47	52	54	47	47	50	51	45
96	42	46	47		53	50	51	50	46	53	48	45
97	45	47	49		47	46	50	50	45	51	50	46
98	42	47	50		47	51	47	46	47	52	50	46
99	42	46	47		51	51	50	46	47	53	58	47
100	43	44	47		50	52	57	49	47	51	49	45
Medellängd (mm)	48	51	54	77	56	58	57	53	53	60	56	51
Ävnad for analys (g)	211	290	420	805	572	462	472	260	379	509	370	327

Appendix II. Skrubbskädda, kön och storleksfördelning.

Station	Organism	Kön	Längd (mm)	Vikt (g)
Arendal 31	Skrubbskädda	Hona	270	324
Arendal 31	Skrubbskädda	Hona	270	885
Arendal 31	Skrubbskädda	Hona	350	687
Arendal 31	Skrubbskädda	Hona	310	491
Skalkorgarna 2	Skrubbskädda	Hona	270	247
Skalkorgarna 2	Skrubbskädda	Hona	310	342
Skalkorgarna 2	Skrubbskädda	Hona	360	788
Skalkorgarna 2	Skrubbskädda	Hona	290	427
Skalkorgarna 2	Skrubbskädda	Hona	350	522
Brofjorden 13	Skrubbskädda	Hona	400	732
Brofjorden 13	Skrubbskädda	Hona	280	284
Brofjorden 13	Skrubbskädda	Hona	310	336
Brofjorden 13	Skrubbskädda	Hona	360	435
Brofjorden 13	Skrubbskädda	Hona	270	330
Brofjorden 13	Skrubbskädda	Hona	280	325

Appendix III. Krabbtaska, kön och storleksfördelning.

Station	Organism	Kön	Bredd (mm)	Vikt (g)
Arendal 31	Krabbtaska	Hona	160	523
Skalkorgarna 2	Krabbtaska	Hona	140	393
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	165	541
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	155	346
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	155	452
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	165	434
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	165	547
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	180	796
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	175	639
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	168	594
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	140	343
Danafjord 4	Krabbtaska	Hona	175	664
Stenungsund E1	Krabbtaska	Hona	180	700
Stenungsund E1	Krabbtaska	Hona	170	685
Stenungsund E1	Krabbtaska	Hona	135	282
Stenungsund E1	Krabbtaska	Hona	115	188
Galterö 10	Krabbtaska	Hona	155	495
Galterö 10	Krabbtaska	Hona	160	663
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	155	455
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	155	426
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	165	589
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	160	612
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	155	526
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	165	439
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	160	368
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	150	424
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	180	627
Kosterfjorden 16	Krabbtaska	Hona	180	636

Appendix IV. Analysdata metaller TS och våtvikt blåmussla

	Torrsubstans vid 105°C (%)	As, arsenik mg/kg TS	Cd, kadmium mg/kg TS	Co, kobolt mg/kg TS	Cr, krom mg/kg TS	Cu, koppar mg/kg TS	Hg, kvicksilver mg/kg TS	Mn, mangan mg/kg TS	Ni, nickel mg/kg TS	Pb, bly mg/kg TS	Sn, tenn mg/kg TS	V, vanadin mg/kg TS	Zn, zink mg/kg TS
Arendal 31	13,6	9,66	1,7	0,823	1,74	15,1	0,242	7,18	2,22	1,38	0,199	0,944	132
Skalkorgarna 2	15,7	10	1,58	0,837	1,15	13	0,218	5,47	2,06	1,4	0,0659	0,798	145
Danafjord 4	17,6	15	0,808	0,587	0,504	8,43	0,104	4,48	1,56	0,806	0,038	1,38	89
Stenungsund E1	18,1	13,4	1,49	0,663	0,814	5,83	0,0946	5,65	1,39	1,12	0,0275	1	119
Galterö 10	22,1	9,38	0,639	0,546	0,281	7,56	0,0486	4,75	0,676	0,33	<0,02	0,315	74,7
Kungsviken 11	19,6	9,07	0,957	0,443	0,412	7,61	0,082	4,65	0,818	0,505	0,0428	0,564	103
Gullmarn Inre 12	20,2	10	0,854	0,345	0,48	5,28	0,0784	3,74	0,973	0,315	<0,02	0,53	64,6
Gullmarn Yttre 12a	16,7	25,7	1,57	0,645	0,664	8,05	0,126	3,68	2,88	1,78	0,0219	2,65	147
Brofjorden 13	18	14,9	1,07	0,418	0,545	6,52	0,0627	3,72	1,7	0,594	0,0311	1,18	111
Fisketången 17	20,2	12,7	0,798	0,429	0,289	7,21	0,0627	4,69	0,802	0,822	0,0565	0,529	108
Kosterfjorden 16	17,4	22,7	1,09	0,515	0,635	9,79	0,089	3,7	2,04	0,762	0,0927	0,851	136
Strömstad Furholmen	19	13,5	0,958	0,471	2,29	7,74	0,0766	5,95	2,14	0,35	0,0314	0,802	98,5

	As, arsenik mg/kg VV	Cd, kadmium mg/kg VV	Co, kobolt mg/kg VV	Cr, krom mg/kg VV	Cu, koppar mg/kg VV	Hg, kvicksilver mg/kg VV	Mn, mangan mg/kg VV	Ni, nickel mg/kg VV	Pb, bly mg/kg VV	Sn, tenn mg/kg VV	V, vanadin mg/kg VV	Zn, zink mg/kg VV
Arendal 31	1,28	0,23	0,11	0,22	2,1	0,032	0,962	0,32	0,177	0,0269	0,124	18,7
Skalkorgarna 2	1,53	0,231	0,126	0,161	1,93	0,032	0,818	0,309	0,209	<0,02	0,12	22,1
Danafjord 4	2,53	0,137	0,0983	0,065	1,39	0,017	0,75	0,277	0,134	<0,02	0,232	15,8
Stenungsund E1	2,4	0,276	0,127	0,145	1,12	0,018	1,09	0,254	0,194	<0,02	0,192	22,5
Galterö 10	2,08	0,135	0,12	0,0541	1,74	0,011	1,05	0,159	0,0706	<0,02	0,0715	16,7
Kungsviken 11	1,75	0,178	0,0899	0,0745	1,49	0,015	0,895	0,158	0,098	<0,02	0,112	20,4
Gullmarn Inre 12	2,05	0,168	0,074	0,087	1,13	0,016	0,817	0,231	0,0629	<0,02	0,123	13,2
Gullmarn Yttre 12a	4,16	0,26	0,112	0,102	1,34	0,019	0,638	0,484	0,284	<0,02	0,446	24,8
Brofjorden 13	2,6	0,189	0,0764	0,0997	1,24	0,010	0,672	0,317	0,104	<0,02	0,213	21,4
Fisketången 17	2,51	0,15	0,0884	0,0596	1,45	0,013	0,943	0,153	0,16	<0,02	0,108	22,1
Kosterfjorden 16	3,97	0,191	0,089	0,108	1,7	0,016	0,662	0,355	0,127	<0,02	0,152	22,7
Strömstad Furholmen	2,52	0,176	0,0931	0,466	1,57	0,014	1,22	0,437	0,0636	<0,02	0,158	19,7

Appendix V. Analysdata metaller TS och vätvikt skrubbskädda helkropp och kvicksilver i muskel.

	Torrsubstans vid 105°C (%)	As, arsenik mg/kg TS	Cd, kadmium mg/kg TS	Co, kobolt mg/kg TS	Cr, krom mg/kg TS	Cu, koppar mg/kg TS	Hg, kvicksilver mg/kg TS	Mn, mangan mg/kg TS	Ni, nickel mg/kg TS	Pb, bly mg/kg TS	Sn, tenn mg/kg TS	V, vanadin mg/kg TS	Zn, zink mg/kg TS
Arendal 31	25,5	7,01	0,0269	0,0673	0,661	4,72	0,221	8,26	0,394	0,582	0,062	0,216	88,4
Skalkorgarna 2	25,7	9,84	0,0256	0,0408	0,237	4,6	0,169	3,48	0,0739	0,251	<0.02	0,18	74,2
Brofjorden 13	28,5	5,86	0,0309	0,134	0,434	4,32	0,0801	8,71	0,226	0,554	0,0292	0,998	91,6

	As, arsenik mg/kg VV	Cd, kadmium mg/kg VV	Co, kobolt mg/kg VV	Cr, krom mg/kg VV	Cu, koppar mg/kg VV	Hg, kvicksilver mg/kg VV	Mn, mangan mg/kg VV	Ni, nickel mg/kg VV	Pb, bly mg/kg VV	Sn, tenn mg/kg VV	V, vanadin mg/kg VV	Zn, zink mg/kg VV
Arendal 31	1,89	0,00632	0,0163	0,158	1,19	0,0575	2,04	0,0996	0,151	<0.02	0,055	22,9
Skalkorgarna 2	2,58	0,00665	0,0128	0,0605	1,2	0,0458	0,946	<0.04	0,0649	<0.02	0,0481	19,8
Brofjorden 13	1,64	0,00812	0,0379	0,118	1,22	0,0227	2,45	0,064	0,16	<0.02	0,275	26,5

	Torrsubstans vid 105°C (%)	Hg, kvicksilver mg/kg TS	Hg, kvicksilver mg/kg VV
Arendal 31	21,1	0,228	0,0483
Skalkorgarna 2	20,4	0,33	0,0666
Brofjorden 13	21,7	0,123	0,0282

Appendix VI. Analysdata metaller TS och våtvikt krabbtaska

	Torrsubstans vid 105°C (%)	As, arsenik mg/kg TS	Cd, kadmium mg/kg TS	Co, kobolt mg/kg TS	Cr, krom mg/kg TS	Cu, koppar mg/kg TS	Hg, kvicksilver mg/kg TS	Mn, mangan mg/kg TS	Ni, nickel mg/kg TS	Pb, bly mg/kg TS	Sn, tenn mg/kg TS	V, vanadin mg/kg TS	Zn, zink mg/kg TS
Arendal 31/Skalkorgarna 2	25,9	77	4,84	0,592	0,44	110	0,493	9,8	0,507	0,899	0,0457	1,66	254
Danafjord 4	22,5	113	4,03	0,754	0,694	113	0,6	19,6	0,92	1,04	0,0398	3,05	237
Stenungsund E1	22,5	92,4	5,86	0,449	0,411	106	0,457	12,3	0,706	0,71	0,0332	2,2	230
Galterö 10	26,2	74,4	7,09	0,373	0,716	94,8	0,276	20,8	0,858	0,56	0,0468	1,75	246
Kosterfjorden 16	24	90,9	2,49	0,351	0,437	68,4	0,541	11,6	0,541	0,606	0,0206	1,77	193

	As, arsenik mg/kg VV	Cd, kadmium mg/kg VV	Co, kobolt mg/kg VV	Cr, krom mg/kg VV	Cu, koppar mg/kg VV	Hg, kvicksilver mg/kg VV	Mn, mangan mg/kg VV	Ni, nickel mg/kg VV	Pb, bly mg/kg VV	Sn, tenn mg/kg VV	V, vanadin mg/kg VV	Zn, zink mg/kg VV
Arendal 31/Skalkorgarna 2	21,7	1,25	0,153	0,12	28,9	0,131	2,61	0,127	0,227	<0,02	0,441	69,5
Danafjord 4	26,9	0,874	0,165	0,154	25,5	0,131	4,55	0,217	0,232	<0,02	0,693	54,1
Stenungsund E1	21,9	1,29	0,1	0,094	23,9	0,1	2,92	0,156	0,157	<0,02	0,505	52,5
Galterö 10	21,3	1,87	0,101	0,185	25,2	0,0773	5,41	0,213	0,143	<0,02	0,467	66,9
Kosterfjorden 16	21,5	0,588	0,0882	0,112	16,9	0,122	2,95	0,142	0,147	<0,02	0,431	46,1

Appendix VII. Analysdata ftaltater, fenoler, etoxilater, PAH, blåmussla

		Arendal 31	Skalkorgarna 2	Danafjord 4	Stenungsund E1	Galterö 10	Kungsviken 11
Torrsvikt	%	14,9	16,5	18,3	18,7	21,7	20,1
Fetthalt	g/100g	0,81	0,7	1,1	0,99	1,7	1,3
naftalen	mg/kg	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
acenaftalen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
acenaften	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fluoren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fenantren	mg/kg	0,0014	0,0015	<0.0010	0,0014	0,0023	0,0022
antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fluoranten	mg/kg	0,0041	0,0039	0,0015	0,0019	0,0028	0,0048
pyren	mg/kg	0,0033	0,0031	0,0012	0,0016	0,0022	0,0033
bens(a)antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
krysen	mg/kg	0,0016	0,0012	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(b)fluoranten	mg/kg	0,0014	0,0011	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(k)fluoranten	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(a)pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
dibenso(ah)antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
benso(ghi)perylene	mg/kg	<0.0010	0,0013	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Indeno(123cd)pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
summa PAH 16	mg/kg	0,0118	0,0121	0,0027	0,0049	0,0073	0,0103
summa cancerogena PAH	mg/kg	0,003	0,0023	<0.0035	<0.0035	<0.0035	<0.0035
summa övriga PAH	mg/kg	0,0088	0,0085	0,0027	0,0049	0,0073	0,0103
4-n-nonylfenol	µg/kg	<15	<15	<15	<15	<15	<15
4-nonylfenol-monoetoxilat	µg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100
4-nonylfenol-dietoxilat	µg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100
4-nonylfenol-trietoxilat	µg/kg	<2000	<2500	<2000	<2000	<2500	<5000
4-tert-oktylfenol-monoetoxilat	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-tert-oktylfenol-dietoxilat	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-tert-oktylfenol-trietoxilat	µg/kg	<10	<10	<20	<10	<20	19
4-t-butylfenol	µg/kg	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
4-tert-pentylfenol	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
bisfenol A	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
pentaklorfenol	µg/kg	<3	<3	<3	<3	<3	<3
4-tert-oktylfenol	µg/kg	<15	<15	<15	<15	<15	<15
4-nonylfenoler (teknisk blandning)	µg/kg	<120	<120	<120	<120	<120	<120
Dimetylftalat	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
Dietylftalat	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-propylftalat DPrP	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-butylftalat DBP	µg/kg	<500	<500	<1000	<500	<1000	<1000
di-iso-butylftalat (DIBP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-pentylftalat (DNPP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-oktylftalat (DNOP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di(2-etylhexyl)ftalat DEHP	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
butylbensylftalat (BBP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-cyklohexylftalat (DCP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250

Miljögifter i biota och vatten 2021

Appendix VII. Fortsättning. Analysdata ftaltater, fenoler, etoxilater, PAH, blåmussla.

		Gullmarn Inre 12	Gullman Yttre 12a	Brofjorden 13	Fisketången 17	Kosterfjorden 16	Strömstad Furholmen
Torrsvikt	%	21,1	17,5	18,9	20,6	18,3	19,6
Fetthalt	g/100g	0,96	0,66	1,2	1,5	0,87	1
naftalen	mg/kg	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015	<0.0015
acenaftylen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
acenaften	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fluoren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fenantren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0014	0,001	<0.0010
antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fluoranten	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,002	0,0014	0,0015
pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0014	0,0011	0,0013
bens(a)antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
krysen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(b)fluoranten	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(k)fluoranten	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(a)pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
dibenso(ah)antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
benso(ghi)perylene	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Indeno(123cd)pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
summa PAH 16	mg/kg	<0.00825	<0.00825	<0.00825	0,0048	0,0035	0,0028
summa cancerogena PAH	mg/kg	<0.0035	<0.0035	<0.0035	<0.0035	<0.0035	<0.0035
summa övriga PAH	mg/kg	<0.00475	<0.00475	<0.00475	0,0048	0,0024	0,0028
4-n-nonylfenol	µg/kg	<15	<15	<15	<15	<15	<15
4-nonylfenol-monoetoxilat	µg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100
4-nonylfenol-dietoxilat	µg/kg	<100	<100	<100	<100	<100	<100
4-nonylfenol-trietoxilat	µg/kg	<2500	<2000	<1500	<1500	<1500	<1000
4-tert-oktylfenol-monoetoxilat	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-tert-oktylfenol-dietoxilat	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-tert-oktylfenol-trietoxilat	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-t-butylfenol	µg/kg	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
4-tert-pentylfenol	µg/kg	<10	<10	<10	<10	<10	<10
bisfenol A	µg/kg	<10	<10	11	<10	<10	<10
pentaklorfenol	µg/kg	<3	<3	<3	<3	<3	<3
4-tert-oktylfenol	µg/kg	<15	<15	<15	<15	<15	<15
4-nonylfenoler (teknisk blandning)	µg/kg	<120	<120	<120	<120	<120	<120
Dimetylftalat	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
Dietylftalat	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-propylftalat DPrP	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-butylftalat DBP	µg/kg	<500	<250	<500	<1000	<250	250
di-iso-butylftalat (DIBP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-pentylftalat (DNPP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-oktylftalat (DNOP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di(2-etylhexyl)ftalat DEHP	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
butylbensylftalat (BBP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250
di-cyklohexylftalat (DCP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250

Appendix VIII. Analysdata ftaltater, fenoler, etoxilater, PAH, krabbtaska helkropp

		Arendal 31/ Skalkorgarna 2	Danafjord 4	Stenungsund E1	Galterö 10	Kosterfjorden 16
Torrsvikt	%	25,9	23,3	22,4	25,6	24,2
Fetthalt	g/100g	4,4	4,1	2,9	3,6	3,5
naftalen	mg/kg	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
acenaftylen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
acenaften	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fluoren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fenantren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
fluoranten	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(a)antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
krysen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(b)fluoranten	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(k)fluoranten	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
bens(a)pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
dibenso(ah)antracen	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
benso(ghi)perylene	mg/kg	0,001	0,002	0,0018	0,0016	<0.0010
Indeno(123cd)pyren	mg/kg	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
summa PAH 16	mg/kg	0,001	0,002	0,0018	0,0016	<0.01
summa cancerogena PAH	mg/kg	<0.0035	<0.0035	<0.0035	<0.0035	<0.0035
summa övriga PAH	mg/kg	0,001	0,002	0,0018	0,0016	<0.0065
Dimetylfthalat	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250
Dietylfthalat	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-propylfthalat DPrP	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-butylfthalat DBP	µg/kg	<1000	<500	<1000	<1000	<500
di-iso-butylfthalat (DIBP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250
di-n-pentylfthalat (DNPP)	µg/kg	<10000	<5000	<10000	<5000	<5000
di-n-oktylfthalat (DNOP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250
di(2-ethylhexyl)fthalat DEHP	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250
butylbensylfthalat (BBP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250
di-cyklohexylfthalat (DCP)	µg/kg	<250	<250	<250	<250	<250

Miljögifter i biota och vatten 2021

Appendix IX. Analysdata dioxiner, PCDD/F, PCB, fetthalt skrubbskåda muskel

		Arendal 31	Skalkorgarna 2	Brofjorden 13		Recovery	Recovery	Recovery
Mängd analyserat prov (g)		70,97	62,14	53,41				
Fettvikt (g)		0,58	0,72	0,48				
<i>Dioxiner</i>								
2378 TeCDD	pg/g våtvikt	0,0061	0,016	0,0097		113%	122%	118%
12378 PeCDD	pg/g våtvikt	0,014	0,019	0,022		91%	89%	89%
123478 HxCDD	pg/g våtvikt	ND(0,011)	ND(0,013)	ND(0,015)		103%	96%	95%
123678 HxCDD	pg/g våtvikt	ND(0,011)	ND(0,015)	ND(0,014)		99%	88%	90%
123789 HxCDD	pg/g våtvikt	ND(0,011)	ND(0,013)	ND(0,015)		102%	90%	95%
1234678 HpCDD	pg/g våtvikt	0,015	0,02	0,015		89%	92%	89%
OCDD	pg/g våtvikt	0,024	0,033	0,027		88%	93%	90%
2378 TeCDF	pg/g våtvikt	0,19	0,22	0,24		92%	106%	93%
12378 PeCDF	pg/g våtvikt	0,019	0,027	0,031		93%	74%	91%
23478 PeCDF	pg/g våtvikt	0,026	0,039	0,061		90%	89%	87%
123478 HxCDF	pg/g våtvikt	ND(0,016)	ND(0,019)	ND(0,022)		102%	98%	96%
123678 HxCDF	pg/g våtvikt	ND(0,016)	ND(0,019)	ND(0,022)		104%	95%	95%
234678-HxCDF	pg/g våtvikt	ND(0,018)	ND(0,02)	ND(0,024)		105%	96%	97%
123789-HxCDF	pg/g våtvikt	ND(0,026)	ND(0,03)	ND(0,035)		99%	96%	91%
1234678 HpCDF	pg/g våtvikt	ND(0,013)	ND(0,015)	ND(0,017)		92%	95%	94%
1234789 HpCDF	pg/g våtvikt	ND(0,017)	ND(0,019)	ND(0,022)		93%	96%	86%
OCDF	pg/g våtvikt	0,020	ND(0,02)	0,058		87%	99%	87%
Toxiska ekvivalenter PCDD/F (TEQ)								
övre konc.	pg/g våtvikt	0,059	0,083	0,091				
medelvärde	pg/g våtvikt	0,0535	0,0765	0,0835				
nedre konc.	pg/g våtvikt	0,048	0,070	0,076				
<i>Indikator-PCB</i>								
#28 TrCB ^a	pg/g våtvikt	19	42	26		128%	131%	137%
#52 TeCB ^b	pg/g våtvikt	80	81	120		118%	125%	134%
#101 PeCB ^c	pg/g våtvikt	280	300	570		95%	102%	107%
#118 PeCB ^d	pg/g våtvikt	320	310	650		129%	123%	122%
#138 HxCB ^e	pg/g våtvikt	530	630	990		120%	115%	116%
#153 HxCB	pg/g våtvikt	910	990	1500		124%	114%	116%
#180 HpCB	pg/g våtvikt	240	340	430		108%	93%	92%
Σ I-PCB	pg/g våtvikt	2400	2700	4300				
<i>WHO-PCB</i>								
#77 TeCB	pg/g våtvikt	5,5	4,7	6		105%	110%	105%
#81 TeCB	pg/g våtvikt	0,28	0,22	0,24		98%	103%	99%
#126 PeCB	pg/g våtvikt	1,4	1,1	2,3		83%	85%	78%
#169 HxCB	pg/g våtvikt	0,12	0,17	0,26		103%	91%	95%
#105 PeCB ^f	pg/g våtvikt	96	91	170		127%	122%	119%
#114 PeCB	pg/g våtvikt	2,3	2,6	3,1		128%	126%	124%
#118 PeCB	pg/g våtvikt	320	310	650		129%	123%	122%
#123 PeCB	pg/g våtvikt	2,8	2,2	2,2		129%	125%	123%
#156 HxCB	pg/g våtvikt	49	58	93		116%	105%	106%
#157 HxCB	pg/g våtvikt	9	9,8	17		110%	99%	101%
#167 HxCB	pg/g våtvikt	33	35	61		114%	105%	106%
#189 HpCB	pg/g våtvikt	5,5	6,6	8,6		80%	68%	69%
Toxiska ekvivalenter PCB (TEQ)								
övre konc.	pg/g våtvikt	0,16	0,13	0,27				
medelvärde	pg/g våtvikt	0,16	0,13	0,27				
nedre konc.	pg/g våtvikt	0,16	0,13	0,27				

Appendix X. Analysdata PBDE och HCB skrubbskådade muskel

<i>Bromerade difenyletrar</i>		Arendal 31	Skalkorgarna 2	Brofjorden 13		Recovery	Recovery	Recovery
BDE #28	pg/g våtvikt	0,43	0,66	0,46		127	93	99
BDE #47	pg/g våtvikt	14	42	16		96	70	76
BDE #99	pg/g våtvikt	2,7	10	3,9		86	66	72
BDE #100	pg/g våtvikt	1,9	1,6	2,4		96	71	79
BDE #153	pg/g våtvikt	1,6	4,2	2,1		93	65	77
BDE #154	pg/g våtvikt	0,75	1,1	0,83		98	70	81

<i>Hexaklorbensen</i>		Arendal 31	Skalkorgarna 2	Brofjorden 13		Recovery	Recovery	Recovery
HCB	pg/g våtvikt	48	58	56		84	83	104

Appendix XI. Analysdata PFOS skrubbskägda muskel och HCB skrubbskägda helkropp

		Arendal 31	Skalkorgarna 2	Brofjorden 13
Torrsvikt	%	21,3	21,1	21,8
perfluoropentansyra (PFPeA)	µg/kg	<5	<5	<5
perfluorhexansyra (PFHxA)	µg/kg	<2	<2	<2
perfluoroheptansyra (PFHpA)	µg/kg	<5	<5	<5
perfluoroktansyra (PFOA)	µg/kg	<1	<1	<1
perfluorononansyra (PFNA)	µg/kg	<1	<1	<1
perfluorodekansyra (PFDA)	µg/kg	<1	<1	<1
perfluorundekansyra (PFUnDA)	µg/kg	<2	<2	<2
perfluorododekansyra (PFDoDA)	µg/kg	<2	<2	<2
perfluorbutansulfonsyra (PFBS)	µg/kg	<2	<2	<2
perfluorhexansulfonsyra (PFHxS)	µg/kg	<1	<1	<1
perfluoroktansulfonsyra (PFOS)	µg/kg	<1	<1	<1
perfluorodekan sulfonsyra (PFDS)	µg/kg	<1	<1	<1
6:2 FTS fluortelomersulfonat	µg/kg	<2	<2	<2
8:2 FTS fluortelomersulfonat	µg/kg	<2	<2	<2

		Arendal 31	Skalkorgarna 2	Brofjorden 13
Torrsvikt	%	28,4	26,6	23,5
Fetthalt	g/100g	3,4	4,7	3,8
C10-C13 (SCCP)	mg/kg	<5	<5	<5
C14-C17 (MCCP)	mg/kg	<5	<5	<5
hexaklorbutadien	mg/kg	<0.001	<0.001	<0.001

Appendix XII. Analysdata vatten PRIO

VATTEN PRIO	Paket	Enhet	Metod	Utf	Arendal 31	Danafjord 4	Stenungsund E1	Galterö 10	Kosterfjorden 16
filtrering 0,45 µm; metaller	PRIOR		11	2	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Cd	PRIOR	µg/l	11	H	0,0176	0,0137	<0.01	0,0141	<0.01
Hg	PRIOR	µg/l	11	F	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Ni	PRIOR	µg/l	11	H	0,625	0,941	0,512	0,523	0,257
Pb	PRIOR	µg/l	11	H	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cr	PRIOR	µg/l	11	H	0,346	0,275	0,114	0,0515	0,128
tributyltenn	PRIOR	ng/l	12	T	<0.04	<0.04	<0.04	0,0549	<0.04
BDE 28	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030
BDE 47	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030
BDE 99	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030
BDE 100	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030
BDE 153	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000080	<0.000080	<0.000080	<0.000080	<0.000080
BDE 154	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000080	<0.000080	<0.000080	<0.000080	<0.000080
PBDE, sum 28,47,99,100,153,154	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
hexabromcyklododekan (HBCD)	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
PFOS perfluoroktansulfonat	PRIOR	µg/l	13	5	0,00113	0,00084	0,00039	0,00021	0,00018
bensen	PRIOR	µg/l	13	5	<0.075	<0.075	<0.075	<0.075	<0.075
aklonifen	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
atrazin	PRIOR	µg/l	13	5	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200
diuron	PRIOR	µg/l	13	5	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040
irgarol (cybutryn)	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
isoproturon	PRIOR	µg/l	13	5	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040
klorfenvinfos	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
klorpyrifos	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
simazin	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200	<0.00200
diklorvos	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00100	<0.00100	<0.00100	<0.00100	<0.00100
kinoxifen	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000100	<0.000100	<0.000100	<0.000100	<0.000100
terbutryn	PRIOR	µg/l	13	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
bifenox	PRIOR	µg/l	13	5	<0.000070	<0.000070	<0.000070	<0.000070	<0.000070
pentaklorfenol	PRIOR	µg/l	13	5	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200
diklormetan	PRIOR	µg/l	13	5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
1,2-dikloreten	PRIOR	µg/l	13	5	<0.150	<0.150	<0.150	<0.150	<0.150
triklormetan (kloroform)	PRIOR	µg/l	13	5	<0.075	<0.075	<0.075	<0.075	<0.075
tetraklormetan (koltetraklorid)	PRIOR	µg/l	13	5	<0.075	<0.075	<0.075	<0.075	<0.075
trikloreten	PRIOR	µg/l	13	5	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
tetrakloreten	PRIOR	µg/l	13	5	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
hexaklorbutadien	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
pentaklorbensen	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050
hexaklorbensen	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050
alfa-HCH	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050
beta-HCH	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050
gamma-HCH (lindan)	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050	<0.000050
aldrin	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
dieldrin	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
endrin	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
isodrin	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
heptaklor	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030
cis-heptaklorepoxyd	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030
trans-heptaklorepoxyd	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030	<0.000030
alfa-endosulfan	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008	<0.00008
o,p'-DDT	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
p,p'-DDT	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
p,p'-DDD	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020	<0.00020
p,p'-DDE	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000200	<0.000200	<0.000200	<0.000200	<0.000200
DDT, summa	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00040	<0.00040	<0.00040	<0.00040	<0.00040
alaklor	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
trifluralin	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
1,2,3-triklorbensen	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
1,2,4-triklorbensen	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
1,3,5-triklorbensen	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
triklorbensener, summa	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050	<0.00050
cypermetrin	PRIOR	µg/l	14	5	<0.000015	<0.000015	<0.000015	<0.000015	<0.000015
dikofol	PRIOR	µg/l	14	5	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010

Appendix XII. Fortsättning. Analysdata vatten PRIO

VATTEN PRIO	Paket	Enhet	Metod	Utf	Arendal 31	Danafjord 4	Stenungsund E1	Galterö 10	Kosterfjorden 16
naftalen	PRIO	µg/l	14	5	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
antracen	PRIO	µg/l	14	5	0,0003	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030
fluoranten	PRIO	µg/l	14	5	0,00285	0,00234	0,00231	0,00238	0,00205
bens(b)fluoranten	PRIO	µg/l	14	5	0,00196	0,00186	0,00188	0,00226	0,00234
bens(k)fluoranten	PRIO	µg/l	14	5	0,001	0,00095	0,00094	0,00121	0,00117
bens(a)pyren	PRIO	µg/l	14	5	0,000797	0,000691	0,000579	0,000715	0,000215
benso(ghi)perylene	PRIO	µg/l	14	5	0,00128	0,00124	0,00121	0,00132	0,00126
indeno(123cd)pyren	PRIO	µg/l	14	5	0,00101	0,0012	0,00122	0,00152	0,0016
di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	PRIO	µg/l	14	5	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200	<0.200
2,3,7,8-tetraCDD	PRIO	ng/l	15	4	<0.000035	<0.0017	<0.0021	<0.0014	<0.0021
1,2,3,7,8-pentaCDD	PRIO	ng/l	15	4	<0.000052	<0.0042	<0.0035	<0.0035	<0.0031
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	PRIO	ng/l	15	4	<0.0034	<0.0052	<0.0056	<0.0073	<0.0056
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	PRIO	ng/l	15	4	<0.0024	<0.0031	<0.004	<0.0052	<0.0041
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	PRIO	ng/l	15	4	<0.0023	<0.003	<0.0038	<0.005	<0.0039
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	PRIO	ng/l	15	4	<0.01	<0.0046	<0.0061	<0.0093	<0.0073
oktakilordibensodioxin	PRIO	ng/l	15	4	<0.014	<0.0046	<0.017	<0.03	<0.03
2,3,7,8-tetraCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.0064	<0.002	<0.002	<0.0021	<0.0025
1,2,3,7,8-pentaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.014	<0.0027	<0.0038	<0.0033	<0.0035
2,3,4,7,8-pentaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.016	<0.0034	<0.0032	<0.0036	<0.0033
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.0048	<0.0026	<0.0036	<0.0046	<0.0037
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.0042	<0.0024	<0.0029	<0.0028	<0.0031
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.0041	<0.0032	<0.0039	<0.0036	<0.0044
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.0046	<0.0029	<0.0037	<0.005	<0.0036
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.0031	<0.0035	<0.0047	<0.0065	<0.0059
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	PRIO	ng/l	15	4	<0.0031	<0.0058	<0.0058	<0.0077	<0.0064
oktakilordibensofuran	PRIO	ng/l	15	4	<0.0025	<0.0036	<0.013	<0.023	<0.023
sum WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	PRIO	ng/l	15	4	0	0	0	0	0
sum WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	PRIO	ng/l	15	4	0,0043	0,0048	0,0049	0,0049	0,0048
PCB 77	PRIO	ng/l	15	4	<0.023	<0.032	<0.05	<0.085	<0.049
PCB 81	PRIO	ng/l	15	4	<0.03	<0.044	<0.068	<0.15	<0.061
PCB 126	PRIO	ng/l	15	4	<0.023	<0.025	<0.04	<0.04	<0.041
PCB 169	PRIO	ng/l	15	4	<0.023	<0.028	<0.069	<0.081	<0.066
PCB 105	PRIO	ng/l	15	4	<0.16	<0.12	<0.67	<0.17	<0.12
PCB 114	PRIO	ng/l	15	4	<0.088	<0.091	<0.17	<0.13	<0.13
PCB 118	PRIO	ng/l	15	4	<0.088	<0.09	<0.14	<0.13	<0.67
PCB 123	PRIO	ng/l	15	4	<0.076	<0.083	<0.086	<0.13	<0.046
PCB 156	PRIO	ng/l	15	4	<0.11	<0.11	<0.2	<0.16	<0.38
PCB 157	PRIO	ng/l	15	4	<0.13	<0.14	<0.18	<0.14	<0.16
PCB 167	PRIO	ng/l	15	4	<0.092	<0.095	<0.078	<0.13	<0.043
PCB 189	PRIO	ng/l	15	4	<0.098	<0.11	<0.078	<0.15	<0.05
sum WHO-PCB-TEQ lowerbound	PRIO	ng/l	15	4	0	0	0	0	0
sum WHO-PCB-TEQ upperbound	PRIO	ng/l	15	4	0,0009	0,001	0,0018	0,002	0,0019
klorparaffiner (C10-C13) SCCP	PRIO	µg/l	16	4	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
TOC	PRIO	mg/l	17	4	4,15	3,3	3,27	2,41	1,95
DOC	PRIO	mg/l	18	4	3,56	3,21	2,42	2,31	1,66
4-tert-oktylfenol	PRIO	µg/l	19	4	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
4-tert-OF-monoetoxilat	PRIO	µg/l	19	4	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
4-tert-OF-dietoxilat	PRIO	µg/l	19	4	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
4-tert-OF-trietoxilat	PRIO	µg/l	19	4	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
4-nonylfenoler (tekn blandning)	PRIO	µg/l	19	4	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100
4-NF-monoetoxilat	PRIO	µg/l	19	4	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100
4-NF-dietoxilat	PRIO	µg/l	19	4	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100
4-NF-trietoxilat	PRIO	µg/l	19	4	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100

Appendix XII. Fortsättning. Metod och utförare PRIO.

Metod	
10	VATTEN PRIO
11	Metaller enligt VATTEN PRIO. Bestämning av metaller utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Analys av Hg med AFS har skett enligt SS-EN ISO 17852:2008. Rev 2016-10-27
12	Bestämning av TBT, tributyltenn, enligt metod EN ISO 17353. Mätning utförs med GC-ICP-SFMS. Rev 2014-08-29
13	Vatten PRIO. Mätning utförs med GC-MSMS/GC-MS SIM HS eller LC-HRAM-MS/LC-MSMS. Rev 2017-10-20
14	Vatten PRIO. Mätning utförs med GC-MSMS/GC-MS SIM HS eller LC-HRAM-MS/LC-MSMS. Rev 2017-10-20
15	Paket OV-22 och OV-28. Bestämning av dioxiner och furaner enligt metod baserad på US EPA 1613. Mätning utförs med högupplösande GC-MS. Sum WHO-PCDD/F-TEQ är resultat som toxiska ekvivalenter enligt WHO 2005 Bestämning av dioxinlika polyklorerade bifenyl, PCB (12 kongener), enligt metod baserad på EPA 1668. Mätning utförs med högupplösande GC-MS. Sum WHO-PCB-TEQ är resultat som summa toxiska ekvivalenter enligt WHO 2005. Rev 2014-02-24
16	Bestämning av klorparaffiner, SCCP C10-C13, med GC-MS. Rev 2017-09-15
17	Bestämning av TOC med IR detektion enligt metod baserad på CSN EN 1484 och CSN EN 16192, SM 5310. Rev 2020-09-17
18	Bestämning av DOC med IR detektion enligt metod baserad på CSN EN 1484 och CSN EN 16192, SM 5310. Rev 2018-09-20
19	Paket OV-18E. Bestämning av nonyfenol, oktylfenol och -etoxilater enligt metod baserad på ISO 18857-2. Mätning utförs med GC-MS. Rev 2016-04-25
F	Mätningen utförd med AFS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
J	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
T	GC-ICP-QMS
Utf	
F	Mätningen utförd med AFS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
H	Mätningen utförd med ICP-SFMS För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
J	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
R	Mätningen utförd med ICP-AES För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
T	GC-ICP-QMS
1	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
2	För mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).
3	För mätningen svarar GBA, Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg, Tyskland, som är av det tyska ackrediteringsorganet DAkkS ackrediterat laboratorium (Reg.nr. D-PL-14170-01-00). DAkkS är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade på följande adresser: Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg Daimlering 37, 31135 Hildesheim Brekelbaumstraße 1, 31789 Hameln Im Emscherbruch 11, 45699 Hertel Bruchstraße 5c, 45883 Gelsenkirchen Meißner Ring 3, 09599 Freiberg Goldtschmidtstraße 5, 21073 Hamburg Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.
4	För mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfé 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i: Prag, Na Harfé 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 01 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.
5	För mätningen svarar ALS Environmental, Torrington Avenue, Coventry, CV4 9GU, United Kingdom

Appendix XIII. Analysdata vatten SFÅ.

VATTEN SFÅ	Paket	Enhet	Metod	Utf	Arendal 31	Danafjord 4	Stenungsund E1	Galterö 10	Kosterfjorden 16
filtrering 0,45 µm; metaller	SFÅ		2	2	ja	ja	Ja	Ja	Ja
As	SFÅ	µg/l	2	H	2,51	1,5	1,13	1,11	1,39
Cu	SFÅ	µg/l	2	H	1,08	0,72	0,69	0,58	0,507
Zn	SFÅ	µg/l	2	H	2,17	1,23	2,43	1,03	<1
U	SFÅ	µg/l	2	H	1,3	1,47	2,18	2,24	2,74
Ca	SFÅ	mg/l	2	R	162	166	279	279	372
Mg	SFÅ	mg/l	2	R	461	474	808	804	1080
krom, Cr 6+	SFÅ	mg/l	3	1	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
pH	SFÅ		4	J	7,9	8,1	8	8	8
ammoniak-kväve (20°C)	SFÅ	mg/l	5	3	0,0033	0,003	0,0062	0,0057	0,0018
klorparaffiner (C14-C17)									
MCCP	SFÅ	µg/l	6	3	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.10
glyfosat	SFÅ	µg/l	7	4	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
AMPA	SFÅ	µg/l	7	4	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
PCB 28	SFÅ	µg/l	8	4	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110
PCB 52	SFÅ	µg/l	8	4	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110
PCB 101	SFÅ	µg/l	8	4	<0.000750	<0.000750	<0.000750	<0.000750	<0.000750
PCB 118	SFÅ	µg/l	8	4	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110
PCB 138	SFÅ	µg/l	8	4	<0.00120	<0.00120	<0.00120	<0.00120	<0.00120
PCB 153	SFÅ	µg/l	8	4	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110	<0.00110
PCB 180	SFÅ	µg/l	8	4	<0.000950	<0.000950	<0.000950	<0.000950	<0.000950
PCB, summa 7	SFÅ	µg/l	8	4	<0.0037	<0.0037	<0.0037	<0.0037	<0.0037
PCB, summa 6	SFÅ	µg/l	8	4	<0.0031	<0.0031	<0.0031	<0.0031	<0.0031
bentazon	SFÅ	µg/l	9	5	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
2,4-DP (diklorprop)	SFÅ	µg/l	9	5	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200
kloridazon	SFÅ	µg/l	9	5	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040
MCPA	SFÅ	µg/l	9	5	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200
MCPP (mekoprop-isomerer)	SFÅ	µg/l	9	5	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200	<0.0200
metribuzin	SFÅ	µg/l	9	5	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040	<0.0040
metsulfuronmetyl	SFÅ	µg/l	9	5	<0.0400	<0.0400	<0.0400	<0.0400	<0.0400

Metod	Utf
1 VATTEN SFÅ.	
2 Metaller enligt VATTEN SFÅ. Bestämning av metaller utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml. Detta gäller dock ej prov som varit surgjort vid ankomst till laboratoriet. Analys med ICP-SFMS har skett enligt SS EN ISO 17294-1, 2 (mod) samt EPA-metod 200.8 (mod). Analys med ICP-AES har skett enligt SS EN ISO 11885 (mod) samt EPA-metod 200.7 (mod). Rev 2016-10-27	
3 Bestämning av Krom (VI) enligt SS EN ISO 18412:2006, utg. 1 alternativt SS-EN ISO/TS 15923-2:2017 (diskret analys). Krom (VI) ger rödviolett färg med difenylkarbazid i sur lösning. Färgen bestäms spektrofotometriskt. Filtrering av prover genom 0,45 µm sprutfilter ingår i metoden. Prov för bestämning av Krom (VI) bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±15% vid 0,05 mg/l och ±10% vid 0,5 mg/l Rev 2019-05-13	
4 Bestämning av pH enligt SS-EN ISO 10523:2012, utg. 1. Prov för bestämning av pH bör inkomma till laboratoriet så snart som möjligt efter provtagning då denna parameter är tidskänslig. Bestämning bör ske inom 24 timmar efter provtagning enligt standard SS-EN ISO 5667-3:2018 utg 4. Mätosäkerhet (k=2): Renvatten: ±0,21 vid pH 6,87 och ±0,33 vid pH 11 Avloppsvatten: ±0,21 vid pH 6,87 och ±0,33 vid pH 11 Rev 2020-01-24	
5 Beräkning av ammoniak-kväve från ammonium-kväve. Bestämning av ammonium-kväve med CFA enligt metod DIN EN ISO 11732 (E23). Rev 2016-12-20	
6 Bestämning av klorparaffiner enligt metod ISO 12010. Mätning utförs med GC-MS. Rev 2016-10-27	
7 Bestämning av glyfosat och AMPA. Mätning utförs med LC-MS-MS. Rev 2014-02-18	
8 Paket OV-2A. Bestämning av polyklorerade bifenyl PCB (7st). Mätning utförs med GC-MS. Rev 2019-06-19	
9 Vatten SFÅ. Mätning utförs med GC-MSMS eller LC-HRAM-MS/LC-MSMS.	
Utf	
F Mätningen utförd med AFS	
H Mätningen utförd med ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).	
J Mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).	
R Mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).	
T Mätningen utförd med ICP-AES	
T GC-ICP-QM5	
1 Mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Box 700, 182 17 Danderyd som är av det svenska ackrediteringsorganet SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).	
2 Mätningen svarar ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, som är av SWEDAC ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 2030).	
3 Mätningen svarar GBA, Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg, Tyskland, som är av det tyska ackrediteringsorganet DAkkS ackrediterat laboratorium (Reg.nr. D-PL-34170-01-00). DAkkS är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade på följande adresser: Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg Daimlerring 37, 31135 Hildesheim Breitelbaumstraße 1, 31789 Hameln Im Emscherbruch 11, 45699 Herten Bruchstraße 5c, 45883 Gelsenkirchen Meißner Ring 3, 09599 Freiberg Goldtschmidtstraße 5, 21073 Hamburg Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.	
4 Mätningen svarar ALS Laboratory Group, Na Harfē 9/336, 190 00, Prag 9, Tjeckien, som är av det tjeckiska ackrediteringsorganet CAI ackrediterat laboratorium (Reg.nr. 1163). CAI är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade i: Prag, Na Harfē 9/336, 190 00, Praha 9, Ceska Lipa, Bendlova 1687/7, 470 01 Ceska Lipa, Pardubice, V Raji 906, 530 02 Pardubice. Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.	
5 Mätningen svarar ALS Environmental, Torrington Avenue, Coventry, CV4 9GU, United Kingdom	



Miljögifter i biota och vatten 2021

Framtagen för: Bohuskustens Vattenvårdsförbund (BVVF)

Johanna Bergkvist & Marina Magnusson
Marine Monitoring AB

ISBN: 978-91-87107-50-4

MARINE MONITORING AB

Strandvägen 9, 453 30, Lysekil

Tel +46 523-101 82 | Mobil 0702 565 551

E-post info@marine-monitoring.se | www.marine-monitoring.se