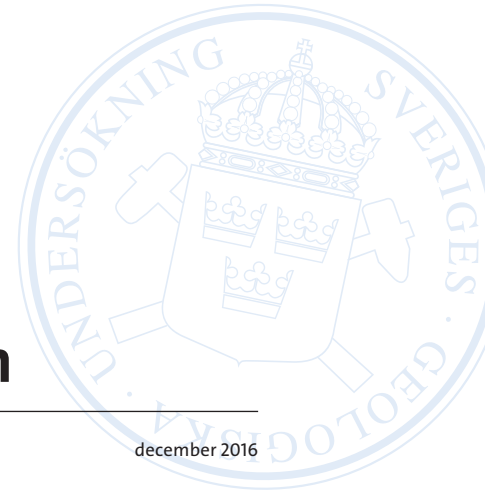


Miljöföroreningar i sediment vid Blekinges kust och i Hanöbukten

Sarah Josefsson

december 2016



SGU-rapport 2016:22



SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Ändring genomförd 22 april 2021

Sidan 7: Figur 1 borttagen ur
rapporten på grund av sekretess.

Omslagsbild: Haväng
Foto: Sarah Josefsson

Sveriges geologiska undersökning
Box 670, 751 28 Uppsala
tel: 018-17 90 00
fax: 018-17 92 10
e-post: sgu@sgu.se
www.sgu.se

INNEHÅLL

Sammanfattning	4
Abstract	5
Bakgrund	6
Provtagning och analyser	6
Provtagning och provtagningsplatser	6
Analyser	8
Bedömning av miljö kvalitet	10
Resultat miljö kemisk status	11
Organiska miljö föroreningar	11
DDT:er	12
HCB	15
HCH:er	16
Klordaner	18
PCB:er	19
PAH:er	21
PBDE:er	25
Sammanfattning av miljö kemisk status för organiska föroreningar	27
Metaller	28
Arsenik	29
Kadmium	29
Kobolt	31
Krom	32
Koppar	33
Kvicksilver	34
Nickel	35
Bly	36
Zink	37
Sammanfattning av miljö kemisk status för metaller	38
Slutsatser	39
Referenser	40

SAMMANFATTNING

Den här rapporten ger en översikt över halterna av miljöföroreningar i sediment vid Blekinges kust och i Hanöbukten. Undersökningen baseras på sedimentprover som Sveriges geologiska undersökning (SGU) har tagit under perioden 1994 till 2014. Proverna har analyserats för organiska miljöföroreningar, däribland diklordifenyltriklorethan (DDT), hexaklorbensen (HCB), hexaklorcyklohexaner (HCH:er), klordaner, polyklorerade bifenyler (PCB:er), polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er) och polybromerade difenyletrar (PBDE:er). De grundämnen som analyserats är arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn). Miljöstatusen har bedömts utifrån föroreningshalterna enligt bedömningsgrunder från Naturvårdsverket och effektbaserade gränsvärden från Havs- och vattenmyndigheten (HaV). Resultaten har även jämförts med halter i utsjösediment längs Sveriges kust för att utvärdera om området har förhöjda halter jämfört med andra utsjöområden.

Bland de organiska föroreningarna förekommer DDT:er, klordaner, HCH:er och PAH:er i halter som i en del sedimentprover bedöms som mycket höga. Halterna av DDT:er och PAH:er i utsjösediment i området ligger relativt högt jämfört med många andra utsjöstationer inom den nationella miljöövervakningen. Klordan- och HCH-halterna är däremot inte förhöjda jämfört med andra utsjösediment i Egentliga Östersjön och södra Östersjön. Mycket höga halter av DDT:er uppmättes i sediment i Ronnebyfjärden, och förhållandet mellan DDT och nedbrytningsprodukter i provet tyder på att föroreningen inte har hunnit brytas ner, det vill säga utsläppet har troligtvis skett relativt nyligen före provtagningen. För klordaner förekommer de högsta halterna i Pukaviksbukten, medan HCH-halterna generellt är högst i de västra delarna av området, det vill säga nära Sandhammaren, i Valjeviken och Pukaviksbukten. PAH-halterna är högst i sediment nära Karlskrona samt i ett prov från Pukaviksbukten.

HCB och PCB₇ förekommer i halter som bedöms som medelhöga till höga. HCB-halterna är relativt jämna i området och halten på miljöövervakningsstationen ute på öppet hav i utsjön är bland de lägsta av de 16 nationella stationerna. PCB₇ har inte heller en förhöjd halt i utsjön jämfört med stationer i Egentliga Östersjön och södra Östersjön, däremot är halterna generellt högre i kustnära sediment nära större samhällen. Även PBDE-halterna verkar vara högre i kustnära sediment, men resultaten är mer osäkra eftersom färre antal prover har analyserats för PBDE.

Av de undersökta metallerna förekommer arsenik, kobolt, krom och nickel i relativt låga halter. För kadmium, koppar, kvicksilver, bly och zink kan halterna vara höga eller mycket höga i förhållande till jämförvärden. De högsta halterna, i synnerhet av kvicksilver och bly, förekommer i sediment i närheten av Karlskrona. Även sediment från Ronnebyfjärden har förhöjda halter av ett flertal metaller. Kadmium avviker från övriga metaller eftersom de högsta halterna, som överskrider det effektbaserade gränsvärdet för sediment, förekommer i Valjeviken och Pukaviksbukten följt av Gåsefjärden. Med undantag av dessa platser är det sediment nära Karlskrona och i Ronnebyfjärden som har högst kadmiumhalter.

Sedimentproven som har undersökts i den här rapporten har samlats in under olika projekt, men har analyserats för samma grunduppsättning av ämnen, vilket är välkända föroreningar som har orsakat och fortfarande orsakar problem i miljön. I framtida undersökningar skulle det vara bra att utöka analyserna till att omfatta fler, potentiellt miljöpåverkande, föroreningar för att även kunna utvärdera föroreningsituationen för dessa ämnen i Hanöbukten och närliggande områden.

ABSTRACT

This report provides an overview of the levels of environmental contaminants in the sediments along the coast of Blekinge and in the Hanö Bight. The investigation is based on sediment sampled by the Geological Survey of Sweden (SGU) 1994–2014. The sediment samples have been analysed for organic contaminants, including dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT), hexachlorobenzene (HCB), hexachlorocyclohexanes (HCHs), chlordanes, polychlorinated biphenyls (PCBs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs). Analysed elements include arsenic (As), cadmium (Cd), cobalt (Co), chromium (Cr), copper (Cu), mercury (Hg), nickel (Ni), lead (Pb) and zinc (Zn). The environmental status has been evaluated based on contaminant levels using a classification system from the Swedish Environmental Protection Agency and effect-based assessment criteria from the Swedish Agency for Marine and Water Management (HaV). The results have also been compared to levels in offshore sediment along the Swedish coast to evaluate if the area has elevated levels compared to other offshore areas.

Among the organic contaminants, DDTs, chlordanes, HCHs and PAHs occur in levels that in some sediment samples are considered as very high. Levels of DDTs and PAHs in offshore sediment in the area are relatively high compared to many other offshore stations in the national environmental monitoring. Levels of chlordanes and HCHs are not elevated compared to other offshore stations in the Baltic Proper and Southern Baltic. Very high levels of DDTs were found in sediment in the estuary of Ronneby, and the ratio between DDT and its degradation products indicate that the contamination has not had time to degrade, that is, the release has probably occurred relatively recently before the sampling. For chlordanes, the highest levels occur in the Pukavik Bight, while the HCH levels are generally highest in the western part of the area, i.e. close to Sandhammaren, in the Valje Bay and in the Pukavik Bight. The highest PAH levels are found in sediment in the vicinity of Karlskrona and in one sample from the Pukavik Bight.

HCB and PCB₇ occur in levels that are considered medium high to high. The HCB levels are relatively even throughout the area, and the level at the offshore sediment monitoring station is among the lowest of the 16 national stations. Neither is PCB₇ elevated at the offshore monitoring station compared to other stations in the Baltic Proper and Southern Baltic, but the levels are elevated in coastal sediment close to more densely populated areas. Levels of PBDEs also appear higher in coastal sediments, but the results are more uncertain because fewer samples have been analysed for PBDE.

Among the investigated metals, arsenic, cobalt, chromium and nickel occur in relatively low levels. For cadmium, copper, mercury, lead and zinc, levels are high to very high in some samples. The highest levels occur in sediment in the vicinity of Karlskrona, especially for mercury and lead. Sediment from the Ronneby Estuary also contains high levels of several metals. Cadmium has a different pattern from other metals. The highest cadmium levels, exceeding effect-based assessment criteria, occur in the Valje Bay, the Pukavik Bight and the Gåse Estuary. Apart from these areas, the highest levels occur in sediment in the vicinity of Karlskrona and in the Ronneby Estuary.

The sediments investigated in this report have been sampled within different projects but have been analysed for the same setup of substances, which are well-known contaminants that have caused and are still causing environmental problems. Preferably, future investigations should broaden the analyses to also encompass emerging contaminants, in order to better evaluate the environmental status of these substances in the Hanö Bight and surrounding areas.

BAKGRUND

Som ett led i Havs- och vattenmyndighetens (HaV:s) arbete med att genomföra en hållbar havsplanering i Sverige tar Sveriges geologiska undersökning (SGU) fram kunskaps- och planeringsunderlag för den marina miljön. Denna rapport presenterar kunskap om halterna av miljöföreningar i sediment längs Blekinges kust och i Hanöbukten och är tänkt att fungera som ett stöd i HaV:s regeringsuppdrag i Hanöbukten, samt för regional och lokal planering. Arbetet med rapporten har medfinansierats av Havs- och vattenmyndigheten genom anslag 1:12 *Åtgärder för havs- och vattenmiljö*. Målet med rapporten är att utveckla haltkartor över ett flertal organiska föreningar och metaller i sediment i området och utvärdera resultaten. Arbetet baseras på sedimentprover som SGU har tagit och analyserat under perioden 1994 till 2014. Genom att se på hur halterna varierar i det undersökta området är det möjligt att identifiera särskilt förorenade områden, göra kopplingar mellan föroreningshalter i kustnära områden och utsjösediment, samt att rekommendera platser där fler eller fördjupade undersökningar bör utföras. Hanöbukten är ett havsområde där olika problem har uppmärksamats de senaste åren, inklusive minskat fiskbestånd, ökad frekvens av sårskador på fisk och brunare vatten (Havs- och vattenmyndigheten 2013b). Undersökningar från 2016 av reproduktionen hos det bottenlevande kräftdjuret vitmärta visar på förhöjd frekvens av missbildade embryon i Hanöbukten (Ledesma & Sundelin 2016). Orsaken till de observerade problemen är oklar.

Sediment är en viktig del av den akvatiska miljön, bland annat för transport av miljöföreningar. Många organiska föreningar och metaller binder till partiklar och sedimenterar till botten av sjöar och hav där de blir en del av bottensedimenten. På ackumulationsbottnar sker en kontinuerlig sedimentation och havsbotten byggs ständigt upp med nya lager partiklar. Olika djup i sedimenten återspeglar olika tidsperioder, och sedimenten kan fungera som ett miljöarkiv över föroreningsnivåer genom tiderna i ett område. Havsbottens översta lager, ytsedimenten, ger en bild av föroreningssituationen de senaste åren. Sediment är ett bra material för mätning av många miljöföreningar då de flesta miljöföreningar av intresse är svårnedbrytbara och därför finns kvar i miljön länge. Eftersom sedimentet ackumuleras under en längre tid blir resultatet ett integrerat mått på halterna av miljöföreningar under den tiden. Många föreningar, i synnerhet organiska föreningar, har dessutom egenskaper som gör att de ansamlas i organiskt material i djur och sediment.

PROVTAGNING OCH ANALYSER

Provtagning och provtagningsplatser

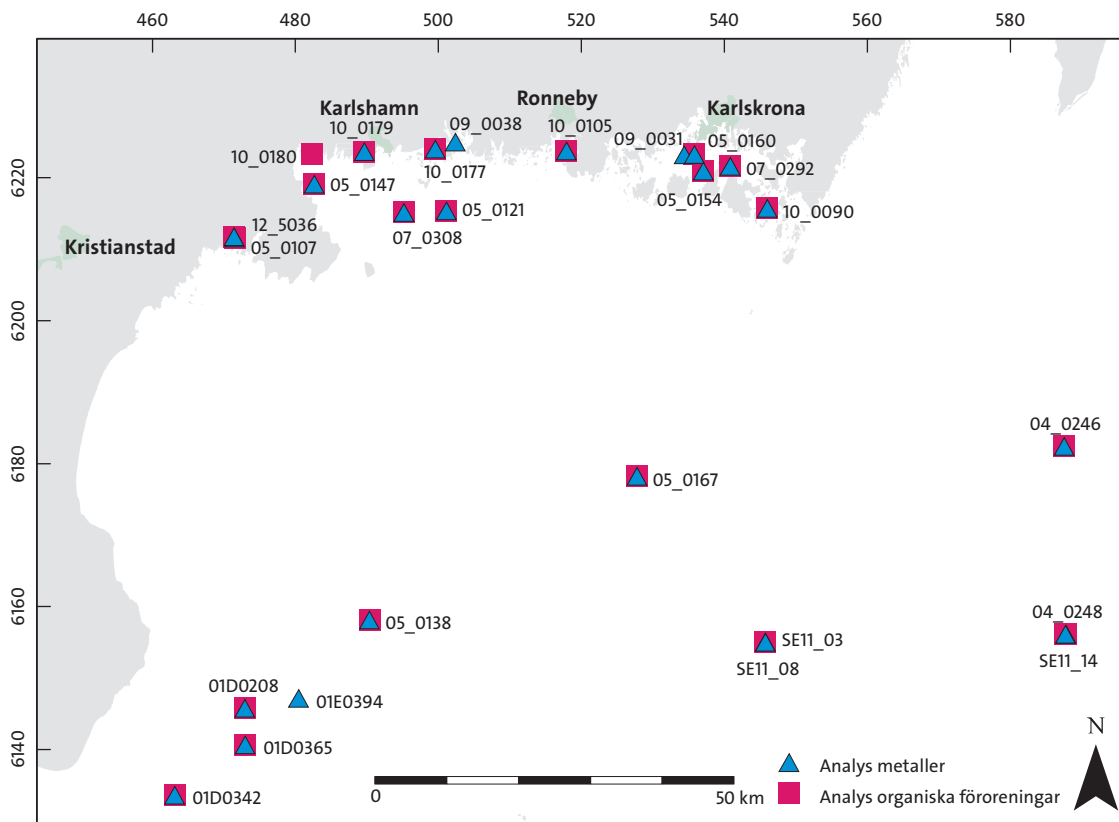
Sedimentproverna som sammanställs och utvärderas i denna rapport har tagits av SGU i olika fältstudier mellan 1994 och 2014. Proverna är tagna i områden med ackumulationsbottnar, det vill säga där vattnets strömhastighet är så låg att finkornigt material sedimenterar. Eftersom miljöföreningar brukar fastna på partikelytor eller organiskt material är det finkornigt sediment som bör provtas när miljöföreningar ska analyseras. Områden med recenta finkorniga sediment (postglacial lera, gyttjelera och lergyttja) finns längs Blekinges kust och i utsjön i Hanöbukten samt längre österut i Bornholmshavet. Det är inom dessa områden som sedimentprov för miljökemisk analys har kunnat tas (figur 2–4). Längs Skånes östkust är däremot sedimenten mer grovkorniga och det har därför inte varit möjligt att lokalisera lämpliga platser för miljökemisk provtagning i detta område, som utgör en stor del av problemområdet i Hanöbukten (Havs- och vattenmyndigheten 2013b). Totalt har 26 prover tagits; organiska föreningar har analyserats i 23 av proverna, medan metaller har analyserats i 25 av proverna (tabell 1). Att antalet analyserade ämnen varierar beror på att olika fältstudier haft olika frågeställningar.

Provtagning har skett från SGUs fartyg S/V Ocean Surveyor eller från den mer grundgående båten S/V Ugglan. I regel har prover tagits med geminiprovtagare, men vid enstaka tillfällen har även andra typer av provtagare använts (tabell 1). På alla stationer har ostörda prover av ytsediment

(0–1 cm) tagits, vilket motsvarar de mest nyligen sedimenterade partiklarna. Exakt vilket tids-
spann det motsvarar beror på ackumulationshastigheten vid de olika provtagningsplatserna. För
utsjöstationer längs Sveriges kust har ackumulationshastigheten bestämts till 3–14 mm/år (Cato
& Kjellin 2008). I Egentliga och södra Östersjön är ackumulationshastigheten av ytsediment
lägre än i Bottenviken och Bottenhavet, cirka 3 mm/år, men vid kusterna är ackumulations-
hastigheten generellt högre (Mattila m.fl. 2006). En centimeter motsvarar således de partiklar
som sedimenterat de senaste 1–4 åren, beroende på station.

Information om proverna finns i tabell 1 där de har sorterats enligt N-koordinaten från norr
till söder. En av provtagningsplatserna (SE-11 i Bornholmshavet) ingår i det nationella svenska
övervaknings- och trendprogrammet för föroreningar i sediment (SSTMP), finansierat av
Naturvårdsverket och genomfört av SGU (Apler & Josefsson 2016). Den här stationen har
provtagits under tre år: 2003, 2008 och 2014. Provet som togs 2003 har beteckningen SE11_03
medan proven från de två senare åren betecknas SE11_08 respektive SE11_14. För att undvika
påverkan från byggandet av gasledningen Nordstream tvingades stationen att flyttas efter 2008.
Därför är proverna SE11_03 och SE11_08 tagna på samma plats medan SE11_14 är taget längre
österut, nära en plats som provtogs 2004 (04_0248).

Endast ett prov har analyserats från varje plats, förutom för SE11_08 och SE11_14. Där har
analyser av metaller gjorts på sju prover tagna inom en radie av 50 m från stationens mittpunkt.
De metallresultat som redovisas i rapporten är medelvärden av dessa prover. För dessa två stationer
samlades även proverna för organiska ämnen in från sju platser, men har slagits ihop till ett
samlingsprov per station innan analys.



Figur 2. Översikt över provtagningsplatserna för sedimentproverna i det undersökta området. För de flesta proverna har både metaller och organiska föroreningar analyserats.

Analys

Sedimentproverna har analyserats för organiska föroreningar och grundämnen, inklusive metaller, på olika laboratorier. Listan över analyserade ämnen varierar mellan proverna, men de organiska föroreningar som har analyserats omfattar alltid diklordifenyltrikloreteran (DDT), hexaklorbensenen (HCB), hexaklorcyklohexaner (HCH:er), klordaner, polyklorerade bifenyler (PCB:er) och polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er). För en majoritet av proverna har även polybromerade difenyletrar (PBDE:er) analyserats. För grundämnen analyseras ett brett spektrum av ämnen, däribland alltid arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn).

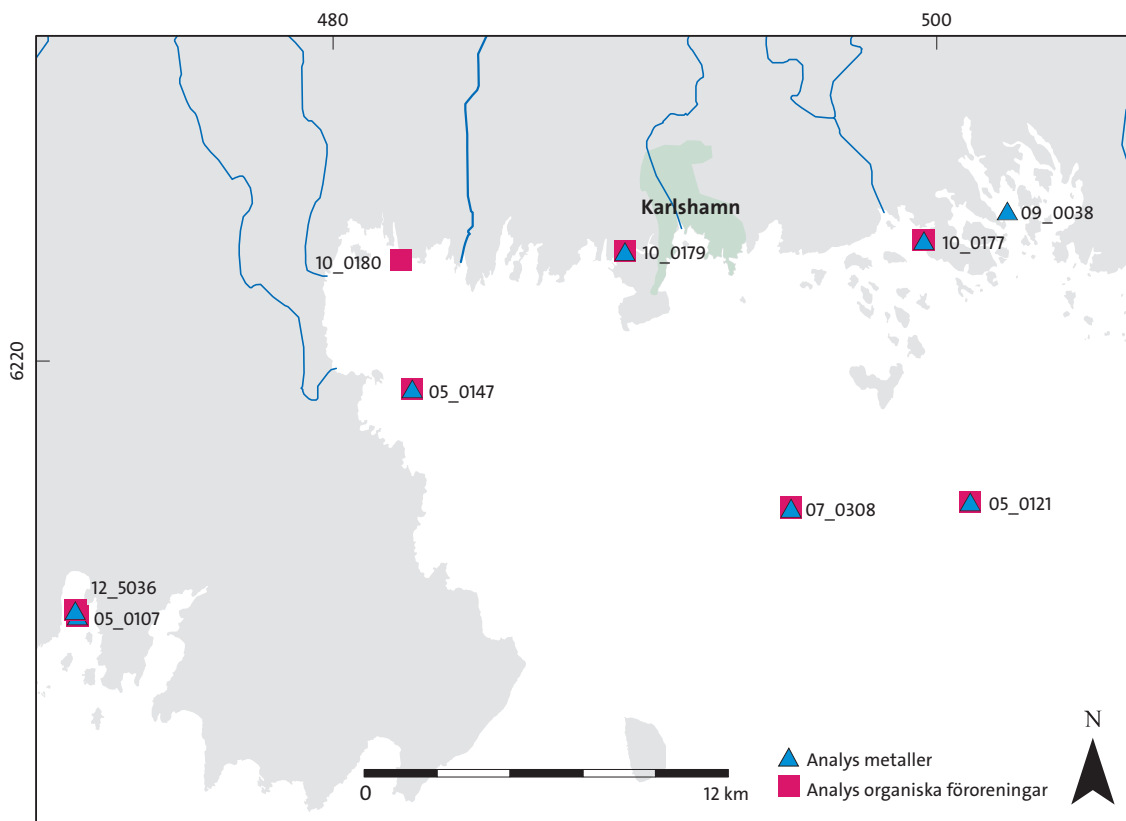
Analys av organiska föroreningar har i regel utförts av IVL Svenska Miljöinstitutet och i ett fåtal fall av dåvarande Analytica AB (nu ALS Scandinavia AB). De organiska föroreningarna har extraherats från sedimentprovet med Soxhlet och sedan renats med olika tekniker innan slutbestämning. Slutbestämningen har i allmänhet skett med högpresterande-vätskekromatografi (HPLC) kombinerat med fluorescensdetektor (FL) för PAH:er och med gaskromatografi (GC) kombinerat med masspektrometer (MS) eller elektroninfångningsdetektor (ECD) för klorerade och bromerade ämnen.

Analys av grundämnen har skett på ALS Scandinavia AB (tidigare SGAB och Analytica AB). Grundämnen har i regel analyserats genom bestämning av total halt. Extraktionen från provet sker då genom smälta med LiBO_2 följt av syrauppslutning med fem procent HNO_3 eller $\text{HF}/\text{HClO}_4/\text{HNO}_3$. För några ämnen (As, Cd, Hg) har istället lakning med 7 M HNO_3 använts. Slutbestämningen har skett med plasma-emissionsspektrometri (ICP-AES) eller plasma-masspektrometri (ICP-MS).

Tabell 1. Provbeteckning, område, provtagningsmetod, provtagningsår, koordinater (SWEREF 99TM) och djup för de provtagna platserna, samt om analys av organiska föreningar och metaller har skett. Djupet anges av sekretesskäl som ett intervall, förutom för de provtagningspunkter som ingår i den nationella miljöövervakningen av utsjösediment (SE11), där exakt djup kan redovisas. Den första delen av probeteckningen anger vilket år provet tagits, medan den senare delen är ett löpnummer för prover tagna det året. Undantaget är proverna i den nationella miljöövervakningen (som inleds med SE), samt proverna från 1994 (som inleds med 01).

Provbeteckning	Område	Metod	År	N	E	Djupinter- vall (m)	Orga- niska	Metaller
09_0038	Tjäröfjärden	Stötlod	2009	6224985	502342	10–20		x
10_0177	Boköfjärden (Bruksviken)	Gemini	2010	6224005	499572	10–20	x	x
10_0105	Ronnebyfjärden	Gemini	2010	6223712	517921	10–20	x	x
10_0179	Munkahusviken, Karlshamn	Ekman	2010	6223645	489663	3–6	x	x
10_0180	Pukaviksbukten (Marören)	Gemini	2010	6223341	482276	6–10	x	
05_0160	Karlskrona (Lindholmen)	Boxcorer	2005	6223219	535809	10–20	x	x
09_0031	Karlskrona (Tvillingkären)	Gemini	2009	6223188	534382	6–10		x
07_0292	Karlskrona (Östra fjärden)	Gemini	2007	6221593	540807	10–20	x	x
05_0154	Karlskrona (Yttre redden)	Gemini	2005	6220904	537070	10–20	x	x
05_0147	Pukaviksbukten (Norjegryt)	Vibro- hammar	2005	6219093	482636	10–20	x	x
10_0090	Gåsefjärden	Gemini	2010	6215698	545982	6–10	x	x
05_0121	Tärnö sydost	Gemini	2005	6215345	501119	> 20	x	x
07_0308	Tärnö sydväst	Gemini	2007	6215143	495176	> 20	x	x
12_5036	Valjeviken	Ekman	2012	6211753	471462	3–6	x	x
05_0107	Valjeviken	Gemini	2005	6211572	471545	3–6	x	x
04_0246	Bornholms havet	Gemini	2004	6182429	587490	> 20	x	x
05_0167	Hanöbukten ost	Gemini	2005	6178231	527750	> 20	x	x
05_0138	Hanöbukten syd	Gemini	2005	6158164	490381	> 20	x	x
04_0248	Bornholms havet	Gemini	2004	6156136	587789	> 20	x	x
SE11_14	Bornholms havet	Gemini	2014	6156130	587700	70	x	x
SE11_03*	Bornholms havet	Gemini	2003	6155024	545712	75	x	x
SE11_08	Bornholms havet	Gemini	2008	6155024	545712	75	x	x
01E0394	Hanöbukten sydväst	Kullen- berg	1994	6147172	480454	> 20		x
01D0208	Hanöbukten sydväst	Gemini	1994	6145831	472945	> 20	x	x
01D0365	Hanöbukten sydväst	Gemini	1994	6140696	473007	> 20	x	x
01D0342	Hanöbukten sydväst	Gemini	1994	6133635	463103	> 20	x	x

*SE11_03 har även probeteckningen o2F0006 i SGUs databaser.

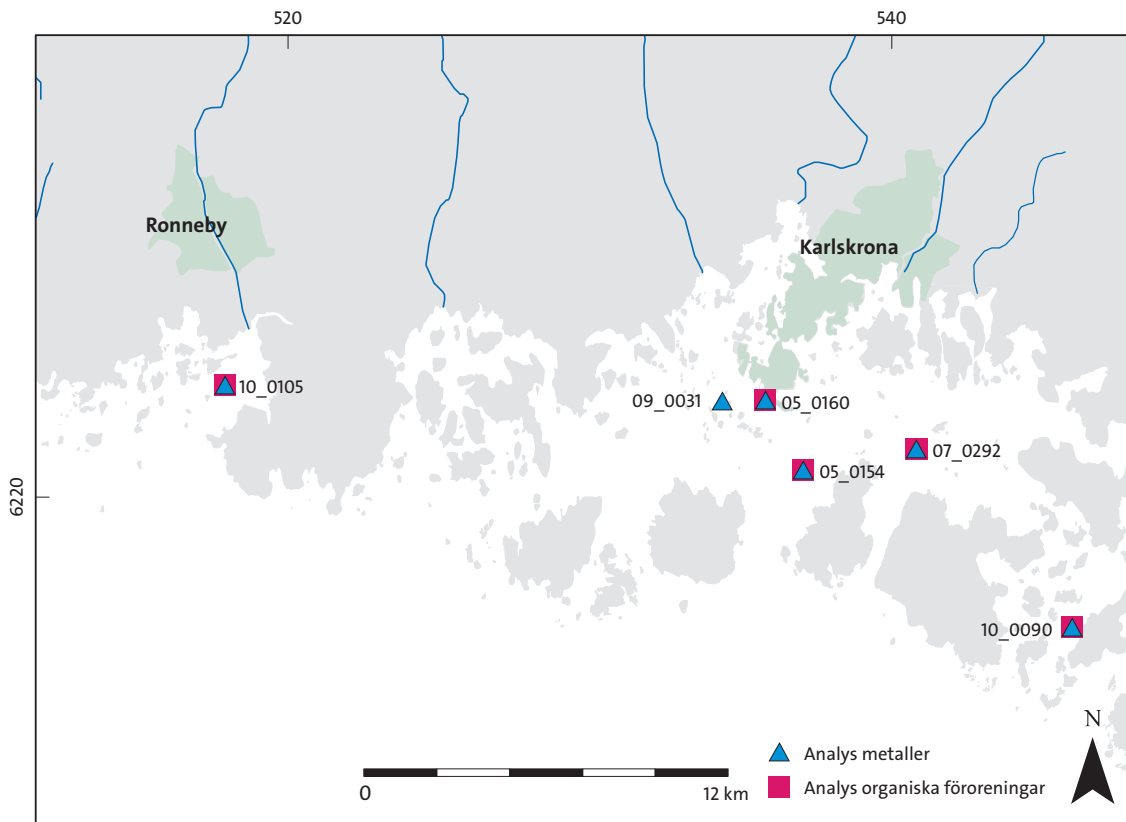


Figur 3. Provtagningsplatserna längs Blekinges västra kust. I prov 10_0180 har bara organiska föroreningar analyserats och i prov 09_0038 endast metaller.

Bedömning av miljökvalitet

Sedimentprovets innehåll av föroreningar har bedömts enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet i kust och hav (Naturvårdsverket 1999). Detta är en statistisk baserad klassning som delar in en föroreningshalt i en av fem klasser för att bedöma om koncentrationen är låg eller hög i förhållande till vad som brukar vara fallet för sediment. För metaller innebär klass 1 ingen eller obetydlig avvikelse från jämförvärdet (den nationella naturliga bakgrunden, det vill säga låga halter med ingen eller begränsad mänsklig påverkan), medan klass 5 innebär mycket stor avvikelse. För organiska ämnen, som inte har en naturlig bakgrund eftersom de till övervägande del har antropogent ursprung, innebär klass 1 ingen halt medan klass 5 innebär mycket hög halt. Gränsen mellan klass 2 och 3 för organiska ämnen motsvarar ungefär minimihalter i utsjösediment.

Förutom statistiskt baserade klassningar finns det även effektbaserade, ekotoxikologiska gränsvärden för ett fåtal ämnen i sediment (Havs- och vattenmyndigheten 2013a). Av de ämnen som har analyserats i den här undersökningen finns det ekotoxikologiska gränsvärden för sediment för de två PAH:erna antracen och fluoranten, samt för kadmium och bly. För antracen och fluoranten gäller det angivna gränsvärdet för ett sediment som innehåller fem procent organiskt kol. Om sedimentet har en avvikande kolhalt korrigeras gränsvärdet genom multiplikation med (organiskt kolhalt (procent)/5). Orsaken till detta är att organiska föroreningar binder till kol och om sedimentet har en högre halt organiskt kol är det möjligt att ha högre föroreningshalter utan att biota påverkas.



Figur 4. Provtagningsplatserna längs Blekinges östra kust. I prov 09_0031 har bara metaller analyserats.

Tabell 2. Ekotoxikologiska gränsvärden för ämnen i sediment (Havs- och vattenmyndigheten 2013a).

Ämne	Gränsvärde
Antracen	24 µg/kg torrsubstans (TS)
Fluoranten	2 000 µg/kg TS
Kadmium	2,3 mg/kg TS
Bly	120 mg/kg TS

Förutom statistiska bedömningsgrunder och effektbaserade gränsvärden har halterna även jämförts med resultaten från de 16 stationer inklusive SE-11 som ingår i det nationella svenska övervaknings- och trendprogrammet för föroreningar i sediment (SSTMP, Apler & Josefsson 2016).

RESULTAT MILJÖKEMISK STATUS

Organiska miljöföroreningar

En översikt över sedimentprovernas innehåll av organiska föroreningar presenteras i tabell 3. Proverna är ordnade efter N-koordinaten, det vill säga från norr till söder. Generellt är proverna i norr från kustnära lokaler (10_0177 till 05_0107) medan proverna i söder (04_0246 till 01D0342) är lokaliserade i utsjön (se figur 2).

Tabell 3. Summahalter ($\mu\text{g}/\text{kg}$ torrsubstans (TS) sediment) för organiska ämnen som analyserats för en majoritet av proverna. Se respektive ämne för en förklaring av vilka ämnen som ingår i summan. Ämnen som är under kvantifieringsgränsen har ansetts ha noll halt när summan har beräknats, det vill säga en summa på noll betyder att inget av de ingående ämnena har kunnat kvantifieras. Icke analyserade ämnen anges med e.a. (ej analyserat). För HCB som är ett ämne och inte en summa anges < följt av kvantifieringsgränsen för de prov där ämnet inte har gått att kvantifiera. För summan PBDE:er har prover där inte alla sex ingående ämnen analyserats markerats i kursiv stil. Totalt organiskt kol (TOC, procent av TS) redovisas för de prover där resultat finns tillgängligt. För SE11_14 och SE11_08 anges TOC som medelvärde \pm standardavvikelse för sju replikat. För de ämnen där bedömningsgrunder finns tillgängliga (Naturvårdsverket 1999) har klassning gjorts utifrån dessa (se färgmarkering).

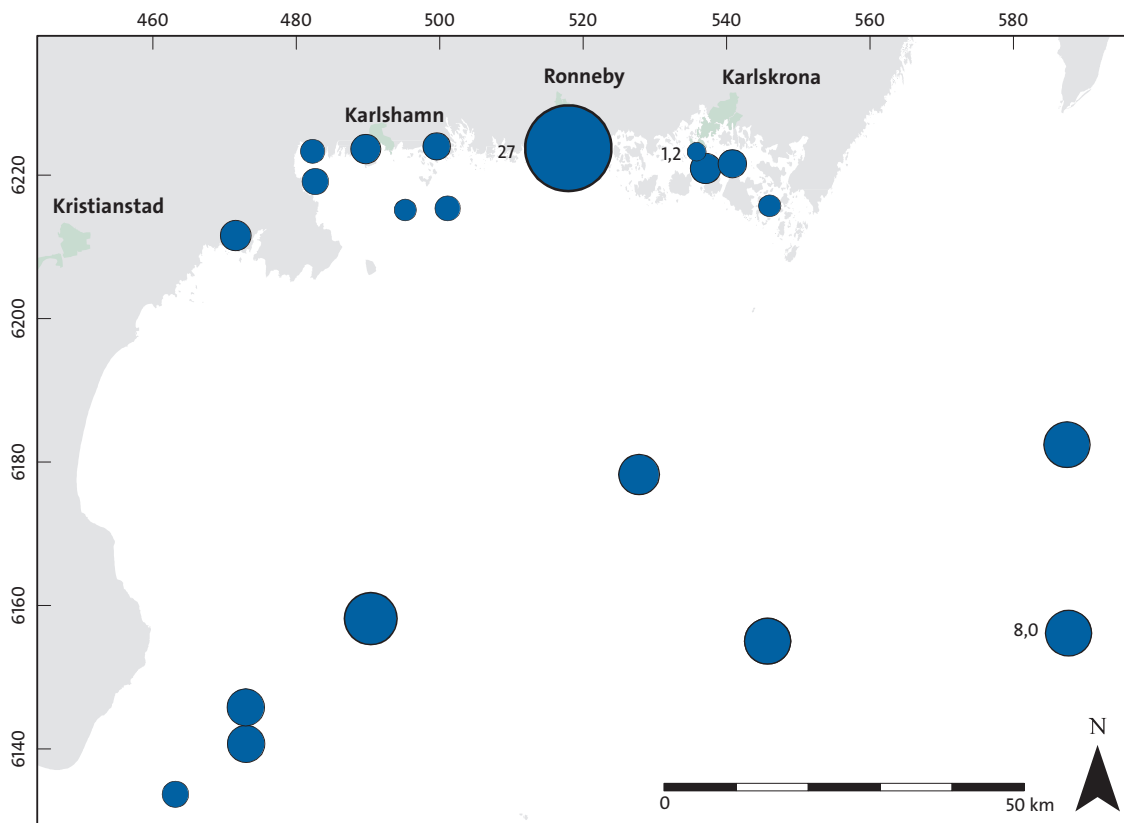
Prov	Område	Summa DDT:er	HCB	Summa HCH:er	Summa klordaner	Summa PCB ₇	Summa PAH ₁₁	Summa PBDE:er	TOC
10_0177	Boköfjärden	2,7	0,26	0,56	0,076	5,2	1 300	0,66	e.a.
10_0105	Ronneby	27	0,30	0,60	0,13	8,5	1 500	0,75	e.a.
10_0179	Karlshamn	3,2	0,15	0,40	0,62	8,9	1 800	0,35	e.a.
10_0180	Pukaviksbukten	2,1	0,19	0,41	0,44	5,6	1 300	0,27	e.a.
05_0160	Karlskrona	1,2	0,19	0,53	0,17	6,6	4 600	0,22	10,7
07_0292	Karlskrona	2,9	< 0,5	0	0	4,6	1 500	e.a.	10,1
05_0154	Karlskrona	3,3	0,29	0,74	0,27	9,2	3 900	0,08	5,0
05_0147	Pukaviksbukten	2,4	0,44	1,40	0,23	6,0	18 000	0	7,7
10_0090	Gåsefjärden	1,8	0,22	0,54	0,10	3,9	780	0,99	e.a.
05_0121	Tärnö sydost	2,2	0,30	0,49	0,14	2,8	840	0,20	5,3
07_0308	Tärnö sydväst	1,7	0,20	0,21	0	2,0	1 700	e.a.	7,0
12_5036	Valjeviken	2,7	0,16	1,90	0,20	9,0	1 100	2,0	e.a.
05_0107	Valjeviken	3,4	0,10	0,53	0,22	5,8	1 700	0,055	13,8
04_0246	Bornholmshavet	7,7	0,16	0,83	0,73	3,4	1 100	0,25	3,9
05_0167	Hanöbukten	5,9	0,19	0,53	0,28	3,8	1 300	0,22	4,3
05_0138	Hanöbukten	10,0	0,24	0,83	0,50	6,0	2 500	0,31	5,0
04_0248	Bornholmshavet	6,8	0,10	0,63	0,28	3,1	1 500	0,26	4,8
SE11_14	Bornholmshavet	8,0	0,24	0,44	0,42	3,3	1 100	0,42	5,5 \pm 0,7
SE11_03*	Bornholmshavet	4,7	< 0,2	0,34	0	1,7	2 500	0	4,4
SE11_08	Bornholmshavet	6,5	0,14	0,48	0,43	4,1	1 700	0,33	4,8 \pm 0,7
01D0208	Hanöbukten	4,9	0,23	1,10	0,21	4,7	1 200	e.a.	2,7
01D0365	Hanöbukten	5,1	0,29	3,1	0,30	8,0	1 700	e.a.	7,8
01D0342	Hanöbukten	2,4	0,086	2,3	0	2,3	870	e.a.	1,1

*SE11_03 har även provbeteckningen o2Foo06 i SGUs databaser.

Klass	Halt
1	Ingen
2	Låg
3	Medelhög
4	Hög
5	Mycket hög

DDT:er

Diklordifenyltrikloretan (DDT) är ett klorerat insektsmedel som har använts sedan 1940-talet. Det är sedan 1970-talet förbjudet i många länder, inklusive Sverige, men används fortfarande i andra delar av världen, till exempel för att bekämpa myggor som bär på malariaparasiten. I Sverige har DDT använts bland annat inom jordbruk, skogsbruk (till exempel för att skydda plantor mot snyttbaggar) och djurhållning (till exempel pälsdjursfärrar). DDT-produkter består av en blandning av olika DDT-varianter som skiljer sig något i sin molekylstruktur (Venier & Hites 2014). Den vanligaste är *para, para*-DDT (*p,p'*-DDT) som kan brytas ned till *p,p'*-DDD

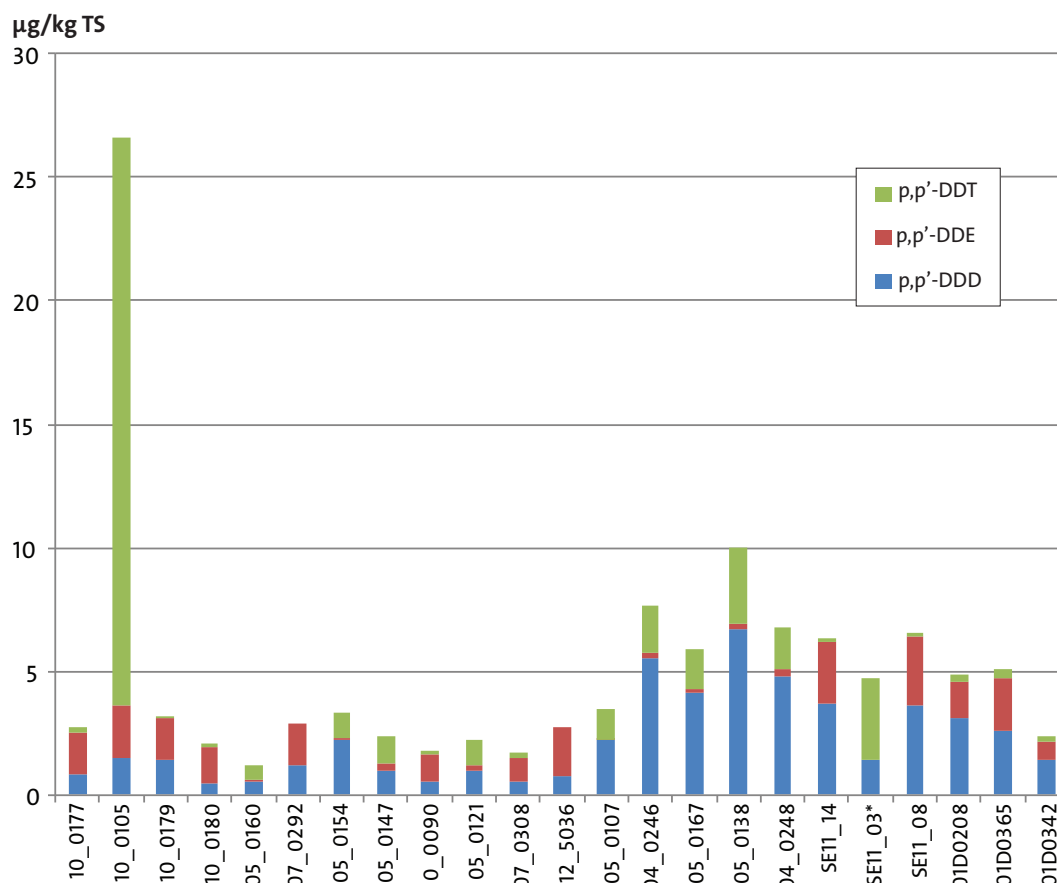


Figur 5. Sedimentkoncentrationer ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS) av summa DDT:er. Proverna med lägst respektive högst halt, samt halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14, har markerats.

(diklordifenyl-dikloretan) och *p,p'*-DDE (diklordifenyleten). Summa DDT:er brukar omfatta dessa tre varianter. En jämförelse av förhållandet mellan DDT och nedbrytningsprodukterna kan ge information om hur nytt utsläppet är, men eftersom nedbrytningen även kan ske under den kemiska analysen kan jämförelsen vara missvisande, i synnerhet om analysen har skett på olika laboratorier och analytiska instrument.

Halterna av summa DDT:er i sedimentproverna i det undersökta området klassas alla som höga eller mycket höga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (tabell 3). Prov 10_0105 som är taget 2 km från Ronnebyåns mynning har en extremt hög halt på $27 \mu\text{g}/\text{kg}$ torrsubstans (TS, figur 5 och 6). De höga DDT-halterna i Ronnebyfjärden har uppmärksammats tidigare och även den höga andelen DDT jämfört med nedbrytningsprodukter, vilket pekar på att föroreningen inte har hunnit åldrats. Eftersom andra prover analyserade under samma år (2010) och på samma laboratorium har en annan fördelning mellan DDT och nedbrytningsprodukter är det troligt att fördelningen som ses i detta prov återspeglar förhållandet i sedimentet och inte beror på påverkan från analysinstrument.

Med undantag för prov 10_0105 är summa DDT-halterna lägre i kustnära sediment än i utsjösediment (figur 6). Halterna är under $4 \mu\text{g}/\text{kg}$ TS längs Blekingekusten och stiger sedan till upp till $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ TS i utsjöproverna. Provet taget längst söderut, cirka 15 km från Sandhammaren, avviker och har en lägre halt, i samma storleksordning som proverna från Blekingekusten. Organiska föroreningar har en tendens att binda till organiskt material och därför kan det finnas högre halter av organiska föroreningar i ett sediment som har högre halt av organiskt kol. Att DDT-halterna generellt är högre i utsjön beror emellertid inte på högre halt av organiskt kol

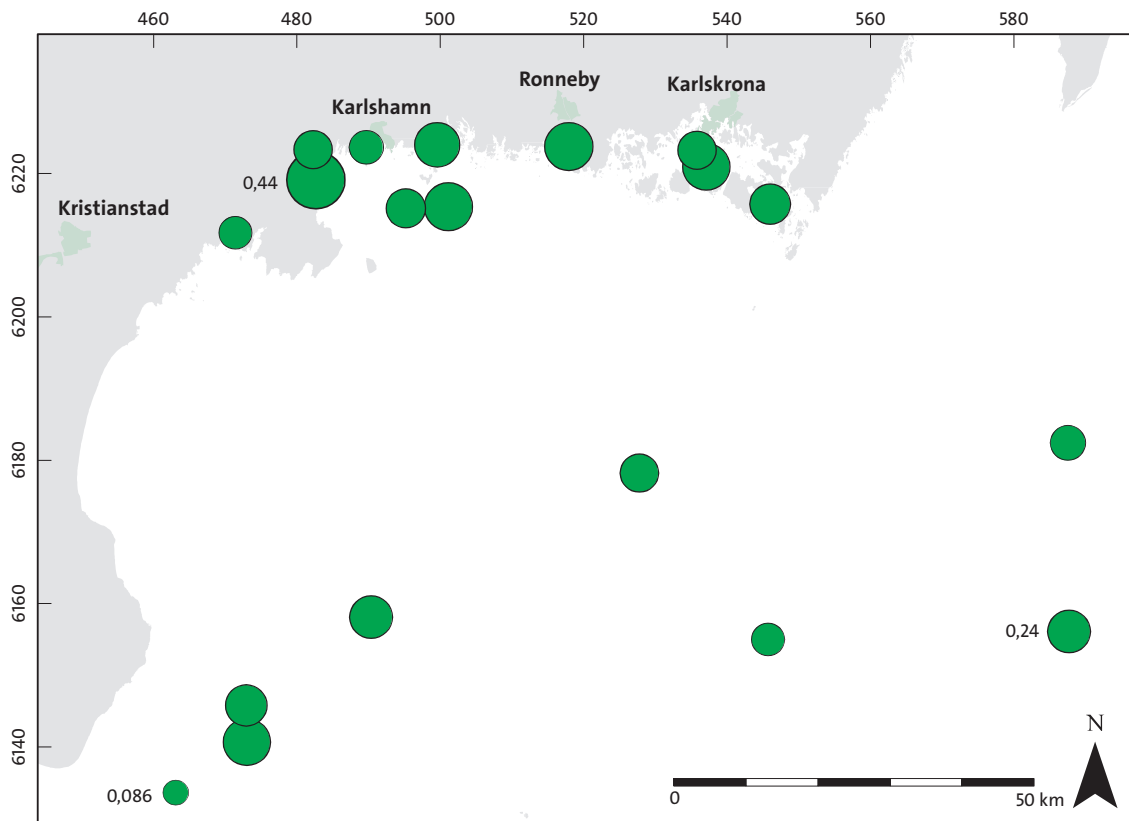


Figur 6. Sedimentkoncentrationer (µg/kg TS) av de tre ämnen som ingår i summa DDT:er. Eftersom nedbrytning av DDT till DDD och DDE även kan ske i analysinstrument ska förhållandet mellan de tre ämnena tolkas med försiktighet. (*SE11_03 har även provbeteckningen o2Foo06 i SGUs databaser.)

(TOC) i dessa prover, de har snarare en lägre TOC-halt än de kustnära proverna (tabell 3). Sedimentets TOC-innehåll är alltså inte en förklaring till DDT-halterna, med undantag för det mest sydliga provet som har låga halter DDT:er och även den lägsta uppmätta halten organiskt kol av proverna (01D0342, TOC 1,1 procent, tabell 3).

Halterna av DDT undersöks i utsjösediment längs Sveriges kust inom övervaknings- och trendprogrammet för föroreningar i sediment (SSTMP, Apler & Josefsson 2016). På tre av de totalt 16 stationerna förekommer DDT:er i mycket höga halter vid den senaste provtagningen år 2014: i Bornholmshavet, i Landsortsdjupet (80 km öster om Nyköping) samt i Arkonabassängen (50 km söder om Ystad). Halterna av DDT:er är alltså förhöjda i Hanöbukstens och Bornholmshavets utsjösediment jämfört med de flesta andra svenska havsområden.

Blekingekusten som helhet är inte en källa av DDT till utsjösediment. Däremot kan det finnas enstaka områden, exemplifierat av provet taget i Ronnebyfjärden, som har kraftigt förhöjda halter av DDT och som kan bidra till förhöjda halter i utsjösediment genom vidare transport ut från kusten. Höga halter i utsjösediment kan även orsakas av transport från andra landområden eller nedfall via atmosfären. Orsaken till de höga halterna i Ronnebyfjärden bör undersökas mer genom provtagning av kustnära finkornigt sediment söder och sydväst om Ronneby, samt på lämpliga platser i avrinningsområdet.



Figur 7. Sedimentkoncentrationen av HCB är förhållandevis jämn i det undersökta området och varierar mellan 0,086 och 0,44 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS. Proverna med lägst respektive högst halt, samt halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14, har markerats

HCB

Hexaklorbensen (HCB) har använts avsiktligt som fungicid, det vill säga mot svampangrepp. Den kan också bildas oavsiktligt till exempel i kloralkali-industrin eller vid tillverkning eller förbränning av klorerade produkter. Även om användningen av HCB numera är förbjuden i Sverige har den påträffats i produkter som exempelvis fyrverkerier.

HCB-halterna i sedimentproverna från det undersökta området klassas som medelhöga till höga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (tabell 3). Halterna är förhållandevis jämna i det undersökta området, mellan 0,10 och 0,30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS för alla prov utom två. De två avvikande HCB-halterna är 0,086 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS i provet med lågt TOC-innehåll längst i sydväst (01D0342) och 0,44 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS i prov 05_0147 i Pukaviksbukten (figur 7). Även om de högsta HCB-halterna förekommer i kustnära prover finns det utsjöprover med liknande halter, och det går inte att peka ut något delområde som särskilt förorenat av HCB.

I förhållande till andra utsjöstationer längs Sveriges kust har SE-11 inte förhöjda halter av HCB. Vid den senaste provtagningen inom SSTMP-programmet år 2014 var halterna mellan 0,21 och 0,93 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS, och station SE-11 med en halt på 0,24 $\mu\text{g}/\text{kg}$ TS är således bland de utsjöstationer som har lägst HCB-halt (Apler & Josefsson 2016).

HCH:er

Hexaklorcyklohexaner (HCH:er) har använts som bekämpningsmedel mot insekter, främst inom jord- och skogsbruk. De är en grupp av åtta ämnen (isomerer) som har samma sammansättning men olika 3D-struktur. I kommersiella produkter har en blandning av isomererna förekommit, så kallad teknisk HCH, där alfa-HCH var vanligast förekommande följt av gamma-HCH (Vernier & Hites 2014). Den enda effektiva insekticiden är g-HCH och teknisk HCH ersattes med tiden av en renad produkt, lindan, där innehållet av andra isomerer än g-HCH hade minimerats. Lindan används därför som en synonym för g-HCH. I summa HCH:er ingår förutom a- och g-HCH även beta-HCH som förekommer i mindre mängder i de kommersiella produkterna, men som är svårnedbrytbar. Användningen av HCH:er är nu förbjuden i de flesta länder, men en begränsad användning av lindan som läkemedel mot löss och skabb förekommer fortfarande.

Halterna av summa HCH:er i de provtagna sedimenten klassas som höga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för 20 av 23 prover (tabell 3). Ett prov har mycket höga halter (01D0365), medan ett annat prov (07_0308) istället har mellanhöga halter. De prover som har högst halter förekommer öster om Sandhammaren (01D-proverna; figur 8 och 9). Att så är fallet kan bero på att detta delområde är mer förorenat av HCH:er, men eftersom proverna togs 1994 kan andra möjliga förklaringar vara att föroreningshalterna har sjunkit sedan dess eller att laborierelaterade faktorer påverkar.

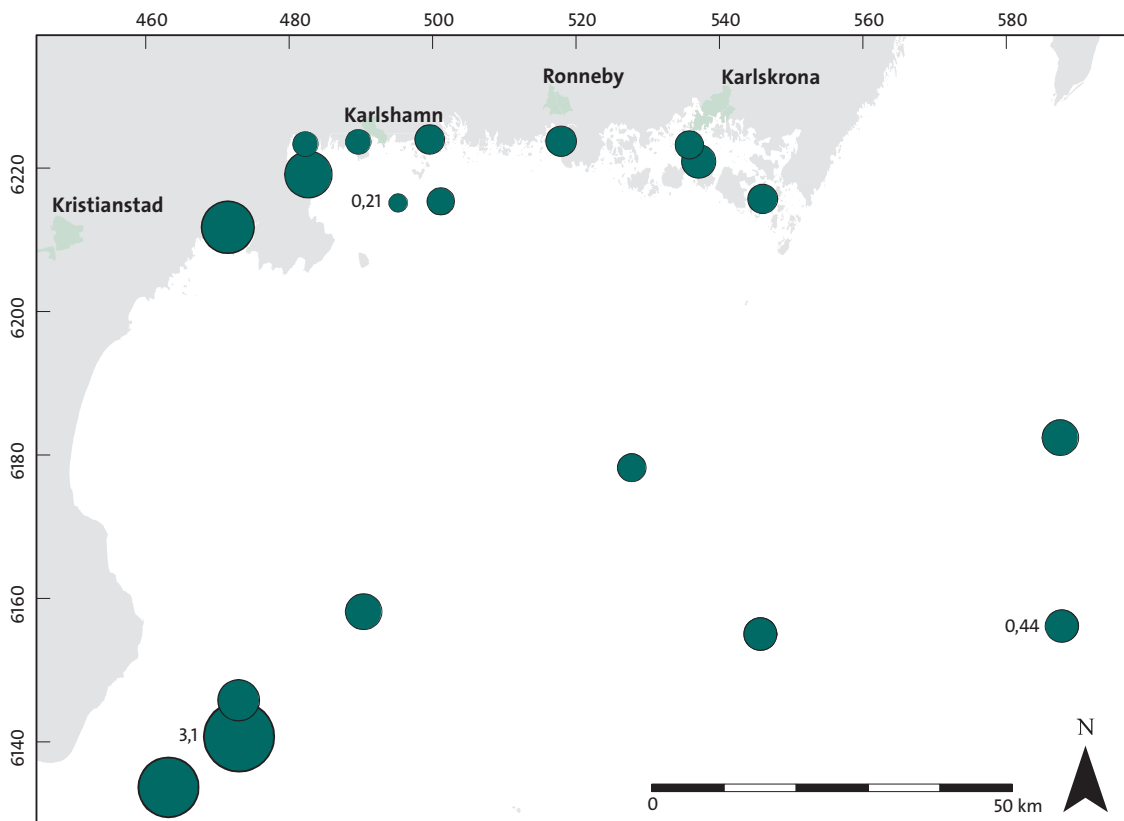
Generellt verkar HCH-halterna vara högre i prover i västra delen av undersökningsområdet. De två andra proven som har höga halter är 12_5036 i Valjeviken och 05_0147 i Pukaviksbukten (figur 8 och 9). Eftersom HCH-halterna i ett annat prov från Valjeviken, 05_0107, är lägre går det inte att säga att Valjeviken generellt har höga HCH-halter. Området borde emellertid undersökas mer eftersom 12_5036 är det senast tagna provet i den här rapporten och eftersom andelen g-HCH (lindan) är högre i detta prov än i andra prover, vilket kan tyda på ett senare utsläpp eller en annan typ av källa för HCH:er till detta prov.

Inte heller för Pukaviksbukten är det möjligt att avgöra om det är ett område med högre halter HCH:er. Prov 05_0147 nära Norjegryt uppvisar högre halter, men prov 10_0180 längre norrut vid Marören och 07_0308 längre österut har låga halter. Även i detta delområde skulle det vara värdefullt med fler prover eftersom avstånden mellan provtagningsplatserna är långa, drygt 4 km mellan 05_0147 och 10_0180.

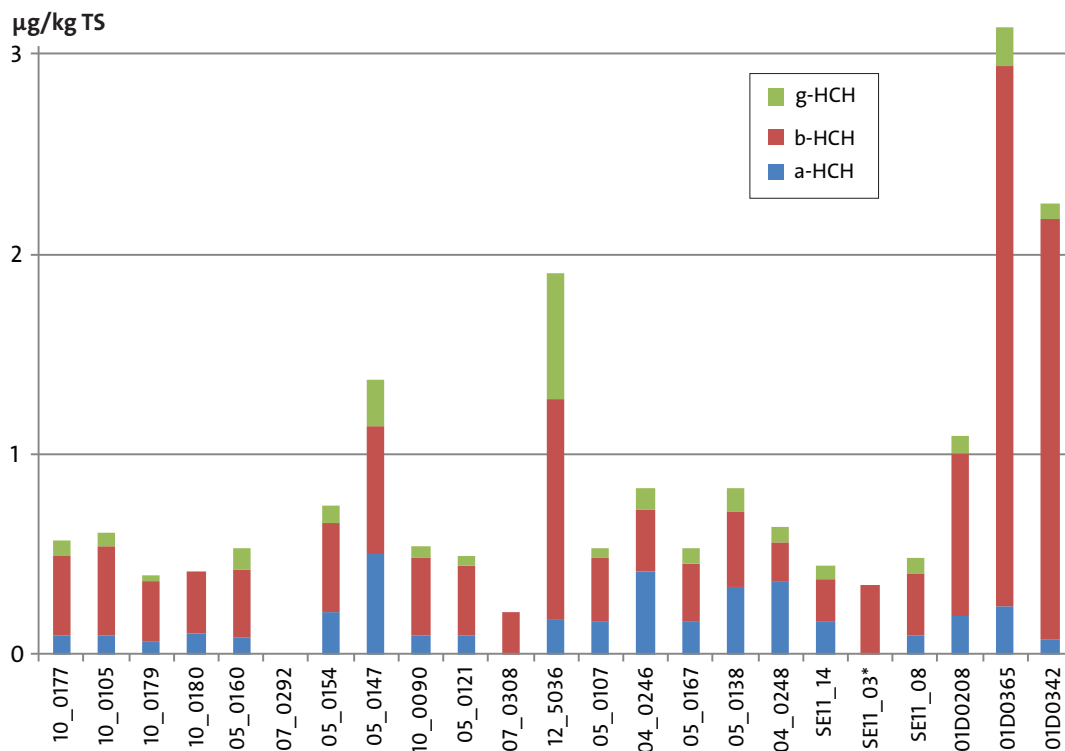
Liksom för DDT:er ska förhållandet mellan HCH-isomerer tolkas med försiktighet, eftersom analyserna har skett under olika år och på olika laboratorier (figur 9). Det som emellertid är genomgående är att b-HCH dominerar, vilket kan tyda på att HCH:erna i sedimentproverna kommer från gamla utsläpp. För två av proverna (04_0246 och 04_0248) dominerar a-HCH, dessa är de enda prover som togs 2004 och de är lokaliserade längst österut i utsjön.

En jämförelse av HCH-halter i utsjösediment längs Sveriges kust visar att Egentliga Östersjön och södra Östersjön har högre halter (0,44–1,3 µg/kg TS) än Bottniska viken (0,09–0,22 µg/kg TS) och västkusten (0,05–0,09 µg/kg TS, SSTMP år 2014, Apler och Josefsson 2016). HCH-halterna på SE-11 är med 0,44 µg/kg TS således förhöjda jämfört med andra havsområden, men låga jämfört med andra stationer i Egentliga Östersjön och södra Östersjön.

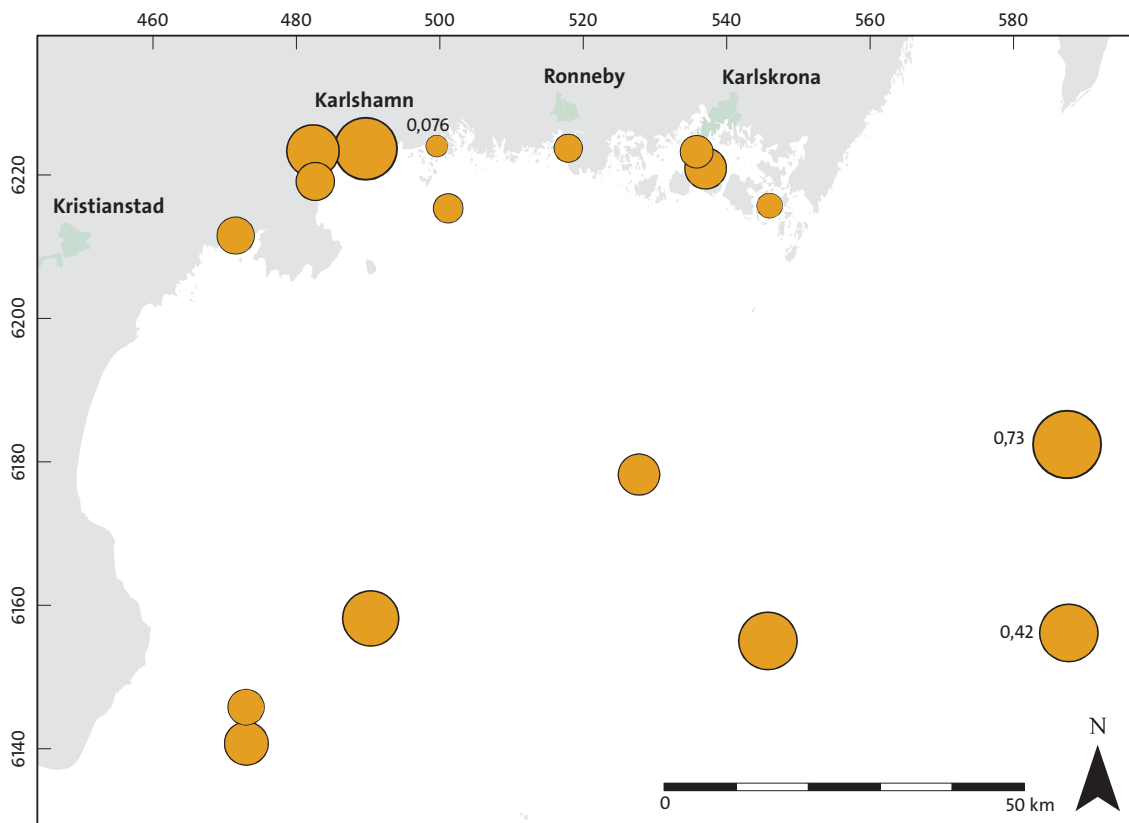
Sammanfattningsvis är området öster om Sandhammaren, Valjeviken och Pukaviksbukten intressanta för ytterligare undersökningar av HCH-halter då prover från dessa områden har höga halter. I området öster om Sandhammaren är halterna genomgående höga, men eftersom dessa prover togs 1994 behövs nyare prover för att utvärdera dagens föroreningssituation.



Figur 8. Sedimentkoncentrationer ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$) av summa HCH:er. Proverna med lägst respektive högst halt, samt halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14, har markerats.



Figur 9. Sedimentkoncentrationer ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$) av de tre ämnen som ingår i summa HCH:er. Beta-HCH är den dominerande isomeren i alla prover, utom i 04_0246 och 04_0248 där alfa-HCH är den isomer som har högst halt. Prov 12_5036 har 33 procent gamma-HCH (lindan), vilket är högst andel av alla undersökta prover. (*SE11_03 har även provbeteckningen o2F0006 i SGUs databaser.)



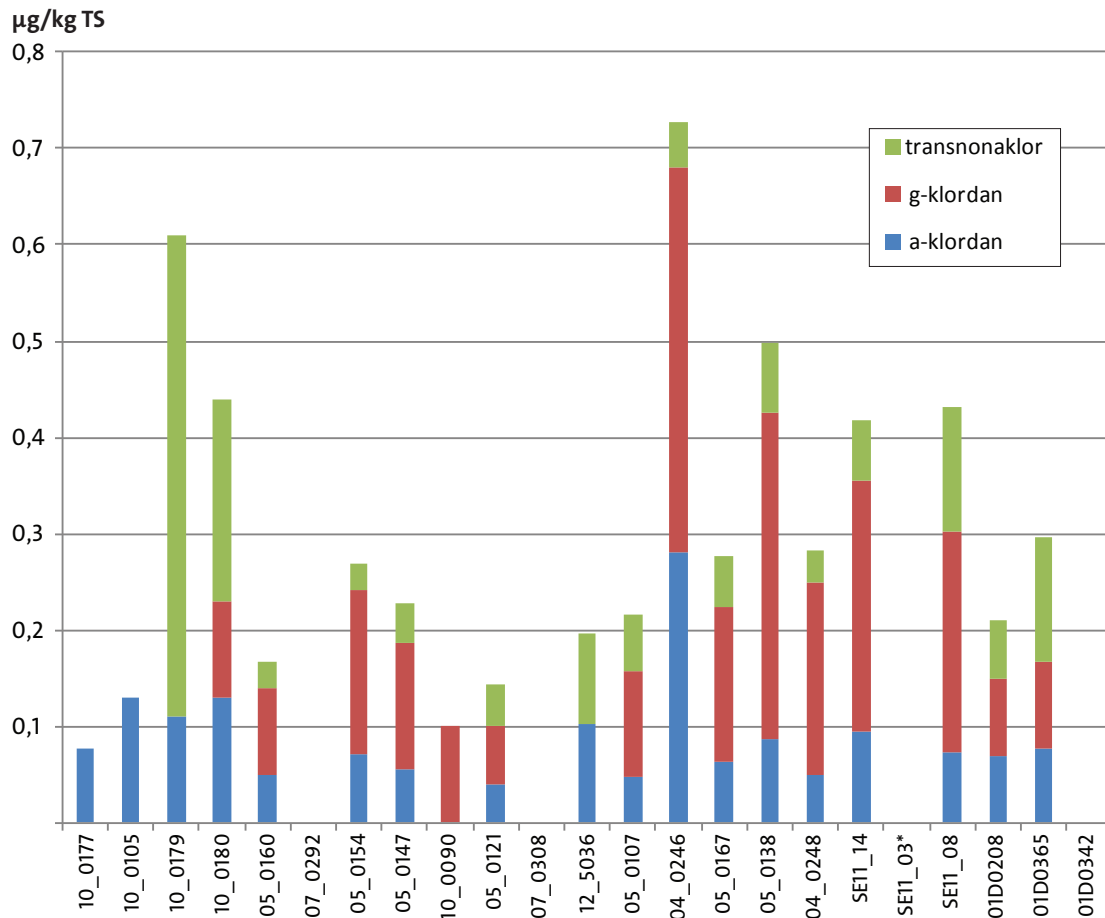
Figur 10. Sedimentkoncentrationer ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$) av summa klordaner. Proverna med lägst respektive högst halt, samt halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14, har markerats.

Klordaner

Klordaner är en grupp klorerade bekämpningsmedel som har använts främst inom jordbruket, men även i trädgårdar och till exempel mot termiter i byggnader. I Sverige beräknas de använda mängderna vara små och ämnet förbjöds på 1970-talet. Kommersiella klordanprodukter kunde bestå av mer än hundra olika besläktade ämnen, av vilka de vanligaste var alfa-klordan (även känt som cis-klordan) och gamma-klordan (även känt som trans-klordan eller beta-klordan). En annan klordan som ofta förekommer i miljön är transnonaklor. Dessa tre ämnen ingår i summa klordaner.

Av de totalt 23 sedimentprover som analyserats för organiska miljöföroreningar klassas summa klordanhalterna enligt Naturvårdsverkets statistiska bedömningsgrunder som mycket höga för sex av dessa och höga för tolv (tabell 3). Av proverna med mycket höga halter var fyra lokaliserade i utsjön: 04_0246, 05_0138, SE11_08 och SE11_14, medan två var lokaliserade vid kusten: 10_0179 och 10_0180 i Pukaviksbukten (figur 10). Alla tre klordaner som ingår i summa klordaner har inte kunnat kvantifieras i alla prover och det är därför svårt att jämföra mönster (figur 11). Vad som framgår är att gamma-klordan generellt är den dominerande klordanen, till exempel för alla utsjöprover med mycket höga klordanhalter. För de kustnära proverna med mycket höga halter var däremot transnonaklor den dominerande klordanen.

En jämförelse med utsjösediment längs Sveriges kust (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016) visar att klordanhalterna i SE-11 (0,42 $\mu\text{g}/\text{kg TS}$) är förhöjda jämfört med västkusten (0,05–0,11 $\mu\text{g}/\text{kg TS}$) och Bottniska viken (0,10–0,21 $\mu\text{g}/\text{kg TS}$), men lägre än övriga stationer i Egentliga Östersjön och södra Östersjön (0,44–0,94 $\mu\text{g}/\text{kg TS}$). Detta är samma mönster som kunde ses för HCH-halterna.



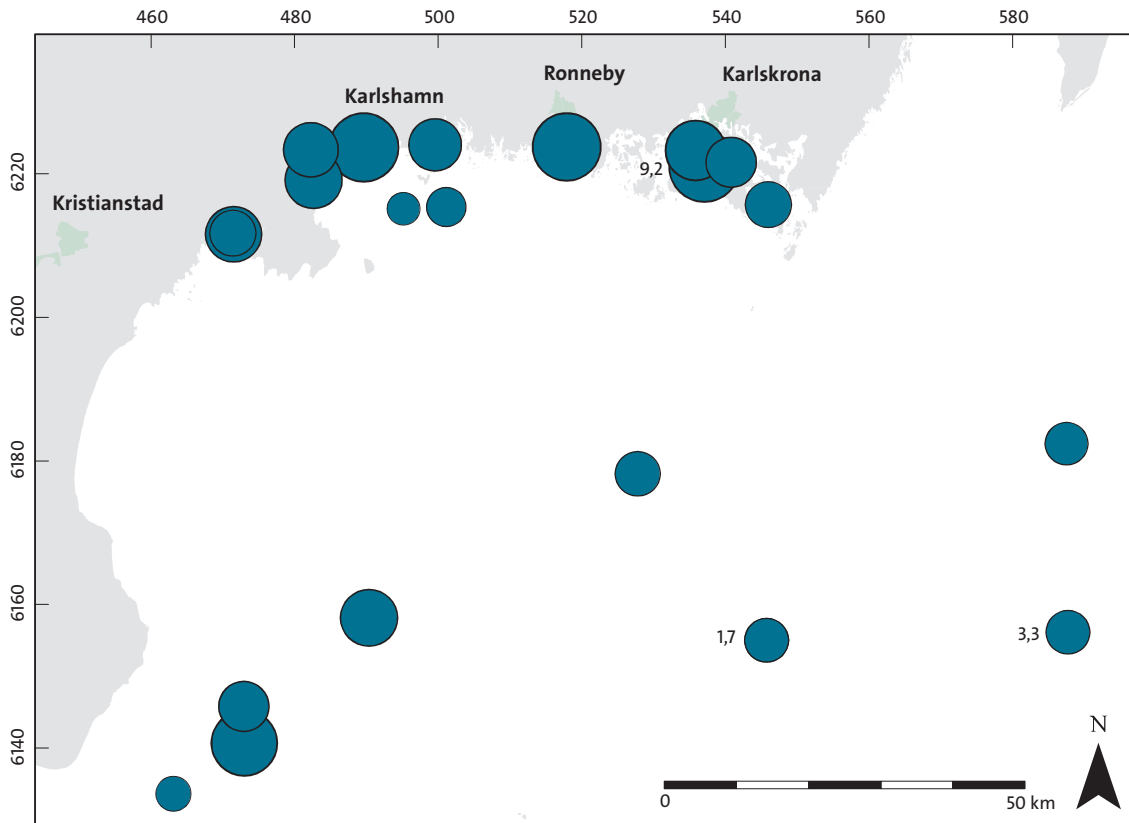
Figur 11. Sedimentkoncentrationer (µg/kg TS) av de tre ämnen som ingår i summa klordaner. Gamma-klordan dominerar i en majoritet av proverna, även om variationen i vilka ämnen som har kunnat kvantifieras är stor. (*SE11_03 har även provbeteckningen o2Fo006 i SGUs databaser.)

Klordanhalterna som har uppmätts tyder på att Blekingekusten väster om Karlshamn kan ha förhöjda halter av klordaner. Eftersom halterna i utsjön i många fall är högre än vid kusten och har en annan sammansättning än de två kustproverna med mycket höga halter går det emellertid inte att identifiera någon kustnära källzon till klordaner. Halterna i utsjösediment är inte heller förhöjda jämfört med andra utsjösediment i Egentliga Östersjön och södra Östersjön.

PCB:er

Polyklorerade bifenyler (PCB:er) är en grupp av totalt 209 olika ämnen som har använts i bland annat elektrisk utrustning som kondensatorer och kapacitorer, i betongfogar och i karbonfritt kopieringspapper. De har successivt förbjudits och avvecklats från produkter, och idag finns ingen avsiktlig produktion av PCB:er.

Av de 209 PCB:erna har några förekommit oftare i de kommersiella produkterna och finns i högre halter i miljön. Sju av de vanligaste PCB:erna brukar rapporteras som en summa, PCB₇. Där ingår PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 och 180. Till skillnad från de klorerade bekämpningsmedlen (DDT:er, HCB, HCH:er och klordaner) har PCB:er inte spridits avsiktligt i miljön utan läckt ut från produkter under användning eller vid oförsiktig avfallshantering. Vissa PCB:er har egenskaper som liknar de giftiga dioxinernas, och höga halter av dioxinlika PCB:er bidrar därför till att det finns restriktioner på försäljning av fet fisk från Östersjön.

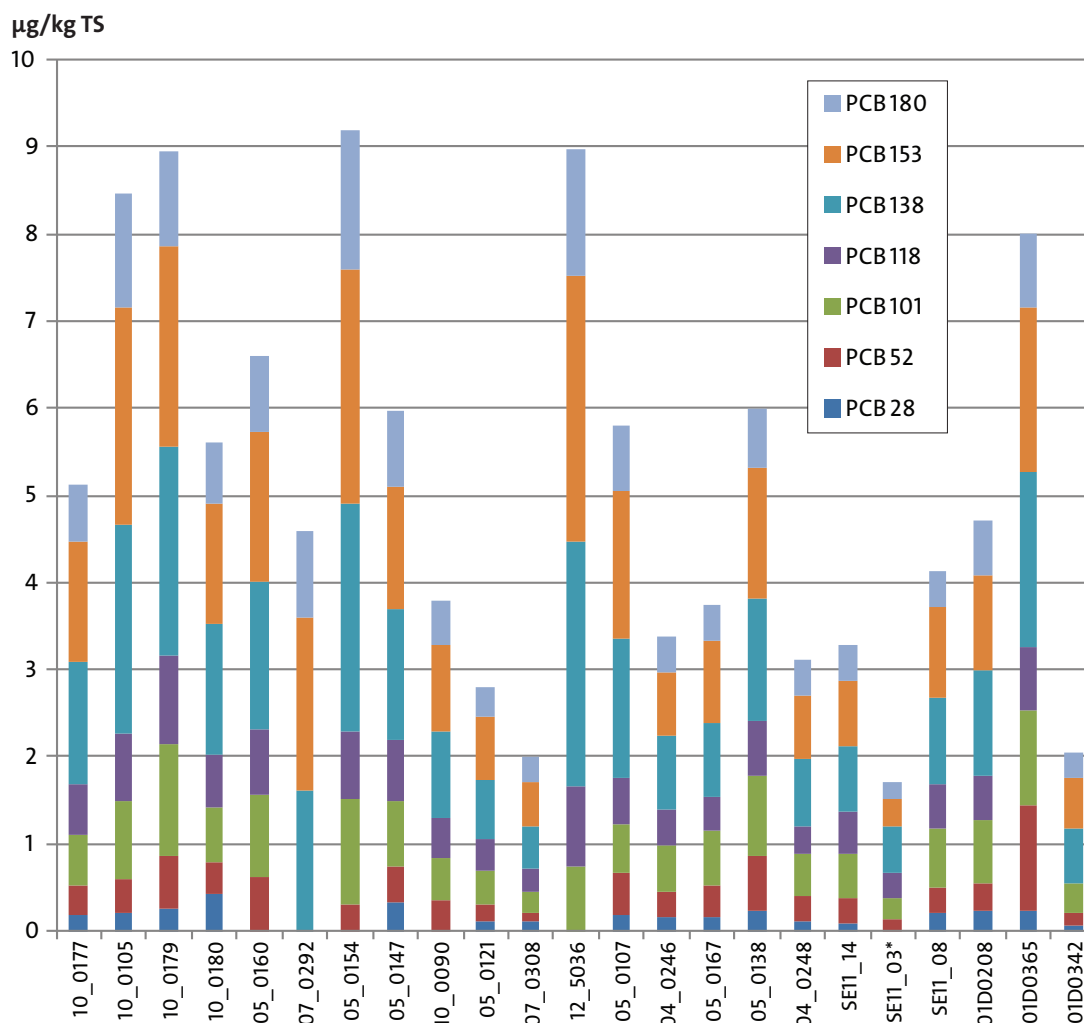


Figur 12. Sedimentkoncentrationen av PCB₇ (µg/kg TS) är generellt högre i kustnära prover än i utsjöprover. Den högsta koncentrationen uppmättes i prov 05_0154 (9,2 µg/kg TS) och den lägsta i prov SE11_03 (1,7 µg/kg TS). Halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har också markerats i kartan.

Halterna av PCB₇ i proverna från Hanöbukten klassas enligt Naturvårdsverkets statistiska bedömningsgrunder som medelhöga till höga (tabell 3). De högsta halterna förekommer i kustnära prover, där prov 05_0154, 12_5036, 10_0179 och 10_0105 har PCB₇-koncentrationer över 8 µg/kg TS (figur 12 och 13). Dessa är lokaliserade nära större samhällen (Karlskrona, Sölvesborg, Karlshamn och Ronneby), och en trolig förklaring till att dessa platser uppvisar förhöjda halter är att PCB:er är industrikemikalier och därför har använts främst i industrier och tätorter, till skillnad från bekämpningsmedel som har spritts över större områden. Ett utsjöprov öster om Sandhammaren, 01D0365, har en halt på 8 µg/kg TS, medan övriga utsjöprover ligger lägre (≤ 6 µg/kg TS). Mönstret av de PCB:er som ingår i summa PCB₇ är relativt konstant för alla prov, med en dominans av PCB 138 och 153, vilket är normalt (figur 13).

En jämförelse av halterna PCB₇ i utsjösediment längs Sveriges kust visar, liksom för de flesta andra organiska föroreningar, att halterna är högre i Egentliga Östersjön och södra Östersjön (2,7–8,9 µg/kg TS) än i Bottniska viken och på västkusten (0,9–1,8 µg/kg TS, SSTMP-provtagning 2014, Apler och Josefsson 2016). SE-11 hade en PCB₇ halt på 3,3 µg/kg TS och är förhöjt jämfört med andra havsområden, men bland de lägre av stationerna i Egentliga Östersjön och södra Östersjön.

Sammanfattningsvis är PCB₇-halterna inte avvikande höga i området. Sediment i närheten av större samhällen verkar ha högre PCB-halter, och det är troligt att föroreningarna kommer att fortsätta sprida sig från kusten och utåt med partikeltransport.



Figur 13. Sedimentkoncentrationen (µg/kg TS) av de sju PCB:er som ingår i summan PCB₇. Mönstret är relativt konstant i alla prov, med en dominans av PCB 138 och 153. (*SE11_03 har även provbeteckningen o2F00o6 i SGUs databaser.)

PAH:er

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er) är en grupp ämnen som bildas vid ofullständig förbränning av organiskt material. De kan uppkomma naturligt vid till exempel skogsbränder, men har också antropogent ursprung och kommer från förbränning eller utsläpp av fossila bränslen. Till skillnad från övriga organiska föroreningar som undersökts i den här rapporten har de inte tillverkats avsiktligt och innehåller inte klor eller brom.

Vanligtvis mäts 16 PAH:er som delas in i tre grupper: de med låg molekylvikt (PAH-L), med medelhög molekylvikt (PAH-M) och med hög molekylvikt (PAH-H). Ämnen i grupperna PAH-M och PAH-H har fastställts ha cancerogena effekter. Vilka PAH:er som ingår i de olika grupperna redovisas i tabell 4. Där listas även vilka elva PAH:er som ingår i summaparametern PAH₁₁, för vilken det finns statistiska bedömningsgrunder för sediment (Naturvårdsverket 1999).

PAH₁₁-halterna som uppmätts i sediment i det undersökta området klassas ofta som höga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (tabell 3). För provet från Gåsefjärden var halten istället medelhög (10_0090), medan den var mycket hög för prov 05_0147 (18 000 µg/kg TS, tabell 3, figur 14). Anledningen till den extrema halten i detta prov taget i Pukaviksbukten öster

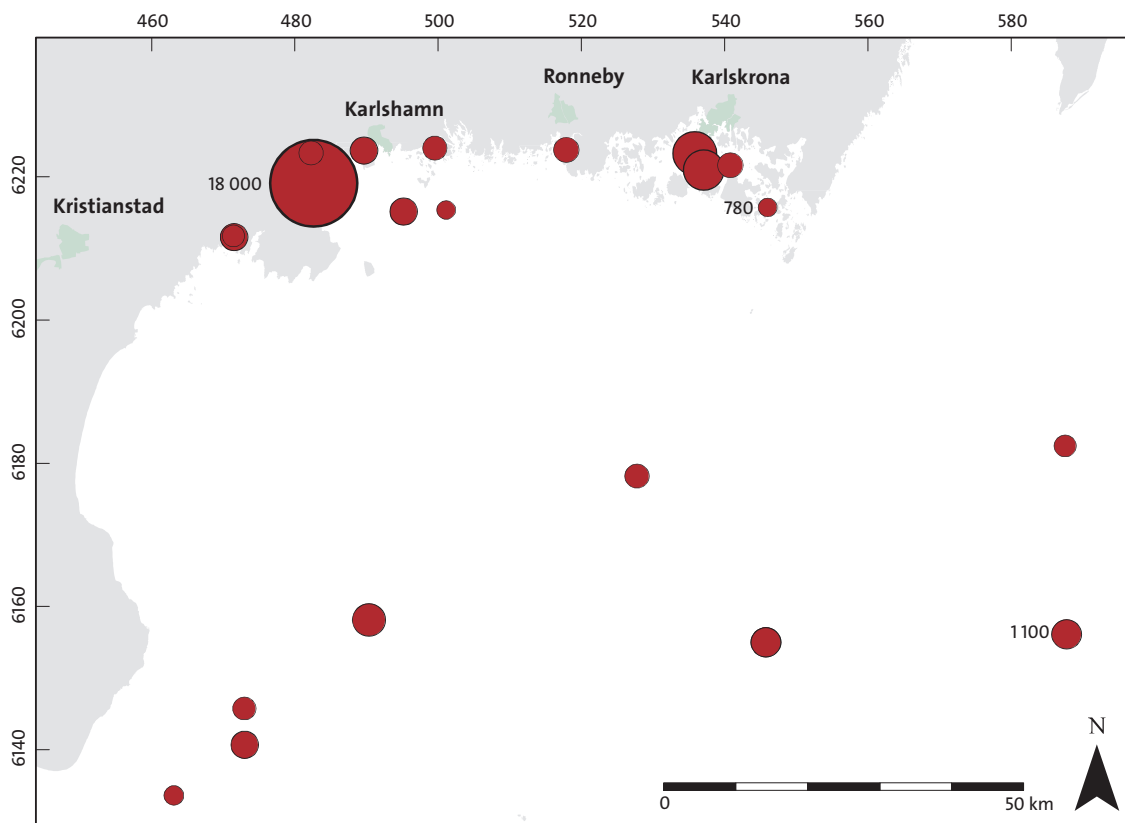
Tabell 4. Indelning av 16 PAH:er i grupperna PAH-L, PAH-M och PAH-H, vilka som ingår i summaparametern PAH₁₁, samt antalet aromatiska ringar hos respektive PAH.

	PAH-L	PAH-M	PAH-H	Ingår i PAH ₁₁	Antal ringar
Naftalen	x				2
Acenaftylen	x				3
Acenaften	x				3
Fluoren		x			3
Fenantren		x		x	3
Antracen		x		x	3
Fluoranten		x		x	4
Pyren		x		x	4
Bens(a)antracen			x	x	4
Krysen			x	x	4
Bens(b)fluoranten			x	x	5
Bens(k)fluoranten			x	x	5
Bens(a)pyren			x	x	5
Dibens(a,h)antracen			x		5
Benso(g,h,i)perylene			x	x	6
Indeno(1,2,3-cd)pyren			x	x	6

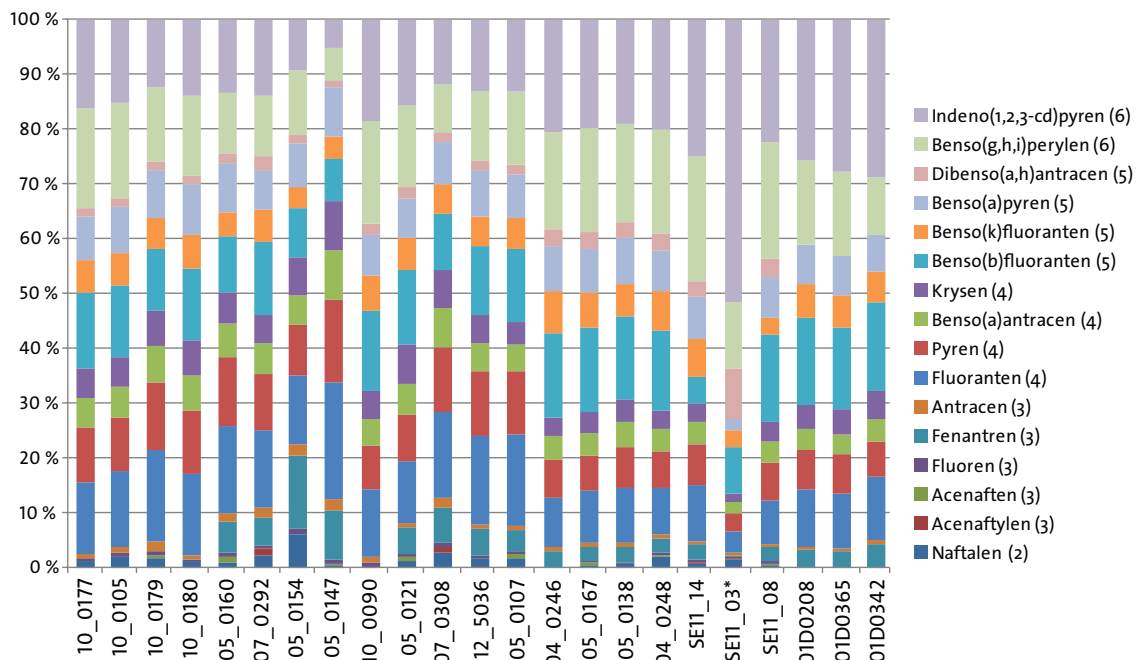
om Norjegryt är oklart. Provtagningen vid denna station skedde med en annan provtagare än vad som brukar vara fallet vid provtagning för miljöanalys, och det kan inte uteslutas att det kan ha påverkat resultatet. De två andra proverna med högre halter PAH₁₁ (4 600 respektive 3 900 µg/kg TS) var båda lokaliserade nära Karlskrona. Det är möjligt att en faktor som bidrar till PAH i sedimenten här är fartygstrafik samt närheten till Karlskrona hamn. Ett annat prov (07_0292) lokaliserat sydost om Karlskrona, öster om farlederna och Karlskrona hamn, har en lägre halt, 1 500 µg/kg TS. PAH:erna kan emellertid komma från ett flertal olika källor och det är inte möjligt att peka ut definitiva källor för de undersökta proverna.

Mönstret av olika PAH:er visar att utsjöproverna (04_0246 till 01D0342) har ett stabilt mönster som domineras av PAH:er med hög molekylvikt (figur 15). Cirka 70 procent av PAH-halten utgörs av PAH:er med fem eller sex aromatiska ringar. I prov SE11_03 är denna andel ännu högre, närmare 90 procent. I de kustnära proverna (10_0177 till 05_0107) är variationen i mönstret större. Provet från Gåsefjärden (10_0090) som hade låg PAH-halt har liknande andel fem- och sexringade PAH:er som utsjöproverna, medan andra prover har betydligt större andel av lågmolekylära PAH:er. I det högförorenade provet 05_0147 från Pukaviksbukten står två- till fyrringade PAH:er för cirka 70 procent av totalhalten medan fem- och sexringade PAH:er bara utgör 30 procent av totalhalten. Den större variationen i mönstret i kustnära prover tyder på en större påverkan från punktutsläpp, och det högre inslaget av PAH:er med två-fyra ringar i de kustnära proverna jämfört med utsjöproverna indikerar att utsläppen har skett under senare tid eftersom de lågmolekylära PAH:erna, som överlag har kortare nedbrytningstid, inte har hunnit brytas ned eller lösas upp och transporteras bort med vattnet.

För två PAH:er, antracen och fluoranten, finns det förutom bedömningsgrunder från Naturvårdsverket även effektbaserade gränsvärden för sediment (Havs- och vattenmyndigheten 2013a). Dessa gränsvärden överskreds i ett prov för fluoranten, 05_0147 (tabell 5), och i fem prover för antracen: förutom 05_0147 även 10_0179 från Munkahusviken nära Karlshamn (där TOC-halt



Figur 14. Sedimentkoncentrationen av PAH_n (µg/kg TS) varierade mellan 780 i prov 10_0090 i Gåsefjärden och det extremt höga 18 000 i prov 05_0147 i Pukaviksbukten. I kartan har även halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 märkts ut.



Figur 15. Bidraget av ingående PAH:er till totalhalten av 16 PAH:er, uttryckt som procent p.g.a. de stora koncentrationsskillnaderna mellan proverna. Parentesen efter varje PAH anger hur många aromatiska ringar molekylen består av. Förutom de PAH:er som ingår i PAH_n inkluderas här de mer flyktiga PAH:erna naftalen, acenaftylen, acenaften och fluoren samt dibenso(a,h)antracen. (*SE11_03 har även provbeteckningen o2Foo06 i SGUs databaser.)

saknas och resultatet därför bör tolkas med försiktighet), 05_0160 och 05_0154 nära Karlskrona, och 01D0342 öster om Sandhammaren. Antracenkonzentrationen är låg i det sistnämnda provet, men eftersom även TOC-halten i provet är låg blir det korrigerade gränsvärdet lågt och överskrids därför.

I förhållande till andra utsjöstationer längs Sveriges kust har SE-11 relativt höga halter av PAH₁₁. Halterna är lägst i Bottniska viken (230–350 µg/kg TS), något högre på västkusten (450–880 µg/kg TS), och 700–2 600 µg/kg TS i Egentliga Östersjön och södra Östersjön (Apler & Josefsson 2016). SE11_14:s PAH₁₁-halt på 1 100 µg/kg TS är den tredje högsta under SSTMP-provtagningen år 2014. Detta pekar på att Hanöbukten och närliggande havsområden har förhöjda halter av PAH:er jämfört med andra områden. Halterna i kustnära sediment är generellt högre än i utsjösedimentet och på några platser överskrids de effektbaserade gränsvärdena för PAH:er i sediment.

Tabell 5. Sedimentkoncentrationer och gränsvärden för antracenen och fluoranten. Gränsvärdena har korrigerats utifrån sedimentets TOC-halt. Om uppgift om TOC-halt saknades användes det okorrigerade gränsvärdet för ett sediment med 5 procent TOC (markerat med kursiv stil). Prover där gränsvärdet överskrids har markerats med rött.

Prov	Område	TOC (%)	Antracenen (µg/kg TS)		Fluoranten (µg/kg TS)	
			Sediment-koncentration	Gränsvärde	Sediment-koncentration	Gränsvärde
10_0177	Boköfjärden	-	11	24	160	2 000
10_0105	Ronneby	-	15	24	200	2 000
10_0179	Karlshamn	-	28	24	280	2 000
10_0180	Pukaviksbukten	-	10	24	190	2 000
05_0160	Karlskrona	10,7	75	51	760	4 280
07_0292	Karlskrona	10,1	29	48	230	4 040
05_0154	Karlskrona	5,0	88	24	530	2 000
05_0147	Pukaviksbukten	7,7	380	37	4 000	3 080
10_0090	Gåsefjärden	-	7	24	93	2 000
05_0121	Tärnö sydost	5,3	8	51	100	2 120
07_0308	Tärnö sydväst	7,0	31	34	290	2 800
12_5036	Valjeviken	-	10	24	180	2 000
05_0107	Valjeviken	13,8	17	66	290	5 520
04_0246	Bornholmshavet	3,9	8	40	100	1 560
05_0167	Hanöbukten	4,3	11	29	130	1 720
05_0138	Hanöbukten	5,0	18	24	260	2 000
04_0248	Bornholmshavet	4,8	11	64	140	1 920
SE11_14	Bornholmshavet	5,5	7	44	120	2 200
SE11_03*	Bornholmshavet	4,4	16	25	100	1 760
SE11_08	Bornholmshavet	4,8	9	23	138	1 920
01D0208	Hanöbukten	2,7	7	34	130	1 068
01D0365	Hanöbukten	7,8	9	69	170	3 132
01D0342	Hanöbukten	1,1	8	6	100	440

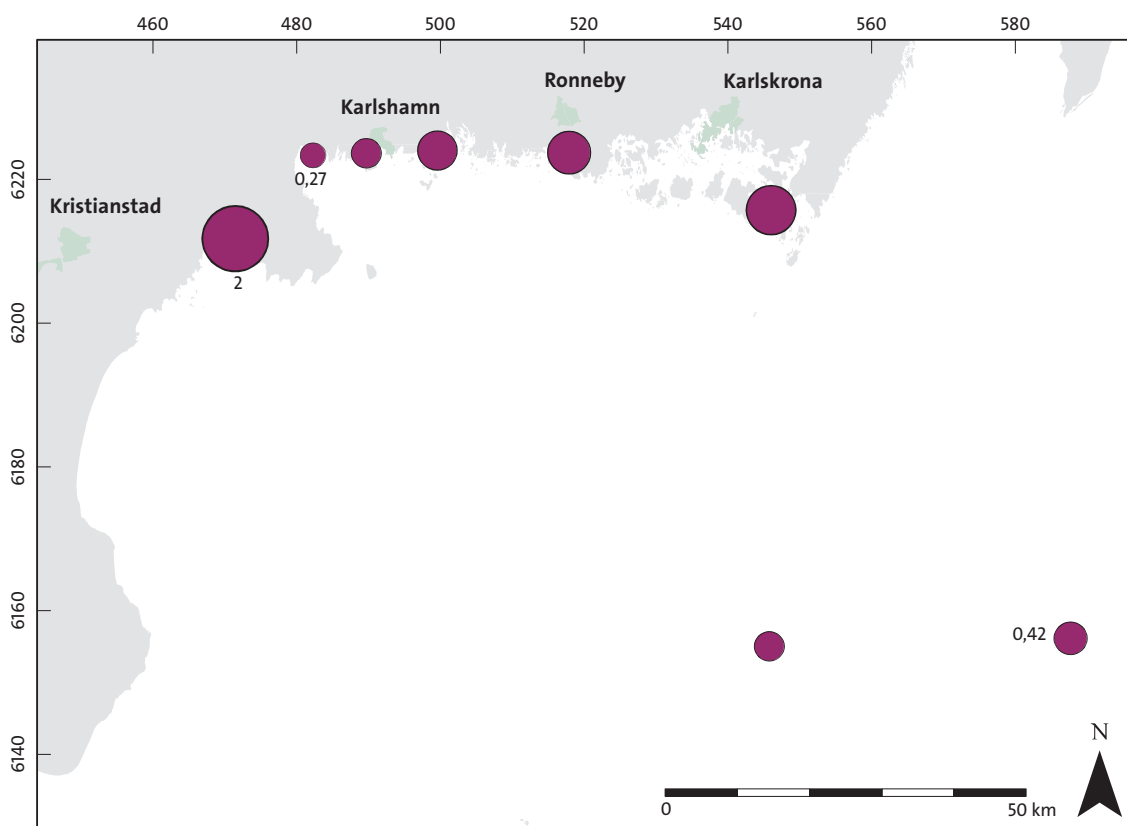
* SE11_03 har även provbeteckningen o2Foo06 i SGUs databaser.

PBDE:er

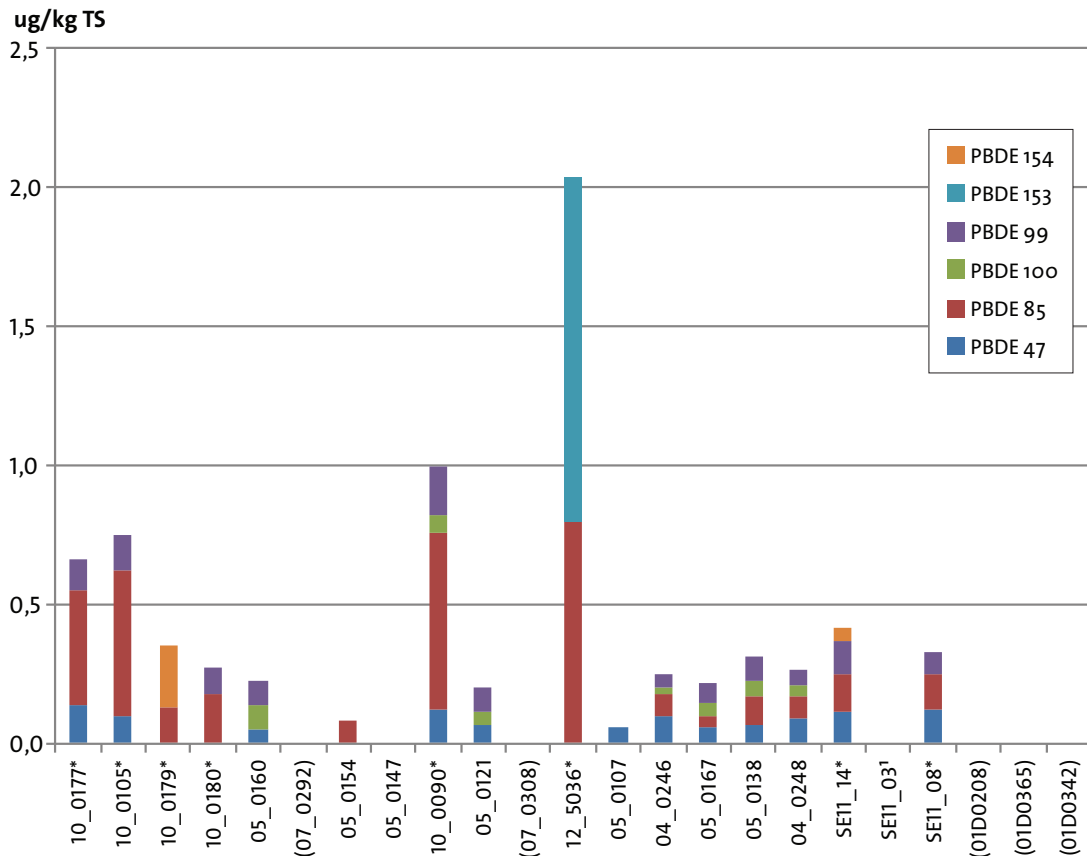
Polybromerade difenyletrar (PBDE:er) är flamskyddsmedel som använts i plast och textilier för att motverka risken för brand. Liksom för PCB:er finns det 209 olika varianter av PBDE, eftersom antalet bromatomer och placeringen på molekylens kan variera. Även om produktionen av PBDE:er i stort sett har upphört finns de fortfarande kvar i många produkter och kommer att fortsätta läcka ut i miljön. Koncentrationerna i miljön har dock minskat, till exempel har halterna i sill i Östersjön gått ner sedan 1990-talet (Airaksinen m.fl. 2014).

PBDE:er har analyserats i 18 av de 23 prover för organiska föroreningar som har tagits inom det undersökta området. Antalet ämnen som har analyserats har skiljt sig mellan åren. De flesta år har PBDE 47, 85, 99 och 100 analyserats, ibland har analyserna även inkluderat PBDE 153 och 154, och ibland PBDE 209. För att möjliggöra en jämförelse har PBDE 47, 85, 99, 100, 153 och 154 summerats, det vill säga PBDE 209 har utelämnats (tabell 3, figur 16 och 17).

Eftersom alla sex PBDE:er som ingår i summan har analyserats i prover tagna från 2008 och framåt kan det se ut som att dessa prover har högre halter än prover från 2005 och tidigare där PBDE 153 och 154 inte har inkluderats. Om man jämför de prover där alla sex ingående PBDE:er har analyserats uppvisar prov 12_5036 från Valjeviken den högsta koncentrationen med 2,0 µg/kg TS (figur 16). Proverna från utsjön (SE11_08 och SE11_14) har lägre halter, men det har å andra sidan även de två kustproverna 10_0179 och 10_0180. För PBDE:er finns inga nationella bedömningsgrunder för sediment att jämföra med. På de 16 nationella miljöövervakningsstationerna för utsjösediment var summahalterna av dessa sex PBDE:er mellan 0,13 och 0,85 µg/kg TS



Figur 16. Sedimentkoncentrationer (µg/kg TS) av summa PBDE:er. Kartan visar enbart de prov där alla 6 PBDE:er som ingår i summa PBDE:er har analyserats. Proverna med lägst respektive högst halt, samt halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14, har markerats.



Figur 17. Sedimentkoncentrationerna (µg/kg TS) av de sex PBDE:er som räknats ihop till en summa. De prover där alla sex PBDE:er har analyserats har markerats med *, och de prover där PBDE:er inte har analyserats alls har satts inom parentes. I prov 05_0147 och SE11_03 har analys skett, men ingen PBDE var över kvantifieringsgränsen. (†SE11_03 har även provbeteckningen o2Fo006 i SGUs databaser.)

vid provtagningen år 2014 (opublicerade data), och halten 0,42 µg/kg TS på SE11_14 var således inte bland de högsta.

Sammanfattningsvis verkar PBDE-halterna vara högre i kustnära sediment än i utsjösediment, men fler prover och analyser behövs för såväl kust- som utsjösediment om man vill utvärdera föroreningsituationen för PBDE:er i området.

Sammanfattning av miljökemisk status för organiska föroreningar

Det finns inget genomgående mönster av högre halter av organiska föroreningar i kustnära sediment än i utsjösediment, utan mönstret varierar mellan de olika ämnena. De två organiska föroreningar som oftast förekommer i mycket höga halter enligt Naturvårdsverkets statistiska bedömningsgrunder är DDT:er och klordaner, och många av sedimentproverna med mycket höga halter av dessa ämnen är lokaliserade i utsjön. Det finns emellertid även mycket höga halter i kustsediment. För DDT:er förekommer extremt höga halter i Ronnebyfjärden, och där är dessutom andelen DDT stor jämfört med andelen nedbrytningsprodukter, vilket tyder på att det är ett utsläpp som inte har hunnit åldras, det vill säga som har skett nyligen före provtagningen, eller som förekommer nära källan. För klordaner är halterna istället mycket höga i Pukaviksbukten. Om man jämför provtagningsstationer som ingår i den nationella miljöövervakningen av utsjösediment har stationen nära Hanöbukten relativt höga halter av DDT:er, men inte förhöjda halter av klordaner jämfört med andra utsjösediment i Egentliga Östersjön och södra Östersjön.

HCH-halterna i sedimenten i området klassas som höga, och för ett prov som mycket höga. De högsta halterna förekommer i väster: nära Sandhammaren, i Valjeviken och Pukaviksbukten. Proverna öster om Sandhammaren togs 1994 och nyare prover behövs för att utvärdera dagens föroreningssituation. HCH-halterna på den nationella miljöövervakningsstationen i utsjön är däremot inte förhöjda jämfört med andra stationer i Egentliga Östersjön och södra Östersjön.

PAH-halterna är generellt högre i kustnära sediment än i utsjösediment. Halterna klassas som mycket höga i sediment nära Karlskrona samt i ett prov i Pukaviksbukten, och i några av sedimenten överskrider effektbaserade gränsvärden för PAH:er i sediment. Sediment vid den nationella miljöövervakningsstationen nära Hanöbukten har förhöjda halter av PAH:er jämfört med de flesta andra utsjöstationer längs Sveriges kust.

HCB uppvisar jämna nivåer i området och halten vid miljöövervakningsstationen i utsjön är bland de lägsta av de 16 nationella stationerna. Halterna av PCB₇ i området är högre i kustnära sediment nära större samhällen, men halten på den nationella miljöövervakningsstationen i utsjön är inte förhöjd jämfört med stationer i Egentliga Östersjön och södra Östersjön. Även för summa PBDE:er verkar halterna vara högre i kustnära sediment, men fler prover behövs för en säkrare utvärdering.

Metaller

För nio metaller finns det statistiska bedömningsgrunder från Naturvårdsverket (1999): arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn). Dessa ämnen har analyserats i 25 av totalt 26 prover (prov 10_0080 har enbart analyserats för organiska föroreningar). Halter och klassning för dessa nio metaller finns sammanställt i tabell 6.

Koncentrationer av metaller i sediment påverkas av i vilken utsträckning de förekommer i berggrunden i området. Därför kan naturligt höga metallhalter förekomma, till skillnad från många organiska föroreningar som enbart eller till övervägande del är av antropogent ursprung. Metallhalterna har emellertid ökat jämfört med förindustriell tid på grund av bland annat förbränning av bränslen och avfall samt metallindustriverksamhet. Halterna kan också vara lokalt förhöjda nära punktkällor.

Tabell 6. Halter (mg/kg TS) av metaller i sedimentprover från Blekingekusten och Hanöbukten. Om ämnet är under kvantifieringsgränsen anges < följt av kvantifieringsgränsen. För SE11_14 och SE11_08 anges halterna som medelvärde ± standardavvikelse för sju replikat. Proverna är klassade utifrån Naturvårdsverkets (1999) bedömningsgrunder (se färgmarkering). För kadmium och bly, där det även finns effektbaserade gränsvärden (Havs- och vattenmyndigheten 2013a), har prover som överskrider gränsvärdet markerats i fet stil.

Prov	Område	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
09_0038	Tjäröfjärden	16,1	0,934	8,39	59,4	55,1	0,136	< 10	53,2	171
10_0177	Boköfjärden	14,7	1,12	9,21	63,1	59,7	0,127	< 10	47,3	129
10_0105	Ronneby	20,4	1,32	8,58	51,3	59,9	0,213	< 10	64,9	168
10_0179	Karlshamn	10,1	0,999	10,2	61,0	48,0	0,103	< 9	37,9	175
05_0160	Karlskrona	12,8	1,50	9,19	53,8	86,1	1,23	26,8	151	192
09_0031	Karlskrona	15,0	1,03	7,33	48,5	60,1	0,393	< 10	85,6	192
07_0292	Karlskrona	20,4	0,809	7,18	59,1	50,5	0,277	< 10	61,3	173
05_0154	Karlskrona	9,17	1,04	7,82	57,7	53,4	0,610	< 10	88,1	124
05_0147	Pukaviksbukten	15,7	2,46	7,81	51,7	34,4	0,137	20,0	41,1	147
10_0090	Gåsefjärden	12,7	2,39	6,49	57,1	55,0	0,107	< 10	40,6	131
05_0121	Tärnö sydost	10,4	0,296	11,9	64,1	30,0	0,0935	14,7	46,6	102
07_0308	Tärnö sydväst	10,9	0,37	12,1	96,3	48,7	0,145	13,4	44,7	107
12_5036	Valjeviken	16,2	2,40	6,99	42,9	57,4	0,128	35,6	47,3	180
05_0107	Valjeviken	15,7	2,54	7,35	48,6	47,9	0,134	< 10	49,9	158
04_0246	Bornholmshavet	8,75	0,517	13,8	75,4	14,4	<0,04	< 10	63,9	144
05_0167	Hanöbukten	8,36	0,516	14,6	88,0	39,8	0,0882	< 10	55,0	134
05_0138	Hanöbukten	14,6	1,18	18,3	88,8	48,2	0,125	< 10	73,1	188
04_0248	Bornholmshavet	12,7	0,890	16,4	83,0	24,4	0,0489	< 10	71,4	180
SE11_14	Bornholmshavet	12,4 ± 1,0	0,909 ± 0,127	15,1 ± 1,1	73,3 ± 3,3	44,6 ± 3,8	0,0717 ± 0,0100	43,6 ± 3,1	53,1 ± 10,8	151 ± 17
SE11_03*	Bornholmshavet	14,1	0,873	15,3	85,0	44,2	0,0842	31,6	62,6	188
SE11_08	Bornholmshavet	15,5 ± 1,6	0,953 ± 0,171	15,0 ± 1,5	86,1 ± 4,2	54,3 ± 2,9	0,0791 ± 0,0493	< 10	52,0 ± 3,6	216 ± 11
01E0394	Hanöbukten	11,5	0,513	10,9	77,6	39,6	0,0758	40,0	61,4	139
01D0208	Hanöbukten	8,53	0,388	7,46	69,4	25,5	0,0529	36,4	46,0	90,2
01D0365	Hanöbukten	19,0	0,968	10,8	79,9	22,5	0,108	50,3	57,0	142
01D0342	Hanöbukten	4,39	0,223	4,87	60,1	29,3	0,0391	21,1	27,7	50,8

* SE11_03 har även provbeteckningen o2F00o6 i SGUs databaser.

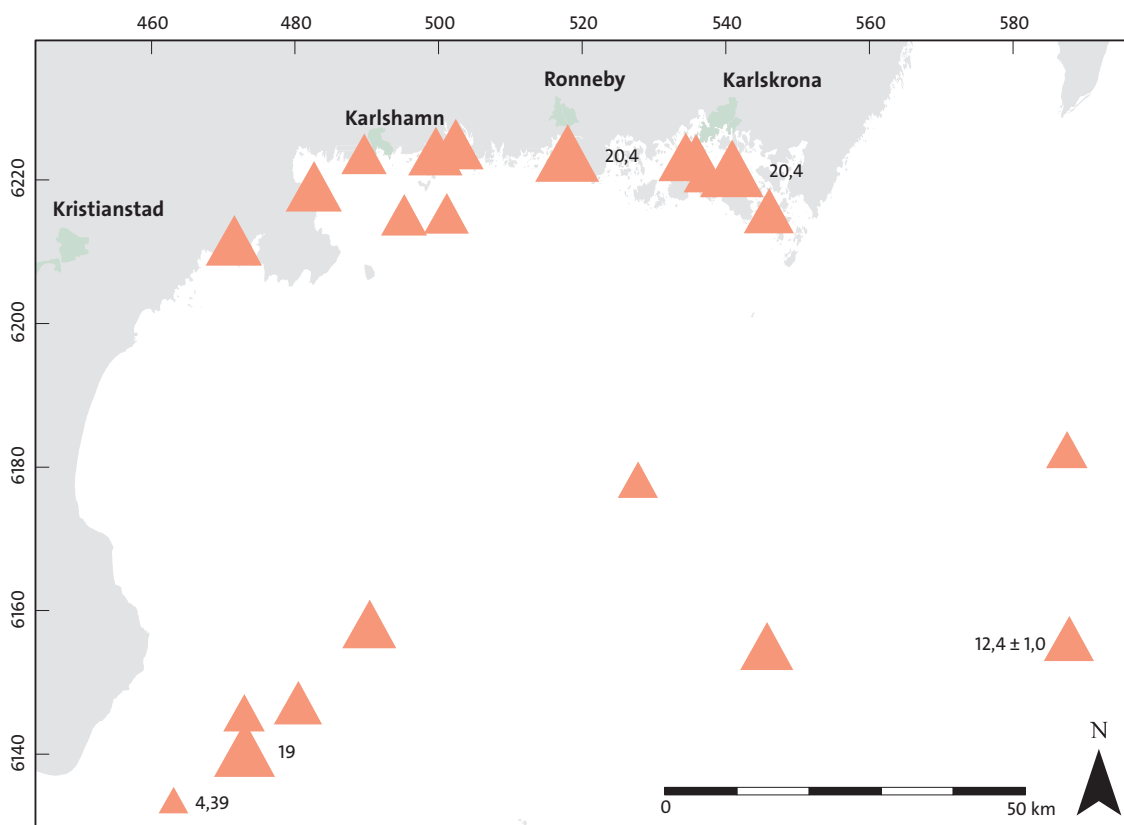
Klass	Avvikelse från jämförvärdet
1	Ingen eller obetydlig
2	Liten
3	Tydlig
4	Stor
5	Mycket stor

Arsenik

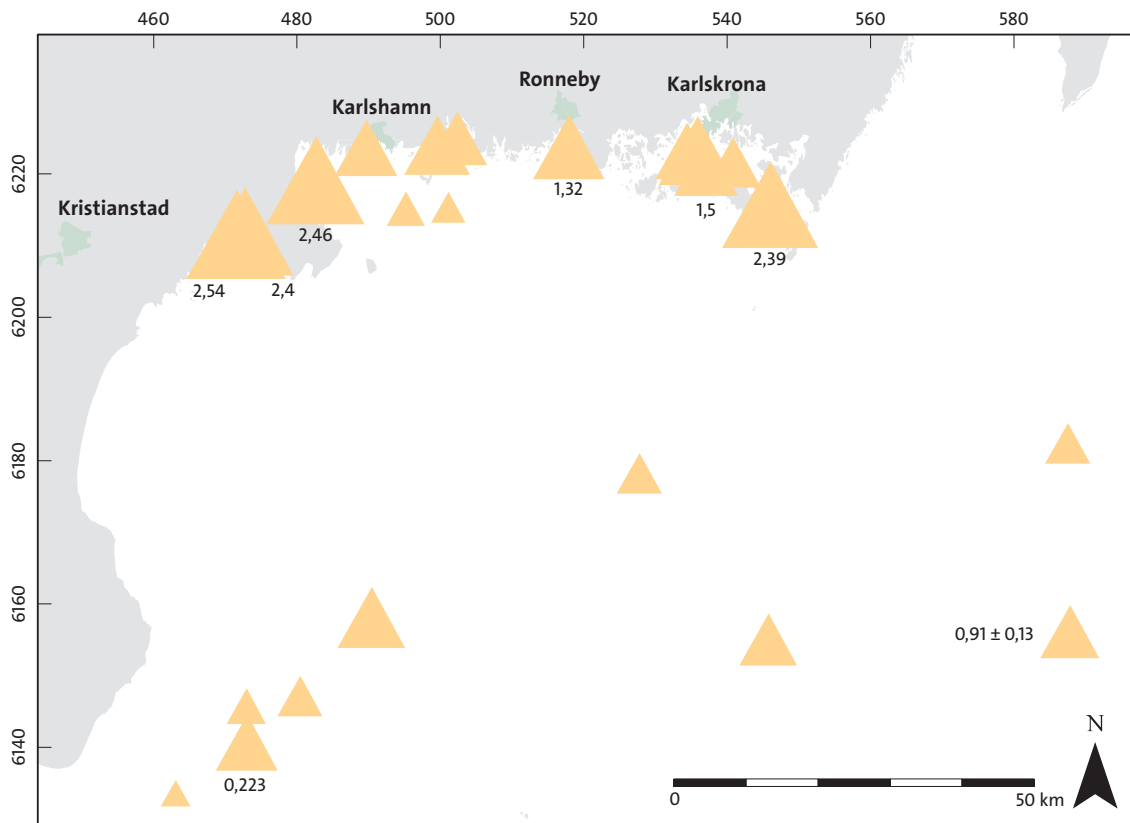
De flesta prover har arsenikhalter med ingen eller obetydlig till liten avvikelse från jämförvärdet (tabell 6). De tre prover som klassas ha en tydlig avvikelse är lokaliserade både kustnära (10_0105 och 07_0292) och i utsjön (01D0365, figur 18). Bland de 16 utsjöstationer som ingår i den nationella miljöövervakningen av föroreningar i sediment har SE-11 bland de lägsta arsenikhalterna, 12 mg/kg TS, av det totala intervallet 12–189 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).

Kadmium

Kadmiumhalterna klassas ha liten till stor avvikelse från jämförvärdet (tabell 6). De sex prover som visar stor avvikelse är alla lokaliserade kustnära (figur 19) och fyra av dessa har kadmiumhalter som överskrider det effektbaserade gränsvärdet (tabell 6): de två proverna från Valjeviken (12_5036 och 05_0107), prov 05_0147 från Pukaviksbukten och prov 10_0090 från Gåsefjärden. De andra två proverna där kadmiumhalten visar stor avvikelse från jämförvärdet, men inte överskrider det effektbaserade gränsvärdet, är 10_0105 i Ronnebyfjärden och 05_0160 vid Karlskrona. Enligt SGUs undersökningar av kadmium i bäckvattenväxter är halterna något förhöjda på Listerlandet, vilket möjligtvis kan kopplas till högre halter i Valjeviken och Pukaviksbukten. Å andra sidan är kadmiumhalterna generellt högre längs Blekingekusten än i utsjösediment, inte bara vid Listerlandet.



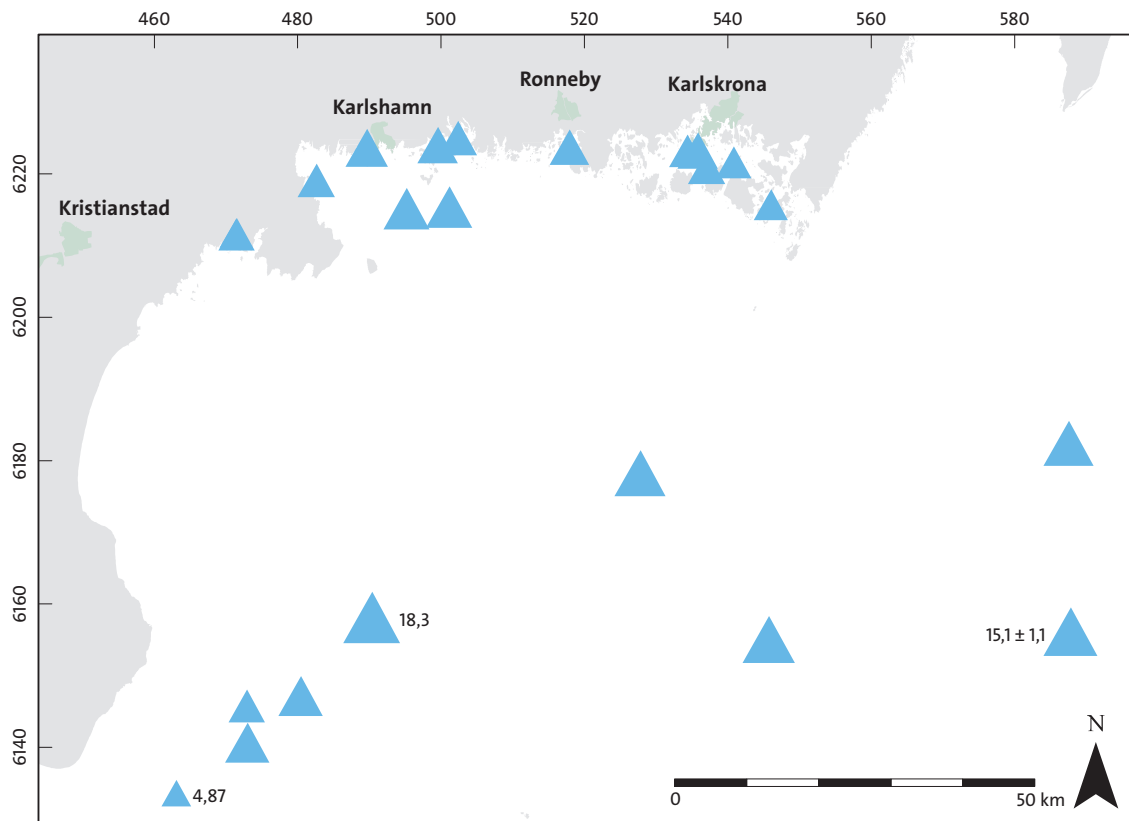
Figur 18. Arsenikhalterna (mg/kg TS) är relativt lika för kustnära och utsjöstationer. De tre stationer som har högst halter (tydlig avvikelse från jämförvärdet) och den station som har lägst halt har märkts ut på kartan. Även ett medelvärde för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.



Figur 19. Kadmiumhalterna (mg/kg TS) är ofta högre i kustnära sediment än i utsjöstationer. De sex stationer med halter som klassas ha stor avvikelse från jämförvärdet och den station med lägst halt har märkts ut på kartan. Även medelvärde för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

I en undersökning av Hanöbukts kustvattenmiljö 2013 utförd av Medins Biologi AB analyserades tolv sedimentprover för metaller (Palmkvist m.fl. 2014). Kadmium uppvisade då stor avvikelse från jämförvärdet i prover från Valjeviken, Ronneby, sydväst om Karlskrona och i Gåsefjärden, vilket motsvarar de områden som har högst halter i SGUs sedimentprover.

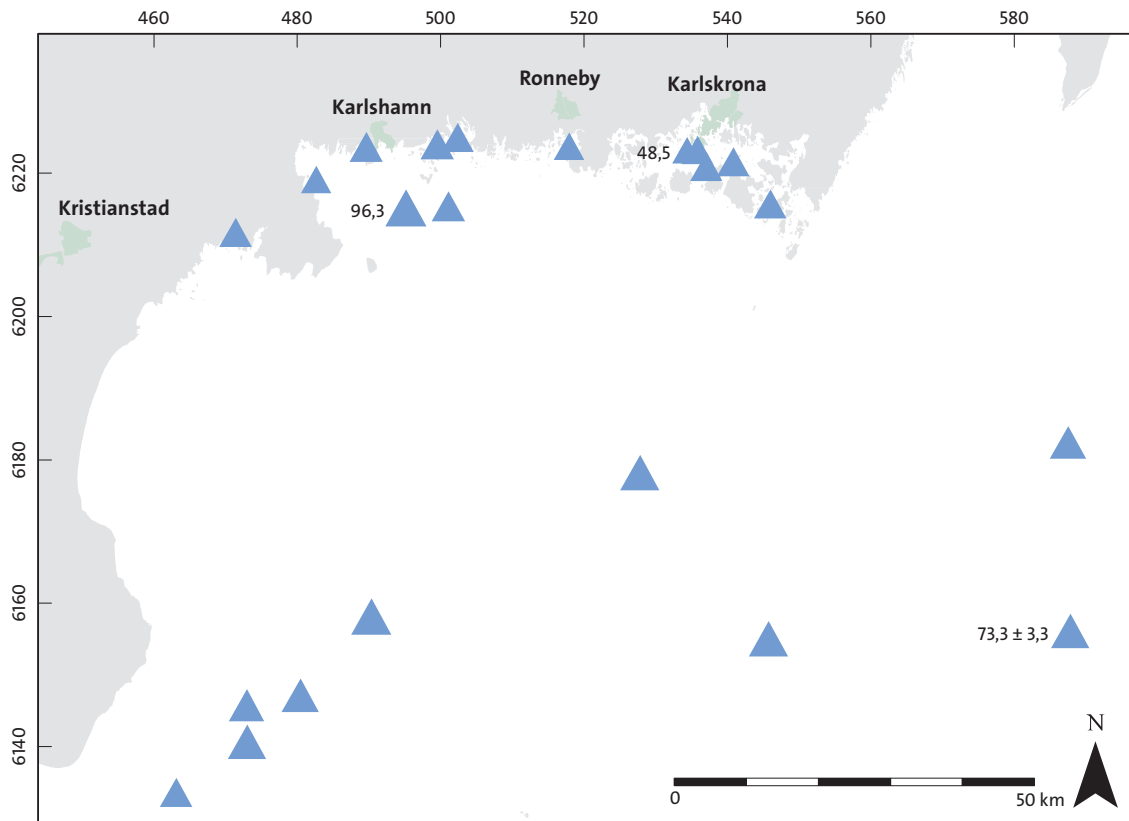
Av de 16 nationella miljöövervakningsstationerna har SE-11 kadmiumhalter som ligger i mitten av intervallet för alla stationer: 0,91 mg/kg TS av 0,09–3,6 mg/kg TS, och i den lägre delen av intervallet för stationer i Egentliga Östersjön och södra Östersjön, 0,4–3,6 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).



Figur 20. Kobolthalterna (mg/kg TS) i området är låga och de högsta halterna finns i utsjösediment. Stationerna med högst respektive lägst halt har märkts ut på kartan. Även medelvärdet för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

Kobolt

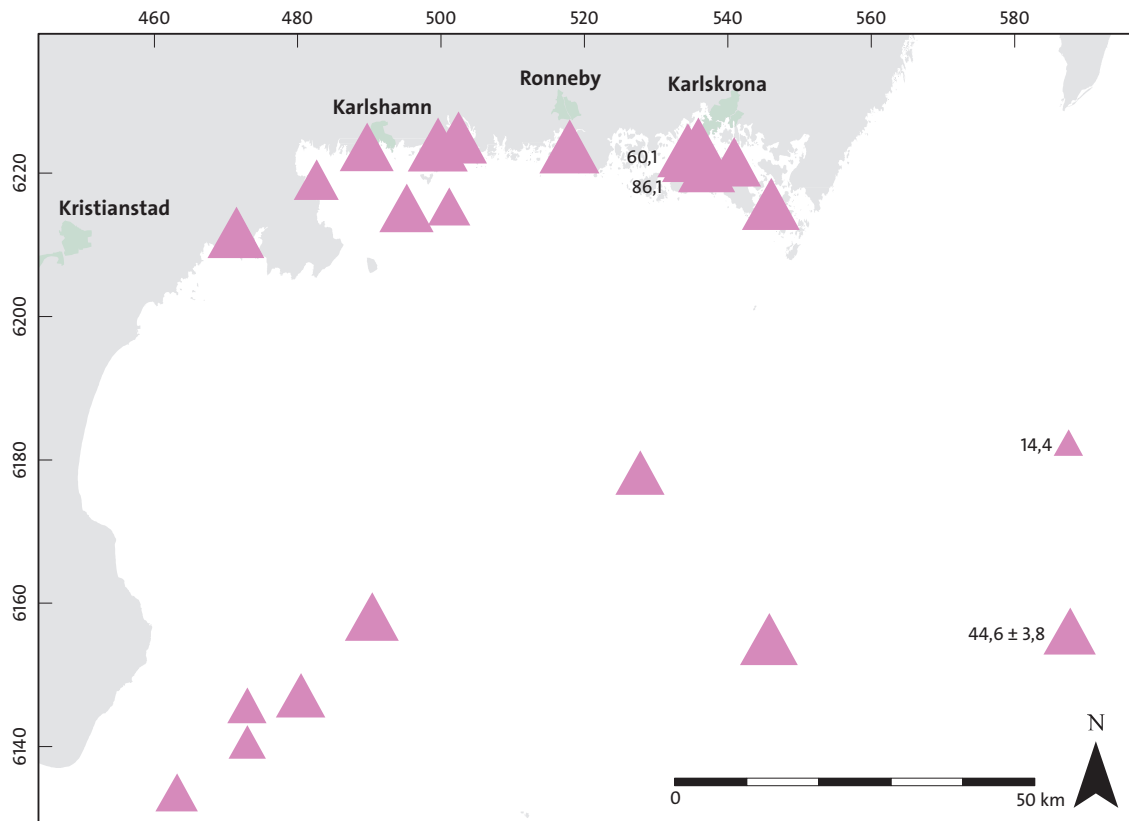
Kobolthalterna är låga i området, med ingen eller obetydlig till liten avvikelse från jämförvärdet, och de högsta halterna finns i prover från utsjön (tabell 6, figur 20). Bland de 16 nationella miljöövervakningsstationerna är kobolthalterna i SE-11 i mitten av intervallet: 15 mg/kg TS av 6,3–40 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016). En jämförelse mellan de kustnära proverna visar på något högre halter i området söder om Karlshamn (prov 10_0179, 07_0308 och 05_0121), men alla kustnära prover har halter som klassas ha ingen eller obetydlig avvikelse från jämförvärdet.



Figur 21. Kromhalterna (mg/kg TS) i området är låga och halterna är generellt högre vid utsjöstationer. Stationerna med högst respektive lägst halt har märkts ut på kartan. Även medelvärdet för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

Krom

Liksom för kobolt förekommer krom i låga halter i området och proverna klassas ha ingen eller obetydlig till liten avvikelse från jämförvärdet (tabell 6). Krom och kobolt har samma koncentrationsmönster: utsjöstationerna har generellt högre halter än de kustnära stationerna och bland de kustnära stationerna är halterna högst söder om Karlshamn (tabell 6, figur 21). För krom förekommer den högsta koncentrationen i ett av proverna söder om Karlshamn, 07_0308, men överlag är skillnaden mellan proverna liten (48,5–96,3 mg/kg TS). Bland de 16 nationella miljöövervakningsstationerna är kromhalterna i SE-11 i övre delen av intervallet men inte extremt: 73 mg/kg TS av 33–85 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).



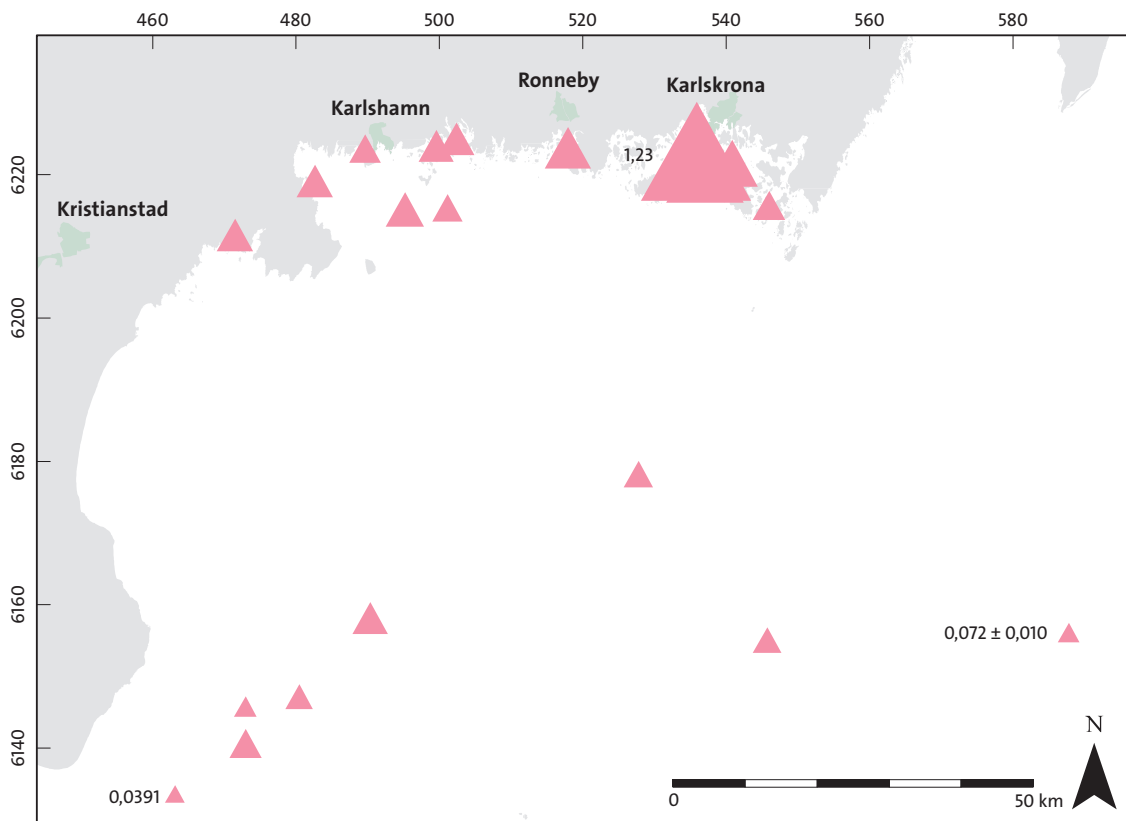
Figur 22. Kopparhalterna (mg/kg TS) är generellt högre vid kustnära stationer. Stationerna som klassas ha halter med stor avvikelse respektive ingen eller obetydlig avvikelse från jämförvärdet har märkts ut. Även medelvärdet för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

Koppar

Kopparhalterna i området klassas till övervägande del som tydligt avvikande från jämförvärdet (tabell 6, figur 22). De kustnära sedimenten har i regel högre halter än utsjosediment, och de två proven (05_0160 och 09_0031) med högst halt kommer från sediment nära Karlskrona. Dessa två prover klassas som att ha stor avvikelse från jämförvärdet.

Koppar analyserades även i tolv sedimentprover i en undersökning av Hanöbukts kustvattenmiljö 2013 (Palmkvist m.fl. 2014). Metallen uppvisade då stor avvikelse från jämförvärdet i prover vid Karlshamn, i Tjäröfjärden, vid Ronneby, och vid Karlskrona. Högst halter förekom liksom i SGU-proverna i denna rapport vid Karlskrona och Ronneby.

Bland de 16 utsjöstationer som ingår i den nationella miljöövervakningen av föroreningar i sediment är kopparhalterna i SE-11 i mitten av intervallet: 45 mg/kg TS av 15–114 mg/kg TS, och i den lägre delen av intervallet för utsjöstationer i Egentliga Östersjön och södra Östersjön, 43–114 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).

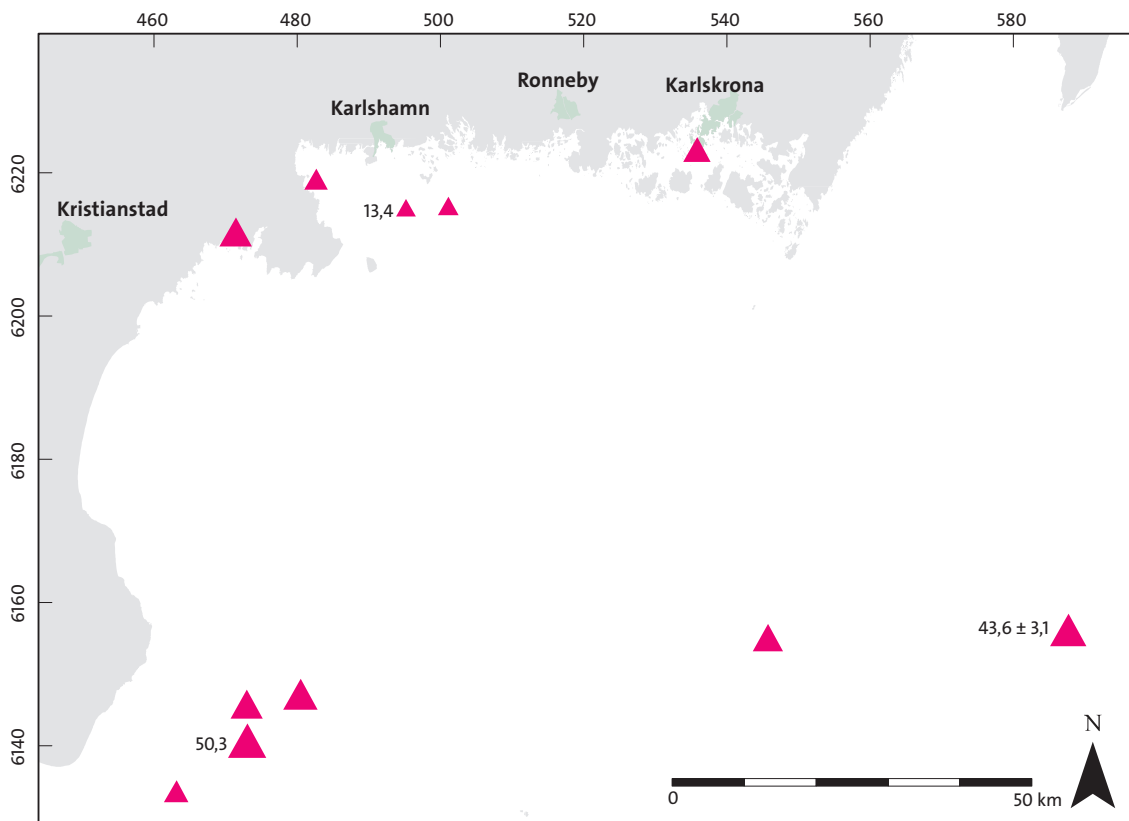


Figur 23. Kvicksilverhalterna (mg/kg TS) är tydligt förhöjda i sediment nära Karlskrona, och överlag har kustnära sediment högre halter än utsjösediment. Halter som klassas ha mycket stor avvikelse respektive ingen eller obetydlig avvikelse från jämförvärdet har markerats. Även medelvärdet för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

Kvicksilver

Kvicksilverhalterna i de undersökta sedimenten varierar från ingen eller obetydlig till mycket stor avvikelse från jämförvärdet (tabell 6). Det är tydligt att halterna är högre i kustnära sediment än i utsjön (figur 23), och i synnerhet sedimenten vid Karlskrona har höga halter av kvicksilver. De fyra proverna som uppvisar högst halter är de fyra prover som är lokaliserade närmast Karlskrona, varav ett har en halt med mycket stor avvikelse (05_0160) och ett med stor avvikelse (05_0154) från jämförvärdet. Det är således mycket troligt att en eller flera punktkällor har kraftig påverkan på det här området. En möjlig punktkälla är Gullbernadeponin, som är en av Blekinges mest förorenade platser där höga halter kvicksilver har uppmätts. Det kan givetvis inte uteslutas att även andra källor bidrar. Stationen med högst halt utanför Karlskronaområdet är 10_0105 i Ronnebyfjärden.

Att halterna är förhöjda i Karlskrona- och Ronnebyområdet överensstämmer med metallhalter i prover tagna 2013 inom undersökningar av Hanöbukts kustvattenmiljö (Palmkvist m.fl. 2014). Där ligger emellertid halterna i Karlskrona inte lika högt, vilket kan bero på att provstationerna vid Karlskrona i undersökningen 2013 är lokaliserade längre åt sydväst respektive nordost än SGUs provlokaler. Provtagningspunkten i nordost ligger i närheten av 07_0292 och har liknande halt, cirka 0,3 mg/kg TS (tabell 6, Palmkvist m.fl. 2014), men provtagningspunkten i sydväst ligger längre åt väster än SGUs prover med högst halter, 05_0160 och 01_0154. Den högsta kvicksilverhalten i proverna undersökta 2013 är istället från Karlshamnsfjärden (0,9 mg/kg



Figur 24. Nickelhalterna (mg/kg TS) var under kvantifieringsgränsen i 14 av 25 prover och i de 11 prover med kvantifierbara halter var avvikelserna från jämförvärdet ofta ingen eller obetydlig. Den högsta respektive lägsta halten i de prover där nickel kunnat kvantifieras har märkts ut på kartan. Även medelvärdet för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

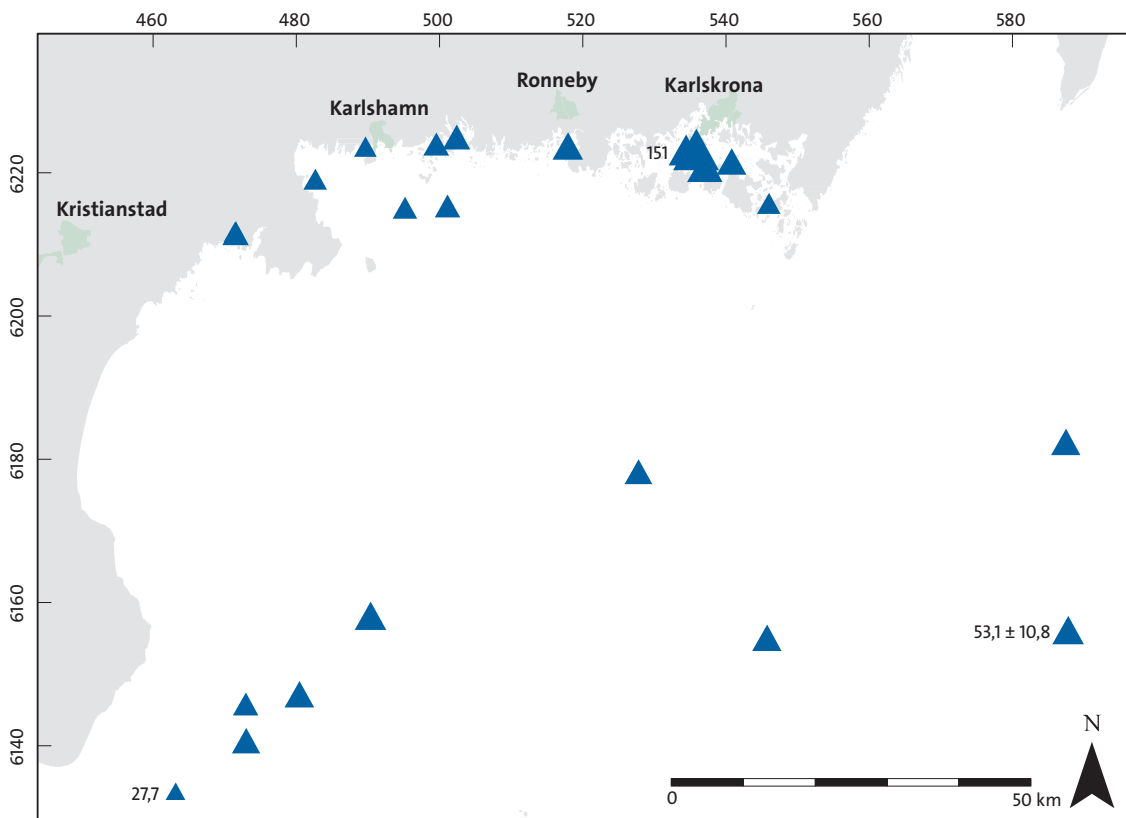
TS). SGUs prov 10_0179 taget i närheten av Karlshamn har inte förhöjda halter av kvicksilver, men är å andra sidan provtaget i Munkahusviken och inte i Karlshamnsfjärden.

Kvicksilverhalterna i utsjön är låga och bland de 16 nationella miljöövervakningsstationerna är kvicksilverhalterna i SE-11 i mitten av intervallet: 0,072 mg/kg TS av 0,022–0,27 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).

Nickel

Nickelhalterna är i många av sedimentproverna under mätbara nivåer (tabell 6). De halter som har detekterats har från ingen eller obetydlig till tydlig avvikelse från jämförvärdet. Inga prov har avvikande höga värden som tyder på påverkan från punktkällor och halterna är generellt lägre i proverna i kustnära sediment än i utsjösediment (tabell 6, figur 24).

Bland de 16 utsjöstationer som ingår i den nationella miljöövervakningen av föroreningar i sediment är nickelhalterna i SE-11 i mitten av intervallet: 44 mg/kg TS av 21–70 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).



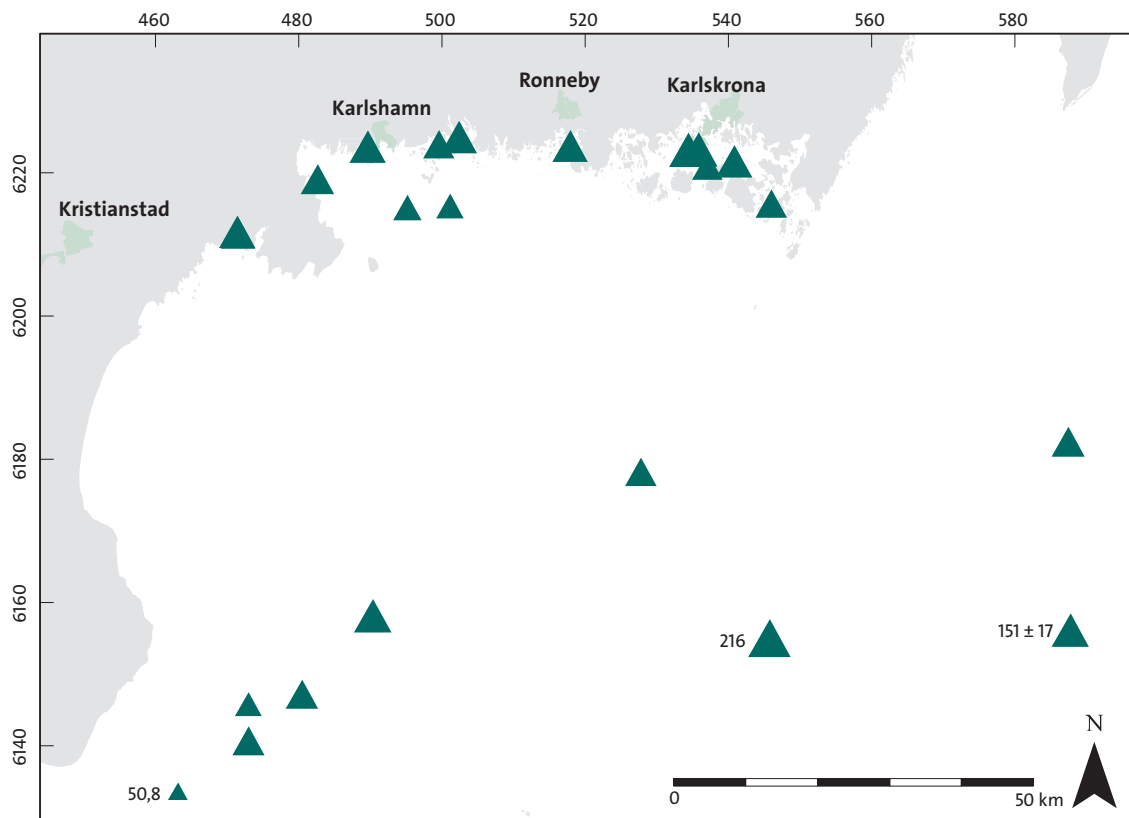
Figur 25. Blyhalterna (mg/kg TS) är tydligt förhöjda i sediment nära Karlskrona. För stationerna som klassas ha halter med mycket stor avvikelse respektive ingen eller obetydlig avvikelse från jämförvärdet har halterna märkts ut. Även medelvärdet för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

Bly

Bly uppvisar samma mönster som kvicksilver i de undersökta sedimenten. Halterna varierar avsevärt, från ingen eller obetydlig till mycket stor avvikelse från jämförvärdet (tabell 6) och de högsta halterna förekommer i sediment nära Karlskrona (figur 25). I det mest förorenade provet, 05_0160, är halten så hög att den överskrider det effektbaserade gränsvärdet (tabell 6). Förutom sedimenten i området vid Karlskrona är den mest förorenade kustnära stationen prov 10_0105 i Ronnebyfjärden, vilket följer samma mönster som för kvicksilver. Till skillnad från kvicksilver är halterna däremot inte överlag högre i kustnära sediment än i utsjön, utan även i utsjön finns det prov med halter som uppvisar stor avvikelse från jämförvärdet (prov 05_0138 och 04_0248). Dessa halter är högre än de som uppmätts i sedimentet i Ronnebyfjärden.

I undersökningen av metaller i sediment i Hanöbukts kustvattenmiljö 2013 (Palmkvist m.fl. 2014) uppmättes de högsta halterna av bly i Ronnebyfjärden, följt av området vid Karlskrona, vilket alltså är samma två kustområden som uppvisar högst halter bly i sediment i den här undersökningen.

Bland de 16 nationella miljöövervakningsstationerna hör blyhalten i SE-11 till de högre, men är inte avvikande högt: 53 mg/kg TS av 15–79 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).



Figur 26. Zinkhalterna varierar mellan 50,8 och 216 mg/kg TS, men det finns inga tydliga haltskillnader mellan kustnära och utsjösediment. Stationerna med högst respektive lägst halt har märkts ut på kartan. Även medelvärdet för halten vid den nationella miljöövervakningsstationen SE11_14 har märkts ut, med standardavvikelse.

Zink

Zinkhalterna i sediment varierar från ingen eller obetydlig till stor avvikelse från jämförvärdet, men de flesta proverna faller inom klassen tydlig avvikelse (tabell 6). Såväl provet med lägst som med högst halt är lokaliserade i utsjön (figur 26). Förutom provet med en zinkhalt på 216 mg/kg TS (SE11_08) är proverna med högst halter de två proverna söder om Karlskrona, 05_0160 och 09_0031, som innehåller 192 mg/kg TS. Dessa prover har också höga halter av kvicksilver, bly och koppar. Skillnaden i zinkhalt jämfört med andra prover är emellertid liten, och halterna är på samma nivå i ett flertal utsjöprover.

Bland de 16 nationella miljöövervakningsstationerna är zinkhalterna i SE-11 bland de lägre av stationerna i Östersjön: 151 mg/kg TS av 148–314 mg/kg TS (SSTMP-provtagning 2014, Apler & Josefsson 2016).

Sammanfattning av miljökemisk status för metaller

Av de undersökta metallerna förekom kobolt och krom i låga halter, och hade ingen eller obetydlig till liten avvikelse från jämförvärden. Arsenik och nickel uppvisar också relativt låga halter även om några prover klassades ha tydlig avvikelse från jämförvärden. Arsenikhalterna var relativt jämna mellan kustnära och utsjösediment, medan halterna av kobolt, krom och nickel generellt verkade vara något lägre i kustnära sediment än i utsjösediment.

För kadmium, koppar, kvicksilver, bly och zink förekommer prover med stor eller mycket stor avvikelse från jämförvärden. Kviksilver och bly följer samma mönster: högst halter förekommer i sediment nära Karlskrona, följt av Ronnebyfjärden. För bly finns det ett effektbaserat gränsvärde som överskrids i ett av proven från Karlskrona. För bly är haltskillnaderna mellan kustnära och utsjösediment små, förutom sedimenten med högre halter nära Karlskrona och Ronneby som skiljer sig avsevärt från utsjöstationerna. Även kopparhalterna är högst i sediment från Karlskronaområdet. Både koppar och kvicksilver uppvisar högre halter i kustnära än i utsjösediment.

Zink visar inga tydliga skillnader i halter mellan kustnära och utsjösediment. Den högsta halten förekommer i ett prov från utsjön, men förutom detta innehåller de två sedimentproverna närmast Karlskrona högst halt.

Kadmium förekommer tydligt i högre halt i kustnära sediment än i utsjösediment. Mönstret avviker emellertid från övriga metaller eftersom de högsta halterna, som överskrider det effektbaserade gränsvärdet för sediment, förekommer i Valjeviken och Pukaviksbukten följt av Gåsefjärden. Förutom på dessa platser är det sediment nära Karlskrona och i Ronnebyfjärden som uppvisar de högsta halterna.

SLUTSATSER

Den här rapporten ger en översikt över halter av organiska föroreningar och metaller i sediment längs Blekingekusten och Hanöbukten, samt närliggande havsområden. Sedimenten som undersökts har provtagits i olika projekt på SGU under två decennier. Eftersom proverna har analyserats vid olika tidpunkter och på olika laboratorier bör man vara försiktig med att dra långtgående slutsatser utan att ta hänsyn till när provtagning och analys har ägt rum. Det är också viktigt att komma ihåg att de ytsediment som provtogs till exempel 1994 idag förmodligen ligger begravda längre ner i sedimentet på grund av den sedimentation som skett sedan dess, och därmed inte är i direkt kontakt med den överliggande vattenmassan och djur som lever i de ytliga sedimentlagren.

Bland de organiska föroreningarna förekommer DDT:er i utsjösediment i området i höga halter jämfört med de flesta andra utsjöstationer inom den nationella miljöövervakningen. De högsta halterna i det undersökta området förekommer dock i ett prov taget i Ronnebyfjärden. DDT:er hittades där i mycket höga halter och dessutom med ett förhållande mellan DDT och nedbrytningsprodukter som tyder på att föroreningen inte hunnit åldras och därmed kan ha skett relativt nyligen före provtagningen. Fler prover behöver tas för att undersöka halterna av DDT:er i Ronnebyfjärden och avrinningsområdet. Förutom de höga halterna i sediment i Ronnebyfjärden är DDT-halterna överlag högre i utsjösediment än i kustnära sediment. Även undersökningar av halter i fiskarten skrubbskädda, samt i sill inom den nationella miljöövervakningen, pekar på förhöjda halter av DDT:er i Hanöbukten (Olsson m.fl. 2016).

Även PAH-halterna är höga i utsjösediment i området jämfört med utsjöstationerna inom den nationella miljöövervakningen. De högsta halterna av PAH:er förekommer emellertid i kustnära sediment där effektbaserade gränsvärden ibland överskrids. Baserat på fördelningen av olika PAH-föroreningar verkar det finnas olika källor till, eller olika ålder på, utsläppen till kustnära sediment jämfört med till utsjösediment. I kustnära sediment finns det ett större inslag av lågmolekylära PAH:er, vilket kan tyda på att PAH-föroreningarna i de kustnära sedimenten inte har hunnit åldras i lika hög grad som i utsjösedimenten.

HCH-halterna är inte förhöjda på utsjöstationen jämfört med andra stationer inom den nationella miljöövervakningen. Halterna är däremot högre i den västra delen av området, bland annat i sydväst nära Sandhammaren. Några av dessa prover togs emellertid för mer än 20 år sedan och en förnyad provtagning är nödvändig om man vill få en säker bild av de nuvarande halterna i ytsediment i den sydvästra delen av området.

Undersökningen av metaller i sediment visar att arsenik, kobolt, krom och nickel överlag förekommer i låga halter. För övriga analyserade metaller är det tydligt att sediment i närheten av Karlskrona har höga halter, vilket är särskilt märkbart för kvicksilver och bly. Även sediment från Ronnebyfjärden uppvisar högre halter av ett flertal metaller.

Fortsatta undersökningar bör göras av de ämnen som har generellt höga halter eller där det finns särskilt förorenade områden. Hanöbukten och omgivande områden har en stor area och variationen i halter kan vara betydande, inte minst i närheten av punktkällor, så fler prover behövs. För miljökemiska mätningar bör proverna tas i områden med ackumulationsbottnar, vilket tyvärr saknas närmast Skånes östkust.

Sedimentproven som har undersökts i den här rapporten har analyserats för samma grunduppsättning av ämnen, vilket är välkända föroreningar som har orsakat och fortfarande orsakar miljöproblem. I framtida undersökningar skulle det vara bra att utöka analyserna till att omfatta fler, potentiellt miljöpåverkande, föroreningar.

REFERENSER

- Airaksinen, R., Hallikainen, A., Rantakokko, P., Ruokojärvi, P., Vuorinen, P.J., Parmanne, R., Verta, M., Mannio, J. & Kiviranta, H., 2014: Time trends and congener profiles of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Baltic herring off the coast of Finland during 1978–2009. *Chemosphere*, 114, 165–171.
- Apler, A. & Josefsson, S., 2016: Swedish status and trend monitoring programme. Chemical contamination in offshore sediments 2003–2014. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2016:04*, 108 s.
- Cato, I. & Kjellin, B., 2008: The national Swedish status and trend monitoring programme based on chemical contamination in offshore sediment – an overview of the results from 2003. An updated version 2008. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2008:19*, 31 s.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2013a: Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. *HVMFS 2013:19*.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2013b: Hanöbuktsutredningen. Regeringsuppdrag. *Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013-10-31*, 107 s.
- Ledesma, M. & Sundelin, B., 2016: Vitmärlans reproduktion i Hanöbukten. Stockholms universitet, Institutionen för miljövetenskap och analytisk kemi. *Lägesrapport 2016-05-23*, 8 s.
- Mattila, J., Kankaanpää, H. & Ilus, E., 2006: Estimation of recent sediment accumulation rates in the Baltic Sea using artificial radionuclides ¹³⁷Cs and ^{239,240}Pu as time markers. *Boreal Environment Research* 11, 95–107.
- Naturvårdsverket 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och hav. *Naturvårdsverket rapport nr 4914*.
- Olsson, J., Lingman, A., Jonsson, A., Förlin, L., Hansson, N., Larsson, Å., Parkkonen, J., Faxneld, S. & Ljunghager, F., 2016: Miljöövervakning i Hanöbukten – finns det ett samband mellan tillståndet för fisken, dess hälsa och belastningen av miljöfarliga ämnen? *Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:17*, 56 s.
- Palmkvist, J., Liungman, A., Ericsson, U., Christensson, M., Johansson, J., Nilsson, P., Rådén, R., Mattson, M., Wallin, A., Qvarfordt, S. & Borgies, M., 2014: Hanöbukstens kustvattenmiljö 2013. Blekingekustens vattenvårdsförbund och Vattenvårdsförbundet för västra Hanöbukten. *Rapport utförd av Medins Biologi AB 2014-04-30*, 195 s.
- Venier, M. & Hites, R., 2014: DDT and HCH, two discontinued organochlorine insecticides in the Great Lakes region: isomer trends and sources. *Environment International* 69, 159–165.