



NYE KONTAMINANTER MED RELEVANS FOR DET GRØNLANDSKE MILJØ

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 19

2013



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

[Tom side]

NYE KONTAMINANTER MED RELEVANS FOR DET GRØNLANDSKE MILJØ

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 19

2013

Katrin Vorkamp¹

Frank F. Rigét²

¹ Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab

² Aarhus Universitet, Institut for Bioscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 19
Titel:	Nye kontaminanter med relevans for det grønlandske miljø
Forfattere:	Katrin Vorkamp ¹ og Frank F. Rigét ²
Institutioner:	Aarhus Universitet, ¹ Institut for Miljøvidenskab og ² Institut for Bioscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Februar 2013
Redaktion afsluttet:	Januar 2013
Faglig kommentering:	Miljøstyrelsen
Finansiell støtte:	Miljøstyrelsen – Danish Cooperation for Environment in the Arctic (DANCEA)
Bedes citeret:	Vorkamp, K. & Rigét, F.F. 2013. Nye kontaminanter med relevans for det grønlandske miljø. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 112 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 19 http://www.dmu.dk/Pub/TR19.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Forholdsvis flygtige og svært nedbrydelige organiske kemikalier kan transporteres til arktiske områder og ophobes i de arktiske fødekæder. Formålet med denne undersøgelse var at sammendrage viden om forekomsten i Arktis af nye kontaminanter, som ikke er omfattet af eksisterende overvågningsprogrammer, med fokus på bioakkumulerende stoffer. Rapporten sammenfatter resultater fra forskellige kilder, med henblik på stoffernes forekomst i dyr og abiotiske medier i Arktis samt fødekæder udenfor Arktis. Den beskriver også resultater fra modelberegninger og teoretiske undersøgelser om stoffernes potentiale til at være arktiske kontaminanter. På denne basis er relevansen for det grønlandske miljø vurderet. Det konkluderes, at i alt 11 stoffer som omfatter flammehæmmere, pesticider og andre kemikalier, vil være særligt relevante for videregående undersøgelser i Grønland, f.eks. i form af screeningsundersøgelser eller retrospektive tidsserier.
Emneord:	Arktis, bioakkumulering, flammehæmmere, fødekæde, kemikalier, lang-distance transport, nye kontaminanter, pesticider
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Han isbjørn, Østgrønland den 24. marts 2007. Foto: Rune Dietz
ISBN:	978-87-92825-96-4
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	112
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://www.dmu.dk/Pub/TR19.pdf
Supplerende oplysninger:	Rapporten gengiver forfatterernes resultater og er ikke et udtryk for Miljøstyrelsens holdninger.

Indhold

Sammenfatning	5
Summary	6
1 Baggrund	7
2 Formål	8
3 Fremgangsmåde	9
4 Resultater	11
4.1 Forekomst i Arktis / Lang-distance transport	11
4.2 Bioakkumulering og biomagnificering (udenfor Arktis)	35
4.3 Stoffer fra lokale kilder i Arktis	40
5 Konklusion	43
6 anbefalinger	44
7 Referencer	45
Bilag 1.	55
Bilag 2.	92
Bilag 3.	104
Bilag 4.	106
Bilag 5.	107
Bilag 6.	108

[Tom side]

Sammenfatning

Forholdsvis flygtige og svært nedbrydelige organiske kemikalier kan transporteres fra deres anvendelsesområder til Arktis, hvor de ophobes i det arktiske miljø. Specielt fedtopløselige stoffer kan optages af arktiske dyr og stige i koncentrationen gennem fødekæden, med risiko for eksponeringen af den arktiske befolkning gennem traditionelle fødevarer. Denne problematik er kendt for en række organiske forbindelser (*persistent organic pollutants, POPs*), som derfor overvåges i udvalgte arter på Grønland. Mange POP forbindelser er reguleret globalt, f.eks. gennem Stockholm Konventionen.

Formålet med denne undersøgelse var at sammendrage viden om forekomsten af nye stoffer i Arktis, som hidtil ikke er omfattet af det dansk-grønlandske overvågningsprogram, og at vurdere deres relevans for videregående undersøgelser på Grønland, f.eks. under AMAP Core Programmet. Til dette formål er der gennemgået en række kilder, primært den videnskabelige litteratur, nationale rapporter, rapporter under Nordisk Ministerråd, lister og konventioner samt publikationer fra miljømyndigheder og ekspertgrupper. Fra dette materiale er der ekstraheret oplysninger om stoffernes forekomst i arktiske dyr, i abiotiske medier i Arktis, stoffernes forekomst i fødekæder udenfor Arktis, deres registrering på lister og i konventioner samt data på anvendelsesmængder og fysisk-kemiske egenskaber. Derudover er der inddraget teoretiske undersøgelser og modelberegninger om stoffernes potentiale til at være arktiske kontaminanter.

På basis af resultaterne er der først vurderet hvilke stoffer der muligvis kan forventes at akkumulere i grønlandske dyr, ud fra deres påviste forekomst i Arktis, prioritering i modelberegninger og klassificering på forskellige lister. Denne vurdering resulterede i 17 stoffer og stofgrupper som omfatter flammehæmmere, pesticider og øvrige kemikalier (phthalater, siloxaner, bis(4-chlorphenyl)sulfon og perfluoroethylcyclohexanesulfonate). Denne første vurdering er suppleret med en gennemgang af litteraturen udenfor Arktis, med fokus på stoffernes bioakkumulering, f.eks. i emissionsområder. Gennemgangen resulterede i en liste på 12 stoffer som understøtter og supplerer den første liste.

Litteraturen beskriver også forekomsten af stoffer i Arktis som muligvis er frigivet lokalt, f.eks. gennem spildevandsudledning og forbrændingsprocesser, og ikke transporteret fra industri- og landbrugsområder ved lavere breddegrader. Denne problematik er derfor også taget op i denne undersøgelse, men uden konsekvens for anbefalinger til overvågningsprogrammet, som fokuserer på langtransporterede og bioakkumulerende stoffer.

Ud fra de to vurderinger er der konkluderet, at 11 stoffer vil være særlig relevante for videregående undersøgelser i Grønland. Denne liste tager også højde for den aktuelle stofliste for luftovervågningen på Grønland og omfatter seks flammehæmmere (DPTE, TBPH, TBB, BTBPE, DBDPE, Dechlorane plus), pesticiderne endosulfan og chlordecone samt stofgruppen short-chain chlorinated paraffins (SCCP) og stofferne bis(4-chlorphenyl)sulfon og octachlorstyren. For endosulfan foreligger der allerede data fra grønlandsk biota, hvorfor der er foreslået en retrospektiv tidstrend på eksisterende prøver. For de øvrige stoffer er der foreslået en screening på eksisterende prøver, for at undersøge stoffernes eventuelle tilstedeværelse.

Summary

Relatively volatile and persistent organic pollutants (POPs) can be transported from emission sources to Arctic areas. Lipophilic compounds in particular enter the Arctic food chains and biomagnify, posing a risk of exposure to the Arctic inhabitants who rely on traditional food. For this reason, monitoring programmes have been established for POPs in selected species. Many POPs have been regulated globally today, for example through the Stockholm Convention.

The purpose of this study was to collect and review information on the occurrence of new compounds in the Arctic which are not covered by the current monitoring activities in Greenland, and to assess their relevance for further studies in Greenland, for example under the AMAP Core Programme. We used several different sources, primarily the scientific literature, national reports, reports by the Nordic Councils of Ministers, lists and conventions and publications by environmental authorities and expert groups. From this material, information was extracted on the detection of new compounds in Arctic animals, in abiotic Arctic media and in non-Arctic food chains, on the registration of these compounds on lists and in conventions and on production amounts and relevant physical-chemical characteristics. Furthermore, theoretical studies and model calculations about potential Arctic contaminants were included.

On the basis of these results, a first list was established of compounds possibly accumulating in Arctic animals, based on the presence of these compounds in the Arctic, their high priority in model calculations and classification on various lists. This list was comprised of 17 compounds including flame retardants, pesticides and other chemicals (phthalates, siloxanes, bis(4-chlorophenyl)sulfone and perfluoroethylcyclohexanesulfonate). Next, the literature was reviewed on bioaccumulation of new compounds in areas outside the Arctic, for example close to emission sources. This review resulted in a list of 12 compounds, supporting and extending the first list.

The literature also includes information the presence of compounds in the Arctic which possibly are emitted locally, for example with waste water or in combustion processes. Therefore, this issue is also described in our study, but without consequences for recommendation for the monitoring programme, which focuses on long-range transport and bioaccumulation.

Based on the two initial assessments, it was concluded that a final list of 11 compounds would be particularly relevant for further studies in Greenland. This list also considers the compounds currently monitored in air in Greenland and includes six flame retardants (DPTE, TBPH, TBB, BTBPE, DBDPE, Dechlorane plus), the pesticides endosulfan and chlordecone, the compound group short-chain chlorinated paraffins (SCCP) and the compounds bis(4-chlorophenyl)sulfone and octachlorostyrene. A previous study had shown the presence of endosulfan in Greenland biota. For this reason, a retrospective time trend was suggested for endosulfan. For the remaining compounds, a screening of existing samples was recommended, to study the presence of these compounds in Greenland biota.

1 Baggrund

Vores moderne samfund producerer og bruger et stort antal af organiske kemikalier, som anvendes i industrielle processer, landbruget eller forbrugerprodukter. Nogle af stofferne kan være direkte skadelige for naturen og/eller mennesker, andre kan på sigt føre til miljø- eller sundhedsproblemer, for eksempel fordi de transporteres over store afstande og ophobes i miljøet. Denne situation opstod i Arktis for 30-40 år siden, hvor den traditionelle arktiske kost indeholdt høje koncentrationer af svært nedbrydelige stoffer (Persistent Organic Pollutants, POP). Omfattende reguleringer af stoffernes produktion og brug har siden ført til et tydeligt fald i de arktiske koncentrationer, samtidig er der kommet skærpet opmærksomhed på forureningsrisici i de arktiske økosystemer og eksponeringen af den arktiske befolkning.

Selvom udledningen af kemikalier til miljøet er blevet reduceret kraftigt med tiden, påvises der løbende nye stoffer i miljøet som potentielt kan udgøre et nyt arktisk problem. Flere initiativer indenfor politik og forskning arbejder på at identificere potentielt farlige stoffer, f.eks. gennem risikovurderinger på basis af litteraturodata, matematiske modeller til beregningen af langdistance transport og bioakkumulering samt praktiske screeningsundersøgelser. Der foreligger derfor en række lister over stoffer, der bør udfases (f.eks. Stockholm Konventionen, UN-ECE Konventionen om Long-Range Transboundary Air Pollution, LRTAP), overvåges (f.eks. OSPAR List of Chemicals for Priority Action; Priority Substances under EU's Vandrammedirektiv), undersøges nærmere (f.eks. OSPAR List of Substances of Possible Concern) eller der er potentielt problematiske (MST's PBT liste, forskellige videnskabelige undersøgelser). Derudover er der i Arktis eller andre områder gennemført screeningsundersøgelser, hvor der har påvist nye kemikalier, som ikke hidtil har været undersøgt i Arktis.

2 Formål

Formålet med denne rapport er at sammenfatte den tilgængelige information om potentielle nye kontaminanter i det grønlandske miljø og foreslå relevante stoffer til fremtidig screening og/eller overvågning i Grønland. Målet er således at danne grundlag for et væsentligt input til kommende AMAP overvågnings- og assessmentaktiviteter med henblik på nye kontaminanter, dvs. en tæt kobling til det dansk-grønlandske AMAP Core program. Viden om forekomsten af nye kontaminanter i det grønlandske miljø, specielt i marine dyr, kan bidrage til en vurdering af stoffernes lang-distance transport og bioakkumulering i forbindelse med Stockholm Konventionen og LRTAP.

3 Fremgangsmåde

Projektet har gennemgået følgende kilder, der omhandler nye kontaminanter:

- Videnskabelige artikler
- Nationale videnskabelige rapporter
- Rapporter under Nordisk Minister Råd
- Stockholm Konventionen
- POP Protokollen af UN-ECE Konventionen for LRTAP
- Annex II af Direktiv 2008/105/EC (Vandmiljøkrav i EU Vandrammedirektivet)
- OSPAR List of Chemicals for Priority Action
- Risikovurderinger og baggrundsmateriale, udarbejdet af miljømyndigheder og ekspertgrupper
- Sikkerhedsdatablade.

For hvert stof eller hver stofgruppe er der samlet oplysninger om følgende kriterier:

- Anvendelse
- Produktionsmængder
- $\log K_{OW}$
- Er stoffet/stofgruppen påvist i arktisk biota?
- Er stoffet/stofgruppen påvist i abiotiske medier i Arktis?
- Er stoffet/stofgruppen ellers påvist i miljøet?
- Er der indikation af lang-distance transport?
- Er der indikation af bioakkumulering og biomagnifikation?
- Er stoffet/stofgruppen registreret på lister eller i konventioner om miljøfarlige stoffer?
- Andre kommentarer, referencer.

Oplysningerne er samlet i en tabel (Bilag 1).

I vurderingen af stoffernes relevans for det grønlandske miljø (og for konkrete screenings- eller overvågningstiltag) er der lagt fokus på kilder, der har undersøgt stoffernes forekomst i miljøet gennem målinger (frem for en teoretisk vurdering af stoffernes relevans). Denne prioritering genspejles i nedenstående præsentation af resultaterne, dvs. praktiske undersøgelser der har påvist potentielle nye kontaminanter i det arktiske miljø vægtes mest. Det er vigtigt at understrege at denne vurdering er begrænset af måleprogrammerne i de enkelte undersøgelser, dvs. der kan kun påvises de stoffer som man har valgt at måle. Samtidig er en påvisning af stofferne i en undersøgelse afhængig af en række tekniske parametre, f.eks. detektionsgrænsen.

Det første af resultatafsnittene (4.1.) fokuserer på stoffernes potentiale til at transporteres til de arktiske områder. Afsnittet er delt op efter stoffernes forekomst i arktisk biota (4.1.1), i abiotiske arktiske prøver (4.1.2) samt stoffernes påviste ikke-tilstedeværelse i Arktis (4.1.3). Til sidst i dette afsnit sammentrækkes resultaterne fra teoretiske undersøgelser der har opstillet lister over stoffer som har potentiale til at være/blive arktiske kontaminanter (4.1.4).

Afsnit 4.2 supplerer det første afsnit, idet der sammenfattes oplysninger om stoffernes bioakkumulering i økosystemer udenfor Arktis. Her tages ikke højde for stoffernes potentiale til lang-distance-transport, men resultaterne fra andre områder end Arktis kan bekræfte en tendens til bioakkumulering, som fremgår af arktiske undersøgelser, eller tilføje data om stoffer, hvor der ikke foreligger tilsvarende undersøgelser fra Arktis.

Selvom stoffer muligvis ikke transporteres over lange afstande, kan de alligevel udgøre et problem i Arktis, hvis de udledes lokalt. Dette gælder f.eks. for stoffer som forekommer i spildevand og ikke bliver nedbrudt i rensningsprocessen. Denne information er sammenfattet i afsnit 4.3.

På baggrund af det gennemgåede materiale konkluderes hvilke stoffer, der virker mest relevante for fremtidig overvågning eller screening i Grønland. I vurderingen og tolkningen af resultaterne inddrages der også resultater fra en tidligere screeningsundersøgelse af grønlandske og færøske dyr (Vorkamp et al., 2004a) samt ikke-publicerede data fra forskellige AMAP initiativer.

4 Resultater

4.1 Forekomst i Arktis / Lang-distance transport

4.1.1 Stoffer med evidens på bioakkumulering i arktiske dyr

Tabellerne 1-3 sammenfatter de stoffer, som er påvist i fisk, fugle eller marine pattedyr i Arktis. Tabellerne er delt op efter stoffernes anvendelse, dvs. flammehæmmere (Tabel 1), pesticider (Tabel 2) og øvrige stoffer (Tabel 3). Alle tabellerne indeholder kun de stoffer, som ikke allerede er inkluderet i overvågningen af grønlandsk biota.

Det skal igen understreges, at resultaterne i denne gennemgang afhænger af udformningen af de enkelte undersøgelser, specielt deres stofudvalg, men også deres analysemetoder og detektionsgrænser, valg af prøver osv. De mange flammehæmmere i Tabel 1 skyldes (bl.a.) flere nyere screeningsundersøgelser af flammehæmmere samt fokus i forskningen. Hvis et stof ikke er medtaget i Tabellerne 1-3, betyder dette ikke umiddelbart, at stoffet ikke kan forekomme i Arktis. Det kan skyldes, at stoffet ikke er undersøgt. De stoffer, som har været inkluderet i en undersøgelse, men som ikke blev påvist, er sammenfattet i en negativliste i afsnit 4.1.3.

Tabel 1-3 indeholder også information om evt. modstridende resultater, f.eks. en påvisning i en art, men ikke i en anden. Som udgangspunkt, ud fra forsigtighedsovervejelser, betragtes stoffet dermed også som "påvist" og er derfor medtaget i dette afsnit.

Tabel 1. Oversigt over flammehæmmere som er påvist i arktiske dyr. For flere detaljer om stofferne (andre navne, CAS nr., logK_{OW} osv.) henvises til Bilag 1. Tabel 1 indeholder kun stoffer som ikke allerede overvåges i grønlandske arter.

Stof	Påvist	Ikke påvist	Kommentar	Referencer
ATE	Klapmyds og grønlands-sæl fra Barents- og Grønlandshavet.	Tejstæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island.	Muligvis nedbrydningsprodukt af DPTE.	Von der Recke & Vetter (2007); Schlabach et al. (2011)
BATE	Klapmyds og grønlands-sæl fra Barents- og Grønlandshavet.	Tejstæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island.	Muligvis nedbrydningsprodukt af DPTE; kan krydse over blod-hjernebarrieren.	Von der Recke & Vetter (2007); Schlabach et al. (2011)
DPTE	Klapmyds og grøndlandssæl fra Barents og Grønlands havet, højere koncentrationer end PBDE.	Tejstæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island. Biotaprøver (fisk, fugle, fugleæg, pattedyr) fra Svalbard.	-	Von der Recke & Vetter (2007); Schlabach et al. (2011); Sagerup et al. (2010)
TBPH (BEHTBP)	Tejstæg fra Færøerne; fisk, fugle, fugleæg, sæler fra Svalbard.	Fisk fra Færøerne og Island, polarræv og isbjørn fra Svalbard	Erstatningsprodukt for PentaBDE, også anvendt som blodgører.	Sagerup et al. (2010); Schlabach et al. (2011)
TBB (EHTeBB)	Tejstæg fra Færøerne, fisk (dog ikke alle) fra Færøerne og Island; alle biotaprøverne (fisk, fugle, fugleæg, pattedyr) fra Svalbard.	-	Erstatningsprodukt for PentaBDE.	Sagerup et al. (2010); Schlabach et al. (2011)

BTBPE (TBE)	Mallermuk æg fra Færøerne; hvidhval og ringsæl fra Canada; gråmåge fra Bjørnøya; tejtæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island; lomvieæg fra Svalbard.	Ringsæler fra Østgrønland, grindehvaler fra Færøerne, vågehvaler fra Norge; fisk, fugle, polarrev, isbjørn fra Svalbard	Erstatningsprodukt for OctaBDE. Kan muligvis nedbrydes til 2,4,6-Tribromphenol.	Karlsson et al. (2006); CECPB (2008); de Wit et al. (2010); Verreault et al. (2007); Sagerup et al. (2010); Schlabach et al. (2011); Dam et al. (2011)
DBDPE	Lomvieæg fra Svalbard; tejtæg fra Færøerne.	Ringsæler fra Canada; fisk fra Færøerne; fugle, fisk eller pattedyr fra Svalbard; sæler eller hvaler fra NØ Atlantik.	Erstatningsprodukt for DecaBDE.	Sagerup et al. (2010); de Wit et al. (2010); Schlabach et al. (2011); Dam et al. (2011)
TBBPA	Påvist i norske torsk; æg af norske vandrefalke og kongørne.	Vandrefalkeæg fra Grønland; fisk og havfugle fra Svalbard; grønlandske vågehvaler og isbjørne, i grindehvaler fra Færøerne; færøske tejtæg, fisk fra Færøerne og Island.	Nedbrydnings-produktet Dimethyl-TBBPA påvist i vandrefalkeæg fra Grønland.	Fjeld et al. (2004); Herzke et al. (2005); Vorkamp et al. (2005); Frederiksen et al. (2007); Evenset et al. (2009); Schlabach et al. (2011)
2,4-DBP	Fisk fra Færøerne og Island.	Fugleæg fra Færøerne.	Kan også dannes naturligt.	Schlabach et al. (2011)
2,4,6-TBP	Fisk fra Færøerne; fugle og sæler fra Svalbard.	Fugleæg og pattedyr fra Svalbard.	Reaktiv flammehæmmer, men også mange andre anvendelser. Kan også dannes naturligt. Nedbrydnings-produkt af PBDE, biprodukt i BTBPE.	Sagerup et al. (2010); Schlabach et al. (2011); Covaci et al. (2011)
HBBz	Gråmåge æg fra arktisk Norge; grindehval og vågehval i NØ Atlanten; grønlandske isbjørne; tejtæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island.	Fugle, fugleæg, fisk eller pattedyr fra Svalbard.	-	Verreault et al. (2007); Letcher (2007); Sagerup et al. (2010); Dam et al. (2011); Schlabach et al. (2011)
PBEB	Tejtæg fra Færøerne (lav); gråmåger fra Bjørnøya (Norge).	Fugle, fugleæg, fisk eller pattedyr fra Svalbard.	-	Verreault et al. (2007); Sagerup et al. (2010); Schlabach et al. (2011)
TBECH	Hvidhval, Canada; tejtæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island.	-	Kun beta-TBECH påvist i hvidhval.	Tomy et al. (2008); Schlabach et al. (2011)
PBT	Gråmåge æg fra arktisk Norge, med høj detektionsfrekvens; tejtæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island.	Fugle, fugleæg, fisk eller pattedyr fra Svalbard; <DL i havpattedyr fra NØ Atlanten.	Muligvis nedbrydningsprodukt fra DBDPE.	Verreault et al. (2007); Sagerup et al. (2010); Dam et al. (2011); Schlabach et al. (2011)
PBB	Arktiske fugle og pattedyr inklusiv Grønland og Færøerne. Sæler, vågehval og isbjørn fra Grønland samt grindehval og mallermuk fra Færøerne.	Isbjørneprøver fra 1967.	Stofgruppe, med BB-153 som det mest bioakkumulerende enkeltstof. Stockholm Konventionen, Annex A (Eliminering)	Derocher et al. (2003); Vorkamp et al. (2004a); de Wit et al. (2010); Dam et al. (2011)

Dechlorane plus	Tejstæg fra Færøerne.	Fisk fra Færøerne og Island	Oprindeligt erstatningsprodukt for Mirex, muligvis også erstatningsprodukt for DecaBDE i EU.	Schlabach et al. (2011)
SCCP/MCCP/LCCP	Havfugle og fisk fra Bjørnøya, fisk fra Island; hvidhvaler og ringsæler fra arktisk Canada, hvidhvaler og hvalros fra Grønland.	-	Kun data for SCCP. Kandidat til Stockholm Konventionen, Priority Hazardous Substance i EU's Vandrammedirektiv	Tomy et al. (2000); Reth et al. (2006)

ATE: Allyl-2,4,6-tribromphenylether

BATE: 2-Bromoallyl 2,4,6-tribromophenyl ether

DPTE: 2,3-Dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether

TBPH (BEHTBP): Bis(2-ethylhexyl)tetrabromophthalate

TBB (EHTEBB): 2-Ethylhexyl-2,3,4,5-tetrabromobenzoate

BTBPE (TBE): 1,2-Bis(2,4,6-tribromophenoxy)-ethane

DBDPE: Decabromodiphenyl ethane

TBBPA: Tetrabrombisphenol A

2,4-DBP: 2,4-Dibromophenol

2,4,6-TBP: 2,4,6-Tribromophenol

HBBz: Hexabrombenzen

PBEB: Pentabromethylbenzen

PBB: Polybromerede biphenyler

TBECH: Tetrabromethylcyclohexane

PBT: Pentabromtoluen

SCCP: Short-chain chlorinated paraffins (Kortkædede klorerede paraffiner)

MCCP: Medium-chain chlorinated paraffins (Mellemkædede klorerede paraffiner)

LCCP: Long-chain chlorinated paraffins (Langkædede klorerede paraffiner).

DPTE er en flammehæmmer, men ifølge Vetter et al. (2010) er det uklart om stoffet fortsat produceres. DPTE kunne ikke påvises i de to anførte screeningsundersøgelser (Sagerup et al., 2010; Schlabach et al., 2011), men von der Recke & Vetter (2007) understreger, at DPTE forekom i sæler (*P. groenlandica*) i højere koncentrationer end PBDE. Det er beskrevet som specielt kritisk, at DPTE akkumulerede i sælens hjerne med en højere faktor end PBDE og PCB (von der Recke & Vetter, 2007). ATE og BATE var en størrelsesorden lavere i koncentration, men kunne ligeledes påvises i sælernes spæk og hjerne. DPTE har også været med i en omfattende undersøgelse af havatmosfæren og kunne detekteres stort set over hele verden, inkl. Arktis, se Tabel 4 (Möller et al., 2011a; 2012). På baggrund af disse resultater undersøges DPTE for første gang i luftprogrammet af den aktuelle AMAP Core overvågning.

TBPH (BEHTBP) er en flammehæmmer der bruges som erstatningsprodukt for PentaBDE, men også som blødgører i PVC (CECPB, 2008). TBPH er det bromerede analog til det hormonforstyrrende phthalat DEHP. Stoffet er påvist i de fleste, men ikke alle undersøgte arter i arktiske screeningsundersøgelser (Sagerup et al., 2010; Schlabach et al., 2011). Ifølge Sagerup et al. (2010) forekommer stoffet i biota, men der er ingen indikation for biomagnificering.

TBB (EHTEBB) bruges også som erstatningsprodukt for PentaBDE (CECPB, 2008). I den norske screeningsundersøgelse var TBB den eneste af de nye bromerede flammehæmmere der blev detekteret i alle de analyserede

biotaprøver. Koncentrationen i isbjørne var højest, hvilket tyder på biomagnificering. $\log K_{OW}$ værdien på 8,75 er lidt lavere end værdien for TBPH (>10), og det er derfor muligt at stoffet er bedre tilgængeligt og akkumuleres kraftigere (Fisk et al., 1998). TBB er også detekteret i luften i Arktis, dog ikke gennemgående, se Tabel 4 (Möller et al., 2011b).

BTBPE er en flammehæmmer som bruges som erstatningsprodukt for OctaBDE. I litteraturen er der angivet forskellige $\log K_{OW}$ værdier mellem 3,14 og 9,15 (Karlsson et al., 2007; Schlabach et al., 2011). Ud fra molekylestrukturen virker det usandsynligt, at $\log K_{OW}$ værdien for BTBPE skulle være lavere end for PBDE'er, hvor den laveste $\log K_{OW}$ værdi (BDE-1) er 4,95. BTBPE analyseres i det aktuelle AMAP Core program i luftprøver og er tidligere fundet i luft-, havvands- og isprøver fra Arktis (se Tabel 4).

DBDPE er en flammehæmmer der bruges som erstatning for DecaBDE (BDE-209). Igen svinger oplysningerne om $\log K_{OW}$ værdier meget og ligger mellem 3,55 og 11,1 i litteraturen (CECBP, 2008; Covaci et al., 2011). Ud fra analogien til BDE-209 virker den høje $\log K_{OW}$ værdi mest sandsynligt. Stoffet er påvist i æg af tejsk og lomvie, men der foreligger også flere eksempler på undersøgelesr, hvor stoffet ikke er påvist. Denne situation ligner de typiske resultater for BDE-209 som er påvist i biotaprøver, men generelt med lav detektionsfrekvens, muligvis pga. molekylestørrelsen. DBDPE er detekteret i iskerne fra Svalbard (Hermanson et al., 2010; Tabel 4) og indgår også i luftovervågningen af det aktuelle AMAP Core program.

TBBPA er den flammehæmmer, der produceres i de største mængder. Stoffet er primært brugt som reaktiv flammehæmmer, med en mindre risiko for frigivelse til miljøet. Stoffet anvendes i stigende grad som additiv flammehæmmer, også som erstatning for udfasede flammehæmmere (de Wit et al., 2010). Pga. det store produktionsvolumen og stoffets molekylære lighed med Bisphenol A er TBBPA inkluderet i flere undersøgelser, dog primært uden at blive påvist (Tabel 1). Stoffets mikrobielle nedbrydningsprodukt Dimethyl-TBBPA kan have større bioakkumuleringspotentiale. Dimethyl-TBBPA er påvist i vandrefalkeæg fra Grønland, men ikke i en screeningsundersøgelse af forskellige grønlandske og færøske arter (Vorkamp et al., 2005; Frederiksen et al., 2007). Ifølge Stiehl et al. (2008) opfylder TBBPA ikke OSPAR-kriteriet for persistens, bioakkumulation og toksicitet (PBT).

2,4-Dibromphenol (2,4-DP) er en flammehæmmer, men stoffet kan også dannes naturligt. I en nyere screeningsundersøgelse er det påvist i fisk fra Færøerne og Island, dog ikke i fugleæg (Schlabach et al., 2011), hvilket umiddelbart ikke tyder på biomagnificering. Ellers foreligger der ingen oplysninger fra Arktis.

2,4,6-Tribromphenol (2,4,6-TBP) er en industriel flammehæmmer med stort produktionsvolumen ("high production volume") i EU, som også produceres i USA, Japan og Kina (Covaci et al., 2011). Stoffet indgår i mange industrielle kemiske processer og bruges også som træbeskyttelsesmiddel (fungicid). Derudover kan 2,4,6-TBP også dannes naturligt eller som nedbrydningsprodukt af PBDE og forekomme i industriel BTBPE (Covaci et al., 2011). Stoffets forekomst i det marine miljø er generelt blevet forklaret med naturlig dannelse eller nedbrydning af hydroxylerede eller methoxylerede PBDE'er som også kan være naturligt forekommende stoffer (Covaci et al., 2011). 2,4,6-TBP er også påvist i de nyeste arktiske screeningsundersøgelser

(Tabel 1), men ikke i alle undersøgte arter (Sagerup et al., 2010; Schlabach et al., 2011).

Hexabrombenzen (HBBz) er en flammehæmmer der primært er brugt i Japan og fortsat produceres i Japan og Kina (Watanabe & Sakai, 2003; Möller et al., 2011a; 2011b; Guerra et al., 2012). Stoffet er påvist i en række arktiske arter på højt trofisk niveau, men dog ikke i alle undersøgte prøver (Tabel 1). Derudover forekommer HBBz også i luft og havvand i Arktis (Tabel 4).

PBEB er en flammehæmmer som er produceret i Frankrig indtil 2002, med op til 1000 tons/år. Ligesom nogle af de andre flammehæmmere er stoffet detekteret i arktisk biota, men ikke i alle undersøgelser (Verreault et al., 2007; Sagerup et al., 2010). Generelt foreligger der kun lidt information. Stoffet er detekteret i iskerner fra Svalbard (Hermanson et al., 2010; Tabel 4).

TBECH er en flammehæmmer med flere isomerer, hvoraf α - og β -TBECH forekommer i næsten lige store mængder i det tekniske produkt (CECBP, 2008). Stoffet er påvist i hvidhval fra Canada, med højeste koncentrationer af β -TBECH (Tomy et al., 2008). I en ny screeningsundersøgelse er der også fundet TBECH i dyr fra Færøerne og fra Island (Schlabach et al., 2011).

PBT er en af de bedre undersøgte nye flammehæmmere. Stoffet produceres med 1000-5000 tons/år globalt (Möller et al., 2011b) og kan muligvis også forekomme som nedbrydningsprodukt af DBDPE (de Wit et al., 2010; Möller et al., 2011b). Ud over de biotaprøver, som er anført i Tabel 1, er stoffet også detekteret i arktisk luft og havvand, i næsten 100% af de undersøgte prøver (Möller et al., 2011a; 2011b, Tabel 2). Koncentrationen i luft var højere end for PBDE.

PBB (polybromerede biphenyler) er det bromerede analog til PCB'er. De tekniske blandinger PentaBB, OctaBB og DecaBB blev brugt som flammehæmmere indtil et uheld i USA i 1973, hvorefter den amerikanske produktion blev indstillet. Siden har kun Octa- og DecaBB været produceret og produktionen af DecaBB som de sidste PBB produkter stoppede i Frankrig i 2000. BB-153 er det vigtigste og mest bioakkumulerende enkeltstof og biomagnificerer i samme udstrækning som CB-153 (Jansson et al., 1987; Vorkamp et al., 2004a). Stoffet er derfor også omfattet af Stockholm Konventionen. I en dansk screeningsundersøgelse af grønlandske og færøske prøver er BB-153 detekteret i sæler, hvaler, fugle og isbjørne (Vorkamp et al., 2004a). Uden tvivl vil BB-153 være tilstede på høje trofiske niveauer i arktiske fødekæder, dog kan der forventes faldende koncentrationer pga. stoffets udfasning for næsten 40 år siden.

Dechlorane plus (DP) består af de to isomerer syn- og anti-DP. Stoffet blev indført som erstatningsprodukt for Mirex i 1960'erne og har dermed været på markedet i ca. 50 år (Hoh et al., 2006). Muligvis får DP nu også stigende betydning som erstatningsprodukt for flammehæmmeren DecaBDE (Möller et al., 2010). I en screeningsundersøgelse er DP kun påvist i enkelte arktiske biotaprøver (Schlabach et al., 2011), dog er der gennemført meget omfattende målinger i arktisk luft og havvand som alle har kunnet detektere DP (se Tabel 3, Möller et al., 2010; 2011b). Biomagnificering er undersøgt i to canadiske søer (Tomy et al., 2007). Stoffet er generelt påvist i alle undersøgte arter, dvs. til trods for det store molekyle og høj $\log K_{OW}$ værdi på 9-11 optages DP i biota. Biomagnificering er dog kun fundet for anti-DP i en af søerne

(Tomy et al., 2007). DP indgår også i luftovervågningen i det aktuelle AMAP Core program.

SCCP/MCCP/LCCP er en kompleks stofgruppe med varierende længde på kulstofkæden og varierende kloreringsgrad. Ifølge Bayen et al. (2006) er kun LCCP brugt som flammehæmmere, men SCCP er også anført som flammehæmmere i andre kilder (CECBP, 2008). Ifølge Stiehl et al. (2008) kan der forventes et stigende forbrug af SCCP som flammehæmmere, som erstatning for PentaBDE. SCCP er på kandidatlisten til Stockholm Konventionen og på listen over "Priority Hazardous Substances" i EU's Vandrammedirektiv. Den kemiske analyse er en udfordring, idet enkeltstofferne i den komplekse blanding ikke kan adskilles vha. standardmetoder og fordi der kan bruges forskellige kvantificeringsmetoder. Derfor foreligger der forholdsvis få data om stoffernes forekomst, selvom de har været produceret siden 1930'erne (Bayen et al., 2006). Da damptrykket for SCCP ligger tæt på andre POP'er kan der forventes lang-distance transport (Stiehl et al., 2008), hvilket er bevist med data fra Arktis (Tabel 1; Tabel 4). Bioakkumuleringen er mindre end for PCB'er, men stiger med stigende kædelængde (Tomy et al., 2000; Houde et al., 2008). På den anden side er der ved en undersøgelse af fødekæderne i to canadiske søer kun fundet biomagnificering for SCCP, ikke for MCCP (Houde et al., 2008). Begge stofgrupper viser også tegn på mikrobiel nedbrydning i miljøet (Tomy et al., 1999).

Gennemgangen af pesticiderne fokuserer på de såkaldte "current use pesticides (CUP)", dvs. pesticider som fortsat anvendes – i modsætning til DDT og andre svært nedbrydelige klororganiske pesticider som blev udfaset for flere årtier siden. CUP-betegnelsen er ikke altid fuldstændig korrekt, idet produktionen og anvendelse af f.eks. Methoxychlor er indstillet i EU, USA og Canada i dag (Hoferkamp et al., 2010), men det er muligt at stoffet fortsat anvendes i andre lande.

I vurderingen af stoffernes potentiale for lang-distance transport beregnes ofte såkaldte "characteristic travel distances (CTD)". Hoferkamp et al. (2010) understreger i 2009 AMAP Assessment, at dette estimat er af underordnet betydning, hvis stoffet er produceret i store mængder eller transporteres hurtigt. Til trods for $CTD < 1000$ km er stoffer som Chlorpyrifos, Diazinon, Methoxychlor og Trifluralin påvist i Arktis. Det kan bl.a. skyldes længere perioder uden nedbør eller lavere fotonedbrydningsrater end antaget i modelberegningen.

Tabel 2. Oversigt over pesticider som er påvist i arktiske dyr. For flere detaljer om stofferne (andre navne, CAS nr., logK_{OW} osv.) henvises til Bilag 1. Tabel 2 indeholder kun stoffer som ikke allerede overvåges i grønlandske arter. CTD: Characteristic travel distance.

Stof	Påvist	Ikke påvist	Kommentar	Referencer
Chlorpyrifos	1 ringsæl spæk prøve, ud af to prøver. Ferskvandsfisk fra Alaska.	Marine fisk, fugle, fugleæg, sæler fra norske Arktis.	CTD: 430 km	Hoferkamp et al. (2010); Langford et al. (2012)
Dacthal	Ferskvandsfisk fra Alaska.	<DL i Norske arktiske biologiske prøver (fisk, fugle, fugleæg, sæler).	CTD: 2690 km	Hoferkamp et al. (2010); Langford et al. (2012)
Endosulfan	Mange terrestriske arter, ferskvandsfisk, marine fisk, havfugle, marine pattedyr fra Grønland; Artic char, ringed seal, beluga fra den canadiske Arktis; vågehval fra NØ Atlanten, isbjørn fra Beaufort Hav.	Lam (muskel), moskusokse (lever), hvidhval (spæk) fra Grønland.	Nedbrydnings-produktet Endosulfan-sulfate påvist i hvidhval og ringsæl fra Canada. Stockholm Konventionen, foreslået til LRTAP.	Vorkamp et al. (2004b); Weber et al. (2010)
Methoxychlor	Gråmåger fra Svalbard; hvidhvaler fra den canadiske Arktis; terrestriske dyr (lave koncentrationer), ferskvandsfisk og marin biota.	Norske arktiske biologiske prøver (fisk, fugle, fugleæg, sæler); fugle fra Alaska; rype (lever, muskel), hare (lever), moskusokse (nyre), forskellige ferskvandsfisk, havfugle, ringsæler (lever, nyre), vågehval (lever, spæk), hvidhval (muskel, hud, spæk).	Produktion indstillet i EU, Canada og USA. CTD: 55 km. OSPAR List of Chemicals for Priority Action	Vorkamp et al. (2004b); Stern et al. (2005a); Hoferkamp et al. (2010); Langford et al. (2012)
Pentachlor-phenol (PCP)	Grønlandshval; isbjørn fra Østgrønland samt isbjørn og ringsæl fra den canadiske Arktis. I alle tilfælde muligvis nedbrydning af hexachlorbenzen (HCB).	Norske arktiske biologiske prøver (fisk, fugle, fugleæg, pattedyr).	CTD: 1320 km. Kan nedbrydes til Pentachloranisol (PeCA). Kandidat til Stockholm Konventionen, foreslået til UN-ECE LRTAP.	Sandau et al. (2000); Sandala et al. (2004); Hoekstra et al. (2005); Langford et al. (2012)
Pentachlor-anisol (PeCA)	Terrestriske dyr, marine fisk, invertebrater og pattedyr, havfugle i Grønland, men ikke i alle prøver og generelt i lave koncentrationer.	Under detektionsgrænsen i forskellige arktiske biotaprøver.	Nedbrydnings-produkt af Pentachlorphenol (PCP) og Pentachlornitrobenzen (PCNB). CTD: 2110 km.	Vorkamp et al. (2004b); Hoferkamp et al. (2010)

Chlorpyrifos er et organothiophosphat insekticid og er beskrevet som "high production CUP" (Hoferkamp et al., 2010). Anvendelsen i private hjem og mod termitter har dog været forbudt i USA siden 2000. Til trods for en forholdsvis lav CTD på 430 km er stoffet påvist i mange abiotiske medier i Arktis (Tabel 4), mens der ikke foreligger mange positive resultater for arktiske dyr. logK_{OW} værdien ligger på 4,96, dvs. meget tæt på grænsen til et ofte brugt POP-kriterium på logK_{OW}=5 (se f.eks. afsnit 4.1.4).

Dacthal er et klorholdigt herbicid, som er produceret i mindre mængder end Chlorpyrifos i USA (ca. 200 tons/år vs. op til 5000 tons/år i 2001) men som fortsat er registreret som pesticid i USA (Hoferkamp et al., 2010). LogK_{OW}

værdien ligger på 4,28, dvs. bioakkumuleringen virker mulig. Derudover er der beregnet en lang "characteristic travel distance" på næsten 3000 km. Der foreligger dog kun lidt information om Dacthal i Arktis, og den foreliggende information tyder ikke umiddelbart på en stor risiko for bioakkumulering og biomagnificering.

Endosulfan er et organoklor insekticid, som primært består af de to isomerer α - og β -Endosulfan. I pesticidblandingen foreligger de to isomerer typisk i forholdet 2:1 eller 7:3. De to isomerer er forskellige i deres fysisk-kemiske egenskaber, f.eks. har β -Endosulfan en højere vandopløselighed end α -Endosulfan og dermed en lavere Henry's Law konstant. α -Endosulfan er mindre stabil i miljøet og nedbrydes hurtigere end β -Endosulfan i vand, sediment og jord (Weber et al., 2010). Den globale produktionsmængde ligger i størrelsesordenen 13000 tons/år og har været forholdsvis konstant i flere år. Koncentrationen i miljøet har derfor også været forholdsvis stabil, mens koncentrationen af andre organoklor pesticider (HCB, DDT) har været markant faldende. I den arktiske luft er α -Endosulfan blandt de dominerende pesticider (Tabel 4). Endosulfan indgik i en større screeningsundersøgelse af grønlandske dyr omkring året 2000. I marine fisk var intervallet for median-koncentrationerne fra 3,4 ng/g fedtvægt i muskel af almindelig ulk til 50 ng/g fedtvægt i muskel af lodde. Tilsvarende var koncentrationsintervallet i marine pattedyr fra 3,1 ng/g fedtvægt i lever af ringsæl til 81 ng/g fedtvægt i hud fra narhval (Vorkamp et al., 2004b). Mht. biomagnificering er der modstridende resultater (Vorkamp et al., 2004b; Weber et al., 2010). Endosulfan er optaget i Stockholm Konventionen, på listen over "Priority Hazardous Substances" i EU's Vandrammedirektiv og foreslået til UN-ECE LRTAP.

Methoxychlor er et organoklor insekticid, som ikke produceres længere i USA, Canada eller EU (Hoferkamp et al., 2010). Produktionsmængden i USA var faldet til ca. 200 tons/år i 1990'erne. Selvom transportdistancen CTD kun er beregnet til 55 km, er stoffet jævnlige detekteret i abiotiske medier i Arktis. Der foreligger også resultater med påvisning af Methoxychlor i biota, dog er der næsten lige så mange eksempler på negative resultater (Vorkamp et al., 2004b; Stern et al., 2005a; Hoferkamp et al., 2010; Langford et al., 2012). Umiddelbart tyder de eksisterende undersøgelser ikke på en biomagnificering af stoffet. Stoffet er anført på OSPAR's List of Chemicals for Priority Action samt en amerikansk PBT-liste (US-EPA's Toxics Release Inventory).

Pentachlorophenol (PCP) er et klorholdigt fungicid og herbicid, som primært bruges til træbeskyttelse, men som også har haft mange andre anvendelsesformål. Anvendelsen i hjemmet er ikke længere tilladt i USA og stoffet er udfaset i Canada samt EU (Stiehl et al., 2008; Hoferkamp et al., 2010). Produktionsmængden er dermed faldet, siden et maksimum på ca. 50.000 tons/år i 1990'erne. PCP er påvist i arktisk biota på højt trofisk niveau, men forekomsten skyldes formentlig nedbrydningen af hexachlorbenzen (HCB) (Sandau et al., 2000; Hoekstra et al., 2003), et pesticid og industrikemikalie som indgår i rutineovervågningen i Arktis. PCP er også påvist i mennesker, f.eks. i den russiske del af Arktis (Sandanger et al., 2004). Stoffet er foreslået til POP Protokollen under UN-ECE LRTAP og er kandidat til Stockholm Konventionen.

Pentachloranisol er et nedbrydningsprodukt af Pentachlorphenol og Pentachlornitrobenzen (Tabel 4) og påvist i en række abiotiske samt biotiske arktiske prøver, dog i meget lave koncentrationer (Vorkamp et al., 2004b; Hoferkamp et al., 2010). Undersøgelsen konkluderer, at risikoen for biomagnificering er lav.

Tabel 3. Oversigt over andre stoffer end flammehæmmere og pesticider, som er påvist i arktiske dyr. For flere detaljer om stofferne (andre navne, CAS nr., logK_{OW} etc.) henvises til Bilag 1. Tabel 3 indeholder kun stoffer som ikke allerede overvåges i grønlandske arter.

Stof	Påvist	Ikke påvist	Kommentar	Referencer
Coplanar PCB	Lam, moskusokse, havkat, ringsæl, grønlands-sæl, hvidhval, narhval fra Grønland; ringsæler fra Grønland.	-	Faldende koncentrationer i en tidstrend 1986-2003 (ringsæler, Grønland).	Vorkamp et al. (2004b); Riget et al. (2005)
Hexachlorbutadiene (HCBd)	Terrestriske dyr, marine fisk, havfugle, marine pattedyr fra Grønland, men i meget lave koncentrationer og ikke i alle prøverne.	Gråmåger fra Bjørnøya i norsk Arktis.	Priority Hazardous Substance i EU's Vandramme-direktiv. Miljøkvalitetskrav (55 µg/kg vådvægt) for biota. Kandidat til Stockholm Konventionen og POP Protokollen under UN-ECE LRATP.	Vorkamp et al. (2004b); Verreault et al. (2005a)
Musk	Cashmeran (DPPI), Musk Tibet og Traseolid (ATII) i isbjørne fra Østgrønland.	Vågehval, ringsæl, ulke fra Grønland, grindehval, malemuk fra Færøerne.	Musk Xylen: OSPAR List of Chemicals for Priority Action.	Vorkamp et al. (2004a)
Pentachlor-benzen (PeCB)	Isbjørne fra Alaska, Canada, Østgrønland og Svalbard.	-	Koncentration generelt lavere end for hexachlorbenzen (HCB). Stockholm Konvention, Annex A (Eliminering), Annex C (Utsigtet Produktion).	Vorkamp et al., (2004b); Verreault et al. (2005b); Villanger et al. (2011)
Phthalater	DEHP i fisk og havfugle fra Svalbard; seks phthalater påvist i isbjørn, ringsæl, ulk, vågehval fra Grønland, grindehval og malemuk fra Færøerne.	DEHP ikke påvist i alle fisk- og fugleprøver fra Svalbard; DMP ikke påvist i grindehval og malemuk fra Færøerne, ringsæl og ulk fra Grønland.	-	Vorkamp et al. (2004a); Evensen et al. (2009)
Polychlorede naphthalener (PCN)	Arktiske havfugle og marine pattedyr fra hele Arktis; havpattedyr fra Grønland og Færøerne; isbjørn fra Grønland, grindehval og malemuk fra Færøerne.	Vågehval, ringsæl, ulk fra Grønland.	OSPAR List of Chemicals for Priority Action, foreslået til UN-ECE LRATP. Kandidat til Stockholm Konventionen.	Vorkamp et al. (2004a); Bidleman et al. (2010); Dam et al. (2011)
Octachlorstyren	Isbjørne fra Alaska, Østgrønland og Svalbard, men ikke i alle isbjørnene fra Canada; isbjørne fra Hudson Bay; terrestriske dyr, marine fisk, invertebrater og pattedyr, havfugle i Grønland, generelt i lave koncentrationer.	Enkelte terrestriske dyr og isbjørne fra arktisk Canada.	-	Vorkamp et al. (2004b); Verreault et al. (2005b); McKinney et al. (2010)

Siloxaner	Gråmåger fra Svalbard; D3, D4, D5 i Atlantisk torsk, D3-D6 i polar torsk (D3 og D6 ikke gennemgående) og D3, D4, D5 i rider fra Svalbard; D4 og D5 i Atlantisk torsk og ulk fra Svalbard; D6 i remmesæl fra Svalbard.	Alle enkeltstofferne under detektionsgrænsen i zooplankton og edderfugle fra Svalbard; lineare siloxaner i fisk og fugle fra Svalbard; D3 i Atlantisk torsk og ulk fra Svalbard; D5 i remmesæl fra Svalbard (muligvis analytisk problem)	D6 i remmesæl lavere end i fisk.	Knudsen et al. (2007); Evenset et al. (2009); Warner et al. (2010)
-----------	---	--	----------------------------------	--

Coplanare PCB'er er PCB kongenerer uden klor i *ortho*-positionen (non-*ortho*) eller med kun ét kloratom i *ortho*-positionen (mono-*ortho*). Molekylerne kan derfor antage en dioxin-lignende konfiguration med tilsvarende toksiske effekter, hvorfor stofferne også kaldes for dioxin-lignende PCB'er. Sammenlignet med nogle af de "almindelige" PCB kongenerer er koncentrationerne af de coplanare PCB'er typisk meget lave, men bidraget til den samlede toksicitet ("toxicity equivalents") er ofte højere end bidraget fra dioxiner (Vorkamp et al., 2012). Stofferne er detekteret i grønlandsk biota og de højeste koncentrationer blev fundet i spæk fra narhval (medianværdi 140 pg/g vådvægt) og spæk fra hvidhval (medianværdi 180 pg/g vådvægt) (Vorkamp et al. 2004b). En undersøgelse har dog vist faldende koncentrationer fra 1986 til 2003 i ringsæler fra Grønland (Riget et al., 2005). Da de coplanare PCB'er også er omfattet af Stockholm Konventionen, forventes der ikke en stigende risiko for bioakkumulering og biomagnificering.

Hexachlorbutadien (HCBD) kan dannes som biprodukt i fremstillingen af forskellige klorerede industrikemikalier, også som mellemprodukt i gummiproduktionen. Desuden har HCBD haft anvendelse som fungicid. Stoffet er analyseret i en række terrestriske og marine dyr i Grønland, men kun detekteret i meget lave koncentrationer, hvis overhovedet (Vorkamp et al., 2004b). Ved en undersøgelse af HCBD i gråmåger fra arktisk Norge blev der ikke fundet detekterbare koncentrationer (Verreault et al., 2005a). En dansk screeningsundersøgelse nåede frem til det samme resultat (Strand et al., 2010). HCBD er kandidat til Stockholm Konventionen samt POP Protokollen under UN-ECE LRTAP og en "Priority Hazardous Substance" under EU's Vandrammedirektiv. HCBD er ud af tre stoffer under Vandrammedirektivet med et miljøkvalitetskrav ("Environmental Quality Standard") i biota, fordi miljøkvalitetskravet for vand ikke vurderes til at være tilstrækkeligt.

Syntetiske **muskforbindelser** anvendes som duftstoffer i en række forbrugerprodukter, såsom plejeprodukter og rengøringsmidler. Stofferne udledes derfor primært til miljøet med spildevandet og slam, men de er også påvist i luften og kan muligvis transporteres over lange afstande (Vorkamp et al., 2004a). Kemisk er der to hovedgrupper af muskstoffer, nitromusk og polycykliske muskforbindelser, hvoraf den sidstnævnte gruppe har det største produktionsvolumen (5600 tons i 1996, svarende til 70% af verdensforbruget). De vigtigste enkeltstoffer er Galaxolid (HHCB) og Tonalid (AHTN), som også er fundet i de fleste fisk (sild) der er undersøgt fra Østersøen og Nordsøen (Stiehl et al., 2008). Resultaterne fra Arktis er yderst begrænset, selvom muskstofferne er undersøgt i forbindelse med et screeningsprojekt i Grønland og Færøerne. Enkelte stoffer er påvist i isbjørne fra Grønland, og projektet anbefalede flere analyser af dyr på højt trofisk niveau for at be- eller afkræfte dette resultat (Vorkamp et al., 2004a). Musk Xylen er på OSPAR's List of Chemicals for Priority Action. I en undersøgelse på dam-

brugsørred fra Danmark har koncentrationen på Musk Xylen været kraftigt faldende (Duedahl-Olesen et al., 2005).

Octachlorstyren kan opstå som biprodukt i den industrielle produktion af magnesium og klor eller frigives ved affaldsforbrænding (Stiehl et al., 2008). Stoffet er påvist i en række biotaprøver, inkl. isbjørne og andre arktiske dyr (Vorkamp et al., 2004b; Verreault et al., 2005b) samt luften i Arktis (Tabel 4). Undersøgelsen af grønlandske biotaprøver fra forskellige økosystemer og trofiske niveauer indikerer et potentiale for biomagnificering (Vorkamp et al., 2004b).

Pentachlorbenzen (PeCB) blev tidligere brugt som en mellemprodukt i fremstillingen af pesticider, specielt fungicidet pentachlornitrobenzen (Tabel 4), men produktionsprocessen er nu ændret. PeCB er også brugt som flammehæmmer. Koncentrationen i arktisk biota er generelt lavere end for HCB, men stoffet forekommer i arktisk biota inkl. de højeste trofiske niveauer (Verreault et al., 2005b). I en større screeningsundersøgelse af grønlandske dyr i årene omkring 2000 blev de højeste koncentrationer fundet i spæk fra havpattedyr med middelværdier på f.eks. 24,8 ng/g fedtvægt i hvidhval og 16,9 ng/g fedtvægt i narhval. Koncentrationerne indgår i de sumkoncentrationer, der er publiceret af Vorkamp et al. (2004b). PeCB indgår i overvågningen af isbjørne og de årlige mediankoncentrationer har ligget mellem 9,52 ng/g fedtvægt i 2006 til 39,0 ng/g fedtvægt i 1983 og med en faldende tendens (upublicerede data). PeCB er optaget i Stockholm Konventionen og klassificeret som "Priority Hazardous Substance" i EU's Vandrammedirektiv.

Phthalater (phthalic acid esters) er brugt som blødgørere, hvor de vigtigste enkeltstoffer er di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) og di-n-butyl-phthalat (DBP). De to stoffer har logK_{OW} værdier på hhv. 7,48 og 5,61 og må derfor anses for potentielt bioakkumulerende. Phthalater er undersøgt i et screeningsprojekt af en række grønlandske og færøske dyr (Tabel 3), hvor både den laveste og den højeste DEHP koncentration blev fundet i ringsæl fra Vestgrønland (henholdsvis 74,6 og 160,7 ng/g vådvægt). Det mindst lipofile enkeltstof DMP (logK_{OW} 1,53) er kun påvist i isbjørne (Vorkamp et al., 2004a). Pga. forholdsvis høje koncentrationer i dyr på lavt trofisk niveau virker biomagnificeringen umiddelbart lav, men projektet konkluderede, at en mere omfattende undersøgelse af fødekæden anbefales. DEHP er blandt "Priority Substances" i EU's Vandrammedirektiv.

Polychlorerede naphthalener (PCN) er industrikemikalier med lignende anvendelser som PCB'er og en dioxin-lignende toksicitet. Produktionen blev indstillet i 1980'erne, men stofferne er udbredt i miljøet, inkl. biota fra Arktis (Bidleman et al., 2010). I 2004 gennemførtes en screeningsundersøgelse af grønlandske og færøske dyr for bl.a. PCN. Alle undersøgte grønlandske dyr havde PCN koncentrationer under detektionsgrænsen, på nær isbjørne med en middelsoncentration på 511 pg/g fedtvægt. Indholdet af Σ PCN i færøske grindehvaler var 2290 pg/g fedtvægt og 3150 pg/g fedtvægt i mallebuk (Vorkamp et al. 2004a). En nyere screeningsundersøgelse har bekræftet stoffernes forekomst i havpattedyr fra Norge, Island, Færøerne og Grønland (Dam et al., 2011), dog har flere studier konkluderet, at biomagnificeringen er forholdsvis lav (Bidleman et al., 2010). Pga. stoffernes udfasning for flere årtier siden forventes den miljø- og sundhedsmæssige risiko ikke at stige. Stofgruppen står på OSPAR's List of Chemicals for Priority Action og er fo-

reslået til POP Protokollen under UN-ECE LRTAP samt til Stockholm Konventionen.

Siloxaner anvendes i en række industri- og forbrugerprodukter, kosmetik og biomedicin. De to hovedgrupper er cycliske siloxaner (Hexamethylcyclotrisiloxan, D3; Octamethylcyclotetrasiloxan, D4; Decamethylcyclopentasiloxan, D5; Dodecamethylcyclohexasiloxan, D6) og lineare siloxaner (Hexamethyldisiloxan, MM; Octamethyltrisiloxan, MDM; Decamethyltetrasiloxan, MD2M; Polydimethylsiloxan, MDnM). D4, D5 og D6 frigives primært til atmosfæren, mens en mindre del frigives til det akvatiske miljø via spildevand (Warner et al., 2010). Af de to stofgrupper er de cycliske siloxaner fundet i flest prøver og højeste koncentrationer i arktiske abiotiske og biotiske prøver (Evenset et al., 2009; Genualdi et al., 2011), men ved en screeningsundersøgelse er der også fundet <DL i flere af prøverne (Kaj et al., 2005). Stoffernes forekomst er dermed dokumenteret, men det er uklart hvorvidt stofferne biomagnificerer, idet de muligvis også kan afgives via ekshalation (Warner et al., 2010).

4.1.2 Stoffer med evidens for forekomsten i andre arktiske medier

Der foreligger en række undersøgelser om nye kontaminanter i Arktis hvor hovedvægten er lagt på abiotiske prøver, f.eks. luft eller iskerner. De stoffer, der er påvist i disse undersøgelser, er sammenfattet i Tabel 4, og de stoffer der ikke kunne detekteres indgår i Tabel 5. Tabel 4 angiver også hvorvidt der foreligger resultater for biota som i givet fald også vil være inkluderet i en af de andre tabeller i dette afsnit.

Tabel 4. Oversigt over nye kontaminanter som er påvist i abiotiske prøver fra Arktis. For flere detaljer om stofferne (andre navne, CAS nr., logK_{OW} osv.) henvises til Bilag 1. Tabel 4 indeholder kun stoffer som ikke allerede overvåges i grønlandske arter. CTD: Characteristic travel distance.

Stof	Påvist i abiotiske prøver	Biotaprøver	Kommentar	Referencer
Flammehæmmere				
DPTE	Luft og havvand i Arktis.	Ja, Tabel 1	Højere koncentrationer i luft end for PBDE.	Möller et al. (2011a, 2011b)
TBPH (BEHTBP)	Luft og havvand i Arktis, med en detektionsfrekvens på 0-40%.	Ja, Tabel 1	Erstatningsprodukt for PentaBDE, også anvendt som blødgører.	Möller et al. (2011a)
TBB (EHTeBB)	Luft på enkelte stationer i Arktis.	Ja, Tabel 1	Erstatningsprodukt for PentaBDE.	Möller et al. (2011b)
BTBPE (TBE)	Iskerne på Svalbard. To undersøgelser har fundet TBE i luft og havvand i Arktis, i begge tilfælde dog kun i enkelte prøver. Sediment fra Færøerne, sandsynligvis påvirket af spildevand.	Ja, Tabel 1	Erstatningsprodukt for OctaBDE. Kan muligvis nedbrydes til 2,4,6-Tribromphenol. Detektions-frekvensen var højere i luft end i havvand.	Hermanson et al. (2010); Schlabach et al. (2011); Möller et al. (2011a; 2011b)
DBDPE	Iskerne på Svalbard.	Ja, Tabel 1	Erstatningsprodukt for DecaBDE.	Hermanson et al. (2010)
TBBPA	Luft i Arktis	Ja, Tabel 1	-	Xie et al. (2007)
HBBz	100% detektion i luft, lav detektionsfrekvens (<20%) i havvand. Detekteret i 100% af havvandsprøverne i en anden undersøgelse.	Ja, Tabel 1	Koncentrationen i luft højere end for PBDE.	Möller et al. (2011a; 2011b)

PBEB	Iskerne på Svalbard.	Ja, Tabel 1	-	Hermanson et al. (2010)
PBT	100% detektion i luft, ikke detekteret i havvand. Detekteret i ca 80% af havvandsprøver i en anden undersøgelse.	Ja, Tabel 1	Primært fundet i gasfasen. Koncentrationen i luft højere end for PBDE.	Möller et al. (2011a; 2011b)
PBBz	Sne	Ikke undersøgt	Muligvis nedbrydningsprodukt af HBBz.	Meyer et al. (2012)
Dechlorane plus	Luft og havvand i Arktis og Antarktis.	Ja, Tabel 1	Oprindeligt erstatningsprodukt for Mirex, muligvis også erstatningsprodukt for DecaBDE i EU. Nedbrydningsproduktet aCl11DP også fundet i luft i Arktis	Möller et al. (2010, 2011b)
SCCP/MCCP/LCCP	Arktiske søsedimenter; luft i Bjørnøya.	Ja, Tabel 1	Sedimentkerner viser højeste konc. mellem 1980-1990. Kandidat til Stockholm Konventionen.	Bayen et al. (2006); Houde et al. (2008)
Dechlorane 602	100% af luftprøver og enkelte havvandsprøver fra Arktis.	Ikke undersøgt	-	Möller et al. (2011b)
Dechlorane 603	100% af luftprøver og enkelte havvandsprøver fra Arktis.	Ikke undersøgt	-	Möller et al. (2011b)
Dechlorane 604	100% af luftprøver og enkelte havvandsprøver fra Arktis.	Ikke undersøgt	-	Möller et al. (2011b)
Pesticider				
Chlorpyrifos	Arktisk luft, sne, is, havvand, søvand, iskerner.	Ja, Tabel 2	CTD: 430 km	Hoferkamp et al. (2010)
Chlorthalonil	Arktisk luft, is, havvand.	Ikke undersøgt	CTD: 4420 km	Hoferkamp et al. (2010)
Dacthal	Arktisk luft, sne, havvand, søvand, iskerner.	Ja, Tabel 2	CTD: 2690 km	Hoferkamp et al. (2010)
Diazinon	Iskerne	Ikke undersøgt	CTD: 130 km	Hoferkamp et al. (2010)
Endosulfan	Luft, sne, is, havvand, søsediment.	Ja, Tabel 2	α-Endosulfan blandt de mest forekommende klorerede pesticider i Arktis luft. Stockholm Konventionen.	Stern et al. (2005b); Weber et al. (2010)
Methoxychlor	Luft, sne, iskerner	Ja, Tabel 2	Produktion indstillet i EU, Canada og USA. CTD: 55 km. OSPAR List of Chemicals for Priority Action	Hoferkamp et al. (2010)
Pentachlor-nitrobenzen (PCNB)	Søvand	Ikke undersøgt	CTD: 12100 km. Kan nedbrydes til Pentachloranisol (PeCA).	Hoferkamp et al. (2010)
Pentachlor-anisol (PeCA)	Luft, sne, søvand	Ja, Tabel 2	Nedbrydningsprodukt af Pentachlorphenol og Pentachlornitrobenzen. CTD: 2110 km	Hoferkamp et al. (2010)
Trifluralin	Luft, sne, is, havvand, søvand	Ikke påvist i en række biotaprøver fra den norske Arktis.	CTD: 110 km. Foreslået til UN-ECE LRTAP.	Hoferkamp et al. (2010); Langford et al. (2012)

Andre stoffer				
Bisphenol A	Sediment fra Barents havet	Ikke påvist i sediment eller biota i en undersøgelse fra Svalbard.		Bakke et al. (2008); Evenset et al. (2009)
Phthalater	Sediment fra Grønland, men ikke sediment fra Svalbard.	Ja, Tabel 3	-	Vorkamp et al. (2004a); Evenset et al. (2009)
Polychlorerede naphthalener (PCN)	Luft, sne	Ja, Tabel 3	OSPAR List of Chemicals for Priority Action, foreslået til POP Protokollen under UN-ECE LRTAP.	Bidleman et al. (2010)
Octachlorstyren	Luft	Ja, Tabel 3	-	Vorkamp et al. (2004b)
Siloxaner	Luft, Sediment	Ja, Tabel 3	-	Warner et al. (2010); Genualdi et al. (2011)
1,3,5-Tribrombenzen	Sne	Ikke undersøgt	Potentiel arktisk kontaminant i modelberegning.	Brown & Wania (2008); Meyer et al. (2012)

DPTE: 2,3-Dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether

TBPH (BEHTBP): Bis(2-ethylhexyl)tetrabromophthalate

TBB (EHTeBB): 2-Ethylhexyl-2,3,4,5-tetrabromobenzoate

BTBPE (TBE): 1,2-Bis(2,4,6-tribromophenoxy)-ethane

DBDPE: Decabromodiphenyl ethane

TBBPA: Tetrabrombisphenol A

HBBz: Hexabrombenzen

PBEB: Pentabromethylbenzen

PBT: Pentabromtoluen

PBBz: Pentabrombenzen

SCCP: Short-chain chlorinated paraffins (Kortkædede klorerede paraffiner)

MCCP: Medium-chain chlorinated paraffins (Mellemkædede klorerede paraffiner)

LCCP: Long-chain chlorinated paraffins (Langkædede klorerede paraffiner).

Pentabrombenzen (PBBz) er en flammehæmmer som har været brugt i flere årtier, men det kan også være et nedbrydningsprodukt af Hexabrombenzen (Möller et al., 2012). Datamængden er meget begrænset, men stoffet er fundet i flere arktiske sneprøver fra 2008 og i luften i Antarktis (Meyer et al., 2012; Möller et al., 2012).

Dechlorane 602/603/604 blev sammen med Dechlorane plus indført som klorerede flammehæmmere i 1960'erne. Mens Dechlorane plus er undersøgt i en screeningsundersøgelse (Tabel 1), foreligger der kun meget få resultater for disse tre dechloranforbindelser. Undersøgelserne har været fokuseret på Great Lakes området i det nordlige USA og det sydlige Canada, tæt på stoffernes produktionssted i USA (Shen et al., 2010), men stofferne er også påvist i luft og havvand i Arktis (Möller et al., 2011b).

Chlorthalonil er et klorholdigt fungicid, som fortsat bruges i USA, Europa og sandsynligvis andre lande. Men en $\log K_{OW}$ værdi på 4,81 har stoffet teoretisk potentiale til at bioakkumulere, dog foreligger der ingen resultater for Chlorthalonil i arktiske dyr. Stoffet har en lang beregnet transport distance (Tabel 4) og er detekteret i luft, is og havvand i Arktis (Hoferkamp et al., 2010).

Diazinon er et organothiophosphat insekticid, som oprindeligt blev udviklet som erstatningsprodukt for DDT. Stoffet anvendes fortsat i USA – dog ikke længere indendørs – og muligvis andre lande, men det har været forbudt i Europa siden 2001 (Hoferkamp et al., 2010). Fra Arktis foreligger der kun resultater for abiotiske medier. Undersøgelse af en iskerne viser, at koncentrationerne var højest i slutningen af 1980'erne og begyndelsen af 1990'erne (Hoferkamp et al., 2010).

Pentachlornitrobenzen (PCNB) er et organoklor fungicid med en årlig produktionsmængde på 350-450 tons og fortsat anvendelse i USA (Hoferkamp et al., 2010). Den beregnede transportdistance ligger på 12100 km og er dermed den højeste for de undersøgte pesticider i den seneste internationale AMAP Assessment. Der foreligger ikke mange resultater for PCNB, men stoffet er detekteret i søvand i to søer i den canadiske Arktis, omend i lave koncentrationer (Hoferkamp et al., 2010). Stoffet er også inkluderet i en undersøgelse af muslinger (*Perna viridis*) i Singapore, hvor indholdet var under detektionsgrænsen (Bayen et al., 2004).

Trifluralin er et dinitroanilin herbicid med et stort produktionsvolumen på op til 10.500 tons/år i USA+EU (Hoferkamp et al., 2010). I dag er Trifluralin forbudt i EU, men det anvendes fortsat i USA (Langford et al., 2012). I de undersøgelser, hvor Trifluralin er analyseret i biota var indholdet ikke over detektionsgrænserne (Hoferkamp et al., 2010; Langford et al., 2012), selvom logK_{OW} værdien ligger på 5,34, dvs. i det område som associeres med bioakkumulering. Stoffet er fundet i en række abiotiske arktiske prøver (Hoferkamp et al., 2010). Trifluralin er foreslået til POP Protokollen under UN-ECE LRTAP.

Bisphenol A er et "high production volume" kemikalie med et forbrug på 3.6 millioner tons per år. Stoffet bruges i fremstilling af harpiks og plastik, specielt polycarbonat, som igen bruges i mange forskellige produkter indenfor bl.a. fødevarer, medicin, idræt og elektronisk udstyr. Da Bisphenol A er hormonforstyrrende har specielt anvendelsen i sutteflasker været kontroversiel og er nu forbudt i EU, USA og Canada. Stoffet er analyseret i arktisk biota, men har ikke kunnet påvises (Evenset et al., 2009). Til gengæld er det detekteret i arktisk sediment (Bakke et al., 2008). Med en logK_{OW} værdi på 2,2 - 3,8 er risikoen for bioakkumulering/biomagnificering derfor umiddelbart lav.

1,3,5-Tribrombenzen (TBBz) er også et "high production volume" stof som tidligere er brugt som solvent og tilsætningsstof til motorolie. Stoffet kan også dannes som mellemprodukt i kemiske produktionsprocesser. Der foreligger ingen data for arktisk biota, men stoffet er detekteret i sne i arktisk Canada (Meyer et al., 2012) og er også identificeret som et potentielt arktisk kontaminant i modelberegning (Brown & Wania, 2008), se også afsnit 4.1.4.

4.1.3 Stoffer der ikke kunne påvises i Arktis

Ideen bag dette afsnit var at sammenfatte de stoffer, som er målt i Arktis – biotiske eller abiotiske medier – men ikke er detekteret i den pågældende undersøgelse, i hverken biota eller abiotiske prøver. Det viste sig dog i litteraturgennemgangen, at denne negativliste vil blive kort (Tabel 5), idet de fleste stoffer er påvist i biotiske og/eller abiotiske prøver. Derfor er informationen om "ikke detekteret" også inkluderet i tabellerne 1-4.

Det er vigtigt at understrege, at resultatet "ikke detekteret" i høj grad er afhængigt af prøvetagnings- og analysemetoden, i form af bl.a. den prøvemængde, der står til rådighed for analysen og metodens detektionsgrænser. Det er altså muligt, at stofferne er til stede men først kan påvises, når deres koncentration er steget over detektionsgrænserne eller når analysemetoderne er blevet mere følsomme. Desuden kan anvendelses- og emissionsforholdene ændre sig.

Tabel 5. Oversigt over stoffer som er undersøgt, men ikke påvist i arktiske prøver. For flere detaljer om stofferne (andre navne, CAS nr., logK_{OW} etc.) henvises til Bilag 1.

Stof	Undersøgelse af biota	Undersøgelse af abiotiske medier	Kommentar	Referencer
Flammehæmmere				
-				
Pesticider				
Dicofol	Ingen resultater rapporteret.	Ingen resultater rapporteret.	OSPAR List of Chemicals for Priority Action (2000), foreslået til UN-ECE LRTAP.	Hoferkamp et al. (2010)
Andre stoffer				
Alkylphenoler	<DL i Norske arktiske biologiske prøver (fisk, fugle, fuglæg, sæler).	-	Påvist i biotaprøver tættere på urbane kilder. Priority (hazardous) substances i EU's Vandrammedirektiv.	Langford et al. (2012)

Dicofol er et organoklor insekticid, som er baseret på DDT. Da DDT normalt ikke omsættes fuldstændigt, indeholder produktet Dicofol små restmængder af DDT. DDT-andelen må ikke overstige 0,1% (Stiehl et al., 2008), ifølge Ding et al. (2009) kan Dicofol dog indeholde op til 20% o,p'-DDT. Den globale produktion er angivet til 5500 tons/år (Hoferkamp et al., 2010). Dicofol anvendes i Kina, USA, Europa, hvor anvendelsen er tilladt i Belgien, Frankrig, Portugal og Spanien, og sandsynligvis andre lande (Stiehl et al., 2008; Hoferkamp et al., 2010). Dicofol er inkluderet i den seneste internationale AMAP Assessment, men det var ikke muligt at finde resultater for Dicofol i arktiske miljøprøver (Hoferkamp et al., 2010). Det er ikke helt klart om Dicofol aldrig er blevet undersøgt eller om det ikke har været muligt at påvise stoffet. Ifølge Stiehl et al. (2008) er den atmosfæriske transport til Arktis mulig, og Dicofol er kraftigt bioakkumulerende, men litteraturen har primært fokuseret på DDT-problematikken. Dicofol er på OSPAR's List of Chemicals for Priority Action og foreslået til POP Protokollen under UN-ECE LRTAP.

Alkylphenoler og alkylphenol ethoxylater bruges til at nedsætte overfladespændingen og findes f.eks. i vaskemidler. Stofferne udledes derfor primært med spildevand. Stofferne er hormonforstyrrende og deres logK_{OW} værdier mellem 4,1 og 4,48 indikerer muligheden for optagelse og akkumulering i biota (Wenzel et al., 2004). Vigtige stoffer er hhv. Nonylphenol / Nonylphenol ethoxylat samt Octylphenol / Octylphenol ethoxylat, som forekommer med lige og forgrenede molekylestrukturer. I en screeningundersøgelse i arktisk Norge var indholdet af alle de undersøgte stoffer under detektionsgrænsen. Stofferne er påvist i biotaprøver tættere på urbane kilder, f.eks. i fisk fra tyske floder og muslinger fra Nordsøen og Østersøen (Tabel 6), men koncentrationen har været faldende siden 1980'erne (Wenzel et al., 2004). Octylphenol og Nonylphenol er på "Priority Substance" listen af EU

Vandrammedirektivet, hvor Nonylphenol er klassificeret som "Priority hazardous substance".

4.1.4 Stoffer med potentiale til at være arktiske kontaminanter

Der eksisterer flere videnskabelige undersøgelser med det formål at opstille lister af potentielle nye stoffer, som er problematiske for miljøet, og hvor stofferne er opstillet ud fra stoffernes fysisk-kemiske egenskaber og andre kriterier som graden af bioakkumulering, produktionsmængde og evne til transport over store afstande. Stofferne er som hovedregel ikke påvist i miljøet men heller ikke analyseret for. For enkelte stoffer foreligger der få analyser. Metoderne til identificering af sådanne problematiske stoffer adskiller sig fra hinanden ved forskelle i kriterierne, der ligger til grund for udvælgelsen. I det følgende vil nogle af disse lister og kriterierne kort blive resumeret med hovedvægt på det arktiske område.

Howard & Muir (2010) opstillede en liste på 610 stoffer, som måske er svært nedbrydelige og bioakkumulerende. Udgangspunktet for listen var 3 forskellige lister 1) "Canadian Domestic Substances List (DSL)" indeholdende 11.317 organiske stoffer, 2) "U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) Toxic Substances Control Act Inventory Update Rule (IUR)" på 14.376 forbindelse samt de opdaterede produktionsdata fra 2006 med 220 nye organiske kemikalier, 3) DSL liste på 3059 stoffer som er reaktionsprodukter med ukendt eller kompliceret sammensætning.

Efter tjek for gengangere på de forskellige lister endte den endelige liste med at omfatte 22.263 organiske kemikalier. Ved hjælp af screeningsværktøjer baseret på fysiske og kemiske egenskaber som K_{OW} , biokoncentrationsfaktor, octanol-luft-fordelingskoefficient ($\log K_{OA}$), damptryk, og atmosfærisk oxidations halveringstider blev denne liste reduceret til de 610 svært nedbrydelige og bioakkumulerende stoffer. Omkring 101 af disse stoffer er blevet påvist i miljøet. For at få en mere overkommelig liste blev stofferne opdelt i bromerede, klorerede, flourede, silicone og andre, og fra hver af disse grupper blev der udpeget de 10 højest prioriterede stoffer. Forbindelserne beskrives nærmere i det følgende, og molekylestruktur og fysiske og kemiske egenskaber fremgår af Bilag 2.

Bromerede forbindelser:

Tetrabromobisphenol A (TBBPA)
Pentabromomonochlorocyclohexane (PBCCH)
Tetrabromopyrene
Hexabromocyclododecane (HBCD)
1,2-dibromo-4-(1,2-dibromoethyl)cyclohexane (TBECH)
Tetrabromophthalic acid ester (TBPH, BEHTBP)
Ethylene bis(tetrabromophthalimide) (EBTBP)
1,2-bis(2,4,6-Tribromophenoxy)- ethane (BTBPE)
Decabromodiphenyl ethane (DBDPE)
Octabromo-1,1,3-trimethyl-3-phenylindan (OBIND).

Hexabromocyclododecan (HBCD) er allerede inkluderet i overvågningen af arktisk biota under AMAP Core Programmet i form af retrospektive tidsserier for ringsæler og gråmåger fra Østgrønland (Vorkamp et al., 2011).

TBBPA, TBECH, TBPH, BTBPE og DBDPE er inkluderet i Tabel 1 som flammehæmmere, som allerede er påvist i arktisk biota. TBBPA, TBPH,

BTBPE og DBDPE er derudover også detekteret i abiotiske arktiske medier (Tabel 4). Stofferne er beskrevet nærmere i afsnit 4.1.1 og 4.1.2.

PBCCH er et brom- og klorholdigt stof som ligeledes anvendes som flammehæmmer. Den kemiske konfiguration ligner konfigurationen for pesticidet hexachlorcyclohexan (HCH), hvorfor der også forekommer flere isomerer med forskellige andele i tekniske produkter og forskellige fysisk-kemiske egenskaber (Larsen & Ecker, 1987). Der foreligger ikke mange resultater for PBCCH, men stoffet er påvist i sediment i den belgiske flod Schelde (López et al., 2011). Tetrabrompyren antages at være et mellemprodukt snarere end en flammehæmmer (Howard & Muir, 2010). Der kunne ikke findes resultater for dette stof i miljøprøver. Det samme gælder EBTBP. En undersøgelse af biokoncentrering i fisk viste meget lave værdier, muligvis fordi stoffet blev metaboliseret (Hardy, 2004). OBIND er for nylig påvist i vandrefalke-æg fra Canada og Spanien (Guerra et al., 2012), se afsnit 4.2.

Klorerede forbindelser:

Hexachlorocyclopentadiene (HCCP)

Bis-(4-chlorophenyl)sulfone (BCPS)

Triclocarban

Pentachlorthiophenol

3,5-Dichloro-2,4,6-trifluoropyridine

Dibutyl chlorendate

Dechlorane Plus

Heptachlorocyclopentene

Heptachlorocyclopentane

Chloropyridine derivatives / Pentachloropyridine.

Af de ti prioriterede klorforbindelser i denne teoretiske undersøgelse er kun **Dechlorane Plus** undersøgt i arktisk biota (Tabel 1) samt abiotiske medier (Tabel 4). Stoffet er beskrevet nærmere i afsnit 4.1.1.

Hexachlorcyclopentadien (HCCP) er et mellemprodukt i forskellige kemiske produktionsprocesser, specielt produktionen af cyclodiene-pesticider. Der foreligger ingen resultater fra Arktis, men i Danmark er der gennemført et screeningsprojekt i biota, hvor HCCP ikke blev detekteret, heller ikke på høje trofiske niveauer (Strand et al., 2010). OSPAR har vurderet, at HCCP ikke er et PBT stof, hvorfor HCCP ikke længere er på OSPAR's List of Chemicals for Priority Action (OSPAR, 2004). Top 10-listen omfatter også Heptachlorcyclopentan og Heptachlorcyclopenten, med logK_{OW} værdier på hhv. 4,03 og 4,44 (Howard & Muir, 2010). Derudover er der ikke mange tilgængelige informationer om de to stoffer.

Bis-(4-chlorophenyl)sulfon (BCPS, også DCDPS) er et udgangsprodukt i fremstilling af stabile polymerer. Der foreligger ingen data fra Arktis, men i en screeningsundersøgelse fra Sverige er stoffet påvist i fisk, fugle og sæler fra Østersøen, med tendens til biomagnificering (Norström et al., 2004; Tabel 6). Artiklen citerer flere andre undersøgelser fra Canada og Sverige, hvor BCPS er påvist i bl.a. æg af havørn og sølvmåge.

Triclocarban er et baktericid som har været på markedet i 45 år. Pga. anvendelsen i bl.a. plejeprodukter er Triclocarban primært udledt til miljøet med spildevand eller slam. Triclocarban er mistænkt for at være hormonforstyrrende (Schebb et al., 2011). Der foreligger meget få resultater for biota.

Schebb et al. (2011) har fundet en hurtig metabolisering i fisk, men henviser også til bioakkumulering i snegle i nærheden af et rensningsanlæg.

Pentachlorthiophenol (Pentachlorbenzenethiol) er primært beskrevet som nedbrydningsprodukt af hexachlorbenzen (HCB) (Ingebrigtsen et al., 1986), men stoffet anvendes også i gummiproduktionen (Howard & Muir, 2010). Den atmosfæriske halveringstid er beregnet til 76,7 dage (Muir & Howard, 2006) og vil dermed muliggøre transport til Arktis. Der kunne ikke findes studier om bioakkumulering.

3,5-Dichloro-2,4,6-trifluoropyridine er et mellemprodukt i den industrielle fremstilling af visse herbicider (Howard & Muir, 2010). $\log K_{OW}$ værdien er angivet med 2,69, hvilket umiddelbart virker lav i forhold til bioakkumulering. **Dibutyl chlorendate** er en reaktiv flammehæmmer. Howard & Muir (2010) angiver $\log K_{OW}$ værdien til 7,25, hvilket indikerer et højt bioakkumuleringspotentiale. Der kunne dog ikke findes nogen resultater for stoffets forekomst i miljøet.

Fluorede forbindelser:

3-Nitro-4-chlorobenzotrifluoride
Perfluoroperhydrophenanthrene (PFTHP)
3,4-Dichlorobenzotrifluoride
Bromopentafluorobenzene (BPFB)
4-Chlor-3,5-dinitrobenzotrifluorid
Fluorosilicone Trimer (D3F, TFPD3)
2-Chloro-3,5-dinitro-4-dipropylaminobenzotrifluoride
3-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy]phenyl acetate
Perfluoroethylcyclohexanesulfonate (PFECBS)
Perfluoroalkyl (C6-C12) phosphonic acid (PFPA).

Generelt foreligger der kun meget lidt information om de fluorerede forbindelser. Som det fremgår af de kemiske navne, omfatter listen flere fluorider (inkl. 3-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy]phenyl acetate) som også indeholder Br eller Cl og andre funktionelle grupper (nitrogrupper, acetatgrupper osv.). Howard & Muir (2010) understreger, at disse stoffer produceres i store mængder og har lange halveringstider i atmosfæren, selvom de generelt ikke overholder bioakkumuleringskriteriet, dvs. $\log K_{OW} > 5$. Bioakkumulering kunne være relevant i luft-åndende dyr pga. høje fordelingskoefficienter mellem octanol og luft (Howard & Muir, 2010).

Ifølge Howard & Muir (2010) anvendes **3-Nitro-4-chlorobenzotrifluoride** som pesticid og **3,4-Dichlorobenzotrifluoride** i fremstilling af pesticider. **4-Chlor-3,5-dinitrobenzotrifluorid** anvendes i fremstillingen af pesticiderne Trifluralin og Flumetralin (Banks et al., 1994; Theodoridis, 2006). **2-Chloro-3,5-dinitro-4-dipropylaminobenzotrifluoride** er muligvis også et pesticid, og stoffets $\log K_{OW}$ værdi er angivet til 5,96 (Howard & Muir, 2010). Der kunne ikke findes relevante oplysninger om stoffernes forekomst i miljøet.

3-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy]phenyl acetate anvendes også til fremstilling af pesticider. Stoffet er nærmere karakteriseret af US Environmental Protection Agency med konklusion om en lav prioritet (USEPA, 2009a). Produktionsmængden har tilsyneladende været faldende og risikoen for bioakkumulering og atmosfærisk transport vurderes som hhv. lav og moderat (USEPA, 2009a). Mens $\log K_{OW}$ værdien angives til 6,31 af Howard & Muir (2010) bruger USEPA (2009a) en $\log K_{OW}$ værdi på 4,41.

Perfluoroperhydrophenanthrene bruges i medicinbranchen, mere specifikt i forbindelse med øjenoperationer. Ifølge et sikkerhedsblad udgivet af industrien er stoffet ikke klassificeret som persistent, bioakkumulerende eller toksisk, stoffet er heller ikke klassificeret som farligt ("hazardous") for miljø eller sundhed (F2 Chemicals, 2011). **Fluorosilicone Trimer (D3F)** er en fluorineret cyclisk siloxan og det fluorerede analog til Hexamethylcyclotrisiloxan (D3), som er beskrevet nærmere i afsnit 4.1.1. Howard & Muir (2010) beskriver, at dette stof kombinerer høje produktionsmængder med en lang levetid i atmosfæren og en høj $\log K_{OW}$. Stoffernes forekomst i miljøet ser ikke ud til at være undersøgt.

Brompentafluorbenzen (BPFB) bruges i fremstillingen af pesticider og i forberedelsen af katalysatorer. $\log K_{OW}$ værdien er 3,88 (Howard & Muir, 2010), dvs. under det område, der typisk associeres med bioakkumulering. Der findes ikke mange miljødata, men ifølge Deprez et al. (2008) er levetiden i atmosfæren kort pga. hurtig fotonedbrydning.

PFECHS anvendes som anti-erosionsmiddel i hydrauliske væsker i flyvemaskiner og er fortsat tilladt i USA og Canada, selvom stoffet tilsyneladende ikke længere produceres i USA (De Silva et al., 2011). PFECHS er påvist i vand og invertebrater i nærheden af en lufthavn i Canada (de Solla et al., 2012) samt i vand og fisk på højt trofisk niveau i Great Lakes (De Silva et al., 2011). Selvom Howard & Muir (2010) kun angiver en $\log K_{OW}$ værdi på 0,47 er bioakkumuleringen påvist (se også afsnit 4.2). Stoffet ligner PFOS og PFOA i molekylestrukturen.

De **perfluorerede phosphorsyrer (PFPA)** ligner også PFOS og PFOA. De er brugt til overfladebehandling og som skumdæpende middel i pesticider, sidstnævnte anvendelse er dog blevet begrænset til ikke-fødevarer i USA. PFPA er påvist i overfladevand og udløb fra rensningsanlæg (D'eon et al., 2009).

Andre stoffer:

2,4,6-Tri-tert-butylphenol

Triphenylborane

Galaxolide

1,1-bis(3,4-dimethylphenyl)ethane

Musk dimethyl indane (Celestolide, Crysolide)

2-(2'-Hydroxy -3' ,5'-di-tert-butylphenyl)- benzotriazole (UV-328)

Musk methyl ketone (Traseolide)

Diisopropyl biphenyl

Triphenyl phosphite

Triphenyl phosphine.

2,4,6-Tri-tert-butylphenol anvendes som tilsætningsstof, bl.a. som antioxidant, i brændstof. I en "screening assessment" gennemført af Environment Canada vurderes det, at stoffet er svært nedbrydeligt og har bioakkumuleringspotentiale, med en $\log K_{OW}$ værdi på 6,91. Pga. stoffets lave flygtighed forventes forekomsten i atmosfæren at være meget begrænset (Environment Canada, 2008). Stoffet er på OSPAR's List of Chemicals for Priority Action, men risikoen for det marine miljø vurderes som værende lav, fordi stoffet kun produceres i meget små mængder (OSPAR, 2009). Ifølge Environment Canada (2008) er 2,4,6-Tri-tert-butylphenol dog et "high production volume" kemikalie i USA.

Galaxolid, Celestolid og Traseolid er muskstoffer som er beskrevet nærmere i afsnit 4.1.1 samt i afsnit 4.2. Galaxolid er påvist i dambrugsfisk fra Danmark samt sild fra Østersøen og Nordsøen (Duedahl-Olesen et al., 2005; Stiehl et al., 2008; Tabel 6). Der foreligger også data fra Canada (Gatermann et al., 1999), som dog tyder på at stoffets forekomst er lokalt begrænset. Traseolid er påvist i isbjørne fra Grønland (Vorkamp et al., 2004a).

2-(2'-Hydroxy-3',5'-di-tert-butylphenyl)-benzotriazole er et UV adsorberende stof som bruges i mange polymerer til lysstabilisering, dvs. beskyttelse mod nedbrydning af polymermaterialet. Stoffet er behandlet under USEPA's High Production Volume Challenge Program.

Siloxaner:

Dodecamethylpantasilixane
Dodecamethylcyclohexasiloxane
Hexadecamethylheptasiloxane
Cyclopentasiloxan
Cyclotetrasiloxane
Octadecamethyloctasiloxane
Methyl phenyl polysiloxane
2,4,6,8-Tetravinyl-2,4,6,8-tetramethylcyclotetrasiloxane
Trisiloxane
Heptamethyl-phenyl-cyclotetrasiloxane.

Brown & Wania (2008) screenede et datasæt indeholdende mere end 100.000 industri kemikalier og endte med en liste på 120 kemikalier. Disse blev produceret i større mængder og havde en struktur lignende kontaminanter, som er fundet i Arktis og/eller fysisk kemiske egenskaber, som sandsynliggør, at de kan være potentielle kontaminanter i Arktis. Screeningen foregik ad to parallelle spor. Det ene spor var en screening baseret på stoffernes fysiske og kemiske egenskaber (molar masse, octanol-vand fordelingskoefficient K_{ow} , Henry's lov konstant, damptryk, opløselighed i vand og halveringstiden for atmosfærisk oxidation) og ved at sætte visse grænser for egenskaberne (f.eks. $\log K_{ow} \geq 3.5$) kan det sandsynliggøres om stofferne kan transporteres over store afstande og akkumuleres op gennem fødekæderne i Arktis. I det andet spor blev kemikalier screenet i relation til deres kemiske struktur. Kemikalier med en struktur der lignede strukturen hos allerede forekommende stoffer i Arktis blev udvalgt. De to lister fra screeningerne blev herefter sammenholdt. Den ene eller begge lister identificerede i alt 4,291 kemikalier, som kunne være potentielle kontaminanter i Arktis og af disse blev 120 kemikalier produceret i store mængder. Bilag 3 lister disse 120 kemikalier.

Blandt andre lister, som er et resultat af screeninger af kemikalielister men af lidt ældre dato, kan nævnes Muir & Howard (2006). De endte med en top 30 liste over svært nedbrydelige og bioakkumulerende kemikalier og med et potentiale for at kunne transporteres over lange afstande i atmosfæren (Bilag 4). Walker & Carlson (2002) er et andet eksempel på en liste med 56 kemikalier fremkommet ved screening af kemikaliedatabaser. Lerche et al. (2002) udvalgte 12 kemikalier for UNECE POP Protocol ud fra kriterier som fremgår af nedenstående tabel, hvoraf fire (Polychlorede Naphtalener, Dicofol, Hexachlorobutadien og Pentachlorobenzen) blev udvalgt til en nærmere beskrivelse af risiko profiler. Wiandt & Poremski (2002) udviklede en udvælgelse- og prioriteringsprocedure for sundhedsfarlige stoffer i regi af OSPAR konventionen og det marine miljø. De gennemgik 80 kemikalier og gruppe-

rede disse efter deres risikoprofil. Følgende 5 kemikalier endte i den højeste risikogruppe: Dodecylphenol, Dicofol, Endosulfan, Methoxychlor, Octylphenol.

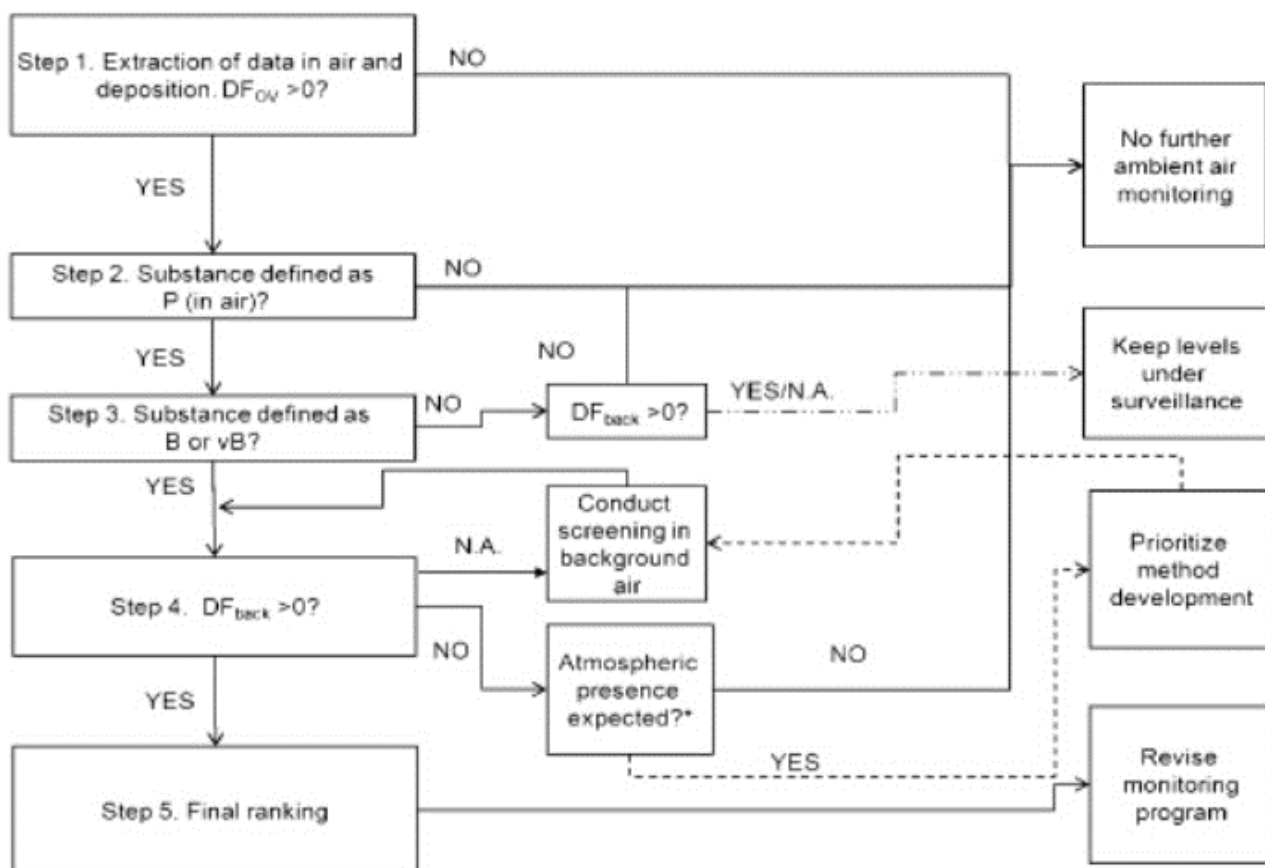
En række internationale og nationale organisationer har opstillet screeningskriterier for at identificere potentielle POPs som er svært nedbrydelige, bioakkumulerende og toksiske. I nedenstående tabel fra Muir & Howard (2006) fremgår eksempler på disse kriterier.

TABLE 1. Screening Criteria for Identifying Chemicals that are PB&T and Potential POPs

organization	long-range transport			persistence $t_{1/2}$ (d)			bioaccumulation		toxicity
	remote measurement	VP ^a (Pa)	AO ^b $t_{1/2}$ (d)	water	soil	sediment	BAF/ BCF	Log K_{ow}	
UNEP (2)	yes	or < 1000	2	> 60	> 180	> 180	5000	5	risk profile
UNECE (25)	yes	or < 1000	2	> 60	> 180	> 180	5000	5	risk profile
Canada (26)	yes			> 180	> 180	> 360	5000	5	CEPA defined toxicity data
US EPA TSCA PBT ban (27)				> 180			5000		
US EPA TSCA release controls (27)				> 60			1000		toxicity data
OSPAR (28)				NIB ^c			500	4	NOEC < 0.1 mg/L
REACH Annex XII and EU Technical Guidance Document (29) - PBTs				> 40 (fresh)		120 (fresh)	2000		chronic NOEC
REACH Annex XII and EU Technical Guidance Document (29) - vPvBs				> 60 (marine)		180 (marine)			< 0.01 mg/L or CMR ^d or EDC
				> 60		> 180	5000		not applicable

^a Vapor pressure (Pa). ^b Atmospheric oxidation half-life (days). ^c Not inherently biodegradable. ^d CMR = carcinogenic, mutagenic, or toxic for reproduction category; EDC = endocrine disrupting.

Cousins et al. (2012) har nyligt publiceret en prioriteret liste over stoffer, som bør inkluderes i det Svenske overvågningsprogram for luft. Prioriteringsmetoden kombinerer empiriske data på forekomsten i atmosfæren og aflejringen med en forudsigelse af stoffernes nedbrydelighed i atmosfæren og bioakkumulering. Proceduren foregår stepvis og fremgår af Figur 1. I første step undersøges eksisterende data for forekomst i atmosfæren. I næste step vurderes om stofferne er svært nedbrydelige og i stand til at blive transporteret til fjerne områder (P stoffer). Dernæst vurderes stoffernes bioakkumulering (B stoffer), stoffernes forekomst og aflejring i fjerne områder og om det er sandsynligt at kunne findes i målelige koncentrationer (DF). Til sidst tildeles stofferne en score værdi ud fra frekvensen af positive analyseresultater i baggrund atmosfæren, nedbrydelighed og bioakkumulering. Baseret på denne metode opstillede Cousins et al. (2012) en liste op i alt 15 forbindelser, hvor kortkædede klorerede paraffiner (SCCP) (se også Tabel 1), Perfluorooctane Sulfonate og Octachlorostyrene (se også Tabel 3) toppede listen (Bilag 5).



Figur 1. Beslutningstræ i en undersøgelse til prioritering af kontaminanter til overvågning i det svenske luftovervågningsprogram (Cousins et al., 2012).

4.1.5 Særlig relevante stoffer mht. bioakkumulering i arktiske dyr

På basis af ovenstående gennemgang af stoffernes forekomst i Arktis og med fokus på bioakkumulering og biomagnificering, samt resultater for modelberegninger og stoffernes klassificering på forskellige lister vurderes nedenstående stoffer at være særlig relevante i fremtidige grønlandske undersøgelser. Stofferne er sorteret efter anvendelsesformål, dvs. listen indeholder ikke en prioritering.

Flammehæmmere

DPTE:	Stoffet er påvist i arktiske dyr på højt trofisk niveau, i højere koncentrationer end i PBDE, samt i abiotiske arktiske medier. Der foreligger ingen oplysninger om en regulering, der muligvis vil betyde en nedgang i miljøkoncentrationerne. Stoffet indgår også i luftovervågningen under AMAP Core Programmet.
TBPH (BEHTBP):	Stoffet er påvist i biota, men indikationen på biomagnificeringen er svag. Detektionsfrekvens i luft og havvand < 40%. Som erstatningsprodukt for PentaBDE kan der forventes et stigende forbrug. Blandt de prioriterede stoffer i modelberegninger (Howard & Muir, 2010).
EHTeBB (TBB):	Påvist i arktisk biota, i større udstrækning end andre nye flammehæmmere og med indikation på biomagnificering. Påvist i enkelte luftprøver. Som erstatningsprodukt for PentaBDE kan der forventes et højt forbrug.
BTBPE (TBE):	Stoffet er påvist i mange arktiske dyr, inkl. dyr på højt trofisk niveau. Også fundet i iskerner. Som erstatningsprodukt for OctaBDE kan der forventes et højt forbrug. Blandt de prioriterede stoffer i modelberegninger. Stoffet indgår også i luftovervågningen under AMAP Core Programmet.
DBDPE:	Stoffet er påvist i biota, men der foreligger også en del negative eksempler. Fundet i iskerner. Som erstatningsprodukt for DecaBDE kan der forventes et stigende forbrug. Blandt de prioriterede stoffer i modelberegninger. Stoffet indgår også i luftovervågningen under AMAP Core Programmet.
HBBz	Påvist i dyr på højt trofisk niveau, men også negative resultater. Produces fortsat i Japan og Kina. Høj detektionsfrekvens i luft og havvand, koncentrationer i luft højere end for PBDE.
TBECH	Påvist i dyr på højt trofisk niveau i Arktis, men generelt meget få data. Blandt de prioriterede stoffer i modelberegningen (Howard & Muir, 2010).
PBT:	Detekteret i arktisk biota, luft og havvand, med højere koncentrationer i luft end fundet for PBDE'er. Bioakkumulering og biomagnificeringen ikke så klar som for andre stoffer.
Dechlorane plus:	Stoffet er påvist i biota, men indikationen på biomagnificeringen er svag. Udbredt tilstedeværelse i luft og vand. Blandt de prioriterede stoffer i modelberegninger. Stoffet indgår i luftovervågningen under AMAP Core Programmet.
SCCP:	Fundet i arktiske dyr, højt bioakkumuleringspotentiale. Der findes kun få data fra Grønland af ældre dato. Kandidat til Stockholm Konventionen og UN-ECE LRTAP og ligeledes topkandidat for overvågning på nylig publiceret svenske liste.

Pesticider

Endosulfan:	Udbredt forekomst i arktiske dyr, biomagnificeringen dog lidt uklar. Stadig anvendt. Dominerende pesticid i arktisk luft. Stockholm Konventionen.
Trifluralin:	Ikke påvist i arktiske dyr, men kun én undersøgelse. Påvist i et stort spektrum af abiotiske prøver i Arktis og med en logK _{OW} på 5,34 potentiale til bioakkumulering. Foreslået til UNECE List of POPs.

Øvrige stoffer

Octachlorstyren:	Påvist i arktiske dyr, indikation på biomagnificering.
Phthalater:	Påvist i arktiske dyr, men ingen indikation på biomagnificering. Forskellige stoffer med forskel på anvendelsesmængder og -formål samt fysisk-kemiske egenskaber. Hormonforstyrrende. Anbefaling i tidligere screeningsprojekt at undersøge koncentrationer i fødekæden.
Siloxaner:	Påvist i arktisk biota, men ikke gennemgående og uden klar tegn på biomagnificering. Også fundet i abiotiske medier i Arktis. De cykliske siloxaner virker mest relevante. Hele stofgruppen er prioriteret i modelberegninger.
BCPS:	Ingen empiriske data fra Arktis, men blandt de prioriterede stoffer i modelberegningen, som tyder på generel forekomst i miljøet samt biomagnificering. Udbredt forekomst udenfor Arktis, inkl. høje trofiske niveauer (se også 4.2.2).
PFECHS:	Ingen empiriske data fra Arktis, men blandt de prioriterede stoffer i modelberegningen. Påvist i fisk på højt trofisk niveau i Great Lakes (se også 4.2.2).

4.2 Bioakkumulering og biomagnificering (udenfor Arktis)

4.2.1 Stoffer med evidens på bioakkumulering i dyr udenfor Arktis

For de fleste stoffer undersøges det først tæt på mistænkte emissionsområder om de pågældende stoffer akkumulerer i den lokale fauna. Dermed kan der foreligge en del empirisk viden om stoffernes bioakkumuleringspotentiale, som dog sandsynligvis ikke er kombineret med undersøgelse af langdistance transporten. Dette afsnit sammenfatter relevante resultater om stoffernes bioakkumulering og understøtter eller supplerer dermed de foregående afsnit om påvisning i Arktis.

Tabel 6. Oversigt over stoffer som er påvist i biotaprøver udenfor Arktis. For flere detaljer om stofferne (andre navne, CAS nr., logK_{OW} etc.) henvises til Bilag 1.

Stof	Undersøgelse af biota udenfor Arktis	Kobling til Arktis	Kommentar	Referencer
Flammehæmmere				
TBPH (BEHTBP)	Detekteret i marine pattedyr fra Hongkong og i enkelte vandrefalke æg fra Montreal og Toronto (Canada) samt Bilbao (Spanien).	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	Erstatningsprodukt for PentaBDE, også anvendt som blødgører.	Lam et al. (2009); Guerra et al. (2012)
BTBPE (TBE)	Fisk fra Lake Winnipeg, Canada; mågeæg fra Great Lakes. Vandrefalke æg fra Canada og Spanien, dog kun i 16% af æggene.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	Erstatningsprodukt for OctaBDE. Kan muligvis nedbrydes til 2,4,6-Tribromphenol.	Law et al. (2006); Gauthier et al. (2009); Guerra et al. (2012)
DBDPE	Fisk fra Lake Winnipeg, Canada; 9% af sølvmågeæg fra Great Lakes, 4% af vandrefalke æg fra Canada og Spanien.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	Erstatningsprodukt for DecaBDE.	Law et al. (2006); Gauthier et al. (2009); Guerra et al. (2012)
TBECH	Sølvmågeæg fra Great Lakes	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	Generelt β -TBECH > α -TBECH.	Gauthier et al. (2009)
TBBPA	Øresvin og hajer fra Florida, med 100% detektionsfrekvens og stigende tendens fra 1990'erne til 2000'erne; marsvin fra kysterne af Storbritannien, men detektionsfrekvens kun 26% og konc. forholdsvis lave.	Også påvist i arktiske dyr, men flere negativ-eksempler, se Tabel 1.	-	Law et al. (2006); Johnson-Restrepo et al. (2008)
HBBz	Sølvmåge æg, Great Lakes; vandrefalke æg fra Canada og Spanien.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	-	Gauthier et al. (2007); Guerra et al. (2012)
PBT	Sølvmåge æg, Great Lakes.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	Muligvis nedbrydningsprodukt fra DBDPE.	Gauthier et al. (2007)

PBB	Hvaler, delfiner og sæler.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	Stofgruppe, med BB-153 som det mest bioakkumulerende enkeltstof. Stockholm Konventionen, Annex A (Eliminering)	De Boer et al. (1998)
OBIND	Vandrefalke æg fra Canada og Spanien.	Ikke undersøgt	-	Guerra et al. (2012)
HCBDCO	Vandrefalke æg fra Canada (3/12 prøver), ikke detekteret i vandrefalke æg fra Spanien.	Ikke undersøgt	-	Guerra et al. (2012)
Dechlorane plus	Fisk og mågeæg fra Great Lakes; forskellige biotaprøver (muslinger, zooplankton, fisk) fra fødekæden i Lake Winnipeg og Lake Ontario.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	Oprindeligt erstatningsprodukt for Mirex, muligvis også erstatningsprodukt for DecaBDE i EU. Produceres tæt på Great Lakes.	Hoh et al. (2006); Gauthier et al. (2007); Tomy et al. (2007)
SCCP/MCCP/LCCP	SCCP: Fisk og sæler fra Sverige; SCCP/MCCP: Fisk og invertebrater fra Great Lakes.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 1.	SCCP: Kandidat til Stockholm Konventionen og UNECE LRTAP. Priority Hazardous Substance i EU's Vandrammedirektiv	Jansson et al. (1987); Bayen et al. (2006)
Pesticider				
Chlordecone	Fødekæde i tropiske anvendelsesområder (Martinique, Guadeloupe); dyr i James River, USA (tæt på produktionen)	Ikke undersøgt	Stockholm Konventionen, Annex A (Eliminering). POP Protokollen under UNECE LRTAP. Hormonforstyrrende	Luellen et al. (2006); Coat et al. (2006; 2011); Donohoe & Curtis (1996)
Dicofol	Fisk i USA, men koncentrationerne faldt tydeligt tre måneder efter Dicofol anvendelsen.	Ikke påvist i arktiske dyr, se Tabel 5.	OSPAR List of Chemicals for Priority Action (2000), foreslået til UNECE List of POPs (Long-Range Transboundary Air Pollution Convention)	Stiehl et al. (2008)
Pentachlorophenol (PCP)	Ferskvandsfisk fra Sverige	Påvist i arktiske dyr, se Tabel 2.	Muligvis nedbrydningsprodukt af Hexachlorbenzen (HCB).	Larsson et al. (1993)
Andre stoffer				
Alkylphenoler	nNP, tNP and NP1EO påvist i krabber og torskelever fra Norge; NP og NP1EO i brasen fra tyske floder og muslinger fra Nordsøen, OP i enkelte prøver.	Ikke påvist, se Tabel 5.	Priority (hazardous) substances i EU's Vandrammedirektiv.	Wenzel et al. (2004); Langford et al. (2012)
BCPS	Gråsæl og lomvie fra Østersøen, sild, laks, aborre fra Østersøen, koncentrationer og detektionsfrekvens lavere i ferskvandsfisk (søørred).	Ikke påvist i Arktis, men på de prioriterede lister for potentielle kontaminanter, se afsnit 4.1.4.	-	Norström et al. (2004)

Methyl-Triclosan og Triclosan	Methyl-Triclosan: Påvist i ferskvandsfisk i Japan og Schweiz; ikke påvist i delfiner fra USA, hvor der er fundet Triclosan.	Ikke undersøgt	-	Miyazaki et al. (1984); Balmer et al. (2004); Fair et al. (2009)
Musk	HHCB og Musk Xylen i ørred fra Danmark. Fødevarekontrol i Tyskland viste HHCB og AHTN i sild, højere konc. i Østersøen end i Norsøen. DPMI, ADBI, AHDI og ATII er ikke påvist i prøverne, nitromusk er fundet i meget små mængder. Canada: Musk Keton og HHCB i akvatiske biotaprøver fra tætbefolkede områder, lavere koncentrationer i andre områder.	Også påvist i arktiske dyr, se Tabel 3.	Musk Xylen: OSPAR List of Chemicals for Priority Action.	Gatermann et al. (1999); Duedahl-Olesen et al. (2005); Stiehl et al. (2008)
Octachlorstyren	Fisk og fiskeolie fra Nordatlanten; fisk fra Nordsøen.	Påvist i arktiske dyr, se Tabel 3.		Coelhan et al. (2000); Stiehl et al. (2008)
PFECHS	Fisk fra Great Lakes; amphipoder i nærheden af en lufthavn.	Ikke undersøgt	-	De Silva et al. (2011); de Solla et al. (2012)

TBPH (BEHTBP): Bis(2-ethylhexyl)tetrabromophthalate

BTBPE (TBE): 1,2-Bis(2,4,6-tribromophenoxy)-ethane

DBDPE: Decabromodiphenyl ethane

HCBDBO: Hexachlorocyclopentenyl-dibromocyclooctane

TBBPA: Tetrabrombisphenol A

HBBz: Hexabrombenzen

PBT: Pentabromtoluen

PBB: Polybromerede biphenyler

OBIND: Octabromotrimethylphenylindane

SCCP: Short-chain chlorinated paraffins (Kortkædede klorerede paraffiner)

MCCP: Medium-chain chlorinated paraffins (Mellemkædede klorerede paraffiner)

LCCP: Long-chain chlorinated paraffins (Langkædede klorerede paraffiner)

OP: Octylphenol

NP: Nonylphenol

NP1EO: Nonylphenol monoethoxylat

BCPS: Bis(4-chlorophenyl)sulfon

PFECHS: Perfluoroethylcyclohexanesulfonate.

TBPH (BEHTBE) er en flammehæmmer som bruges som erstatning for PentabDE. En nærmere beskrivelse findes i afsnit 4.1.1. Stoffet er også detekteret i arktiske dyr, dvs. i tejtæg fra Færøerne og i forskellige arter fra Svalbard (Tabel 1). Tabel 1 angiver dog også flere negative resultater, hvor stoffet ikke kunne påvises i den pågældende art. Derfor forekommer det væsentligt, at stoffet også kunne påvises i dyr på højt trofisk niveau i et industrielt område (Lam et al., 2009), hvilket bekræfter risikoen for bioakkumulering og biomagnificering.

BTBPE (TBE) og DBDPE er også flammehæmmere og bruges som erstatningsprodukter for hhv. Octa- og DecaBDE. Stofferne er ligeledes beskrevet nærmere i afsnit 4.1.1. For begge stoffer foreligger der både positive og negative resultater fra Arktis og andre regioner. **TBECH** er påvist i Arktis (Tabel 1). Ligesom i den arktiske undersøgelse, er der også fundet højeste koncentrationer for β -TBECH i sølvmågeæg fra Great Lakes området (Gauthier et al., 2009).

Som beskrevet i afsnit 4.1.1, er **TBBPA** flammehæmmeren med den største produktionsmængde og derfor særlig interessant ud fra et miljøsynspunkt. De fleste undersøgelser konkluderer, at TBBPA ikke forekommer i høje koncentrationer (f.eks. Law et al., 2006). En undersøgelse af havpattedyr fra USA fandt dog en stigende tendens fra midten af 1990'erne og ca. 10 år frem, desuden kunne stoffet påvises i alle prøverne (Johnson-Restrepo et al., 2008). Da TBBPA muligvis i stigende grad anvendes som additiv flammehæmmere, vil det være relevant fortsat at vurdere datagrundlaget mhp. bioakkumulering og transport til Arktis.

Hexabrombenzen (HBB) og Pentabromtoluen (PBT) er to flammehæmmere som også er påvist i arktiske dyr, men heller ikke gennemgående (Tabel 1). Stofferne er nærmere beskrevet i afsnit 4.1.1.

PBB (polybromerede biphenyler) produceres ikke mere og kan betragtes som historiske kontaminanter. BB-153 er det vigtigste enkeltstof, som bioakkumulerer kraftigt og er påvist i mange flere arter end der er anført i Tabel 6. BB-153 er derfor også omfattet af Stockholm Konventionen. Stofgruppen er beskrevet i afsnit 4.1.1., og der er konkluderet, at der sandsynligvis kan forventes faldende koncentrationer i miljøet, da stofferne ikke anvendes mere.

OBIND er en additiv flammehæmmer med en meget høj $\log K_{ow}$ værdi på 11,8 (Howard & Muir, 2010). Der foreligger ingen data fra Arktis, men stoffet er påvist i vandrefalkeæg fra Canada og Spanien i ca. 30% af de undersøgte prøver. Koncentrationerne i Canada var højere end i Spanien, og en prøve fra Montréal, Canada, havde en høj koncentration på 29 ng/g lipid (Guerra et al., 2012). Stoffet er også på Top 10 listen over bromerede kontaminanter udarbejdet af Howard & Muir (2010).

HCBDCO er også en flammehæmmer og inkluderet i den samme undersøgelse af vandrefalkeæg fra Canada og Spanien. Stoffet kunne ikke detekteres i de spanske æg og kun i 3 ud af 12 æg fra Canada (Guerra et al., 2012). I en undersøgelse af marine pattedyr fra Hongkong var stoffet også under detektionsgrænsen (Lam et al., 2009).

Dechlorane plus (DP) er en flammehæmmer der produceres ved Great Lakes i USA, hvor der også er fundet de højeste koncentrationer i atmosfæren og sediment tæt på produktionsstedet (Hoh et al., 2006). Resultaterne for Arktis samt biomagnificering i de canadiske søer er sammenfattet i afsnit 4.1.4. Selvom stoffet generelt er påvist i alle biotaprøverne, er biomagnificeringen kun fundet for anti-DP, dvs. én af isomererne, i en af de undersøgte søer (Tomy et al., 2007). DP indgår også i luftovervågningen i det aktuelle AMAP Core program.

SCCP/MCCP/LCCP er en kompleks stofgruppe med en række anvendelser og er beskrevet nærmere i afsnit 4.1.1. De kortkædede klorerede paraffiner (SCCP) er også påvist i arktisk biota (Tabel 1). SCCP er på kandidatlisten til

Stockholm Konventionen og blandt EU's "Priority Hazardous Substances" for Vandrammedirektivet.

Chlordecone er et svært nedbrydeligt insekticid som førte til en omfattende forurening af James River området i Virginia, USA, hvor stoffet blev produceret (Luellen et al., 2006). Chlordecone blev anvendt i stor udstrækning på plantagerne på de franske caribiske øer Martinique og Guadeloupe hvor anvendelsen først stoppede i 1993. Herfra foreligger der flere undersøgelser der har vist bioakkumulering og biomagnificering (Coat et al., 2006; 2011). USEPA (2009b) har ligeledes vurderet, at potentialet for bioakkumuleringen er højt og at der ikke kan forventes fotonedbrydning. Chlordecone er hormonforstyrrende (Donohoe & Curtis, 1996). Stoffet er optaget i Stockholm Konventionen og i POP Protokollen under UN-ECE LRTAP.

Dicofol er en DDT-baseret pesticid og primært anset for problematisk pga. en vis DDT-andel i produktet. Der er ikke rapporteret resultater fra Arktis, hvorfor stoffet er inkluderet i Tabel 5 og nærmere beskrevet i afsnit 4.1.3. **Pentachlorphenol** er primært brugt til træbeskyttelse, se nærmere beskrivelse i afsnit 4.1.1.

Alkylphenoler med deres hovedprodukter octylphenol og nonylphenol er nærmere beskrevet i afsnit 4.1.3.

Bis-(4-chlorphenyl)sulfon (BCPS, også DCDPS) er et udgangsprodukt i fremstilling af stabile polymerer og blandt de prioriterede 10 klorerede substanser i den teoretiske undersøgelse af Howard & Muir (2010). Stoffet er derfor nærmere beskrevet i afsnit 4.1.4.

Methyl-triclosan er et nedbrydningsprodukt af baktericidet **Triclosan** som bl.a. dannes i rensningsanlæg (Lindström et al., 2002; Chen et al., 2011). En undersøgelse i Schweiz har påvist Methyl-triclosan i fisk, men kun i søer som modtog vand fra rensningsanlæg (Balmer et al., 2004). Udgangsproduktet Triclosan er påvist i delfiner fra USA, sandsynligvis også gennem udledning af spildevand (Fair et al., 2009). Deres log K_{OW} værdier er angivet med ca. 4,3 for Triclosan og 5,0 for Methyl-Triclosan (Lindström et al., 2002). Begge stoffer må derfor anses for at have potentiale for bioakkumulering, men eksponeringen af arktiske dyr er muligvis begrænset til områder med lokale spildevandskilder (se afsnit 4.3).

Syntetiske **muskforbindelser** er beskrevet i afsnit 4.1.1. Enkelte stoffer er påvist i arktisk biota, men i meget lave koncentrationer og heller ikke i det mønster der forventes ud fra undersøgelserne i tætbefolkede områder. En dansk undersøgelse har analyseret muskstofferne i dambrug og fundet Galaxolid (HHCB) som det dominerende enkeltstof. For Musk Xylen som er på OSPAR's List of Chemicals for Priority Action har koncentrationen været kraftigt faldende siden 1992 (Duedahl-Olesen et al., 2005). Resultater fra Tyskland og Canada er også sammenfattet i afsnit 4.1.1. En canadisk undersøgelse viste betydeligt lavere koncentrationer i fisk og muslinger i områder med kun lidt befolkning end i områder tæt på byerne (Gatermann et al., 1999). Galaxolid og Traseolid er også på den prioriterede liste over potentielle kontaminanter af Howard & Muir (2010).

Octachlorstyren er påvist i arktiske dyr (Tabel 1) og dermed nærmere beskrevet i afsnit 4.1.1. Stoffet har også en forholdsvis bred forekomst i det marine miljø i Europa (Coelhan et al., 2000; Stiehl et al., 2008) og er nr. 3 på den

prioriterede liste for luftovervågningen i Sverige, som beskrevet i afsnit 4.1.4 (Cousins et al., 2012).

PFECHS er blandt de prioriterede stoffer i modelberegningen af Howard & Muir (2010) og derfor nærmere beskrevet i afsnit 4.1.4. Stoffet anvendes i flyvemaskiner og er påvist i miljøet tæt på en lufthavn (de Solla et al., 2012). Derudover er PFECHS også fundet i fisk (ørred) på højt trofisk niveau i Great Lakes, i højere koncentrationer end det velbeskrevne perfluorooctanate (PFOA) (Da Silva et al., 2012).

4.2.2 Særlig relevante stoffer mht. bioakkumulering (udenfor Arktis)

På baggrund af ovenstående gennemgang af bioakkumuleringen af potentielle arktiske kontaminanter konkluderes det, at følgende stoffer viser tegn på bioakkumulering/biomagnificering. Listen understøtter og supplerer dermed de første resultater fra Arktis som er sammenfattet i afsnit 4.1.4.

Flammehæmmere

TBPH (BEHTBP):	Resultater udenfor Arktis bekræfter potentiale for bioakkumulering/biomagnificering.
BTBPE (TBE):	Resultater udenfor Arktis bekræfter potentiale for bioakkumulering/biomagnificering.
HBBz:	Bioakkumuleringen i dyr på højt trofisk niveau mere tydeligt end i de arktiske studier. I undersøgelse af vandrefalke æg højeste detektionsfrekvens af flammehæmmerne (bortset fra PBDE og HBCD). Beskrevet som historisk flammehæmmer, men fortsat produktion i Japan og Kina.
TBECH:	Resultater udenfor Arktis bekræfter potentiale for bioakkumulering/biomagnificering, dog fortsat meget få data.
OBIND:	Ingen undersøgelser fra Arktis. Påvist i vandrefalke æg og blandt de prioriterede stoffer i modelberegningen af Howard & Muir (2010).
Dechlorane plus:	Forekomst i fødekæden i canadiske søer, biomagnificeringen dog ikke særlig udpræget, hvilket bekræfter de arktiske resultater (se afsnit 4.1.4).
SCCP:	Udbredt forekomst i miljøet. Muligvis stigende forbrug som erstatning af PentaBDE.

Pesticider

Chlordecone:	Ingen undersøgelser fra Arktis. Bioakkumulering og biomagnificering påvist, dog meget få data udenfor produktions- og anvendelsesområderne. Stockholm Konventionen, LRTAP
--------------	---

Øvrige stoffer

BCPS:	Ingen undersøgelser fra Arktis. Påvist i mange arter i en svensk undersøgelse og blandt de prioriterede stoffer i Howard & Muir (2010).
Musk:	Ikke blandt de særlig relevante stoffer i Arktis (se afsnit 4.1.4). Påvist i dyr udenfor Arktis, men muligvis primært et lokalt problem. Polycykliske muskforbindelser virker umiddelbart mest relevante, for Musk Xylen klart faldende koncentrationer. Galaxolid på den prioriterede liste af Howard & Muir (2010). Tidlige screeningsprojekt anbefalede analyser af dyr på højt trofisk niveau for at undersøge bioakkumulering/biomagnificering.
Octachlorstyren:	Bred forekomst i det europæiske marine miljø inkl. Nordatlanten, understøtter de arktiske resultater. På den prioriterede liste af Cousins et al. (2012).
PFECHS:	Ingen undersøgelser fra Arktis. Påvist i fisk på højt trofisk niveau i Great Lakes, på top-10-prioriteringslisten for fremtidige kontaminanter (Howard & Muir, 2010). Anvendelsen i flyvemaskiner kan også betyde transport til Arktis.

4.3 Stoffer fra lokale kilder i Arktis

Der kan også foreligge miljøproblemer i Arktis som ikke skyldes langdistance transporten af svært nedbrydelige stoffer, men lokale emissioner af miljøfarlige stoffer. Nærværende notat fokuserer på kontaminanter der transporteres fra områder med industri og/eller landbrug til de arktiske områder og har potentiale til bioakkumulering og biomagnificeringen, og vil

derfor ikke gå i dybden med en eventuel problemstilling omkring lokale forureninger. Alligevel skal der nævnes nogle stoffer og stofgrupper som kan forekomme i Arktis fra punktkildekontamineringer.

Dette gælder f.eks. for stoffer som forekommer i forbrugerprodukter og som udledes til det akvatiske miljø med spildevandet. Eksempler er baktericiden Triclosan samt nedbrydningsproduktet **Methyl-Triclosan** som begge er påvist i akvatiske dyr udenfor Arktis (se afsnit 4.2.1). Denne observation kan også tænkes i arktiske områder, hvor stofferne udledes med spildevandet. Et andet eksempel er **DEET** (N,N-diethyl-3-toluamide) som bruges i store mængder som myggemiddel (Autan) og som er påvist i havvand ude for Tromsø (Weigel et al. 2004). Det er dog ukendt om stoffet kan udgøre et miljø- eller sundhedsproblem. Andre relevante stoffer med kendte skadelige virkninger som typisk forekommer i spildevand er **alkylphenoler** (se afsnit 4.1.3) (Nelson et al., 2011) og **organophosphor flammehæmmere** (Meyer & Bester, 2004).

En stor stofgruppe som ligeledes associeres med spildevand er **farmaceutiske stoffer**. F.eks. er Ibuprofen påvist i havvand i nærheden af Tromsø (Weigel et al., 2004). Lægemidlerne betegnes ofte som "pseudopersistente" – selvom stofferne ikke er svært nedbrydelige, fører den konstante udledning til miljøet til stabile koncentrationer og kroniske eksponeringer. Bekymringen retter sig specielt mod effekter på "non-target" organismer.

Howard & Muir (2011) har forsøgt at identificere nye svært nedbrydelige og bioakkumulbare stoffer blandt medicinalstoffer, som ikke analyseres i overvågningen af spildevand og de marine og ferske miljøer, med den samme tilgang som deres identifikation af potentielle POP'er (Howard & Muir, 2006; 2010, se afsnit 4.1.4). Det første trin var sammenkørsel af officielle lister af medikamenter som endte op på 3193 stoffer. Af disse er 275 medikamenter påvist i miljøet og 399 blev betegnet som stoffer der produceres i store mængder. Alle stoffer hvor strukturformler var kendt blev vurderet med hensyn til deres potentielle bioakkumulering og deres nedbrydelighed. Af de 275 medikamenter påvist i miljøet blev 92 vurderet potentielt bioakkumulerbare, 121 vurderet potentielt svært nedbrydelige og 99 bliver produceret i store mængder. Blandt de medikamenter som ikke er påvist eller analyseret fandtes 58, som produceres i store mængder og som både er potentielt bioakkumulerbare og svært nedbrydelige. Disse stoffer fremgår af Bilag 6.

Polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH'er) forekommer i fossile brændstoffer (petrogene PAH'er) og dannes som biprodukter i forbrændingsprocesser (pyrogene PAH'er). Langtransport og bioakkumulering har ikke den samme betydning som for halogenerede forbindelser, men PAH'er kan transporteres over lange afstande, hvis de er bundet til sodpartikler (Vorkamp et al., 2009) og være årsag til en række sundhedsskadelige effekter (Neff, 1985). Trafikken og olieudvinding i Arktis kan producere PAH'er lokalt. I en undersøgelse af PAH'er i muslinger havde prøver fra Nuuk meget højere koncentrationer end andre prøver fra den grønlandske vestkyst, sandsynligvis som følge af skibstrafik (Vorkamp et al., 2010). PAH'er er dækket af UNECE-POP-protokollen (Long-Range Transboundary Air Pollution Convention).

Tributyltin (TBT) bruges som biocid i skibsmaling. Dens hormonforstyrrende virkning er associeret med kønsforandringer, primært imposex/intersex fænomenet i mollusker. Stoffet er detekteret i Nuuk havn og

andre grønlandske havne, med højere koncentrationer end udenfor havnene (Strand & Asmund, 2003). Imposexudviklingen blev konstateret på muslingen *Mytilis edulis* i alle havnene (Strand & Asmund, 2003). Ligeledes er imposex fundet i Arctic whelk (*Buccinum finmarkianum*) ved Thule, selvom indholdet af TBT og lignende forbindelse var under detektionsgrænsen (Strand et al., 2006). TBT og andre organotinforbindelser bioakkumulerer og biomagnificerer i fødekæder (Tanabe, 1999; Murata et al., 2008). Siden 2008 har TBT og lignende substanser været forbudt under "International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships".

5 Konklusion

På baggrund af nærværende notat er der opstillet en topliste på 11 kandidater til videre undersøgelser af deres forekomst i grønlandske dyr. De 11 stoffer er valgt ud fra afsnit 4.1.4 og 4.2 og anses for at være de mest relevante i forhold til potentielle kontaminanter i grønlandske dyr. Ud over resultaterne fra stoffernes gennemgang i afsnit 4.1 og 4.2 er der også lagt vægt på en sammenkobling med den aktuelle luftovervågning under AMAP Core Programmet som er udvidet med stofferne DPTE, BTBPE (TBE), DBDPE og Dechlorane plus. Derudover anses det for særlig relevant, hvis stoffet fortsat bruges, måske endda med tendens til stigende forbrug.

De videreførende eksperimentelle undersøgelser kan f.eks. forløbe som en screening gennem de kommende år, som primært baserer sig på allerede indsamlede prøver under AMAP Core Programmet, og/eller som en retrospektiv tidstrend, hvis der allerede foreligger data på forekomsten af det pågældende stof i grønlandske dyr.

Den nedenstående liste er ikke prioriteret, men stofferne er anført i samme rækkefølge som i afsnit 4.1.4 og 4.2.

- DPTE (se afsnit 4.1.4). Stoffet indgår i luftovervågningen.
- TBPH (BEHTBP) (se afsnit 4.1.4 og 4.2).
- TBB (EHTeBB) (se afsnit 4.1.4).
- BTBPE (TBE) (se afsnit 4.1.4 og 4.2). Stoffet indgår i luftovervågningen.
- DBDPE (se afsnit 4.1.4). Stoffet indgår i luftovervågningen.
- Dechlorane plus (se afsnit 4.1.4 og 4.2). Begge isomerer indgår i luftovervågningen.
- SCCP (se afsnit 4.1.4 og 4.2). Kandidat til Stockholm Konventionen.
- Endosulfan (se afsnit 4.1.4). Tidligere påvist i grønlandske dyr og anvendes fortsat (CUP). Stockholm Konventionen, kandidat til UN-ECE LRTAP.
- Chlordecone (se afsnit 4.2). Stockholm Konventionen, UN-ECE LRTAP.
- Bis-(4-chlorphenyl)sulfon (BCPS) (se afsnit 4.2).
- Octachlorstyren (se afsnit 4.1.4 og 4.2).

6 anbefalinger

Til de videre undersøgelser om stoffernes forekomst og akkumulering i grønlandske dyrearter foreslås der en kombination af en screening og en retrospektiv tidstrend (Tabel 7). En screeningsundersøgelse har til formål at afdække om og i hvilke niveauer stofferne forekommer i det grønlandske miljø, med fokus på arter på et højt trofisk niveau i fødekæden. Den foreslås derfor for de stoffer som ikke tidligere er undersøgt i grønlandsk biota. Højtrofiske arter kunne f.eks. omfatte isbjørn, ringsæl, gråmåge og tejst, hvor der foreligger egnede nyligt indsamlede prøver. På basis af screeningsundersøgelsen vil der efterfølgende kunne vurderes om enkelte stoffer bør indgå i en mere rutinemæssig overvågning og/eller om det også vil være relevant at undersøge en retrospektiv tidstrend.

En retrospektiv tidstrend vil give information om koncentrationsudviklingen af det pågældende stof over tid og forudsætter derfor, at stoffet er til stede i den udvalgte art. Dette er tilfældet for Endosulfan (se afsnit 4.1.1), hvorfor der foreslås en retrospektiv tidstrend på ringsæler fra Østgrønland. Denne strategi er også tidligere valgt for nye kontaminanter (f.eks. Vorkamp et al., 2011) og vil skabe god sammenhæng med eksisterende tidstrends.

Bis(4-chlorphenyl)sulfon (BCPS) og Octachlorstyren er sat i parentes i Tabel 7, idet Miljøstyrelsen prioriterer disse stoffer lavest blandt de 11 stoffer i konklusionsafsnittet.

Tabel 7. Forslag til et indledende måleprogram under AMAP Core programmet, på basis af stofferne i konklusionsafsnittet

Screening	Retrospektiv tidstrend.
DPTE*	α - og β -Endosulfan samt Endosulfan-sulfat
TBPH, TBB	
BTBPE*	
DBDPE*	
Dechlorane plus*	
SCCP	
Chlordecone (BCPS) (Octachlorstyren)	

*Stofferne indgår i luftmonitoreringen i det aktuelle AMAP Core program.

7 Referencer

Bakke, T.; Boitsov, S.; Brevik, E.M.; Gabrielsen, G.W.; Green, N.; Helgason, L.B.; Klungsøyr, J.; Leknes, H.; Miljeteig, C.; Måge, A.; Rolfsnes, B.E.; Savonova, T.; Schlabach, M.; Skaage, B.B.; Valdersnes, S. (2008). Mapping selected organic contaminants in the Barents Sea 2007. SPFO-report 1021/2008, TA-2400/2008.

Balmer, M.E.; Poiger, T.; Droz, C.; Romanin, K.; Bergqvist, P.-A.; Müller, M.D.; Buser, H.-R. (2004). Occurrence of methyl triclosan, a transformation product of the bactericide triclosan, in fish from various lakes in Switzerland. *Environ. Sci. Technol.* 38, 390-395.

Banks, R.E.; Smart, B.E.; Tatlow, J.C. (1994). *Organofluorine Chemistry: Principles and Commercial Applications*. Topics in Applied Chemistry, Springer, 644 p.

Bayen, S.; Thomas, G.O.; Lee, H.K.; Obbard, J.P. (2004). Organochlorine pesticides and heavy metals in green mussel, *Perna viridis* in Singapore. *Water, Air and Soil Pollution* 155, 103-116.

Bayen, S.; Obbard, J.P.; Thomas, G.O. (2006). Chlorinated paraffins: A review of analysis and environmental occurrence. *Environ. Int.* 32, 915-929.

Bidleman, T.; Helm, P.A.; Braune, B.; Gabrielsen, G.W. (2010). Polychlorinated naphthalenes in polar environments - A review. *Sci.Total Environm* 408, 2919-2935.

Brown, T.N.; Wania, F. (2008). Screening chemicals for the potential to be persistent organic pollutants: A case study of Arctic contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 42, 5202-5209.

CECBP (2008). Brominated and chlorinated organic chemical compounds used as flame retardants. Materials for the 2008 meeting of the California Environmental Contaminant Biomonitoring Program (CECBP) Scientific Guidance Panel.

Coat, S.; Bocquené, G.; Godard, E. (2006). Contamination of some aquatic species with the organochlorine pesticide chlordecone in Martinique. *Aquatic Living Resources* 19 (2), 181-187.

Coat, S.; Monti, D.; Legendre, P.; Bouchon, C.; Massat, F.; Lepoint, G. (2011). Organochlorine pollution in tropical rivers (Guadeloupe): Role of ecological factors in food web bioaccumulation. *Environ. Pollut.* 153, 1692-1701.

Coelhan, M.; Reil, I.; Rimkus, G.; Parlar, H. (2000). Peak patterns of chlorostyrenes in fish and fish oils from the North Atlantic. *Environ. Sci. Technol.* 34, 4695-4700.

Cousins, A.P.; Brorström-Lundén, E.; Hedlund, B. (2012). Prioritizing organic chemicals for long-term air monitoring by using empirical monitoring data – application to data from the Swedish screening program. *Environ. Monit. Assess.* 184, 4647-4654.

- Covaci, A.; Harrad, S.; Abdallah, M. A.-E.; Ali, N.; Law, R.J.; Herzke, D.; de Wit, C.A. (2011). Novel brominated flame retardants: A review of their analysis, environmental fate and behaviour. *Environment International* 37, 532-556.
- Dam, M.; van Bavel, B.; Rigét, F.; Rotander, A.; Polder, A.; Auðunsson, G.A.; Gabrielsen, G.W. (2011). "New" POPs in marine mammals in Nordic Arctic and NE Atlantic areas during three decades. *TemaNord* 2011:564.
- De Boer, J.; Wester, P.G.; Klammer, H.J.C.; Lewis, W.E.; Boon, J.P. (1998). Do flame retardants threaten ocean life? *Nature* 394, 28-29.
- D'eon, J.C.; Crozier, P.W.; Furdui, V.I.; Reiner, E.J.; Lebelo, E.L.; Mabury, S.C. (2009). Perfluorinated phosphonic acids in Canadian surface waters and wastewater treatment plant effluent: Discovery of a new class of perfluorinated acids. *Environ. Toxicol. Chem.* 28 (10), 2101-2107.
- Deprez, N.; Eden, S.; Hoffmann, S.V.; Mason, N.J.; Delwiche, J.; Hubin-Franskin, M.-J. (2008). Electronic spectroscopy of bromopentafluorobenzene by high-resolution vacuum ultraviolet photoabsorption, electron impact, and photoelectron spectroscopies. *Int. J. Mass Spectrometry* 277, 35-40.
- Derocher A.E.; Wolkers H.; Colborn T.; Schlabach M.; Larsen T.S.; Wiig Ø. (2003). Contaminants in Svalbard polar bear samples archived since 1967 and possible population level effects. *Sci. Total Environ.* 301, 163-174.
- De Silva, A.O.; Spencer, C.; Scott, B.F.; Backus, S.; Muir, D.C.G. (2011). Detection of a cyclic perfluorinated acid, perfluoroethylcyclohexane sulfonate, in the Great Lakes of North America. *Environ. Sci. Technol.* 45, 8060-8066.
- De Solla, S.R.; De Silva, A.O.; Letcher, R.J. (2012). Highly elevated levels of perfluorooctane sulfonate and other perfluorinated acids found in biota and surface water downstream of an international airport, Hamilton, Ontario, Canada. *Environ. Int.* 39, 19-26.
- De Wit, C.; Herzke, D.; Vorkamp, K. (2010). Brominated flame retardants in the Arctic – trends and new candidates. *Sci. Total Environ.* 408, 2885-2918.
- Donohoe, R.M.; Curtis, L.R. (1996). Estrogenic activity of chlordecone, o,p'-DDT and o,p'-DDE in juvenile rainbow trout: induction of vitellogenesis and interaction with hepatic estrogen binding sites. *Aquatic Toxicol.* 36, 31-52.
- Duedahl-Olesen, L.; Cederberg, T.; Pedersen, K.H.; Højgård, A. (2005). Synthetic musk fragrances in trout from Danish fish farms and human milk. *Chemosphere* 61, 422-431.
- Environment Canada (2008). Screening Assessment for the Challenge Phenol, 2,4,6-tris(1,1-dimethylethyl)- (2,4,6-tri-tert-butylphenol). Chemical Abstracts Service Registry Number 732-26-3, November 2008.
- Evenset, A.; Leknes, H.; Christensen, G.N.; Warner, N.; Remberger, M.; Gabrielsen, G.W. (2009). Screening of new contaminants in samples from Norwegian Arctic. *Akvaplan-niva rapport* 4351-1.

F2 Chemicals (2011). Safety Data Sheet: Perfluoroperhydrophenanthrene. F2 Chemicals Limited, Revision Date 27/07/2011.

Fair, P.A.; Lee, H.-B.; Adams, J.; Darling, C.; Pacepavicius, G.; Alae, M.; Bossart, G.D.; Henry, N.; Muir, D. (2009). Occurrence of triclosan in plasma of wild Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and in their environment. *Environ. Poll.* 157, 2248-2254.

Fisk, A.T.; Norstrom, R.J.; Cymbalisty, C.D.; Muir, D.C.G. (1998). Dietary accumulation and depuration of hydrophobic organochlorines: Bioaccumulation parameters and their relationship with the octanol/water partition coefficient. *Environ. Toxicol. Chem.* 17 (5), 951-961.

Fjeld, E.; Schlabach, M.; Berge, J.A.; Eggen, T.; Snilsberg, P.; Kallberg, G.; Rognerud, S.; Enge, E.K.; Borgen, A.; Gundersen, H. (2004). Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter -bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Rapport 4809-2004, Oslo, Norway.

Frederiksen, M.; Vorkamp, K.; Bossi, R.; Rig  t, F.; Dam, M.; Svensmark, B. (2007). Method development for simultaneous analysis of HBCD, TBBPA in marine biota from Greenland and the Faroe Islands. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.* 87(15), 1095-1109.

Gatermann, R.; Hellou, J.; H  hnerfu  , H.; Rimkus, G.; Zitko, V. (1999). Polycyclic and nitro musks in the environment: A comparison between Canadian and European aquatic biota. *Chemosphere* 38 (14), 3431-3441.

Gauthier, L.T.; Hebert, C.E.; Weseloh, D.V.C.; Letcher, R.J. (2007). Current-use flame retardants in the eggs of herring gulls (*Larus argentatus*) from Laurentian great lakes. *Environ. Sci. Technol.* 41, 4561-4567.

Gauthier, L.T.; Potter, D.; Hebert, C.E.; Letcher, R.J. (2009). Temporal trends and spatial distribution of non-polybrominated diphenyl ether flame retardants in the eggs of colonial populations of Great Lakes Herring Gulls. *Environ. Sci. Technol.* 43, 312-317.

Genualdi, S.; Harner, T.; Cheng, Y.; MacLeod, M.; Hansen, K.M.; van Egmond, R.; Shoeib, M.; Lee, S.C. (2011). Global distribution of linear and cyclic volatile methyl siloxanes in air. *Environ. Sci. Technol.* 45, 3349-3354.

Guerra, P.; Alae, M.; Jiménez, B.; Pacepavicius, G.; Marvin, C.; MacInnis, G.; Eljarrat, E.; Barceló, D.; Champoux, L.; Fernie, K. (2012). Emerging and historical brominated flame retardants in peregrine falcon (*Falco peregrinus*) eggs from Canada and Spain. *Environ. Int.* 40, 179-186.

Hardy, M.L. (2004). A comparison of the fish bioconcentration factors for brominated flame retardants with their nonbrominated analogues. *Environ. Toxicol. Chem.* 23 (3), 656-661.

Hermanson, M.H.; Isaksson, E.; Forsstrom, S.; Teixeira, C.; Muir, D.C.G.; Pohjola, V.A.; van de Wal, R.S.V. (2010). Deposition history of brominated flame retardant compounds in a ice core from H  ltedahlfonna, Svalbard, Norway. *Environ. Sci. Technol.* 44, 7405-7410.

- Herzke, D.; Berger, U.; Kallenborn, R.; Nygård, T.; Vetter, W. (2005). Brominated flame retardants and other organobromines in Norwegian predatory bird eggs. *Chemosphere* 61:441-449
- Hoekstra, P.F.; Letcher, R.J.; O'Hara, T.M.; Backus, S.M.; Solomon, K.R.; Muir, D.C.G. (2003). Hydroxylated and methylsulfone-containing metabolites of polychlorinated biphenyls in the plasma and blubber of bowhead whales (*Balaena mysticetus*). *Environ. Toxicol. Chem.* 22 (11), 2650-2658.
- Hoferkamp, L.; Hermanson, M.H.; Muir, D.C.G. (2010). Current use pesticide in Arctic media: 2000-2007. *Sci. Total Environ.* 408, 2985-2994.
- Hoh, E.; Zhu, L.; Hites, R.A. (2006). Dechlorane plus, a chlorinated flame retardant, in the Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.* 40, 1184-1189.
- Houde, M.; Muir, D.C.G.; Tomy, G.T.; Whittle, D.M.; Teixeira, C.; Moore, S. (2008). Bioaccumulation and trophic magnification of short- and medium-chain chlorinated paraffins in food webs from Lake Ontario and Lake Michigan. *Environ. Sci. Technol.* 42, 3893-3899.
- Howard, P.H.; Muir, D.C.G. (2010). Identifying new persistent and bioaccumulative organics among chemicals in commerce. *Environ. Sci. Technol.* 44, 2277-2285.
- Howard, P.H.; Muir, D.C.G. (2011). Identifying new persistent and bioaccumulative organics among chemicals in commerce. II: Pharmaceuticals. *Environ. Sci. Technol.* 45, 6938-6946.
- Ingebrigtsen, K., Skaare, J.U., Nafstad, I., Grave, K., Førde, M. (1986). Metabolism of hexachlorobenzene (HCB) in the isolated perfused rat liver. *General Pharmacology* 17 (1), 19-24.
- Jansson B.; Asplund L.; Olsson M. (1987). Brominated flame retardants – ubiquitous environmental pollutants? *Chemosphere* 16 (10-12), 2343-2349.
- Johnson-Restrepo, B.; Adams, D.H.; Kannan, K. (2008) Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and hexabromocyclododecanes (HBCDs) in tissues of humans, dolphins and sharks from the United States. *Chemosphere* 70, 1935-1944.
- Kaj, L.; Schlabach, M.; Andersson, J.; Cousins, A.P.; Schmidbauer, N.; Brorström-Lundén, E. (2005). Siloxanes in the Nordic Environment. *TemaNord* 2005:593.
- Karlsson, M.; Ericson I.; van Bavel, B.; Jensen, J-K.; Dam, M. (2006). Levels of brominated flame retardants in Northern Fulmar (*Fulmarus glacialis*) eggs from The Faroe Islands. *Sci. Total Environ.* 367, 840-846
- Knudsen, L.B.; Sagerup, K.; Polder, A.; Schlabach, M.; Josefsen, T.D.; Strøm, H.; Skaare, J.U.; Gabrielsen, G.W. (2007). Halogenated organic contaminants and mercury in dead or dying seabirds on Bjørnøya (Svalbard). Norwegian Polar Institute. SPFO-report 977/2007. TA-no. 978-82-7655-296-6.

Langford, K.H.; Beylich, B.A.; Bæk, K.; Fjeld, E.; Kringstad, A.; Høyfeldt, A.; Øxnevad, S.; Thomas, K.V. (2012). Screening of selected alkylphenolic compounds, biocides, rodenticides and current use pesticides. NIVA-report 6343/2012, SPFO-report:1116/2012,TA-2899/2012.

Lam, J.C.W.; Lau, R.K.F.; Murphy, M.B.; Lam, P.K.S. (2009). Temporal trends of hexabromocyclododecanes (HBCDs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and detection of two novel flame retardants in marine mammals from Hong Kong, South China. *Environ. Sci. Technol.* 43, 6944-6949.

Larsen, E.R.; Ecker, E.L. (1987). Thermal stability of fire retardants: II. Pentabromochlorocyclohexane. *J. Fire Sci.* 5, 215-227.

Larsson, P.; Bremle, G.; Okla, L. (1993). Uptake of pentachlorophenol in fish of acidified and nonacidified lakes. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 50, 653-658.

Law, K.; Halldorson, T.; Danell, R.; Stern, G.; Gewurtz, S.; Alae, M.; Marvin, C.; Whittle, M.; Tomy, G. (2006). Bioaccumulation and trophic transfer of some brominated flame retardants in a Lake Winnipeg (Canada). *Environ. Toxicol. Chem.* 25, 2177-2186.

Law, R.J.; Bersuder, P.; Allchin, C.R.; Barry, J. (2006). Levels of the flame retardants hexabromocyclododecane and tetrabromobisphenol A in the blubber of the harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded or bycaught in the U.K., with evidence for an increase in HBCD concentrations in recent years. *Environ. Sci. Technol.* 40, 2177-2183.

Lerche, D.; van de Plassche, E.; Schwegler, A.; Balk, F. (2002). Selecting chemical substances for the UN-ECE POP protocol. *Chemosphere* 47, 617-630.

Letcher, R.J. (2007). Temporal and spatial trends of organic and metal contaminants in Canadian polar bears: 2006-2007. Project summary report. In: Smith S. Stow J. editors. Synopsis of Research Conducted under the 2006-2007 Northern Contaminants Program. Ottawa, ON, Canada: Indian Affairs and Northern Development; 2007. p. 150-162.

Lindström, A.; Buerge, I.J.; Poiger, T.; Bergqvist, P.-A.; Müller, M.D.; Buser, H.-R. (2002). Occurrence and environmental behavior of the bactericide Triclosan and its methyl derivative in surface waters and in wastewater. *Environ. Sci. Technol.* 36, 2322-2329.

López, P.; Brandsma, S.A.; Leonards, P.E.G.; de Boer, J. (2011). Optimization and development of analytical methods for the determination of new brominated flame retardants and polybrominated diphenyl ethers in sediments and suspended particulate matter. *Anal. Bioanal. Chem.* 400, 871-883.

Luellen, D.R.; Vadas, G.G.; Unger, M.A. (2006). Kepone in James River fish: 1976-2002. *Sci. Total Environ.* 358, 286-297.

McKinney, M.A.; Stirling, I.; Lunn, N.J.; Peacock, E.; Letcher, R.J. (2010). The role of diet on long-term concentration and pattern trends of brominated and chlorinated contaminants in western Hudson Bay polar bears, 1991-2007. *Sci. Total Environ.* 408, 6210-6222.

- Meyer, J.; Bester, K. (2004). Organophosphate flame retardants and plasticisers in wastewater treatment plants. *J. Environ. Monit.* 6, 599-605.
- Meyer, T.; Muir, D.C.G.; Teixeira, C.; Wang, X.; Young, T.; Wania, F. (2012). Deposition of brominated flame retardants to the Devon Ice Cap, Nunavut, Canada. *Environ. Sci. Technol.* 46, 826-833.
- Miyazaki, T.; Yamagishi, T.; Matsumoto, M. (1984). Residues of 4-chloro-1-(2,4-dichlorophenoxy)-2-methoxybenzene (triclosan methyl) in aquatic biota. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 32, 227-232.
- Möller, A.; Xie, Z.; Sturm, R.; Ebinghaus, R. (2010). Large-scale distribution of dechlorane plus in air and seawater from the Arctic to Antarctica. *Environ. Sci. Technol.* 44, 8977-8982.
- Möller, A.; Xie, Z.; Sturm, R.; Ebinghaus, R. (2011a). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and alternative brominated flame retardants in air and seawater of the European Arctic. *Environ. Pollut.* 159, 1577-1593.
- Möller, A.; Xie, Z.; Cai, M.; Zhong, G.; Huang, P.; Cai, M.; Sturm, R.; He, J.; Ebinghaus, R. (2011b). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) vs. alternate brominated flame retardants and dechloranes from East Asia to the Arctic. *Environ. Sci. Technol.* 45, 6739-6799.
- Möller, A.; Xie, Z.; Cai, M.; Sturm, R.; Ebinghaus, R. (2012). Brominated flame retardants and dechlorane plus in the marine atmosphere from South-east Asia toward Antarctica. *Environ. Sci. Technol.* 46, 3141-3148.
- Muir, D.C.G.; Howard, P.H. (2006). Are there other persistent organic pollutants? A challenge for environmental chemists. *Environ. Sci. Technol.* 40, 7157-7166.
- Murata, S.; Takahashi, S.; Agusa, T.; Thomas, N.J.; Kannan, K.; Tanabe, S. (2008). Contamination status and accumulation profiles of organotins in sea otters (*Enhydra lutris*) found dead along the coasts of California, Washington, Alaska (USA) and Kamchatka (Russia).
- Neff, J.M. 1985. Polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Rand, G.M., Petrocelli, S.R. (Eds.), *Fundamentals of Aquatic Toxicology: Methods and Applications*. Taylor and Francis Ltd., pp. 416-454.
- Nelsen, E.D.; Do, H.; Lewis, R.S.; Carr, S.A. (2011). Diurnal variability of pharmaceutical, personal care product, estrogen and alkylphenol concentrations in effluent from a tertiary wastewater treatment facility. *Environ. Sci. Technol.* 45, 1228-1234.
- Norström, K.; Olsson, A.; Olsson, M.; Bergman, Å. (2004). Bis(4-chlorophenyl)sulfone (BCPS) in Swedish marine and fresh water wildlife – a screening study. *Environ. Int.* 30, 667-674.
- OSPAR (2004). OSPAR background document on hexachlorocyclopentadiene (HCCP). OSPAR Commission, Hazardous Substances Series, ISBN 1-904426-40-9.

OSPAR (2009). Review statement for the OSPAR background document on 2,4,6-tri-tert-butylphenol. Hazardous Substances Series. ISBN 978-1-906840-41-9.

Reth, M.; Ciric, A.; Christensen, G.N.; Heimstad, E.S.; Oehme, M. (2006). Short- and medium-chain chlorinated paraffins in biota from the European Arctic - differences in homologue group patterns. *Sci. Total Environ.* 367, 252-260.

Riget, F.; Vikelsøe, J.; Dietz, R. (2005). Levels and temporal trends of PCDD/PCDFs and non-ortho PCBs in ringed seals from East Greenland. *Mar. Poll. Bull.* 50 (12), 1523-1529.

Sagerup, K.; Herzke, D.; Harju, M.; Evenset, A.; Christensen, G.N.; Routti, H.; Fuglei, E.; Aars, J.; Strøm, H.; Gabrielsen, G.W. (2010). New brominated flame retardants in Arctic biota. Klima- og Forurensningsdirektoratet, Rapportnr. 1070/2010.

Sandala, G.M.; Sonne-Hansen, C.; Dietz, R.; Muir, D.C.G.; Valters, K.; Bennett, E.R.; Born, E.W.; Letcher, R.J. (2004). *Sci. Total Environ.* 331, 125-141.

Sandau, C.D.; Meerts, I.A.T.M.; Letcher, R.J.; McAlees, A.J.; Chittim, B.; Brouwer, A.; Norstrom, R.J. (2000). Identification of 4-Hydroxyheptachlorostyrene in polar bear plasma and its binding affinity to transthyretin: A metabolite of octachlorostyrene? *Environ. Sci. Technol.* 34 (18), 3871-3877.

Schebb, N.H.; Flores, I.; Kurobe, T.; Franze, B.; Ranganathan, A.; Hammock, B.; Teh, S.J. (2011). Bioconcentration, metabolism and excretion of triclocarban in larval Quilt medaka (*Oryzias latipes*). *Aquatic Toxicol.* 105, 448-454

Schlabach, M.; Remberger, M.; Brorström-Lunden, E.; Herzke, D. (2011). Brominated Flame Retardants (BFR) in the Nordic Environment. *TemaNord* 2011:528

Shen, L.; Reiner, E.J.; Macpherson, K.A.; Kolic, T.M.; Sverko, E.; Helm, P.A.; Bhavsar, S.P.; Brindle, I.D.; Marvin, C.H. (2010). Identification and screening analysis of halogenated Norbornene flame retardants in the Laurentian Great Lakes: Dechloranes 602, 603, and 604. *Environ. Sci. Technol.* 44, 760-766.

Stern, G.A.; Macdonald, C.R.; Armstrong, D.; Dunn, B.; Fuchs, C.; Harwood, L.; Muir, D.C.G.; Rosenberg, B. (2005a). Spatial trends and factors affecting variation of organochlorine contaminants levels in Canadian Arctic beluga (*Delphinapterus leucas*). *Sci. Total Environ.* 351-352, 344-368.

Stern, G.A.; Braekevelt, E.; Helm, P.A.; Bidleman, T.F.; Outridge, P.M.; Lockhart, W.L.; McNeeley, R.; Rosenberg, B.; Ikonomou, M.G.; Hamilton, P.; Tomy, G.T.; Wilkinson, P. (2005b). Modern and historical fluxes of halogenated organic contaminants to a lake in the Canadian arctic, as determined from annually laminated sediment cores. *Sci. Total Environ.* 342, 223-243.

- Stiehl, T.; Pfordt, J.; Ende, M. (2008). Globale Destillation. I. Evaluierung von Schadschubstanzen aufgrund ihrer Persistenz, ihres Bioakkumulationspotentials und ihrer Toxizität im Hinblick auf ihren potentiellen Eintrag in das arktische Ökosystem. *Journal of Consumer Protection and Food Safety* 3, 61-81.
- Strand, J.; Asmund, G. (2003). Tributyltin accumulation and effects in marine molluscs from West Greenland. *Environ. Poll.* 123, 31-37.
- Strand, J.; Glahder, C.M.; Asmund, G. (2006). Impossex occurrence in marine whelks at a military facility in the high Arctic. *Environ. Poll.* 142, 98-102.
- Strand, J.; Vorkamp, K.; Larsen, M.M.; Reichenberg, F.; Lassen, P.; Elmros, M.; Dietz, R. (2010). Kviksølvforbindelser, HCB og HCCPD i det danske vandmiljø. NOVANA screeningundersøgelse. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 38 s. Faglig rapport fra DMU nr. 794.
- Tanabe, S. (1999). Butyltin contamination in marine mammals – a review. *Mar. Poll. Bull.* 39 (1-12), 62-72.
- Tomy, G.T.; Stern, G.A.; Lockhart, W.L.; Muir, D.C.G. (1999). Occurrence of C10-C13 polychlorinated n-alkanes in Canadian midlatitude and Arctic lake sediments. *Environ. Sci. Technol.* 33, 2858-2863.
- Tomy, G.T.; Muir, D.C.G.; Stern, G.A.; Westmore, J.B. (2000). Levels of C10-C13 polychloro-n-alkanes in marine mammals from the Arctic and the St. Lawrence River estuary. *Environ. Sci. Technol.* 34, 1615-1619.
- Tomy, G.T.; Pleskach, K.; Ismail, N.; Whittle, D.M.; Helm, P.A.; Sverko, E.; Zaruk, D.; Marvin, C.H. (2007). Isomers of dechlorane plus in Lake Winnipeg and Lake Ontario Food Webs. *Environ. Sci. Technol.* 41, 2249-2254
- Tomy, G.T.; Pleskach, K.; Arsenault, G.; Potter, D.; McCrindle, R.; Marvin, C.H.; Sverko, E.; Tittlemier, S. (2008). Identification of the Novel Cycloaliphatic Brominated Flame Retardant TBEC in Canadian Arctic Beluga. *Environ. Sci. Technol.* 42, 543-549.
- Theodoridis, G. (2006). Fluorine-Containing Agrochemicals: An Overview of Recent Developments. In: Tressaud, A. (Ed.) *Fluorine and the Environment: Agrochemicals, Archaeology, Green Chemistry & Water*. Vol. 2, pp. 121-175.
- USEPA (2009a). Initial risk-based prioritization of High Production Volume (HPV) Chemicals. RH-35,201 Crude (47-51%) (CASRN 50594-77-9) CA Index Name: Phenol, 3-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy]-,1-acetate).
- USEPA (2009b). Toxicological review of chlordane (kepone) (CAS no. 143-50-0) in support of Summary Information on the Integrated Risk Information System. EPA/635/R-07/004F, September 2009.
- Verreault, J.; Letcher, R.J.; Muir, D.C.G.; Chu, S.; Gebbink, W.A.; Gabrielsen, G.W. (2005). New organochlorine contaminants and metabolites in plasma and eggs of glaucous gulls (*Larus hyperboreus*) from the Norwegian Arctic. *Environ. Toxicol. Chem.* 24 (10), 2486-2499.

Verreault, J.; Muir, C.G.; Norstrom, R.J.; Stirling, I.; Fisk, A.T.; Gabrielsen, G.W.; Derocher, A.E.; Evans, T.J.; Dietz, R.; Sonne, C.; Sandala, G.M.; Gebbink, W.; Riget, F.F.; Born, E.W.; Taylor, M.K.; Nagy, J.; Letcher, R.J. (2005). Chlorinated hydrocarbon contaminants and metabolites in polar bears (*Ursus maritimus*) from Alaska, Canada, East Greenland, and Svalbard: 1996-2002. *Sci. Total Environ.* 351-352, 369-390.

Verreault, J.; Gebbink, W.A.; Gauthier, L.T.; Gabrielsen, G.W.; Letcher, R.J. (2007) Brominated flame retardants in glaucous gulls from the norwegian arctic: more than just an issue of polybrominated diphenyl ethers. *Environ. Sci. Technol.* 41, 4925-4957.

Villanger, G.D.; Jenssen, B.M.; Fjeldberg, R.R.; Letcher, R.J.; Muir, D.C.G.; Kirkegaard, M.; Sonne, C.; Dietz, R. (2011). Exposure to mixtures of organohalogen contaminants and associative interactions with thyroid hormones in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*). *Environ. Int.* 37, 694-708.

Vetter, W.; von der Recke, R.; Ostrowicz, P.; Rosenfelder, N. (2010). Liquid chromatographic enantioseparation of the brominated flame retardant 2,3-dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether (DPTE) and enantiomer fractions in seal blubber. *Chemosphere* 78, 134-138.

von der Recke, R.; Vetter, W. (2007). Synthesis and characterization of 2,3-dibromopropyl-2,4,5-tribromophenyl ether (DPTE) and structurally related compounds evidenced in seal blubber and brain. *Environ. Sci. Technol.* 41, 1590-1695.

Vorkamp, K.; Dam, M.; Riget, F.; Fauser, P.; Bossi, R.; Hansen, A.B. (2004a). Screening of "new" contaminants in the marine environment of Greenland and the Faroe Islands. Natinal Environmental Research Institute, Denmark. NERI Technical Report No. 525.

Vorkamp, K.; Pésceli, M.; Riget, F.; Glasius, M.; Lebeuf, M.; Muir, D. (2004b). Chlorobenzenes, chlorinated pesticides, coplanar CBs and other organochlorine compounds in Greenland biota. *Science of the Total Environment* 331/1-3, 157-175.

Vorkamp, K.; Thomsen, M.; Falk, K.; Leslie, H.; Møller, S.; Sørensen, P.B. (2005). Temporal development of brominated flame retardants in peregrine falcon (*Falco peregrinus*) eggs from South Greenland (1986-2003). *Environ. Sci. Technol.* 39, 8199-8206.

Vorkamp, K.; Thomsen, M.; Frederiksen, M.; Lassen, P. (2009). Overvågning af miljøet i relation til menneskers eksponering. *Miljø & Sundhed* 15, Suppl. 1, 33-48.

Vorkamp, K.; Strand, J.; Christensen, J.H.; Lassen, P.; Svendsen, T.C.; Hansen, A.B.; Larsen, M.M.; Andersen, O. (2010). Polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons in a one-off global survey of bivalves. *J. Environ. Monit.* 12, 1141-1152.

Vorkamp, K.; Bossi, R.; Rigét, F.F.; Dietz, R. (2011). Time trends of hexabromocyclododecane, polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in ringed seals from East Greenland. *Environ. Sci. Technol.* 45, 1243-1249.

Vorkamp, K.; Roose, P.; Bersuder, P.; Webster, L.; Lepom, P.; Munschy, C.; Bossi, R.; Tronczynski, J.; de Boer, J. (2012). . ICES Techniques in Marine Environmental Sciences No. 50, 24 pp.

Walker, J.D.; Carlsen, L. (2002). QSARs for identifying and prioritizing substances with persistence and bioconcentration potential. SAR and QSAR in Environmental Research 13 (7-8), 713-725.

Warner, N.A.; Christensen, G.; Gabrielsen, G.W.; Borgå, K.; Leknes, H. (2010). Volatile Siloxanes in the European Arctic: Assessment of Sources and Spatial Distribution. Environ. Sci. Technol. 44, 7705-7710.

Watanabe, I.; Sakai, S. (2003). Environmental release and behavior of brominated flame retardants. Environ. Int. 29: 665-682.

Weber, J.; Hasall C.J.; Muir D.; Teixeira C.; Small J.; Solomon K.; Hermanson M.; Hung H.; Bidleman T. (2010). Endosulfan, a global pesticide: A review of its fate in the environment and occurrence in the Arctic. Sci. Total Environ. 408, 2966-2984.

Weigel, S.; Berger, U.; Jensen, E.; Kallenborn, R.; Thoresen, H.; Hühnerfuss, H. (2004). Determination of selected pharmaceuticals and caffeine in sewage and seawater from Tromsø/Norway with emphasis on ibuprofen and its metabolites. Chemosphere 56, 583-592.

Wenzel, A.; Böhmer, W.; Müller, J.; Rüdél, H.; Schröter-Kermani, C. (2004). Retrospective monitoring of alkylphenols and alkylphenol monoethoxylates in aquatic biota from 1985 to 2001: Results from the German Environmental Specimen Bank. Environ. Sci. Technol. 38, 1654-1661.

Wiandt, S.; Poremski, H.-J. (2002). Selection and prioritisation procedure of hazardous substances for the marine environment within OSPAR/DYNAMEC. Ecotoxicology 11, 393-399.

Xie, Z.Y.; Ebinghaus, R.; Lohman, R.; Heemken, O.; Caba, A.; Püttmann, W. (2007). Trace determination of the flame retardant tetrabromobisphenol A in the atmosphere by gas chromatography-mass spectrometry. Anal. Chimica Acta 584, 333-342.

Bilag 1.

Stof	Andre navne eller forkortelser	Anvendelse	CAS nr.	Produktions-mængder	logK _{OW}	Påvist i arktisk biota	Påvist i abiotiske medier i Arktis	Ellers påvist i miljøet	Indikation af lang-distance transport	Indikation af bioakkumulering/ biomagnificering	Lister / Konventioner	Kommentarer
Alkylphenoler (se også Octylphenol)	Octylphenol (4nOP og tOP), octylphenol monoethoxylat (OP1EO), nonylphenol (nNP og tOP), nonylphenol monoethoxylat (NP1EO)	Brugt til at påvirke overfladespænding i forskellige produkter. Vaskemidler.	Nonylphenol: 25154-52-3	118.000 tons i Europa i 1997. ³⁶	4,1-4,48. ³⁶	<DL i Norske arktiske biologiske prøver (fisk, fugle, fugleæg, sæler). ¹		nNP, tNP and NP1EO påvist i krabber og torskelever fra Norge. tNP i sediment fra Norge overskridende toksikologiske grænseværdier. ¹ NP og NP1EO i brasen fra tyske flode og muslinger fra Nordsøen, OP i enkelte prøver. ³⁶		Tendens til bioakkumulering. ³⁶ Biota-sediment akkumulationsfaktorer var <<1 for fisk og invertebrater i Kina. ¹⁰⁵		Hormonforstyrrende. Faldende koncentrationer af NP og NP1EO i tysk overvågning (marin og ferskvand). ³⁶
Allyl 2,4,6-tribromophenyl ether	2,4,6-Tribromophenyl allyl ether, ATE, TBPAE, PHE-65	Flamme-hæmmer. Muligvis nedbrydningsprodukt af DPTE. ²	3278-89-5	USA: < 227 tons i 2006. Anført som low production volume chemical i EU. ⁶⁴	4,97. ⁶⁴	Klapmyds og grønlandssæl fra Barents og Grønlands havet. ² Ikke detekteret i tejslæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island. ³ Ikke detekteret i fugle, fugleæg, fisk og pattedyr fra Svalbard. ⁶⁶		Ikke påvist i sølvmåge æg fra Great Lakes. ⁶⁵	Ja, påvist i Arktis.	Påvist i arktiske sæler, muligvis som nedbrydningsprodukt af DPTE. ² Dog lidt modstridende resultater fra Canada (Great Lakes). ⁶⁵		Kan krydse over blod-hjernebarrieren, i større udstrækning end PBDE. ²

Bis(4-chlorophenyl)sulfon	BCPS, 4,4'-Dichlorodiphenyl sulfone, DCDPS	Udgangsprodukt i polymerfremstilling (Udel, Victrex).	80-07-9				Gråsæl og lomvie fra Østersøen, sild, laks, aborre fra Østersøen, koncentrationer og detektionsfrekvens lavere i ferskvandsfisk (søørred). ¹¹³	Ja, ud fra høje koncentrationer i lomvie. ¹¹³	Blandt Top 10 i ⁶³ .
Bisphenol A	BPA	Antiooxidant i plastik	80-05-7	ca. 3,8 millioner tons per år (globalt)	2,2 - 3,8	<DL i norske arktiske sediment og biologiske prøver (fisk, fugle). ⁴	Sediment fra Barents havet. ⁵		Hormonforstyrrende
Bis(2-ethylhexyl)tetrabromophthalate	BEHTBP, TBPH, Firemaster 550	Additive flamme hæmmer, erstatningsprodukt for PentaBDE blanding. ⁶ Også brugt som blodgør i PVC. ⁶⁷	26040-51-7	Produktion/import i USA på ca. 4500 tons/år	11,95. ⁶⁷ 10,08. ⁶⁴	Tejst æg fra Færøerne, < 0,5 ng/g lw i fisk fra Færøerne og Island. ³ Detekteret i 5 ud af 7 arter fra Svalbard (fisk, fugle, fugleæg, sæler). ⁶⁶	Detekteret i marine pattedyr fra Hongkong. ⁸⁰ Også påvist i vandrefalke æg (lave koncentrationer) fra Canada og Spanien (20% af prøverne, alle af luft- og havvandsprøver i Grønland). ¹¹²	Påvist i biota inkl. høje trofiske niveauer, men ikke indikation af biomagnificering. ⁶⁶	Bromeret analog til DEHP, som er hormonforstyrrende. Blandt Top 10 i ⁶³ .

1,2-Bis(2,4,6-tribromophenoxy)ethane	BTBPE, TBE, FF-680	Additiv flamme-hæmmer, erstatningsprodukt for OctaBDE blanding. ⁶	37853-59-1	Produktion i 2001 på 16 710 tons. ²⁰	9,15. ³	Mallemuk æg fra Færøerne. ⁷	Hvidhval og ringsæl fra Canada. ⁸	Fisk fra Lake Winnipeg, Canada. ¹⁰	Mågeæg fra Great Land-kes. ^{23,65}	16% af vandrefalke æg fra Canada og Spanien. ¹¹²	Luftprøver fra USA, koncen-trationer i sam-me størrelses-orden som BDE-47 og BDE-209. ^{54,68}	Påvist i Arktis.	Påvist i arktisk biota, inkl. høje trofiske niveauer.	Nedbrydes til 2,4,6-Tri-brompheno-l som er hormonfor-styrren-de. ⁶⁷	Blandt Top 10 i ⁶³ .
				Produktion i USA faldet til 450-4500 tons/år i 1998, nu muligvis stigende. ⁶⁸											
2-Bromallyl 2,4,6-tribromophenyl ether	BATE	Komponent af flamme-hæmmer. Muligvis nedbryd-ningspro-dukt af DPTE. ²				Klapmyds og grøndlandssæl fra Barents og Grønlands havet. ²	Ikke detekteret i tejslæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island. ³	Kan omdannes fra 2,3-Dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether (DPTE)						Kan krydse over blod-hjerne-barrieren, i større udstræk-ning end PBDE. ²	

Brompentafluor- benzen	BPFB	Fremstilling af pestici- der, prepa- ration of catalysts.	344-04-7	3,88. ⁶³	Kort levetid i atmosfæren pga. fotonedbryd- ning. ¹¹⁶	Blandt Top 10 i ⁶³ .
USA produ- cerede 1,6 mill kg i perioden 1951 til 1975.⁶⁰ Intensiv anvendelse i de franske oversøiske områder Martinique og Guade- loupe til Omfattende forurening af James River, tæt på produkti- onsstedet.¹¹⁷ Høje koncentra- tioner i sedi- ment og akvati- ske dyr på Martinique.^{118,119} Sediment og biota fra fersk- vand i Guade- loupe.¹³ Potentiale base- ret på fy- sik/kemiske egenskaber men ikke påvist.⁶⁰ Inden fotoned- brydning.¹²⁰ Biomagnifikation i en tropisk fødekæde.¹³ Ja, i akvatiske fødekæder.⁵⁹ Højt potentiale for bioak- kumulering.¹²⁰ Stockholm de.¹²¹ Kan Konventio- nen, Annex A (Elimine- ring) Hormon- forstyrren- de.¹²¹ Kan omdannes fra Mirex i det akvati- ske miljø.¹²						
Chlordecone	Kepone	Mirex	143-50-0	1993.	4.50-5.41. ⁶⁰	
3-Chloro-2,6- dinitro-N,N- dipropyl-4- (trifluorome- thyl)benzenamine	2-Chloro-3,5- dinitro-4- dipropylaminoben- zotrifluoride	Muligvis pesticid eller pesti- cidfremstil- ling. ⁶³	29091-20-1	5,96. ⁶³		Blandt Top 10 i ⁶³ .
1-Chlor-2,6- dinitro-4- (trifluor- methyl)benzen	1,3-Dinitro-2-chlor- 5- trifluormethylben- zen, 4-Chlor-3,5- dinitrobenzotri- fluorid	Fremstilling af pestici- derne Trifluralin og Flume- tralin. ^{122,123}	393-75-9	3,24. ⁶³		

					<DG i norske arktiske biologiske prøver (marine fisk, fugle, fugleæg, sæler) på nær 1 (ud af 2) ringsæl spæk prøve. ¹ Fersk- vandsfisk fra Alaska. ¹⁴		Estimeret transport længde ("characteristic travel distance") på 430 km. ¹⁴	Lav estimeret transport længde kan kompenseres af store produktionsmængder og hurtig transport. ¹⁴		
Chlorpyrifos	Anvendt insecticid	2921-88-2	Kun US produktion (2001): 5000-7300 tons/år. ¹⁴	4,96. ¹⁴	Arktisk luft, sne, is, havvand, søvand, iskerner. ¹⁴					
Chlorothalonil	Anvendt fungicid (og flere andre pesticidavendelser)	37223-69-1	Kun US produktion (2001): 3600-5000 tons/år. ¹⁴	4,81. ¹⁴	Arktisk luft, is, havvand. ¹⁴		Estimeret transport længde ("characteristic travel distance") på 4420 km. ¹⁴			
3-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy]phenyl acetate	2-Chloro-4-trifluoromethyl-3'-acetoxyphe-nyl ether, 2-Chloro-1-(3-acetoxyphe-nyloxy)-4-(trifluoromethyl)benzene, Phenol, 3-(2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy)-, 1-acetate Phenol, 3-(2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy)-, acetate		Tidligere HPV, op til 5000 tons/år, seneste tal fra 2002. Muligvis nede på 12,5 tons in der. ¹²⁴	4,41. ¹²⁴ 6,31. ⁶³			Lavt damptryk, der forventes moderat volatilisation. Moderat persistens. ¹²⁴	Low bioakkumuleringspotentiale. ¹²⁴	Toxic Substance Control Act (USA), til 2003	Blandt Top 10 i ⁶³ .

Coplanare polychlorerede biphenyler	dioxin-lignende PCB'er, non-ortho og mono-ortho PCB'er	Smøremiddel i elektriske triske apparater	CB-77: 32598-13-3; CB-81: 70362-50-4; CB-126: 57465-28-8; CB-169: 32774-16-6	CB-77: 6,53; CB-81: 6,49; CB-126: 7,04; CB-169: 7,53. ⁹⁹	Lam, moskusokse, havkat, ringsæl, grønlandssæl, hvidhval, narhval fra Grønland. ³¹ Ringsæler fra Grønland. ¹⁰⁰				Faldende koncentrationer
						Stigende koncentrationer med stigende trofisk niveau. ³¹	Stockholm Konventionen	1986-2003. ¹⁰⁰	
Dacthal		Anvendt herbicid	1861-32-1	Kun US produktion (2001): 200 tons/år. ¹⁴ 4,28. ¹⁴	Biota, meget lave konc. <DL i Norske arktiske biologiske prøver. ¹ Arktisk luft, sne, Ferskvandsfiskhavvand, søvand, fra Alaska. ¹⁴ iskerner. ¹⁴	Estimeret transport længde ("characteristic travel distance") på 2690 km. ¹⁴			
Decabromodiphenyl ethane	DecaBDEthane, DBDPE, Saytex 8010, Firemaster 2100	Additiv flamme-hæmmer, erstatningsprodukt for DecaBDE. ⁵⁴	84852-53-9	3,55 og 7-10. ⁶⁷ 11,1. ⁶⁴	Ikke påvist i Canadiske ringsæler. ⁸ <DL in sæler og hvaler fra NØ Arctic. ⁹ Detekteret i tejslæg fra Færøerne, men ikke i fisk. ³ Detekteret i lomvieæg fra Svalbard, men ikke i 6 andre arter fra Svalbard. ⁶⁶	Fisk fra Lake Winnipeg, Canada. ¹⁰ 9% af de undersøgte sølvmågeæg fra Great Lakes. ⁶⁵ Luft og søsedimet i Sverige. ⁶¹ Luft nær Great Lakes, Nord Amerika. ⁵⁴ Detekteret i kun 1 ud af 25 vandrefalkeæg fra Canada og Spanien. ¹¹² Sandsynlig. ⁶¹	Sandsynlig. Detekteret i fugleæg fra Arktis og fisk fra Canada, men også flere negative prøver.		

					Produktion siden 1960'erne i USA. ⁷⁰				Luft, sediment og fisk fra Great Lakes (Canada, USA). ^{54,70} Mågeæg fra Great Lakes. ²³ For-skellige biotaprøver (muslinger, zooplankton, Ja, men mindre end for PCB og PBDE. ¹⁵ Halveringstid i atmosfæren beregnet kun fundet for anti-DP i til 0,8 og 1 år. ⁵⁴ en af de to søer. ^{23,73}			US-EPA's High Production Volume Challenge, Canada's Domestic Substances List	Nedbrydningsproduktet aCl11DPer også detekteret i luft i Arktis. ⁶⁹ Dechlorane plus er partikelbundet i atmosfæren og havvand. ⁶⁹	
Dechlorane plus	DP), Dechloran A	EU. ⁷¹	13560-89-9	dens. ⁷¹	11,3. ³	Island. ³	Arktis. ⁶⁹	Luft i Kina. ⁷⁴						
Dechlorane 602	Flamme-hæmmer	31107-44-5					Detekteret i 100% af luftprøver og enkelte havvandsprøver fra Arktis. ⁶⁹	Sediment Great Lakes. ^{15,72}						
Dechlorane 603	Flamme-hæmmer, evt. forurening i Aldrin.	13560-92-4					Detekteret i 100% af luftprøver og enkelte havvandsprøver fra Arktis. ⁶⁹	Sediment Great Lakes. ^{15,72}						
Dechlorane 604	Flamme-hæmmer	34571-16-9					Detekteret i 100% af luftprøver og enkelte havvandsprøver fra Arktis. ⁶⁹	Sediment Great Lakes. ^{15,72}						

Dibutyl chlo- rendate		Reaktiv flamme- hæmmer.	1770-80-5	7,25. ⁶³						Blandt Top 10 i ⁶³ .
3,4- Dichlorben- zotrifluorid	DCBTF		328-84-7	4,24. ⁶³						
3,5-Dichloro- 2,4,6- trifluoropyridine		Mellempo- dukt i kemisk fremstilling af herbici- der.	1737-93-5	2,69. ⁶³						Blandt Top 10 i ⁶³ .
										Lav esti- meret transport
			Global pro- duktion: 5500 tons/år. ¹⁴					Estimeret trans- port længde ("characteristic travel distance") på 640 km. ¹⁴	OSPAR Listlængde of Chemi- cals for Priority Action (2000), foreslået til UNECE Listhurtig of POPs (Long- Range Trans- boundary Air Pollution Convention)	kan kom- penseres af store produkti- onsmæng- der og transport. ¹⁴ Nedbryd- ningspro- dukter: Dichlor- benzophe- noner. ¹⁰²
		Insekticid, kan inde- holde op til 20% o,p'- DDT. ¹⁶ Kommerci- el Dicofol må kun indeholde 0,1% DDT. ¹⁰²	Udbredt anvendelse i USA, Euro- pa og Kina. ¹⁴ I Europa er anvendelsen kun tilladt i Belgien, Frankrig, Portugal og Spanien. ¹⁰²	5,02. ¹⁴	Nej. ¹⁴	Nej. ¹⁴	Ferskvand og sediment i Kina. ¹⁰⁷ Fisk i USA, men koncentratio- nerne faldt tydeligt tre måneder efter Dicofolanven- delsen. ¹⁰²	Halveringstid i atmosfæren 3,1 dage, hvilket gør atmosfærisk transport til Arktis mulig. ¹⁰² Nedbry- des hurtigt i havvand. ¹⁰²		
Dicofol										
N,N-diethyl-3- toluamide	DEET, N,N- Diethyl-3- methylbenzamide, Insect Autan repellent		US produkti- on plus import ca. 2000 tons/år.	2,02			Påvist i havvand udenfor Tromsø, sandsynligvis rela- teret til spildevandsudledning. ²⁸			

			Production of upgrading additives for combustion						OSPAR List of Chemicals for Priority Action (2000)				
Dodecylphenol	Blanding af flere isomerer, mest p-dodecylphenol	engine fuels and lubricant oils.											
Endosulfan	α-Endosulfan og β-Endosulfan (2:1 eller 7:3 i pesticidblandingen), Endosulfan I og II, Thiodan	Anvendt insekticid	115-29-7	sydlige. ¹⁷	4,78. ¹⁷	Hav. ¹⁷	Mange terrestriske arter, ferskvandsfisk, marine fisk, havfugle, marine pattedyr fra Grønland. ³¹ Ikke detekteret i lam (muskel), muskox (liver), hvidhval (spæk) fra Grønland. ³¹ Artic char, ringed seal, beluga fra den canadiske Arktis. ¹⁷ Vågehval fra NØ Atlanten, isbjørn fra Beaufort Hav. ¹⁷	Luft; α-Endosulfan blandt de mest forekommende pesticider, efter HCB og HCH. Sne, is, havvand. ¹⁷ Sø-sediment fra Arktis. ⁹⁵	Overfladevand og luft i USA (Great Lakes), stabile koncentrationer. ¹⁷	Bioakkumulering og biomagnificering mindre sandsynlig end for andre chlorerede pesticider. ³¹ BMF>1 for hvidhval/torsk, men BMF<1 for α-Endosulfan i hvidhval/laks og for β-Endosulfan i sæler/torsk. ¹⁷ For Endosulfan-sulfate er BMF generelt > 1. ¹⁷	Damptryk sammenlignet med andre chlorerede pesticider, atmosfærisk transport derfor sandsynlig. ¹⁷ Fotonedbrydning ikke signifikant. ¹⁷	Stockholm Konventionen, OSPAR List of Chemicals for Priority Action (2000)	I modsætningen til f.eks. HCB falder koncentrationen i arktis luft ikke. ¹⁷ β-Endosulfan kan omdannes til α-Endosulfan. ¹⁷ Endosulfan-sulfate er det stabile nedbrydningsprodukt for begge isomerer. ¹⁷ α-Endosulfan nedbrydes hurtigere end β-Endosulfan i vand, jord og sediment. ¹⁷

N,N-Ethylene bis(tetrabromophthalimide)	1,2- Bis(tetrabromophthalimido) ethane, Saytex BT-93, EBTBP	Flamme- hæmmer	32588-76-4	9,8. ⁶³		Lave biokon- centrationsfakto- rer i fisk. ¹¹¹	Blandt Top 10 i ⁶³ .
2-Ethylhexyl- 2,3,4,5- tetrabromoben- zoate	EHTeBB, EHTBB, TBB, Firemaster 550	Additiv flamme- hæmmer, erstat- ningspro- dukt for PentaB- DE. ⁶⁷	183658-27- 7	8,75. ⁶⁷	Tejstæg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island, men ikke alle fiske- prøverne. ³ Detekteret i alle biotaprø- ver (fugle, fugleæg, fisk, pattedyr) i en screeningsun- dersøgelse fra Svalbard. ⁶⁶	Detekteret i luften på enkelte stationer i Arktis. ⁶⁹	Højere koncentrationer i isbjørne end i andre biotaprøver. ⁶⁶
Heptachlorcyclo- pentan			68258-90-2	4,03. ⁶³			
Heptachlorcyclo- penten			62111-47-1	4,44. ⁶³			

		Additiv flamme- hæmmer, primært brugt i Japan. ⁶ Producers i Kina, ca. 600 tons/år. ⁶⁹ Producers også i Japan. ¹¹²		Forbrug i Japan 2001: 350 tons. ²² Produkti- on/import i USA 5-250 tons i 1998. ⁷⁸	6,07. ⁷⁸ 5,85. ⁶⁴	Gråmåge æg fra arktisk Norge. ²⁰ Grin- dehval og Vågehval i NØ Atlanten. ⁹ 100% detektions- Grønlandske frekvens i luft (gas- isbjørne. ²¹ fase og partikler), Tejstæg fra lav detektion Færøerne, fisk (<20%) i havvand. ⁶ Sølvmåge æg, fra Færøerne Detekteret i 100% Great Lakes, og Island. ³ af havvandsprøver- Nord Amerika. ²³ Ikke detekteret ne i en anden un- Vandrefalkeæg i fugle, fugle- dersøgelse, kon- fra Canada og æg, fisk eller centrationen i luft Spanien, i ca. pattedyr fra højere end for halvdelen af Svalbard. ⁶⁶ PBDE. ⁶⁹ prøverne. ¹¹²			
Hexabrombenze- ne	HBBz, HxBBz		87-82-1						
Hexabrombiphe- nyl (se Polybro- merede bipheny- ler)	BB-153	Flamme- hæmmer	59080-40-9						Stockholm Konventio- nen, Annex A (Eliminering)
		Biprodukt ved frem- stillingen af klorerede forbindel- ser, mel- lemprodukt i gummi- produktio- nen, fungi- cid				Terrestriske dyr, marine fisk, havfugle, marine patte- dyr, men i meget lave koncentratio- ner og ikke i alle prøver- ne. ³¹ Ikke detekteret i gråmåger fra Bjørnøya i norsk Arktis. ¹⁰⁸	Ikke påvist i biota i et dansk screeningspro- jekt. ²⁶	Biomagnificering ikke særlig udpræget. ³¹	Priority haz- ardous sub- stance i EU's MST har Vand- initieret et rammedirek- scree- tiv. Envi- ningspro- ronmental jekt af biota Quality Stan- i DK, hvor dard (55 HCBd ikke µg/kg våd- kunne vægt) for detekteres, biota. Kandi- heller ikke dat til Stock- på høje holm Kon- trofiske ventionen. niveauer. ²⁶
Hexachlorbutadi- en	HCBD		87-86-3		4,78. ³¹				

										MST har initieret et screening-projekt af biota i DK, hvor Priority List HCCP ikke of Hazardous Substances of USEPA/AT SDR. Detected from Priority Action. ²⁷
										HCCP ikke kunne detekteres, heller ikke på høje Dese-trofiske niveauer. ²⁶
										lected from OSPAR List Stoffet er nr. 4 på priorite-ringslisten i
Hexachlorocyclopentadiene	HCCP, HCCPD	Mellemprodukt i kemiske produktionsprocesser, specielt produktionen af cyclodienepesticider	77474	Fra > 1000 tons/år i 1990 til ca. 450 tons/år. ²⁴	5,0. ²⁵	Ikke påvist i biota i et dansk screeningsprojekt. ²⁶	Halveringstid i atmosfæren: 27 dage. ²⁵	Ja: Bionedbrydelighed i størrelsesorden måneder og logK _{OW} på 5,0 (Lerche et al., 2002). Men: ikke vurderet at være et PBT stof af OSPAR. ²⁷	cals for Priority Action. ²⁷	
Hexachlorocyclopentenyl-dibromocyclooctane	HCDBCO	Flamme-hæmmer	51936-55-1	Ukendt. ⁶⁷	7,91. ⁶⁷	Analyseret i marine pattedyr fra Hongkong, men ikke detekteret. ⁸⁰ Fundet i vandrefalke æg fra Canada (25% af prøverne), men ikke detekteret i vandrefalke æg fra Spanien. ¹¹²				
Koffein	1,3,7-trimethylxantin	Kaffe, the, cola, energidrikke			- 0,07 - 0,16	Påvist i havvand udenfor Tromsø (Norge). Relateret til spildevandsudledning ²⁸				

Long-chain chlorinated paraf- fins (se også SCCP og MCCP)	Primært: Flamme- hæmmer. ⁸⁷	85535-86-0	7,3-12,8. ⁸⁷	Ingen data på LCCP, til trods for højt bioak- kumuleringspo- tentiale. ⁸⁷	Potentiale for biomagnifi- cering, højere end for MCCP og SCCP. ⁸⁷	C ₁₈ -C ₃₀
Lægemidler, f.eks. ibuprofen	Lægemid- del	Ibuprofen: 15687-27-1	ibuprofen i 2000	Påvist i havvand udenfor Tromsø (Norge). Relateret til spildevandsudled- ning. ²⁸	Generelt lav risiko for bioakkumulering, men kan betragtes som pseudeopersistente pga. konstant udledning til miljøet. ²⁹ Ibuprofen: Ingen biokoncentrering eller bioakkumulering i fisk. ³⁰	Risiko for effekter på non-target organis- mer. ²⁹
Medium-chain chlorinated paraf- fins (se også SCCP og LCCP)	Primært: Blodgører i PVC. ⁸⁷	85535-85-9	se SCCP. 5,5-8,2 (kun MCCP). ⁸⁷	Fisk og inverte- brater fra Great Lakes. ⁸⁷	Potentiale for biomagnifi- cering. ⁸⁷ Halveringstid i fisk kortere end for PCB. ⁸⁵ BMF<1 for nogle arter i canadiske søer, ingen biomagnificering for nogle kædelængder ("trophic dilution"). ⁸⁵	C ₁₄ -C ₁₇

		Nedbryd- ningspro- dukt af Triclosan							Påvist i fersk- vandsfisk i Japan ³³ og Schweiz ³⁴ Ikke påvist i delfiner fra USA, hvor der er fundet triclosan. ³⁵
Methyl-triclosan	Triclosan-methyl	(Baktericid)	4640-01-1	5,0.	¹¹⁵				

3-Nitro-4-chlorbenzotrifluorid	1-chloro-2-nitro-4-(trifluoromethyl)benzene	Pesticid	3,42. ⁶³					Vurderes som sandsynligvis ikke bioakkumulerende. ⁶³	Blandt Top 10 i ⁶³ .
Octabromotri-methylphenyl-lindane	OBIND, Octabromo-1,3,3-trimethyl-1-phenylindan, brominated trimethylphenyl indane	Additiv flamme-hæmmer	155613-93-7	11,8. ⁶³				Vandrefalkeæg fra Canada og Spanien, ca. 30% af prøverne. Højere konc. i Canada end i Spanien. ¹¹²	Blandt Top 10 i ⁶³ .
Octachlorstyren	OCS, Pentachlor(trichlorethenyl) benzen	Sideprodukt i produktionen af magnesium og klor.	29082-74-4	brænding. ¹⁰² 7,46. ³¹	Producers ikke. Frigives ved affaldforbrænding. ¹⁰²	Påvist i isbjørne fra Alaska, Østgrønland og Svalbard, men ikke i alle isbjørnene fra Canada. ⁹¹ isbjørne fra Hudson Bay. ¹⁰¹ Terrestriske dyr, marine fisk, invertebrater og pattedyr, havfugle i Grønland, generelt i lave koncentrationer. ³¹ Ikke påvist i alle de terrestriske dyr. ³¹ Arktisk luft. ³¹		Nedbrydning Forskellige fisk og fiskeolier fra Nordatlanten. ¹²⁵ Også påvist i fisk fra Nordsøen. ¹⁰² muligt (med OH-radikaler), men halveringstid i atmosfæren alligevel 15 dage. ¹⁰² Resultater fra Grønland indikerer biomagnificering. ³¹	

Octylphenol (se også Alkylphenoler)	OP	Production of phenolic resins (used in tyre production).	1806-26-4	EU produktion i 2001: 22633 tons.	3.96. ³⁷	se Alkylphenoler	Se Alkylphenoler	Lavt bioakkumuleringspotentiale. ³⁷	Priority Substance Kan forelist of EU's Water Framework Directive	Kan forekomme i nonylphenol med op til 10%. ³⁷
Pentabrombenzen	PBBz	Flamme-hæmmer, muligvis nedbrydningsprodukt af hexabrombenzen (HBB). ^{50,76}	608-90-2			Sne i Nunavut, Canada. ⁵⁰ Påvist i luft fra Antarktis. ⁷⁶				Forekommer kun i gasfasen (ikke på partiker). ⁷⁶
Pentabromchlorcyclohexane	PBCCH, FR-651A, FR-651P	Flamme-hæmmer	87-84-3		4,72. ¹⁰⁹		Sediment i Scheldt (Belgien). ¹⁰⁹			Forskellige isomerer, analogt til hexachlorcyclohexan. FR-651A indeholder mest alpha, FR-651P indeholder mest gamma. ¹¹⁰

		Produktion i Frankrig på 10-1000 tons/år i 2002. Produktion i USA på 5-225 tons/år i 1986, derefter indstillet. ⁶⁸		6,40. ⁶⁴	Tejst æg fra Færøerne (lav). ³ Gråmåger fra Bjørnøya (Norge). ²⁰ Ikke detekteret i fugle, fugleæg, fisk eller pattedyr fra Svalbard. ⁶⁶	Iskerne på Svalbard. ⁶²	Detekteret i luftprøver fra Chicago, ikke detekteret i sedimentprøve. ⁶⁸ Påvist i sølvmågeæg fra Great Lakes. ²³	Ja, ud fra resultater for fugle og fugleæg. ^{3, 20, 23}
Pentabrommethylbenzene	PBEB, PBE, PEB	Additiv flamme-hæmmer	85-22-3					
PentabromphenolPBP			608-71-9		5,96			
						Gråmåge æg fra arktisk Norge, med høj detektionsfrekvens. ²⁰ , <DL i havpattedyr fra NØ Atlanten. ⁹ Tejst 100% detektion i luft æg fra Færøerne (gasfase), ikke detekteret i hav-Færøerne og Island. ³ Ikke ca 80% af havdetekteret i vandsprøver i en anden undersøgelse, højere koncentrationen i luft end for PBDE. ⁶⁹		
Pentabromtoluen BT, FR-105	PBT, Flammex 5-DBDPE. ^{8,69}	Additiv flamme-hæmmer, muligvis også nedbrydningsprodukt af	87-83-2	1000-5000 tons/år globalt. ⁶⁹	6,99. ⁷⁸ 5,87. ⁶⁴ 5,43. ⁶⁴	fisk eller pattedyr fra Svalbard. ⁶⁶	Sølvmåge æg, Great Lakes, Nord Amerika. ²³	Sandsynlig, til trods for modstridende resultater fra Arktis.

PentachloranisolePeCA		Nedbrydningsprodukt af Pentachlorphenol (PCP) og Pentachloronitrobenzen. ¹⁴	1825-21-4	5,45. ^{14,31}	Terrestriske dyr, marine fisk, invertebrater og pattedyr, havfugle i Grønland, men ikke i alle prøver og generelt i lave koncentrationer. ³¹	Arktisk luft, sne, søvand. ¹⁴	Beregnet transport distance ("characteristic travel distance") på 2110 km. ¹⁴	Ikke konkluderet ud fra grønlandske data (koncentrationer i marine pattedyr ikke højere end i fisk). ³¹
Pentachlorobenzen	PeCB, QCB, PnCBz	Pesticid, industrikemikalie, biprodukt	608-93-5	4,94. ⁹⁰	Isbjørne fra Alaska, Canada, Østgrønland og Svalbard. ⁹¹	Luft i den canadiske Arktis. ⁹²	Ikke detekteret i land. ⁹³	Stockholm Konventionen, Annex A (Eliminering) og Annex C (Utsigtet produktion). Priority hazardous substance i Nr. 9 i den prioriterede EU's Vandramme- og luftovervågning. ⁹⁴

										Table 3, no. 2 på listen af ²⁴ af de top 30 persi- stente og bioakku- mulerende forbindel- ser med potentialle for trans- port over			
Pentachlorben- zenthionol	Pentachlor- thiophenol	Metabolite of hexach- lorobenze- ne (HCB). ³⁸	133-49-3	High produc- tion volume	5,91. ⁶³					Atmosfærisk oxidation halve- ringstid fra hy- droxyl radikal reaktion 76,7 dage. ²⁴	Akkumulerer i rotte lever efter tilsætning af he- xachlorobenzene (HCB). ³⁸	Environ- ment Cana- da Domes- tic Sub- stances List 10 i	store afstande. Blandt Top 63.
										Beregnet trans- port distance			
Pentachlornitro- benzene	PCNB, Quintozenefungicid	Anvendt	82-68-8	350-450 tons/år. ¹⁴	4,64. ¹⁴	Søvand i den cana- diske Arktis (lave koncentrationer). ¹⁴		< DL i muslinger(<i>Perna viridis</i>) fra Singapur. ⁸⁹	("characteristic travel distance") på 12100 km. ¹⁴				

		Anvendt herbi-cid/fungicid . Forbudt i EU siden 1991 (med undtagel-ser). ¹⁰²	87-86-5	Estimat af produktionen i 1990'erne: 8500-50000 tons/år. ¹⁴ Produktio-nen i EU stoppede i 1992. ¹⁰²	5,12. ¹⁴	<DL i Norske arktiske biolo-giske prøver. ¹ Påvist i grøn-landshval, formentlig nedbrydnings-produkt af HCB. ⁹⁶ Fore-kommer også i isbjørn fra Østgrønland ⁹⁷ samt isbjørn og ringsæl fra den canadiske Arktis. ⁹⁸ Skyl-des formentlig nedbrydning af HCB. ⁹⁸	Beregnet trans-port distance ("characteristic travel distance") på 1320 km. ¹⁴	Ferskvandsfisk i Sverige. ¹²⁶	Foreslået til Det techni-UNECE List ske pro-duk kan indeholde (Long- indeholde Range polychlori-Trans- nated boundary dibenzo-p-Air Pollution dioxins. Conven- Dioxiner tion). Kan- kan også didat til dannes Stockholm som ned-Konventio- brydnings-nen. produkt. ⁹⁵	
Perfluoroethylcy-clohexanesulfo-nate	PFECHS, FC-98	Anti-erosions-stof i hy-drauliske væsker i flyvemaski-ner. Mulig-vis også i forbruger-produk-ter. ¹²⁷	335-24-0	Estimat af produktionen i 1998: 4,5-227 tons. Producenten 3M stoppede produktionen i 2002. ¹²⁷	0,47. ⁶³			Fisk og vand fra Great Lakes. ¹²⁷ Amphipoder og vand i nærhe-den af en luft-havn. ¹²⁸	Canadian Domestic Sustance List, USEPA Toxic Sub-stance Control Act	Blandt Top 10 i ⁶³ .
Perfluoroperhy-drophenanthrene	Vitreon	Eye surge-ry	306-91-2		9,58. ⁶³					Blandt Top 10 i ⁶³ .

Perfluorerede phosphorsyre	Egalise- ringsmid- del, fugte- middel, skumdæm- pende middel i pestici- der. ¹²⁹							Blandt Top 10 i ⁶³ .
	Anvendelse i pesticider til fødeva- reprodukti- on ikke længere tilladt i USA. ¹²⁹	C8-PFPA: HPV, op til 230 tons/år i 129	68412-68-0	2002. ¹²⁹	6,48. ⁶³	Påvist i fersk- vand og udløb af rensningsan- læg. ¹²⁹	Forventes ikke at forekomme i atmosfæren. ¹²⁹	
Perfluorinated phosphonic acids (PFPAs)								
Phosphororgani- ske flamme- hæmmere (se også TDCPP, TCPP og TCEP) PFR	Gruppe af flamme- hæmmere	Påvist i fisk og range from havfugle fra -0.65-9.49 Svalbard. ⁴						

Phthalater	Phthalic acid ester; DEHP mest anvendte	Blødgørere	DEHP: 117-81-7; DBP: 84-74-2	DMP: 1,53; DBP: 5,61; DEHP: 7,48. ⁸¹	DEHP: Påvist i fisk (11 ud af 16 prøver) og havfugle (7 ud af 14 prøver) fra Svalbard. ⁴ Seks phthalater påvist i isbjørne, ring-sæler, ulke, vågehvaler fra Grønland, grindehvaler og malemukker fra Færøerne; DMP kun påvist i isbjørne. ⁸¹	DEHP: < DL i sediment fra Svalbard. ⁴ DEP, DBP, BBP, DEHP påvist i sediment fra Grønland. ⁸¹	Resultater fra Svalbard indikerer long-range transport. ⁴	Højeste koncentrationer i DEHP: isbjørne, men biomagnificeringsfaktorer (BMF) tydeligt lavere end for halogenerede forbindelser. ⁸¹	Substance i EU's Vandramme- og Hormonforordning
	Polybrominated biphenyls (se også Hexabrominated biphenyl)	Additiv til flammehæmmer.	Siden et uheld i USA i 1973 kun produktion af octa- og decaBB. DecaBB produktion i Frankrig indstillet i 2000. ⁸	>7 for de fleste kongener. ⁸¹	BB-153 er fundet i en række arktiske fugle og pattedyr ⁸ inklusiv Grønland og Færøerne. ⁹ Også fundet i sæler, vågehval og isbjørn fra Grønland samt grindehval og malemuk fra Færøerne. ⁸¹ Ikke detekteret i isbjørneprøver fra 1967. ⁸²	Hvaler, delfiner og sæler. ⁸³	BB-153 biomagnificerer i samme størrelsesorden som CB-153. ⁸⁴ Bekræftelsen af resultater fra Grønland A (Eliminering og Færøerne. ⁸¹	BB-153: Stockholm Konventionen, Annex A (Eliminering)	

Polybrominated dibenzo-p-dioxin/furan	PBDD/PBDF	Biprodukt ved fremstillingen af flamme-hæmmere.			I fedtvæv af mennesker f.eks. Sverige. ⁵⁷ I luft (f.eks i Luft i nord Sverige ⁵⁸ Kina). ⁵⁶	Er sandsynlig ⁵⁸			
				Påvist cirkumpolært i Arktik Range fromsø havfugle about 5.5 og marine for tri-CNs, pattedyr. ⁴¹ 5.1–6.1 for Havpattedyr tetra-CNs, fra Grønland 5.7–6.5 for og Færøerne. ⁹ penta-CNs Isbjørn fra and 6.0–6.7 Grønland, for hexa- grindehval og CNs with malemuk fra ~150 000 hepta and Færøerne, tons, da octa substi- men ikke produktionentuted con- påvist i våge- blev indstilletgeners in hval, ringsæl, i the range ulk fra Grøn- 1980'erne. ⁸¹ 6.4-6.6 ⁴¹ land. ⁸¹	Påvist i Arktisk luft; I sne i Nord Norge. ⁴¹	Atmosfærisk Ingen eller lav bioakku- transport til Arktismulering		OSPAR List of Chemicals for Priority Action. Foreslået til UNECE List of POPs (Long-Range Trans-boundary Air Pollution Convention). Kandidat til Stockholm Dioxin-Konventionen. lignende toksicitet.	
Polychlorerede naphthalener	PCN	Bred anvendelse							

	Primært:								Kandidat til
	Tilsætningsstoffer til metal working fluids, men også brugt som blodgørere og flamme-hæmmere. ^{67,87}	300 kt/year (SCCP og MCCP). ⁴²							Stockholm
	Anvendelse som flamme-hæmmer stiger formentlig som følge af forbud af PentaB-DE. ¹⁰²	Hovedforbrug i Europa. ¹⁸ High production volume chemicals: 4,39-8,01.8000-18000 tons/år i slutningen af (kun 1990'erne. ⁸⁵ SCCP). ⁸⁷	Havfugle og fisk fra Bjørnøya, fisk fra Island. ⁴²	Hvidhvaler og Arktiske søsedimenter. ^{18,95} Sedi-mentkerner viser højeste konc. mellem 1980-1990. ¹⁸	Fisk og sæler fra Sverige. ⁸⁴				Konventionen, Priority Hazardous Substance i EU Vandramme direktiv, US-EPA Toxics Release Inventory, Priority C ₁₀ -C ₁₃ . Tegn på mikrobiel nedbrydning i arktiske søsedimenter. ¹⁸
Short-chain chlorinated paraffins (se også MCCP og LCCP)	SCCP, sPCA	85535-84-8	Grønland. ⁸⁶	Luft i Bjørnøya. ⁸⁷	Lakes. ⁸⁷	Fisk og invertebrater fra Great Lakes. ⁸⁷	Eksposering af arktiske dyr som følge af langdistance atmosfærisk transport. ⁸⁶ Damptryk kan sammenlignes med andre POP'er som transporteres over lange afstande. ¹⁰² Sammensætning ændrer sig som følge af langdistance transporten, hen imod højere andele af de flygtigste forbindelser. ⁸⁶	Potentiale for biomagnificering. ^{87,102} Molekyler med 4-6 Cl har størst potentiale for biomagnificering. ⁸⁵ SCCP har stignende koncentrationer i fødekæden i to canadiske søer, TMF>1. ⁸⁵ Kortere halveringstid i fisk end for an PCB. ⁸⁵ Bioakkumulerer mindre end andre POP'er. ⁸⁶	

Siloxaner	Stor gruppe af stoffer, Cycliske siloxaner (f.eks. D3, D4, D5, D6) og lineare siloxaner (f.eks. MM, MDM, MD2M, og biomedicin)				D4: 556-67-2; D5: 541-02-6; D6: 540-97-6 the EU. ⁴ Høj				Gråmåger fra Svalbard. ⁴³ Atlantisk torsk (D3, D4, D5), polar torsk (D3, D4, D5, D6; D3 og D6 ikke gennemgående) og rider (kun D3, D4, D5 i enkelte prøver) fra Svalbard. ⁴ Lineare siloxaner ikke detekteret i fisk og fugle fra Svalbard. ⁴ Ingen siloxaner detekteret i edderfugl fra Svalbard. ⁴ Atlantisk torsk og ulk fra Svalbard (D4, D5; D3 ikke detekteret). ⁴⁴ < DL i zooplankton fra Svalbard. ⁴⁴ Remmesæl fra Svalbard Luft (D3,D4, D5, (D6 detekteret, menD6, lineare siloxaner kun detekteret på 1 station). ¹⁰⁶ Siloxaner Færøske hvidskælle ikke detekteret i vinge, malleme og tejtæg, ferskvands fisk, Islandske marsvin men fundet i Færøske grindehvaler. ¹³²	Lav risiko for akkumulering i havpattedyr. ⁴⁴	Kilder til miljøet er spildevand og affald. ⁴⁸ Fluoreret cyclisk siloxan D3F er blandt Top 10 i modelberegning af fremtidige kontaminanter. ⁶³
	MD3M)				bard. ⁴⁴						

Tetrabromobisphenol A	TBBPA	Additiv/reaktiv flamme- hæmmer	79947	Den bromeret flamme- hæmmer som produceres i størst mængde. ⁵³ 4536-22679 tons i 2006. ⁶³	4,5-5,3. 7,2. 5.9. ⁶⁷	Påvist i norske torsk ⁴⁵ og i æg af norske vandre- falke og konge- ørne. ⁴⁶ Ikke påvist i fisk og havfugle fra Svalbard ⁴ , grøn- landske våge- hvaler og isbjør- ne, i grindehva- ler fra Færøer- ne ⁴⁷ eller i færøske tejt æg, fisk fra Færøerne og Island. ³ Heller ikke påvist i vandrefalkeæg fra Grønland. ⁷⁹	Øresvin og hajer fra Florida, med 100% detektionsfre- kvens og sti- gende tendens fra 1990'erne til 2000'erne. ¹³⁰ Marsvin fra kysterne af Storbritannien, men detektions- frekvens kun 26% og konc. forholdsvis lave. ¹³¹	Opfylder ikke OSPAR- kriterier for PBT. ¹⁰²	Ingen regulering. Nedbryd- ningspro- duktet Dimethyl- TBBPA påvist i vandrefal- keæg fra Grønland, men ikke i en scree- ning af grønland- ske og færøske arter. ^{47,79} Blandt Top 10 i ⁶³ .
Tetrabromobisphenol-bis(2,3-dibrompropylether)	TBBPA-DBPE	Flamme- hæmmer	21850-44-2		10,42. ⁶⁴	Ikke detekteret i fugle, fugleæg, fisk eller pattedyr fra Svalbard. ⁶⁶			

										Den tekni- ske blan- ding består af alfa- og beta- TBECH, to ud af fire isomerer. De andre to isomerer kan dan- nes ved høje tem- peraturer. ⁶⁷
Tetrabro- methylcyclohe- xane	1,2-Dibromo-4- (1,2- dibromoeth- yl)cyclohexan,TBE CH, Saytex BCL- 462	Additiv flamme- hæmmer, primært brugt til isolering. ⁶⁷	3322-93-8	4-227 tons i 2002. ⁶³	5,24. ⁶⁷	Hvidhval, Cana- da, kun beta- TBECH. ⁴⁹ Tejst- æg fra Færøer- ne, fisk fra Fæ- røerne og Is- land. ³	Sølvmågeæg fra Great Lakes, beta-TBECH > alpha-TBECH. ⁶⁵	Fundet at bioakkumulere i fisk. ⁵⁵	Blandt Top 10 i ⁶³ .	
Tetrabromphtha- lic anhydrid	TBPA	Flamme- hæmmer	632-79-1		3,78. ⁶⁴	Ikke detekteret i fugle, fugleæg, fisk eller pattedyr fra Svalbard. ⁶⁶				
Tetrabrompyren		Ingen flamme- hæmmer, muligvis mellempo- dukt. ⁶³	128-63-2		8,49. ⁶³				Blandt Top 10 i ⁶³ .	
2,4,6- Tribromanisol	TBA	Ingen flamme- hæmmer, naturligt produceret af marine svampe	607-99-8		4,48	Tejst æg fra Færøerne, fisk fra Færøerne og Island ³				

1,3,5-Tribrombenzene	1,3,5-TBB, 1,3,5-TBBz	Tidligere brugt som solvent og tilsætningsstof til motorolie. Mellemprodukt i kemiske produktionsprocesser.	626391	High production volume. ⁵⁰ 4,51-4,66	Sne i Nunavut, Canada. ⁵⁰	Atmosfærisk oxidations halveringstid 60 dage. ²⁴ Påvist i sne i Arktis. ⁵⁰	Nr. 5 på den prioriterede liste af ²⁴ . Er også identificeret som potentielt arktisk kontaminant af ⁵²
2,4,6-Tribromophenol	2,4,6-TBP, TBP, PH-73FF, FR-613	Reaktiv flamme-hæmmer. Indgår i mange kemiske processer og bruges også som fungicid. ⁶⁴	118-79-6	High production volume i EU. ⁶⁴ US produktion 4500-23000 tons i 2002. Produktion i Japan 3600 tons i 2001. Fremstilles også i Kina, men produktionen er ikke oplyst. ⁶⁴ 4,33. ⁶⁴ 4,02. ⁶⁴ 3,3. ⁶⁴	Påvist i fisk fra Færøerne. ³ Påvist i fugle og sæler fra Svalbard, dog ikke i 5 andre arter. ⁶⁶		Nedbrydningsprodukt af PBDE; biprodukt i industriel BTBPE. Kan også dannes naturligt. ⁶⁴
Tribromotrichlorocyclohexane		Flamme-hæmmer	30554735		Påvist i sediment fra Østersøen. ⁵¹	Atmosfærisk oxidations halveringstid 60 dage. ²⁴	Nr. 7 på den prioriterede liste af ²⁴

										Blandt Top 10 i ⁶³ .
	3,4,4'-							Forholdsvis hurtig metabolismisering i fisk, selvom bioakkumulering er vist for snegle. ¹¹⁴	Muligvis hormonforstyrrende. ¹¹⁴	
Triclocarban	trichlorocarbanilide	Baktericid	101-20-2		4,9. ⁶³					
				ca. 1000 metric tons/år i slutningen af 4,2-1990'erne.				Påvist i delfiner i USA. ³⁵ Generelt forbundet med spildevandsudledning.		
Triclosan		Baktericid	3380-34-5		4,35. ¹¹⁵					
				Produktion i USA og EU: 8700-10500 tons/år. ¹⁴		.<DL i Norske arktiske biologiske prøver. ¹			Foreslået til UNECE List of POPs (Long-Range Transboundary Air Pollution Convention)	
		Anvendt herbicid	1582-09-8	EU. ¹	5,34. ¹⁴	Også < DL i zooplankton og Arctic char fra Bjørnøya. ¹⁴	Luft, sne, is, havvand, søvand. ¹⁴	Beregnet transport distance ("characteristic travel distance") på 110 km. ¹⁴		
Trifluralin										
Tris(1,3-dichlor-2-propyl)phosphat, se også fosfororganiske flammehæmmere	TDCPP	Flammehæmmer, erstatningsprodukt for PentaB-DE. ⁶⁷	13674-87-8	2002. ⁶⁷	3,65. ⁶⁷					
Tris(1-chlor-2-propyl)phosphat, se også fosfororganiske flammehæmmere	TCPP	Additiv flammehæmmer	13674-84-5	2002. ⁷⁸	2,59. ⁷⁸					

Tris(2-chloroethyl)phosphat, se også phospho-organiske flamme-hæmmere	TCEP	Additiv flamme-hæmmer	115-96-8	US produkti-on/import på 500-5000 tons i 2002. Ingen pro-duktion i EU. ⁶⁷	1,44. ⁶⁷				Erstattes af Tris(1-chlor-2propyl)phosphat (TCPP) i EU. ⁶⁷
2,4,6-Tri-tert-butylphenol	2,4,6 TTBP	Antioxidant i brændstof	732-26-3	HPV kemi-kalie i USA, men tilsyne-ladende lav produktion i Europa. ¹³³	6,39. ^{63,134}	Sediment i Storbritannien: Ikke påvist eller kun i lave kon-centrationer. ¹³³	Atmosfærisk halveringstid < 1 dag, dvs. hurtig nedbrydning. Forekomst i atmosfæren forventes at være lav pga. lav flygtighed. ¹³⁴	Potentiale til bioakkumu-lering. ¹³⁴	OSPAR List of Chemi-cals for Priority Action; Canada's Domestic Substances List

Referencer:

- 1 Langford, K.H.; Beylich, B.A.; Bæk, K.; Fjeld, E.; Kringstad, A.; Høyfeldt, A.; Øxnevad, S.; Thomas, K.V. (2012). Screening of selected alkylphenolic compounds, biocides, rodenticides and current
use pesticides. NIVA-report 6343/2012, SPFO-report:1116/2012,TA-2899/2012.
- 2 von der Recke, R.; Vetter, W. (2007). Synthesis and characterization of 2,3-dibromopropyl-2,4,5-tribromophenyl ether (DPTE) and structurally related compounds evidenced in seal blubber and
brain. Environ. Sci. Technol. 41, 1590-1695
- 3 Schlabach, M.; Remberger, M.; Brorström-Lunden, E.; Herzke, D. (2011). Brominated Flame Retardants (BFR) in the Nordic Environment. TemaNord 2011:528
- 4 Evenset, A.; Leknes, H.; Christensen, G.N.; Warner, N.; Remberger, M.; Gabrielsen, G.W. (2009). Screening of new contaminants in samples from Norwegian Arctic. Akvaplan-niva rapport 4351-1.
Bakke, T.; Boitsov, S.; Brevik, E.M.; Gabrielsen, G.W.; Green, N.; Helgason, L.B.; Klungsoyr, J.; Leknes, H.; Miljeteig, C.; Måge, A.; Rolfsnes, B.E.; Savonova, T.; Schlabach, M.; Skaage, B.B.;
5 Valdersnes, S. (2008). Mapping selected organic contaminants in the Barents Sea 2007. SPFO-report 1021/2008, TA-2400/2008.
- 6 Möller, A.; Xie, Z.; Sturm, R.; Ebinghaus, R. (2011). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and alternative brominated flame retardants in air and seawater of the European Arctic. Environ.
Pollut. 159, 1577-1593
- 7 Karlsson, M.; Ericson I.; van Bavel, B.; Jensen, J-K.; Dam, M. (2006). Levels of brominated flame retardants in Northern Fulmar (*Fulmarus glacialis*) eggs from The Faroe Islands. Sci. Total En-
viron. 367, 840-846
- 8 De Wit, C.; Herzke, D.; Vorkamp, K. (2010). Brominated flame retardants in the Arctic – trends and new candidates. Sci. Total Environ. 408, 2885-2918
- 9 Dam, M.; van Bavel, B.; Rigét, F.; Rotander, A.; Polder, A.; Auðunsson, G.A.; Gabrielsen, G.W. (2011). "New" POPs in marine mammals in Nordic Arctic and NE Atlantic areas during three dec-
ades. TemaNord 2011:564.
- 10 Law, K.; Halldorson, T.; Danell, R.; Stern, G.; Gewurtz, S.; Alae, M.; Marvin, C.; Whittle, M.; Tomy, G. (2006). Bioaccumulation and trophic transfer of some brominated flame retardants in a Lake
Winnipeg (Canada). Environ. Toxicol. Chem. 25, 2177-2186.
- 12 Carlson, D.A.; Konyha, K.D.; Wheeler, W.B.; Marshall, G.P.; Zaylskie, R.G. (1976). Mirex in the environment - degradation to kepone and related compounds. Science 194, 939-941.
- 13 Coat, S.; Monti, D.; Legendre, P.; Bouchon, C.; Massat, F.; Lepoint, G. (2011). Organochlorine pollution in tropical rivers (Guadeloupe): Role of ecological factors in food web bioaccumulation.
Environ. Pollut. 153, 1692-1701.
- 14 Hoferkamp, L.; Hermanson, M.H.; Muir, D.C.G. (2010). Current use pesticide in Arctic media: 2000-2007. Sci. Total Environ. 408, 2985-2994.
- 15 Yang, R.; Wei, H.; Guo, J.; McLeod, C.; Li, A.; Sturchio, N.C. (2011). Historically and currently used dechloranes in the sediments of the Great Lakes. Environ. Sci. Technol. 45, 5156-5163.

- 16 Ding, X.; Wang, X.-M.; Wang, Q.-Y.; Xie, Z.-Q.; Xiang, C.-H.; Mai, B.-X.; Sun, L.-G. (2009). Atmospheric DDTs over the North Pacific Ocean and the adjacent Arctic region: Spatial distribution, con-
gener patterns and source implication. *Atmospheric Environment* 43, 4319-4326.
- 17 Weber, J.; Hasall C.J.; Muir D.; Teixeira C.; Small J.; Solomon K.; Hermanson M.; Hung H.; Bidleman T. (2010). Endosulfan, a global pesticide: A review of its fate in the environment and occur-
rence in the Arctic. *Sci. Total Environ.* 408, 2966-2984.
- 18 Tomy, G.T.; Stern, G.A.; Lockhart, W.L.; Muir, D.C.G. (1999). Occurrence of C10-C13 polychlorinated n-alkanes in Canadian midlatitude and Arctic lake sediments. *Environ. Sci. Technol.* 33, 2858-
2863.
- 19 Li, Y.-F.; Macdonald R.W. (2005). Sources and pathways of selected organochlorine pesticides to the Arctic and the effect of pathways of selected organochlorine pesticides to the Arctic and the
effect of pathway divergence on HCH trends in biota: a review. *Sci Total Environ* 342, 87-106
- 20 Verreault, J.; Gebbink, W.A.; Gauthier, L.T.; Gabrielsen, G.W.; Letcher, R.J. (2007) Brominated flame retardants in glaucous gulls from the norwegian arctic: more than just an issue of polybromin-
ated diphenyl ethers. *Environ. Sci. Technol.* 41, 4925-4957
- 21 Letcher, R.J. (2007). Temporal and spatial trends of organic and metal contaminants in Canadian polar bears: 2006-2007. Project summary report. In: Smith S. Stow J. editors. *Synopsis of Research*
Conducted under the 2006-2007 Northern Contaminants Program. Ottawa, ON, Canada: Indian Affairs and Northern Development; 2007. p. 150-162
- 22 Watanabe, I.; Sakai, S. (2003). Environmental release and behavior of brominated flame retardants. *Environ. Int.* 29: 665-682.
- 23 Gauthier, L.T.; Hebert, C.E.; Weseloh, D.V.C.; Letcher, R.J. (2007). Current-use flame retardants in the eggs of herring gulls (*Larus argentatus*) from Laurentian great lakes. *Environ. Sci. Technol.*
41, 4561-4567.
- 24 Muir, D.C.G.; Howard, P.H. (2006). Are there other persistent organic pollutants? A challenge for environmental chemists. *Environ. Sci. Technol.* 40, 7157-7166.
- 25 Lerche, D.; van de Plassche, E.; Schwegler, A.; Balk, F. (2002). Selecting chemical substances for the UN-ECE POP protocol. *Chemosphere* 47, 617-630.
- 26 Strand, J.; Vorkamp, K.; Larsen, M.M.; Reichenberg, F.; Lassen, P.; Elmros, M.; Dietz, R. (2010). Kviksølvforbindelser, HCB og HCCPD i det danske vandmiljø. NOVANA screeningundersøgel-
se. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 38 s. Faglig rapport fra DMU nr. 794
- 27 OSPAR (2004). OSPAR background document on hexachlorocyclopentadiene (HCCP). OSPAR Commission, Hazardous Substances Series, ISBN 1-904426-40-9.
- 28 Weigel, S.; Berger, U.; Jensen, E.; Kallenborn, R.; Thoresen, H.; Hühnerfuss, H. (2004). Determination of selected pharmaceuticals and caffeine in sewage and seawater from Tromsø/Norway with
emphasis on ibuprofen and its metabolites. *Chemosphere* 56, 583-592.
- 29 Ankley, G.T.; Brooks, B.W.; Huggett, D.B.; Sumpter, J.P. (2007). Repeating history: Pharmaceuticals in the environment. *Environmental Science and Technology* 41, 8211-8217.
- 30 Nallani, G.C.; Paulos, P.M.; Constantine, L.A.; Venables, B.J.; Huggett, D.B. (2011). Bioconcentration of ibuprofen in fathead minnow (*Pimephales promelas*) and channel catfish (*Ictalurus puncta-*
tus). *Chemosphere* 84, 1371-1377.
- 31 Vorkamp, K.; Pésceli, M.; Riget, F.; Glasius, M.; Lebeuf, M.; Muir, D. (2004). Chlorobenzenes, chlorinated pesticides, coplanar CBs and other organochlorine compounds in Greenland biota. *Sci-*
ence of the Total Environment 331/1-3, 157-175.
- 32 Teuten, E.L.; Xu, L.; Reddy, C.M. (2005). Two abundant bioaccumulated halogenated compounds are natural products. *Science* 307, 917-920.
- 33 Miyazaki, T.; Yamagishi, T.; Matsumoto, M. (1984). Residues of 4-chloro-1-(2,4-dichlorophenoxy)-2-methoxybenzene (triclosan methyl) in aquatic biota. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 32, 227-232.
- 34 Balmer, M.E.; Poiger, T.; Droz, C.; Romanin, K.; Bergqvist, P.-A.; Müller, M.D.; Buser, H.-R. (2004). Occurrence of methyl triclosan, a transformation product of the bactericide triclosan, in fish from
various lakes in Switzerland. *Environ. Sci. Technol.* 38, 390-395.
- 35 Fair, P.A.; Lee, H.-B.; Adams, J.; Darling, C.; Pacepavicius, G.; Alae, M.; Bossart, G.D.; Henry, N.; Muir, D. (2009). Occurrence of triclosan in plasma of wild Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops*
truncatus) and in their environment. *Environ. Poll.* 157, 2248-2254.
- 36 Wenzel, A.; Böhmer, W.; Müller, J.; Rüdell, H.; Schröter-Kermani, C. (2004). Retrospective monitoring of alkylphenols and alkylphenol monoethoxylates in aquatic biota from 1985 to 2001: Results
from the German Environmental Specimen Bank. *Environ. Sci. Technol.* 38, 1654-1661.
- 37 Hillenbrand, T.; Marscheider-Weidemann, F.; Strauch, M.; Heitmann, K. (2006). Octylphenol, Datenblatt Nr. 25, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.
- 38 Ingebrigtsen, K.; Skaare, J.U.; Nafstad, I.; Grave, K.; Førde, M. (1986). Metabolism of hexachlorobenzene (HCB) in the isolated perfused rat liver. *General Pharmacology* 17 (1), 19-24.
- 39 Xie, Z.Y.; Ebinghaus, R.; Lohman, R.; Heemken, O.; Caba, A.; Püttmann, W. (2007). Trace determination of the flame retardant tetrabromobisphenol A in the atmosphere by gas chromatography-
mass spectrometry. *Anal. Chimica Acta* 584, 333-342.
- 40 Bakke, T.; Fjeld, E.; Skaare, B.B.; Berge, J.A.; Green, N.; Ruus, A.; Schlabach, M.; Botnen, H. (2007). Kartlegging av metaller og utvalgte nye organiske miljøgifter 2006. Krom, arsen, perfluoralkyl-
stoffer, dikloreten, klorbenzener, pentaklorfenol, HBCD og DEGP. NIVA-report 5464-2007, SPFO-report:990/2007, TA-2284/2007.
- 41 Bidleman, T.; Helm, P.A.; Braune, B.; Gabrielsen, G.W. (2010). Polychlorinated naphthalenes in polar environments - A review. *Sci.Total Environm* 408, 2919-2935.
- 42 Reth, M.; Ciric, A.; Christensen, G.N.; Heimstad, E.S.; Oehme, M. (2006). Short- and medium-chain chlorinated paraffins in biota from the European Arctic - differences in homologue group pat-
terns. *Sci. Total Environ.* 367, 252-260.
- 43 Knudsen, L.B.; Sagerup, K.; Polder, A.; Schlabach, M.; Josefsen, T.D.; Strøm, H.; Skaare, J.U.; Gabrielsen, G.W. (2007). Halogenated organic contaminants and mercury in dead or dying seabirds
on Bjørnøya (Svalbard). Norwegian Polar Institute. SPFO-report 977/2007. TA-no. 978-82-7655-296-6.

- Warner, N.A.; Christensen, G.; Gabrielsen, G.W.; Borgå, K.; Leknes, H. (2010). Volatile Siloxanes in the European Arctic: Assessment of Sources and Spatial Distribution. *Environ. Sci. Technol.* 44, 7705-7710.
- Fjeld, E.; Schlabach, M.; Berge, J.A.; Eggen, T.; Snilsberg, P.; Kallberg, G.; Rognerud, S.; Enge, E.K.; Borgen, A.; Gundersen, H. (2004). Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter -bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og trichlosan. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Rapport 4809-2004, Oslo, Norway
- Herzke, D.; Berger, U.; Kallenborn, R.; Nygård, T.; Vetter, W. (2005). Brominated flame retardants and other organobromines in Norwegian predatory bird eggs. *Chemosphere* 61:441-449
- Frederiksen, M.; Vorkamp, K.; Bossi, R.; Rigét, F.; Dam, M.; Svensmark, B. (2007). Method development for simultaneous analysis of HBCD, TBBPA in marine biota from Greenland and the Faroe Islands. *Intern. J. Environ. Anal. Chem.* 87(15), 1095-1109.
- Chapman, P.M. (2006). Emerging substances - emerging problems? *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 (6), 1445-1447.
- Tomy, G.T.; Pleskach, K.; Arsenault, G.; Potter, D.; McCrindle, R.; Marvin, C.H.; Sverko, E.; Tittlemier, S. (2008). Identification of the Novel Cycloaliphatic Brominated Flame Retardant TBECH in Canadian Arctic Beluga. *Environ. Sci. Technol.* 42, 543-549.
- Meyer, T.; Muir, D.C.G.; Teixeira, C.; Wang, X.; Young, T.; Wania, F. (2012). Deposition of brominated flame retardants to the Devon Ice Cap, Nunavut, Canada. *Environ. Sci. Technol.* 46, 826-833.
- Hyötyläinen, T.; Hartonen, K.; Säynäjoki, S.; Riekkola, M.-L. (2001). Pressurised hot-water extraction of brominated flame retardants in sediment samples. *Chromatographia* 53, 301-305.
- Brown, T.N.; Wania, F. (2008). Screening chemicals for the potential to be persistent organic pollutants: A case study of Arctic contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 42, 5202-5209.
- Bromine Science and Environmental Forum (BSEF) (2010). TBBPA, Tetrabromobisphenol A. Fact sheet.
- Venier, M.; Hites, R.A. (2008). Flame retardants in the atmosphere near the Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.* 42, 4745-4751.
- Rattfelt, J.; Norman, A.; Norrgren, L.; Haglund, P.; Andersson, P.L. (2006). Uptake in zebrafish of a structurally diverse set of brominated flame retardants after dietary exposure. *Organohalogen Compounds* 68, 2007-2010.
- Li, H.R.; Feng, H.L.; Sheng, G.Y.; Lu, S.L.; Fu, J.M.; Peng, P.A.; Man, R. (2008) The PCDD/F and PBDD/F pollution in the ambient atmosphere of Shanghai, China. *Chemosphere* 70, 576-583.
- Jogsten, I.E.; Hagberg, J.; Lindstrom, G.; van Bavel, B. (2010). Analysis of POPs in human samples reveal a contribution of brominated dioxin of up to 15% of the total dioxin TEQ. *Chemosphere* 78(2) 113-120.
- Brorström-Lundén, E.; Remberger, M.; Kaj, L.; Hansson, K.; Palm-Cousins, A.; Andersson, H.; Haglund, P.; Ghebremeskel, M.; Schlabach, M. (2010). Results from the Swedish National Screening Programme 2008. Screening of unintentionally produced organic contaminants. Swedish Environmental Research Institute, IVL Report B1944.
- US POP Watch hjemmeside
- UNEP/POPS/POPRC.2/8
- Egeback, A.-L.; Sellström, U.; McLachlan (2012). Decabromodiphenyl ethane and decabromodiphenyl ether in Swedish background air. *Chemosphere* 86, 264-269
- Hermanson, M.H.; Isaksson, E.; Forsstrom, S.; Teixeira, C.; Muir, D.C.G.; Pohjola, V.A.; van de Wal, R.S.V. (2010). Deposition history of brominated flame retardant compounds in a ice core from Høltedalsfonna, Svalbard, Norway. *Environ. Sci. Technol.* 44, 7405-7410.
- Howard, P.H.; Muir, D.C.G. (2010). Identifying new persistent and bioaccumulative organics among chemicals in commerce. *Environ. Sci. Technol.* 44, 2277-2285.
- Covaci, A.; Harrad, S.; Abdallah, M. A.-E.; Ali, N.; Law, R.J.; Herzke, D.; de Wit, C.A. (2011). Novel brominated flame retardants: A review of their analysis, environmental fate and behaviour. *Environment International* 37, 532-556.
- Gauthier, L.T.; Potter, D.; Hebert, C.E.; Letcher, R.J. (2009). Temporal trends and spatial distribution of non-polybrominated diphenyl ether flame retardants in the eggs of colonial populations of Great Lakes Herring Gulls. *Environ. Sci. Technol.* 43, 312-317.
- Sagerup, K.; Herzke, D.; Harju, M.; Evenset, A.; Christensen, G.N.; Routti, H.; Fuglei, E.; Aars, J.; Strøm, H.; Gabrielsen, G.W. (2010). New brominated flame retardants in Arctic biota. *Klima- og Forurensningsdirektoratet, Rapportnr. 1070/2010.*
- CECBP (2008). Brominated and chlorinated organic chemical compounds used as flame retardants. Materials for the 2008 meeting of the California Environmental Contaminant Biomonitoring Program (CECBP) Scientific Guidance Panel.
- Hoh, E.; Zhu, L.; Hites, R.A. (2005). Novel flame retardants, 1,2-Bis(2,4,6-tribromophenoxy)ethane and 2,3,4,5,6-Pentabromoethylbenzene, in United States' environmental samples. *Environ. Sci. Technol.* 39, 2472-2477.
- Möller, A.; Xie, Z.; Cai, M.; Zhong, G.; Huang, P.; Cai, M.; Sturm, R.; He, J.; Ebinghaus, R. (2011). Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) vs. alternate brominated flame retardants and dechloranes from East Asia to the Arctic. *Environ. Sci. Technol.* 45, 6739-6799.
- Hoh, E.; Zhu, L.; Hites, R.A. (2006). Dechlorane plus, a chlorinated flame retardant, in the Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.* 40, 1184-1189.
- Möller, A.; Xie, Z.; Sturm, R.; Ebinghaus, R. (2010). Large-scale distribution of dechlorane plus in air and seawater from the Arctic to Antarctica. *Environ. Sci. Technol.* 44, 8977-8982.
- Shen, L.; Reiner, E.J.; Macpherson, K.A.; Kolic, T.M.; Sverko, E.; Helm, P.A.; Bhavsar, S.P.; Brindle, I.D.; Marvin, C.H. (2010). Identification and screening analysis of halogenated Norbornene flame retardants in the Laurentian Great Lakes: Dechloranes 602, 603, and 604. *Environ. Sci. Technol.* 44, 760-766.

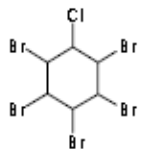
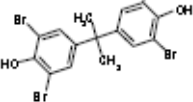
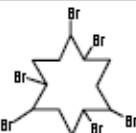
- 73 Tomy, G.T.; Pleskach, K.; Ismail, N.; Whittle, D.M.; Helm, P.A.; Sverko, E.; Zaruk, D.; Marvin, C.H. (2007). Isomers of dechlorane plus in Lake Winnipeg and Lake Ontario Food Webs. *Environ. Sci. Technol.* 41, 2249-2254
- 74 Ren, N.; Sverko, E.; Li, Y.-F.; Zhang, Z.; Harner, T.; Wang, D.; Wan, X.; McCarry, B.E. (2008). Levels and isomer profiles of dechlorane plus in Chinese air. *Environ. Sci. Technol.* 42, 6476-6480.
- 75 Vetter, W.; von der Recke, R.; Ostrowicz, P.; Rosenfelder, N. (2010). Liquid chromatographic enantioseparation of the brominated flame retardant 2,3-dibromopropyl-2,4,6-tribromophenyl ether (DPTE) and enantiomer fractions in seal blubber. *Chemosphere* 78, 134-138.
- 76 Möller, A.; Xie, Z.; Cai, M.; Sturm, R.; Ebinghaus, R. (2012). Brominated flame retardants and dechlorane plus in the marine atmosphere from Southeast Asia toward Antarctica. *Environ. Sci. Technol.* 46, 3141-3148.
- 77 Fisk, P.R.; Girling, A.E.; Wildey, R.J. (2003). Prioritisation of flame retardants for environmental risk assessment. UK Environment Agency, Chemicals Assessment Section.
- 78 CECBP (2009). Brominated and chlorinated organic chemical compounds used as flame retardants - additional information on four flame retardants. Materials for the 2009 meeting of the California Environmental Contaminant Biomonitoring Program (CECBP) Scientific Guidance Panel.
- 79 Vorkamp, K.; Thomsen, M.; Falk, K.; Leslie, H.; Möller, S.; Sørensen, P.B. (2005). Temporal development of brominated flame retardants in peregrine falcon (*Falco peregrinus*) eggs from South Greenland (1986-2003). *Environ. Sci. Technol.* 39, 8199-8206
- 80 Lam, J.C.W.; Lau, R.K.F.; Murphy, M.B.; Lam, P.K.S. (2009). Temporal trends of hexabromocyclododecanes (HBCDs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and detection of two novel flame retardants in marine mammals from Hong Kong, South China. *Environ. Sci. Technol.* 43, 6944-6949.
- 81 Vorkamp, K.; Dam, M.; Riget, F.; Fauser, P.; Bossi, R.; Hansen, A.B. (2004). Screening of "new" contaminants in the marine environment of Greenland and the Faroe Islands. Natinal Environmental Research Institute, Denmark. NERI Technical Report No. 525
- 82 Derocher A.E.; Wolkers H.; Colborn T.; Schlabach M.; Larsen T.S.; Wiig Ø. (2003). Contaminants in Svalbard polar bear samples archived since 1967 and possible population level effects. *Sci. Total Environ.* 301, 163-174.
- 83 de Boer J.; Wester P.G.; Klamer H.J.C.; Lewis W.E.; Boon J.P. (1998). Do flame retardants threaten ocean life? *Nature* 394, 28-29.
- 84 Jansson B.; Asplund L.; Olsson M. (1987). Brominated flame retardants – ubiquitous environmental pollutants? *Chemosphere* 16 (10-12), 2343-2349.
- 85 Houde, M.; Muir, D.C.G.; Tomy, G.T.; Whittle, D.M.; Teixeira, C.; Moore, S. (2008). Bioaccumulation and trophic magnification of short- and medium-chain chlorinated paraffins in food webs from Lake Ontario and Lake Michigan. *Environ. Sci. Technol.* 42, 3893-3899.
- 86 Tomy, G.T.; Muir, D.C.G.; Stern, G.A.; Westmore, J.B. (2000). Levels of C10-C13 polychloro-n-alkanes in marine mammals from the Arctic and the St. Lawrence River estuary. *Environ. Sci. Technol.* 34, 1615-1619.
- 87 Bayen, S.; Obbard, J.P.; Thomas, G.O. (2006). Chlorinated paraffins: A review of analysis and environmental occurrence. *Environ. Int.* 32, 915-929.
- 88 Stern, G.A.; Macdonald, C.R.; Armstrong, D.; Dunn, B.; Fuchs, C.; Harwood, L.; Muir, D.C.G.; Rosenberg, B. (2005). Spatial trends and factors affecting variation of organochlorine contaminants levels in Canadian Arctic beluga (*Delphinapterus leucas*). *Sci. Total Environ.* 351-352, 344-368.
- 89 Bayen, S.; Thomas, G.O.; Lee, H.K.; Obbard, J.P. (2004). Organochlorine pesticides and heavy metals in green mussel, *Perna viridis* in Singapore. *Water, Air and Soil Pollution* 155, 103-116.
- 90 Bahadur, N.P.; Shiu, W.-Y.; Boocock, D.G.B.; Mackay, D. (1997). Temperature dependence of octanol-water partition coefficient for selected chlorobenzenes. *J. Chem. Eng. Data.* 42, 685-688.
- 91 Verreault, J.; Muir, C.G.; Norstrom, R.J.; Stirling, I.; Fisk, A.T.; Gabrielsen, G.W.; Derocher, A.E.; Evans, T.J.; Dietz, R.; Sonne, C.; Sandala, G.M.; Gebbink, W.; Riget, F.F.; Born, E.W.; Taylor, M.K.; Nagy, J.; Letcher, R.J. (2005). Chlorinated hydrocarbon contaminants and metabolites in polar bears (*Ursus maritimus*) from Alaska, Canada, East Greenland, and Svalbard: 1996-2002. *Sci. Total Environ.* 351-352, 369-390.
- 92 Patton, G.W.; Walla, M.D.; Bidleman, T.F.; Barrie, L.A. (1991). Polycyclic Aromatic and Organochlorine Compounds in the Atmosphere of Northern Ellesmere Island, Canada. *J. Geophys. Res.* 96 (D6), 10867-10877.
- 93 Macgregor, K.; Oliver, I.W.; Harris, L.; Ridgway, I.M. (2010). Persistent organic pollutants (PCB, DDT, HCH, HCB & BDE) in eels (*Anguilla anguilla*) in Scotland: Current levels and temporal trends. *Environ. Poll.* 158, 2402-2411.
- 94 Cousins, A.P.; Brorström-Lundén, E.; Hedlund, B. (2012). Prioritizing organic chemicals for long-term air monitoring by using empirical monitoring data – application to data from the Swedish screening program. *Environ. Monit. Assess.* 184, 4647-4654.
- 95 Stern, G.A.; Braekevelt, E.; Helm, P.A.; Bidleman, T.F.; Outridge, P.M.; Lockhart, W.L.; McNeeley, R.; Rosenberg, B.; Ikonomou, M.G.; Hamilton, P.; Tomy, G.T.; Wilkinson, P. (2005). Modern and historical fluxes of halogenated organic contaminants to a lake in the Canadian arctic, as determined from annually laminated sediment cores. *Sci. Total Environ.* 342, 223-243.
- 96 Hoekstra, P.F.; Letcher, R.J.; O'Hara, T.M.; Backus, S.M.; Solomon, K.R.; Muir, D.C.G. (2003). Hydroxylated and methylsulfone-containing metabolites of polychlorinated biphenyls in the plasma and blubber of bowhead whales (*Balaena mysticetus*). *Environ. Toxicol. Chem.* 22 (11), 2650-2658.
- 97 Sandala, G.M.; Sonne-Hansen, C.; Dietz, R.; Muir, D.C.G.; Valters, K.; Bennett, E.R.; Born, E.W.; Letcher, R.J. (2004). Hydroxylated and methyl sulfone PCB metabolites in adipose and whole blood of polar bear (*Ursus maritimus*) from East Greenland. *Sci. Total Environ.* 331, 125-141.
- 98 Sandau, C.D.; Meerts, I.A.T.M.; Letcher, R.J.; McAlees, A.J.; Chittim, B.; Brouwer, A.; Norstrom, R.J. (2000). Identification of 4-Hydroxyheptachlorostyrene in polar bear plasma and its binding affinity to transthyretin: A metabolite of octachlorostyrene? *Environ. Sci. Technol.* 34 (18), 3871-3877.
- 99 Ballschmiter, K.; Klingler, D.; Ellinger, S.; Hackenberg, R. (2005). High resolution gas chromatography retention data as a basis for estimation of the octanol-water distribution coefficients (KOW) of PCB: the effect of experimental conditions. *Anal. Bioanal. Chem.* 382, 1859-1870.

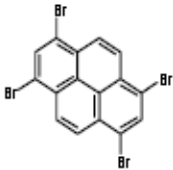
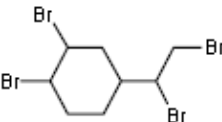
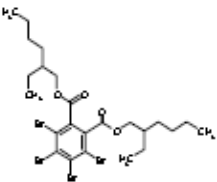
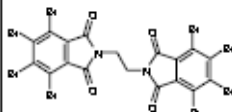
- Riget, F.; Vikelsøe, J.; Dietz, R. (2005). Levels and temporal trends of PCDD/PCDFs and non-ortho PCBs in ringed seals from East Greenland. *Mar. Poll. Bull.* 50 (12), 1523-1529.
- McKinney, M.A.; Stirling, I.; Lunn, N.J.; Peacock, E.; Letcher, R.J. (2010). The role of diet on long-term concentration and pattern trends of brominated and chlorinated contaminants in western Hudson Bay polar bears, 1991-2007. *Sci. Total Environ.* 408, 6210-6222.
- Stiehl, T.; Pfordt, J.; Ende, M. (2008). Globale Destillation. I. Evaluierung von Schadsstoffen aufgrund ihrer Persistenz, ihres Bioakkumulationspotentials und ihrer Toxizität im Hinblick auf ihren potentiellen Eintrag in das arktische Ökosystem. *Journal of Consumer Protection and Food Safety* 3, 61-81.
- Gatermann, R.; Hellou, J.; Hühnerfuß, H.; Rimkus, G.; Zitko, V. (1999). Polycyclic and nitro musks in the environment: A comparison between Canadian and European aquatic biota. *Chemosphere* 38 (14), 3431-3441.
- Duedahl-Olesen, L.; Cederberg, T.; Pedersen, K.H.; Højgård, A. (2005). Synthetic musk fragrances in trout from Danish fish farms and human milk. *Chemosphere* 61, 422-431.
- Zhang, X.; Gao, Y.; Li, Q.; Li, G.; Guo, Q.; Yan, C. (2011). Estrogenic compounds and estrogenicity in surface water, sediments, and organisms from Yundang Lagoon in Xiamen, China. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 61, 93-100.
- Genualdi, S.; Harner, T.; Cheng, Y.; MacLeod, M.; Hansen, K.M.; van Egmond, R.; Shoeib, M.; Lee, S.C. (2011). Global distribution of linear and cyclic volatile methyl siloxanes in air. *Environ. Sci. Technol.* 45, 3349-3354.
- Xue, N.; Xu, X.; Jin, Z. (2005). Screening 31 endocrine-disrupting pesticides in water and surface sediment samples from Beijing Guanting reservoir. *Chemosphere* 61, 1594-1606.
- Verreault, J.; Letcher, R.J.; Muir, D.C.G.; Chu, S.; Gebbink, W.A.; Gabrielsen, G.W. (2005). New organochlorine contaminants and metabolites in plasma and eggs of glaucous gulls (*Larus hyperboreus*) from the Norwegian Arctic. *Environ. Toxicol. Chem.* 24 (10), 2486-2499.
- López, P.; Brandsma, S.A.; Leonards, P.E.G.; de Boer, J. (2011). Optimization and development of analytical methods for the determination of new brominated flame retardants and polybrominated diphenyl ethers in sediments and suspended particulate matter. *Anal. Bioanal. Chem.* 400, 871-883.
- Larsen, E.R.; Ecker, E.L. (1987). Thermal stability of fire retardants: II. Pentabromochlorocyclohexane. *J. Fire Sci.* 5, 215-227.
- Hardy, M.L. (2004). A comparison of the fish bioconcentration factors for brominated flame retardants with their nonbrominated analogues. *Environ. Toxicol. Chem.* 23 (3), 656-661.
- Guerra, P.; Alae, M.; Jiménez, B.; Pacepavicius, G.; Marvin, C.; MacInnis, G.; Eljarrat, E.; Barceló, D.; Champoux, L.; Fernie, K. (2012). Emerging and historical brominated flame retardants in peregrine falcon (*Falco peregrinus*) eggs from Canada and Spain. *Environ. Int.* 40, 179-186.
- Norström, K.; Olsson, A.; Olsson, M.; Bergman, Å. (2004). Bis(4-chlorophenyl)sulfone (BCPS) in Swedish marine and fresh water wildlife – a screening study. *Environ. Int.* 30, 667-674.
- Schebb, N.H.; Flores, I.; Kurobe, T.; Franze, B.; Ranganathan, A.; Hammock, B.; Teh, S.J. (2011). Bioconcentration, metabolism and excretion of triclocarban in larval Quilt medaka (*Oryzias latipes*). *Aquatic Toxicol.* 105, 448-454.
- Lindström, A.; Buerge, I.J.; Poiger, T.; Bergqvist, P.-A.; Müller, M.D.; Buser, H.-R. (2002). Occurrence and environmental behavior of the bactericide Triclosan and its methyl derivative in surface waters and in wastewater. *Environ. Sci. Technol.* 36, 2322-2329.
- Deprez, N.; Eden, S.; Hoffmann, S.V.; Mason, N.J.; Delwiche, J.; Hubin-Franskin, M.-J. (2008). Electronic spectroscopy of bromopentafluorobenzene by high-resolution vacuum ultraviolet photoabsorption, electron impact, and photoelectron spectroscopies. *Int. J. Mass Spectrometry* 277, 35-40.
- Luellen, D.R.; Vadas, G.G.; Unger, M.A. (2006). Kepone in James River fish: 1976-2002. *Sci. Total Environ.* 358, 286-297.
- Bocquené, G.; Franco, A. (2005). Pesticide contamination of the coastline of Martinique. *Mar. Poll. Bull.* 51, 612-619.
- Coat, S.; Bocquené, G.; Godard, E. (2006). Contamination of some aquatic species with the organochlorine pesticide chlordecone in Martinique. *Aquatic Living Resources* 19 (2), 181-187.
- USEPA (2009). Toxicological review of chlordecone (kepone) (CAS no. 143-50-0) in support of Summary Information on the Integrated Risk Information System. EPA/635/R-07/004F, September 2009.
- Donohoe, R.M.; Curtis, L.R. (1996). Estrogenic activity of chlordecone, o,p'-DDT and o,p'-DDE in juvenile rainbow trout: induction of vitellogenesis and interaction with hepatic estrogen binding sites. *Aquatic Toxicol.* 36, 31-52.
- Banks, R.E.; Smart, B.E.; Tatlow, J.C. (1994). *Organofluorine Chemistry: Principles and Commercial Applications*. Topics in Applied Chemistry, Springer, 644 p.
- Theodoridis, G. (2006). Fluorine-Containing Agrochemicals: An Overview of Recent Developments. In: Tressaud, A. (Ed.) *Fluorine and the Environment: Agrochemicals, Archaeology, Green Chemistry & Water*. Vol. 2, pp. 121-175.
- USEPA (2009). Initial risk-based prioritization of High Production Volume (HPV) Chemicals. RH-35,201 Crude (47-51%) (CASRN 50594-77-9) CA Index Name: Phenol, 3-[2-chloro-4-(trifluoromethyl)phenoxy]-1-acetate).
- Coelhan, M.; Reil, I.; Rimkus, G.; Parlar, H. (2000). Peak patterns of chlorostyrenes in fish and fish oils from the North Atlantic. *Environ. Sci. Technol.* 34, 4695-4700.
- Larsson, P.; Bremle, G.; Okla, L. (1993). Uptake of pentachlorophenol in fish of acidified and nonacidified lakes. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 50, 653-658.
- De Silva, A.O.; Spencer, C.; Scott, B.F.; Backus, S.; Muir, D.C.G. (2011). Detection of a cyclic perfluorinated acid, perfluoroethylcyclohexane sulfonate, in the Great Lakes of North America. *Environ. Sci. Technol.* 45, 8060-8066.

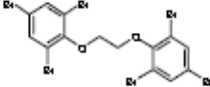
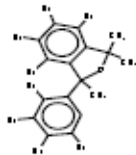
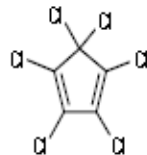
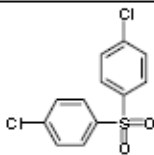
- 128 De Solla, S.R.; De Silva, A.O.; Letcher, R.J. (2012). Highly elevated levels of perfluorooctane sulfonate and other perfluorinated acids found in biota and surface water downstream of an international airport, Hamilton, Ontario, Canada. *Environ. Int.* 39, 19-26.
- 129 D'eon, J.C.; Crozier, P.W.; Furdui, V.I.; Reiner, E.J.; Lebelo, E.L.; Mabury, S.C. (2009). Perfluorinated phosphonic acids in Canadian surface waters and wastewater treatment plant effluent: Discovery of a new class of perfluorinated acids. *Environ. Toxicol. Chem.* 28 (10), 2101-2107.
- 130 Johnson-Restrepo, B.; Adams, D.H.; Kannan, K. (2008) Tetrabromobisphenol A (TBBPA) and hexabromocyclododecanes (HBCDs) in tissues of humans, dolphins and sharks from the United States. *Chemosphere* 70, 1935-1944.
- 131 Law, R.J.; Bersuder, P.; Allchin, C.R.; Barry, J. (2006). Levels of the flame retardants hexabromocyclododecane and tetrabromobisphenol A in the blubber of the harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) stranded or bycaught in the U.K., with evidence for an increase in HBCD concentrations in recent years. *Environ. Sci. Technol.* 40, 2177-2183.
- 132 Kaj, L.; Schlabach, M.; Andersson, J.; Cousins, A.P.; Schmidbauer, N.; Brorström-Lundén, E. (2005). Siloxanes in the Nordic Environment. *TemaNord* 2005:593.
- 133 OSPAR (2009). Review statement for the OSPAR background document on 2,4,6-tri-tert-butylphenol. Hazardous Substances Series. ISBN 978-1-906840-41-9.
- 134 Environment Canada (2008). Screening Assessment for the Challenge Phenol, 2,4,6-tris(1,1-dimethylethyl)- (2,4,6-tri-tert-butylphenol). Chemical Abstracts Service Registry Number 732-26-3, November 2008.

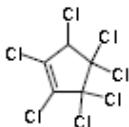
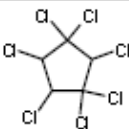
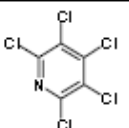
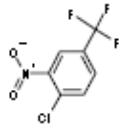
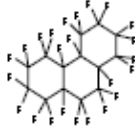
Bilag 2.

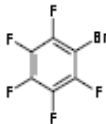
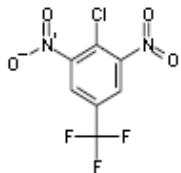
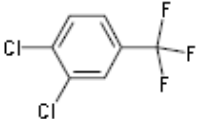
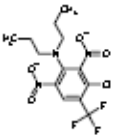
Liste af kommercielle kemikalier som kan være svært nedbrydelige og bioakkumulerende fra Howard & Muir (2010). Listen viser de 10 højest prioriterede kemikalier i grupperne af bromerede, klorerede, fluorerede og andre forbindelser samt siloxaner.

Priorities	CASRN	CASRN (without hyphens)	Mol structure	SMILES	Class ^a	Vapor Pressure, estimate (mmHg) ^b	Vapor Pressure, estimate (Pa)	Atmospheric Oxidation time ^c	Log K _{ow}	Log K _{oc}	Log K _{oa}	BCF	Log BCF	Comment
Top 10 Brominated	000087-84-3	87843		<chem>BrC(C(C(Br)C(Br)C1Br)Cl)ClBr</chem>	Br	3.46E-06	4.61E-04	15.71	-4.41	4.71	9.12	860	3	Analyzable with HCHs. LD polystyrene foam: 1 – 2 parts of [CASRN 3194-55-6], pentabromomonochlorocyclohexane (Dow Chemical 651P) [CASRN 87-84-3] and [CASRN 3322-93-8] produce foam meets building code in US – Ullmann Encyclo., Zitko, Detection of brominated flame retardants in styrofoam.
Top 10 Brominated	000079-94-7	79947		<chem>Oc1c(cc(c1)C(c2cc(c(O)c2Br)Br)c2)(C)C(Br)c1Br</chem>	Br	3.46E-11	4.61E-09	3.62	-11.02	7.20	18.22	13550	4	Tetrabromobisphenol-A – TBBPA is one of a few compounds can be used as an additive (primarily in ABS – largest volume in ABS and most cost effective) in one application and as a reactive in another (Mack, 2004). Reactive flame-retarded polycarbonate.
Top 10 Brominated	003194-55-6	3194556		<chem>BrC(C(Br)CC(C(Br)C(Br)CC(C(Br)C(Br)Cl)Cl</chem>	Br	1.68E-08	2.24E-06	2.13	-4.15	7.74	11.89	6211	4	Hexabromocyclododecane. Limited Great Lakes measurements. Possible penta-BDE replacement. Use as an additive flame retardant for extruded and expanded polystyrene foam, crystal and high-impact polystyrene, SAN (Styrene-Acrylonitrile) resins, adhesives, and coatings. Third most widely used BFR, Several EST monitoring studies.

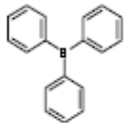
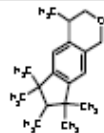
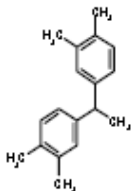
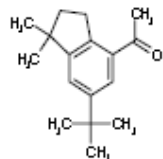
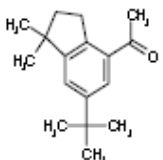
Top 10 Brominated	000128-63-2	128632		<chem>c(c(c(c(c1Br)Br)cc2)c1cc3)(c2c(cc4Br)Br)c34</chem>	Br	4.06E-10	5.41E-08	6.57	-5.07	8.49	13.56	2424	3	Tetrabromopyrene. Possible intermediate rather than BFR. Could be very light sensitive. No K-O, Ullmann, EFDB, TOXNET. Organic electroluminescent (EL) displays – may be intermediate, next-generation display capable of replacing LCDs (liquid crystal displays) European Patent.
Top 10 Brominated	003322-93-8	3322938		<chem>BrCC(Br)C(CC(Br)C1Br)C1</chem>	Br	1.05E-04	1.40E-02	2.20	-2.77	5.24	8.01	2153	3	Limited environmental measurements. Production volume in the 10,000-500,000 pounds/year range for all 5 reporting years of IUR/CUS and appears to be both persistent (P) and bioaccumulative (B) based upon QS ARs. Additive flame retardant in polystyrene, polyurethane, and polyvinyl chloride – Ashford 1994. Tomy et al. 2008 detection in Beluga whale blubber TBECH.
Top 10 Brominated	026040-51-7	26040517		<chem>O=C(OCC(CC(CC)CC)c(c(c(c1Br)Br)Br)C(=O)OCC(CCC)CC)c1Br</chem>	Br	1.71E-11	2.28E-09	0.49	-4.91	11.95	16.86	3	0	Possible penta-BDE replacement; hydrolysis to diacid – LOGKOW 4.6 – looks very persistent; maybe amendable to GC-MS. LOGKOW 11.95 but may hydrolysis to diacid – LOGKOW 4.6 – looks very persistent. Mack (2004) FRP-45 (Unitek) DP45 (Great Lakes) – flame-retardant plasticizer (45% bromine) – main application in PVC coatings. Detected in U.S. house dust (Stapleton et al.).
Top 10 Brominated	032588-76-4	32588764		<chem>O=C(N(C(=O)c1c(c(c(c2Br)Br)Br)Br)CCN(C(=O)c(c3c(c(c4Br)Br)Br)c4Br)C3(=O)c12</chem>	Br	2.54E-22	3.39E-20	0.27	-18.83	9.80	28.63	10	1	May yield tetrabromophthalic degradation products. Saytex BT-93 flame retardant, in many systems more effective than decabromodiphenyl oxide even though lower bromine content.

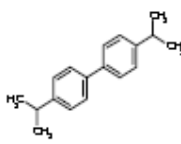
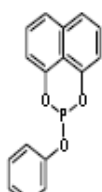
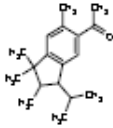
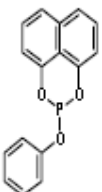
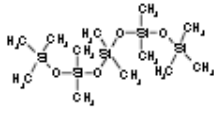
Top 10 Brominated	037853-59-1	37853591		<chem>O(c(c(cc(c1)Br)Br)c1Br)CCOc(c(cc(c2)Br)Br)c2Br</chem>	Br	2.38E-10	3.17E-08	0.72	-6.52	9.15	15.67	74	2	Replacement for penta and decabromo BDEs. Limited measurements in the Great lakes region. Another BFR production 1-10M last two years. Another BFR production 1-10M last two years. Tree bark – Zhu and Hites, ES T40:3711-16(2006). Atmosphere above Great Lakes – Venier and Hites ES T 42: 4745-4751 (2008) KO – additive BFR, good UV stability – used in ABS resins.
Top 10 Brominated	155613-93-7	155613937		<chem>CC3(C)OC(C)(c1cc(Br)c(Br)c(Br)c1Br)c2c(Br)c(Br)c(Br)c(Br)c23</chem>	Br	1.23E-12	1.64E-10	6.20	-6.91	11.80	18.71	1	0	Octabromo-1,1,3-trimethyl-3-phenylindane; should be analyzable by GC/MS with PBDEs. EFDB, HSDB, KO – additive BFR. Produced by dimerization of alpha-methylstyrene and then bromination. Can't form brominated dioxins and furans.
Top 10 Chlorinated	000077-47-4	77474		<chem>C(=C(C(=C1C1)Cl)Cl)(C1(Cl)Cl)Cl</chem>	Cl	4.88E-02	6.51E+00	26.99	-1.06	4.63	5.69	1516	3	Analog search maleic anhydride analog – 1M-10M, acid varies 2002, 500K-1M, 2-EH ester of acid 10K-500K, dichlorane Plus 1M-10M, heptachlorocyclopentene – 1M-10M but no derivatives – used in polymers?? KO reactive intermediate; used to manufacture flame retardant for use in the wire and cable industry as well as the preparation of chlorendic anhydride. ES IS PBT deferred.
Top 10 Chlorinated	000080-07-9	80079		<chem>O=S(=O)(c1ccc(Cl)cc1)c2ccc(Cl)cc2</chem>	Cl	8.09E-07	1.08E-04	218.86	-5.25	3.90	5.76	200	2	Bis-(4-chlorophenyl) sulfone has been reported in wildlife by Olsson and Bergman 1995. KO: used to make commercial polyphenylsulfone engineering thermoplastic. No Ullmann.

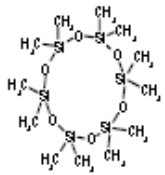
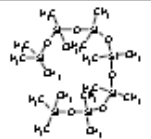
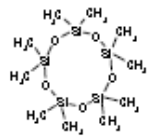
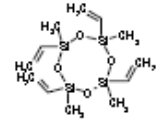
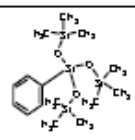
Top 10 Chlorinated	062111-47-1	62111471		<chem>ClC1(C(C(Cl)C(=C1)Cl)Cl)Cl</chem>	Cl	5.07E-03	6.76E-01	2.66	-1.99	4.44	6.43	521	3	One of a series of chlorinated cyclopentane derivatives; likely easily analyzed by GC analysis. Use –olefin–polymer monomer? Not in KO or Ullmann, polymer monomer? Intermediate for hexachlorocyclopentadiene.
Top 10 Chlorinated	068258-90-2	68258902		<chem>ClC1(C(C(C(Cl)Cl)Cl)Cl)Cl</chem>	Cl	2.54E-03	3.39E-01	93.49	-2.56	4.03	6.59	253	2	One of a series of chlorinated cyclopentane derivatives; likely easily analyzed by GC analysis. Use? No use in KO or Ullmann. KO –Cheug (2001) Tetrachlorocyclopentane is produced first, by chlorine addition, and is then converted to octachlorocyclopentane [no hepta?] by catalytic chlorination over arsenious oxide or phosphorus pentachloride at 175.2
Top 10 Chlorinated	068412-40-8	68412408		<chem>Clc1c(Cl)c(Cl)c(Cl)c(Cl)c1</chem>	Cl	7.85E-04	1.05E-01	974.13	-0.59	4.03	4.62	104	2	Like other chloropyridines, looks persistent. Probably persistent. Uses –pesticide intermediate? No use in KO or Ullmann for CAS RN; probably persistent. Uses – KO Scriven and Murugan (2005), 2,3,5,6-tetrachloropyridine [CAS RN 2402-79-1] used in the synthesis of the insecticide chlorpyrifos [CAS RN 2921-88-2] (43)(57), and the insecticide triclopyr [CAS RN 55225-06-2]
Top 10 Fluorinated	000121-17-5	121175		<chem>O=N(=O)c(c(cc1C(F)(F)F)Cl)c1</chem>	F	1.18E-01	1.57E+01	3724.92	-2.25	3.42	2.28	86	2	Probably very P but not B. Use in crop protection applications (KO).
Top 10 Fluorinated	000306-91-2	306912		<chem>FC2(F)C1(F)(C(F)(F)C(F)(F)C(F)(F)C3(F)(C(F)C2(F)F)C(F)(F)C(F)(F)C(F)(F)C3(F)F))</chem>	F	3.21E-01	4.28E+01		8.78	9.58	-2.60	19	1	Perfluorinate = P. Unknown B. Perfluoroperhydrophenanthrene has several diverse applications, ranging from a vapor-phase soldering agent for fabrication of printed circuits to a substitute for internal eye fluid in remedial eye surgery (KO).

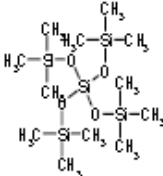
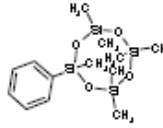
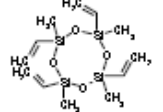
Top 10 Fluorinated	000344-04-7	344047		<chem>Fc1c(c(F)c(F)c1F)Br</chem>	F	7.29E+00	9.72E+02	1025.74	-0.72	3.88	1.21	196	2	Definitely P – not very B. Preparation of decafluorobiphenyl (KO).
Top 10 Fluorinated	000393-75-9	393759		<chem>N(=O)(=O)c1c(Cl)c(N(=O)=O)cc(C(F)(F)F)c1</chem>	F	3.81E-04	5.08E-02	16206.04	-4.66	3.24	7.90	17	1	1-Chloro-2,6-dinitro-4-(trifluoromethyl)benzene. Predicted to be very P, no recent production. Very P, 2 NO2, Cl, triFmethyl – use in crop protection applications KO; also dehalogenation-reduction to 3,5-diaminobenzotrifluoride, an intermediate for specialty polymers.
Top 10 Fluorinated	000328-84-7	328847		<chem>FC(F)(F)c1ccc(Cl)c(Cl)c1</chem>	F	1.32E+00	1.76E+02	132.87	0.02	4.24	4.22	370	3	3,4-Dichlorobenzotrifluoride. Looks very P, pesticide/drug intermediate? Use in manufacture of the pre-emergent herbicide with a diphenyl ether structure KO, Ullmann. Oliver, B G and Nicol, KD (1984) EFDB in Niagara R.
Top 10 Fluorinated	029091-20-1	29091201		<chem>N(=O)(=O)c1c(Cl)c(C(F)(F)F)c1N(=O)(=O)N(CCC)CCC</chem>	F	3.52E-07	4.69E-05	535	-2.19	5.96	4.76	7688	4	P&B, dinitroamine pesticide? NOT in KO or Ullmann. Internet: herbicide chemicals.

Top 10 Fluorinated	050594-77-9	50594779		O=C(Oc(c(cc(Cl)C(F)(F)F)Cl)c1ccccc1)OC(=O)C	F	1.41E-05	1.88E-03	2.56	-3.43	4.41	784	500	3	Intermediate in pesticide production. Ester will hydrolyze rapidly (LOGKOW of phenol 4.34), persistent metabolites? Could be amenable to GC analysis or as phenolic degradation product. No KO or Ullmann. Used in the production of pesticides (HPV – Dow submission).
Top 10 Fluorinated	067584-42-3	67584423		O=S(=O)([K])(OS(=O)(F)(F)FC(F)(F)F)C(F)(F)F	F	1.57E-09	2.09E-07	f	-9.83	0.47	10.30	3	0	Maybe analyzable along with other perfluoroalkane sulfonates. See precursor CASRN 68156-06-9. Per F = P. Not in KO or Ullmann. Internet: a fluorinated substance found in impregnated consumer products and impregnating agents.
Top 10 Fluorinated	002374-14-3	2374143		FC(C([Si](O)(CCC(F)(F)F)C(CCC(F)(F)F)C)X(F))	F	3.03E-01	4.04E+01	2.39	3.84	8.66	4.82	343	3	Fluorinated cyclic siloxane. May be analyzable with other cyclic siloxanes by GC-MS. KO – key industrial monomer in production of poly(fluorosilicon)s...produced by the hydrosilylation of 3,3,3-trifluoropropene with methyldichlorosilane.
Top 10 Fluorinated	068412-68-0	68412680		FC(F)(F)C(F)(F)C(F)(F)C(F)(F)P(=O)(O)	F	5.21E-04	6.95E-02	38.20	-3.36	6.48	9.84	19510	4	Perfluoroalkyl (C6-C12) phosphonic acid. May be analyzable as is by LC-MS. May degrade to PFNA or PFOA. Per F = P, C8, not PFOA. Not in KO or Ullmann. Internet: fluorinated substance in impregnated consumer products and impregnating agents.
Top 10 Other	000732-26-3	732263		Oc(c(cc(Cl)C(C)(C)C)C(C)(C)C)C1CCCC1	Other	2.00E-04	2.67E-02	0.67	-3.40	6.39	9.79	3282	4	2,4,6-Tri-tert-butylphenol; experimental P, like BHT oxidize to quinone? Experiment P, like BHT oxidize to quinone? It is the starting material for the synthesis of 2,6-di-tert-butyl-4-methoxyphenol which is a powerful antioxidant (Ullmann).

Top 10 Other	000960-71-4	960714		<chem>c1ccc(cc1)B(c2ccccc2)c3ccccc3</chem>	Other	2.47E-05	3.29E-03	1.83	-3.00	5.52	8.52	3558	4	Check stability of aromatic boranes. Organic synthesis (Ullmann – organoboranes).
Top 10 Other	001222-05-5	1222055		<chem>O(C(C(c1cc(c2C(C3C(C)C)C)C)C)C)C1</chem>	Other	8.81E-05	1.17E-02	0.28	-2.27	6.26	8.53	13200	4	Galaxolide. Highly branched cyclopentyl ring fused on benzene – musk? Use? LOGKOW 6.26 – could be P. 20% detected; Kolpin et al. 2004; HHCB. Galaxolide – detergent fragrances (KO); popular ingredient of perfume compositions for soaps, detergents, and cosmetics (Ullmann).
Top 10 Other	001742-14-9	1742149		<chem>c(ccc(c1C)C)(c1C)c(ccc(c2C)C)C</chem>	Other	7.25E-05	9.67E-03	0.33	-1.41	6.34	7.75	15170	4	Highly substituted, P? No KO or Ullmann. NOES lists "electrical and electronic technicians" exposures.
Top 10 Other	013171-00-1	13171001		<chem>O=C(c(c(c(c1C)C(C)C)C)C)C2(C)C(C)C2)c1C</chem>	Other	1.44E-04	1.92E-02	1.44	-2.75	5.93	8.58	1057	3	Musk dimethyl indane. Detected by Peck et al. 2006 in Great Lakes Sediment (ADBI – Celestolide) – musk fragrance that does not occur in nature Fahlbusch et al. (2002).
Top 10 Other	013171-00-1	13171001		<chem>O=C(c(c(c(c1C)C(C)C)C)C)C2(C)C(C)C2)c1C</chem>	Other	1.44E-04	1.92E-02	1.44	-2.75	5.93	8.58	1057	3	Musk dimethyl indane. Detected by Peck et al. 2006 in Great Lakes Sediment (ADBI – Celestolide) – musk fragrance that does not occur in nature Fahlbusch et al. (2002).

Top 10 Other	069009-90-1	69009901		<chem>CC(c1ccc(cc1)c2ccc(cc2)C(C)C)C</chem>	Other	7.35E-05	9.80E-03	0.84	-1.20	6.67	7.87	27240	4	Substituted biphenyl. Not P but could be B. Analyzable with other hydrocarbons. Not that P but could be B. Diisopropylbiphenyl formulations are used as dielectric fluid in capacitors as a PCB replacement (HSDB).
Top 10 Other	000101-02-0	101020		<chem>O(c1ccc(cc1)c2ccc(cc2)C(C)C)C</chem>	P	7.63E-05	1.02E-02	0.99	-4.66	6.62	11.28	25170	4	HSDB – chemical intermediate, stabilizer systems for resins, metal scavenger, diluent for epoxy resins. Might oxidize to the triphenyl phosphate since it is used as an antioxidant. Triethyl phosphite goes to diethyl and monoethyl phosphonate (HPVIS).
Top 10 Other	068140-48-7	68140487		<chem>O=C(c1ccc(cc1)C(C)C)C(C)C</chem>	Other	6.83E-05	9.11E-03	0.55	-2.76	6.31	9.07	2080	3	Musk methyl ketone. Great Lakes measurements. Analyzable with other hydrocarbons/substituted benzenes by GC-MS. Detected in Great Lakes sediments Peck et al. 2006 A TII (Traseolide) Gaternann et al. 2002A in fish. Musk fragrance used in perfume compositions for soaps and detergents (Ullmann).
Top 10 Other	000101-02-0	101020		<chem>O(c1ccc(cc1)c2ccc(cc2)C(C)C)C</chem>	P	7.63E-05	1.02E-02	0.99	-4.66	6.62	11.28	25170	4	HSDB – chemical intermediate, stabilizer systems for resins, metal scavenger, diluent for epoxy resins. Might oxidize to the triphenyl phosphate since it is used as an antioxidant. Triethyl phosphite goes to diethyl and monoethyl phosphonate (HPVIS).
Top 10 Siloxanes	000141-63-9	141639		<chem>C[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)C</chem>	Si	7.04E-02	9.39E+00	596	1.51	6.52	5.01	8318	4	Dodecamethylpentasiloxane. May have similar properties to D5 cyclic siloxane which has been analyzed by GC-MS.

Top 10 Siloxanes	000540-97-6	540976		<chem>C[Si]1(O[Si](O[Si](C)(C)O[Si](O1)(C)C)(C)(C)C(C)C)C</chem>	Si	3.55E-02	4.73E+00	596	0.83	6.33	5.50	14890	4	D. Methodology under development; some environmental measurements in the Great Lakes. Uses (polydimethylsiloxanes) from Ullmann – antifoams in aqueous systems, petroleum processing, and laundry detergents...antiflatulent agents...lubricants (e.g., for films, yarn, medical articles, wire coats, and fillers).
Top 10 Siloxanes	000541-01-5	541015		<chem>C[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)C</chem>	Si	9.23E-03	1.23E+00	447	0.78	7.69	6.91	34360	5	Methodology under development; some environmental measurements. P&B. No data in KO or Ullmann.
Top 10 Siloxanes	000541-02-6	541026		<chem>C[Si]1(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O1</chem>	Si	2.18E-01	2.91E+01	7.15	0.69	5.71	5.02	2014	3	D5. Methodology under development; some environmental measurements in the Great Lakes. Uses (HSDB) – cosmetics and toiletries; vehicle and end blocking agent in antiperspirants and in aerosol products containing insoluble powders.
Top 10 Siloxanes	002554-06-5	2554065		<chem>C=C[Si]1(O[Si](O[Si](O1)(C=C)C)(C=C)C(C=C)C)C</chem>	Si	1.07E-01	1.43E+01	0.10	0.56	6.51	5.95	20410	4	2,4,6,8-Tetravinyl-2,4,6,8-tetramethylcyclotetrasiloxane. Similar to D4 in terms of physical-chemical properties. Should be amenable to GC-MS analysis. Ullmann – industrially important (no specific data). Not in KO.
Top 10 Siloxanes	002116-84-9	2116849		<chem>C[Si](O[Si](c1ccccc1)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)C)C</chem>	Si	2.35E-03	3.13E-01	3.24	0.16	7.15	6.99	40260	5	May be analyzable with similar methodology as cyclic siloxanes. P&B. Check trialkoxysiloxanes – hydrolysis? P&B. Check trialkoxysiloxanes – hydrolysis? No data in KO or Ullmann.

Top 10 Siloxanes	003555-47-3	3555473		<chem>[Si](O[Si](O[Si](C)(C)C)O[Si](C)(C)C)O[Si](C)(C)C)(C)C</chem>	Si	1.51E-01	2.01E+01	5.96	1.51	6.52	5.01	20860	4	Tetrakis(trimethylsilyloxy)silane or Trisiloxane. Used as a pesticide adjuvant. Maybe analyzable by GC-MS although highly volatile similar to D6. Not in KO or Ullmann.
Top 10 Siloxanes	010448-09-6	10448096		<chem>C[Si]1(C2=CC=CC=C2)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O[Si](C)(C)O1</chem>	Si	2.56E-03	3.41E-01	3.57	-0.66	6.30	6.96	14260	4	Heptamethyl-phenyl-cyclotetrasiloxane. Should be analyzable by GC-MS similar to cyclic siloxanes. No data in KO or Ullmann.
Top 10 Siloxanes	002554-06-5	2554065		<chem>C=C[Si]1(O[Si](O[Si](O1)(C=C)C)(C=C)C)(C=C)C</chem>	Si	1.07E-01	1.43E+01	0.10	0.56	6.51	5.95	20410	4	2,4,6,8-Tetravinyl-2,4,6,8-tetramethylcyclotetrasiloxane. Similar to D4 in terms of physical-chemical properties. Should be amenable to GC-MS analysis. Ullmann – industrially important (no specific data). Not in KO.

Bilag 3.

Liste over kemikalier der produceres i stor mængde og som er forudset at blive kontaminanter i Arktis eller som har strukturformler som ligner kendte kontaminanter i Arktis (Brown & Wania, 2008).

TABLE 1. High Production Volume Chemicals Predicted to Become Arctic Contaminants or Which Match the Structural Profile of Known Arctic Contaminants

CAS	AC-BAP ^a	persistent ^b	profile ^c	pesticide ^d	name
115286	no	no	yes	no	1,4,5,6,7,7-hexachloro-5-norbornene-2,3-dicarboxylic acid
1691992	no	no	yes	no	<i>N</i> -ethyl-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro- <i>N</i> -(2-hydroxyethyl)-1-octanesulfonamide
2157199	no	no	yes	no	Endosulfan alcohol
25637994	no	no	yes	no	hexabromocyclododecane (1,3,5,7,9,11-hexabromocyclododecane) ^e
27905459	no	no	yes	no	3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluorodecyl, 2-propenoic acid ester
61262531	no	no	yes	no	1,1'-[1,2-ethanediylbis(oxy)]bis-2,3,4,5,6-pentabromobenzene
77474	no	yes	yes	yes	1,2,3,4,5,5-hexachloro-1,3-cyclopentadiene
87616	no	yes	yes	no	1,2,3-trichlorobenzene
87683	no	yes	yes	no	1,1,2,3,4,4-hexachloro-1,3-butadiene
98157	no	yes	yes	no	1-chloro-3-(trifluoromethyl)-benzene
98464	no	yes	yes	no	1-nitro-3-(trifluoromethyl)-benzene
98566	no	yes	yes	no	1-chloro-4-(trifluoromethyl)-benzene
108770	no	yes	yes	no	2,4,6-trichloro-1,3,5-triazine
115253	no	yes	yes	no	octafluorocyclobutane
120821	no	yes	yes	yes	1,2,4-trichlorobenzene
307357	no	yes	yes	no	1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro-1-octanesulfonyl fluoride
311897	no	yes	yes	no	1,1,2,2,3,3,4,4,4-nonafluoro- <i>N,N</i> -bis(nonafluorobutyl)-1-butanamine
328847	no	yes	yes	no	1,2-dichloro-4-(trifluoromethyl)-benzene
329011	no	yes	yes	no	1-isocyanato-3-(trifluoromethyl)-benzene
335422	no	yes	yes	no	heptafluoro-butanoyl fluoride
338841	no	yes	yes	no	1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,5-undecafluoro- <i>N,N</i> -bis(undecafluoropentyl)-pentanamine
423507	no	yes	yes	no	1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-tridecafluoro-1-hexanesulfonyl fluoride
428591	no	yes	yes	no	trifluoro(trifluoromethyl)-oxirane
647427	no	yes	yes	no	3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-1-octanol
678397	no	yes	yes	no	3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptadecafluoro-1-decanol
719324	no	yes	yes	no	2,3,5,6-tetrachloro-1,4-benzenedicarbonyl dichloride
865861	no	yes	yes	no	3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,12,12,12-heneicosafuoro-1-dodecanol
1163195	no	yes	yes	no	decabromodiphenylether (BDE-209)
1737935	no	yes	yes	no	3,5-dichloro-2,4,6-trifluoropyridine
1897456	no	yes	yes	yes	Chlorothalonil
1918021	no	yes	yes	yes	Picloram
1929824	no	yes	yes	yes	Nitrapyrin
2043530	no	yes	yes	no	1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8-heptadecafluoro-10-iododecane
2043541	no	yes	yes	no	1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10-heneicosafuoro-12-iododecane
2043574	no	yes	yes	no	1,1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-tridecafluoro-8-iodooctane
2402791	no	yes	yes	no	2,3,5,6-tetrachloropyridine
3194556	no	yes	yes	no	1,2,5,6,9,10-hexabromocyclododecane
3825261	no	yes	yes	no	ammonium perfluorooctanoate
5848931	no	yes	yes	no	5-chloro-3-(trichloromethyl)-1,2,4-thiadiazole
10469097	no	yes	yes	no	3,4,5,6-tetrachloro-2-pyridinecarboxylic acid
14143603	no	yes	yes	no	4-amino-3,5,6-trichloro-2-pyridinecarbonitrile
17824838	no	yes	yes	no	3,4,5,6-tetrachloro-2-pyridinecarbonitrile
32534819	no	yes	yes	no	pentabromodiphenylether (BDE-99) ^e
32536520	no	yes	yes	no	octabromodiphenylether (BDE-203) ^e
36483600	no	yes	yes	no	hexabromodiphenylether (BDE-167) ^e
40088479	no	yes	yes	no	tetrabromodiphenylether (BDE-55) ^e
52314677	no	yes	yes	no	3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethyl-cyclopropanecarbonyl chloride
59808785	no	yes	yes	no	tetrachlorocyclopentane (1,2,3,4-tetrachlorocyclopentane) ^e
60825265	no	yes	yes	no	(3,5,6-trichloro-2-pyridinyl)oxy-acetic acid, methyl ester
63936561	no	yes	yes	no	nonabromodiphenylether (BDE-206) ^e
68928803	no	yes	yes	no	heptabromodiphenylether (BDE-173) ^e
69045789	no	yes	yes	no	2-chloro-5-trichloromethylpyridine
86508421	no	yes	yes	no	perfluoro compounds C5–18 (perfluoroundecane) ^e
138495428	no	yes	yes	no	1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-decafluoropentane

163702076	no	yes	yes	no	1,1,1,2,2,3,3,4,4-nonafluoro-4-methoxy-butane
101053	yes	no	yes	yes	Anilazine
115275	yes	no	yes	no	1,4,5,6,7,7-hexachloro-5-norbornene-2,3-dicarboxylic anhydride
115297	yes	no	yes	yes	Endosulfan
3278895	yes	no	yes	no	1,3,5-tribromo-2-(2-propenyloxy)-benzene
3734483	yes	no	yes	no	Chlordene
24448097	yes	no	yes	no	1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptaecafluoro- <i>N</i> -(2-hydroxyethyl)- <i>N</i> -methyl-1-octanesulfonamide
78637	yes	yes	no	no	1,1'-(1,1,4,4-tetramethyl-1,4-butanediyl)bis[2-(1,1-dimethylethyl) peroxide]
80079	yes	yes	no	no	1,1'-sulfonylbis[4-chlorobenzene]

Bilag 4.

Top 30 liste over svært nedbrydelige og bioakkumulerende kemikalier med potentiale for at blive transporteret over store afstande (Muir & Howard, 2006).

TABLE 2. Top 30 Bioaccumulative and Persistent Substances Based on Data Assembled for the Environment Canada DSL Categorization^a

no.	chemical name	CAS no.	log K_{ow}	Log BCF ^b	log BCF ^c	degradation ^d $t_{1/2}$ (d)	media ^e	production volume ^f
1	[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine, <i>N,N</i> -bis(2,4-dinitrophenyl)-3,3'-dimethoxy-	29398967	6.94	4.74	4.65	182	W	LPVC
2	benzenamine, 4,4'-(1-methylethylidene)bis(4,1-phenyleneoxy))bis-	13080869	6.88	4.76	4.60	182	S	TSCA
3	1-naphthalenemethanol, α,α -bis[4-(dimethylamino)phenyl]-4-(phenylamino)-	6786830	7.21	4.63	4.52	182	W	LPVC
4	1-octanesulfonamide, 1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-heptadecafluoro- <i>N</i> -(2-hydroxyethyl)- <i>N</i> -methyl-	24448097	7.29	4.59	4.42	182	A	HPV
5	spiro[isobenzofuran-1(3H),9'-[9H]xanthen]-3-one, 3',6'-bis(diethylamino)-	509342	6.63	4.82	4.41	182	S	LPVC
6	spiro[isobenzofuran-1(3H),9'-[9H]xanthen]-3-one, 6-(diethylamino)-3-methyl-2-(phenylamino)-	29512490	7.32	4.57	4.38	182	S	HPV
7	peroxide, [1,3(or 1,4)-phenylenebis(1-methylethylidene)]bis[(1,1-dimethylethyl)	25155253	7.34	4.56	4.35	182	S	HPV
8	peroxide, (1,1,4,4-tetramethyl-1,4-butanediyl)bis[(1,1-dimethylethyl)	78637	6.55	4.82	4.35	182	AS	HPV
9	anthra[2,1,9-def:6,5,10-d'e'f']diisoquinoline-1,3,8,10(2H,9H)-tetrone, 2,9-bis(3,5-dimethylphenyl)-	4948156	7.36	4.54	4.31	182	W	LPVC
10	anthra[2,1,9-def:6,5,10-d'e'f']diisoquinoline-1,3,8,10(2H,9H)-tetrone, 2,9-bis(4-chlorophenyl)-	2379773	6.46	4.83	4.28	182	W	LPVC
11	spiro[isobenzofuran-1(3H),9'-[9H]xanthen]-3-one, 2',4',5',7'-tetrabromo-3',6'-dihydroxy-	15086949	6.91	4.75	4.22	182	S	LPVC
12	1,4-benzenediamine, <i>N,N</i> -di-2-naphthalenyl-	93469	6.39	4.83	4.22	60	W	LPVC
13	cyclohexasiloxane, dodecamethyl- (D6)	540976	6.33	4.83	4.17	60	A	LPVC
14	perlyo[3,4-cd:9,10-c'd']dipyran-1,3,8,10-tetrone	128698	6.26	4.82	4.12	182	S	LPVC
15	1-naphthalenepropanol, α -ethenyldecahydro-2-hydroxy- α ,2,5,5,8a-pentamethyl-, [1R-[1 α (R*),2,4a,8a]]-	515037	6.00	4.78	3.92	182	S	
16	benzene, 1,1-oxybis-, pentabromo deriv. (pentaBDE)	32534819	7.66	4.35	3.91	182	S	HPV
17	adenosine, <i>N</i> -benzoyl-5-o-[bis(4-methoxyphenyl)phenylmethyl]-2'-deoxy-	64325786	5.94	4.76	3.88	182	WS	
18	methylum, bis(4-amino-3,5-dimethylphenyl)(2,6-dichlorophenyl)-, phosphate (1:1)	72812396	5.94	4.76	3.88	182	WS	
19	ethanol, 2,2-[(1-methylethylidene)bis[(2,6-dibromo-4,1-phenyleneoxy)]bis-	4162452	6.78	4.79	3.87	182	S	LPVC
20	benzenamine, 4,4',4''-methylidynetris[<i>N,N</i> -dimethyl-	603485	5.90	4.75	3.84	182	WS	TSCA
21	peroxide, (1,1,4,4-tetramethyl-2-butyne-1,4-diyl)bis[(1,1-dimethylethyl)	1068275	5.84	4.73	3.80	182	AS	TSCA
22	cyclododecane, 1,2,5,6,9,10-hexabromo- (HBCD)	3194556	7.74	4.29	3.79	60	S	HPV
23	benzene, 1,1'-(chlorophenylmethylene)bis[4-methoxy-	40615369	5.74	4.69	3.72	60	S	
24	1,3-isobenzofurandione, 4,5,6,7-tetrabromo-	632791	5.63	4.64	3.63	182	S	LPVC
25	propanedinitrile, [[4-[[2-(4-cyclohexylphenoxy)ethyl]ethylamino]-2-methylphenyl]methylene]-	54079537	7.88	4.18	3.60	182	WS	LPVC
26	phosphonium, triphenyl(phenylmethyl)-, salt with 4,4-[2,2,2-trifluoro-1-(trifluoromethyl)ethylidene]bis[phenol] (1:1)	75768659	5.54	4.59	3.56	182	S	
27	5H-3,5a-epoxynaphth[2,1-c]oxepin, dodecahydro-3,8,8,11a-tetramethyl-	57345194	5.47	4.55	3.51	182	S	
28	oxirane, 2,2,2,2-[1,2-ethanediyliidenetetrakis(4,1-phenyleneoxymethylene)]tetrakis-	7328974	5.46	4.55	3.50	182	S	HPV
29	phosphorous acid, (1-methylethylidene)di-4,1-phenylene tetrakis[(3-ethyl-3-oxetanyl)methyl] ester	53184751	7.96	4.12	3.49	182	S	LPVC
30	1H-indene, 2,3-dihydro-1,1,3,3,5-pentamethyl-4,6-dinitro-	116665	5.39	4.51	3.45	182	S	

^a Chemicals were sorted by (a) BCF calculated with the BCF Max and BCFwin models and (b) biodegradation $t_{1/2}$ Life. Only substances also listed on either TSCA and/or EINECS lists of chemicals in commerce were included. ^b BCF max estimate by the model of Dimitrov et al. (39). ^c BCF values created by BCFWIN v 2.15. ^d Ultimate degradation $t_{1/2}$ (day) using Ultimate Survey Model in SRC's BIOWIN model, v 4.01 which predicts mineralization. Results from this model have been converted to half-lives based on an extrapolation procedure outlined in the Environment Canada DSL categorization guidance document (34). ^e The environmental distribution estimated using a level 1 fugacity model. A = air, S = soil, W = water. ^f All substances reported to be used at > 1 t/y in Canada in the 1980s. HPV = Substance is listed on OECD HPV chemical list (12) and/or U.S. EPA HPV list (15); LPVC = substance produced or imported in the EU at > 10 t/y (10); TSCA = produced or imported in the U.S.A at > 4.5 t/y

Bilag 5.

Rangordning af kemikalier i en prioritering for luftmonitoringen i Sverige (Cousins et al., 2012). Udvælgelsen er baseret på detektionsfrekvenser, deposition, antal målinger og tildelte scores.

Name	CAS no.	Dfback, air	Dfback, nair dep	n	dep	Score (n)	Score DF	Total score
Short-chain chlorinated paraffins (C10–C13)	85535-84-8	90	n.a.	10		3	3	9
Perfluorooctane sulfonate	2795-39-3	100	n.a.	5		2	3	6
Octachlorostyrene	29082-74-4	100	n.a.	8		2	3	6
1,2,5,6,9,10-Hexabromocyclododecane	3194-55-6	83	100	6	4	2	2	4
Hexachlorobenzene	118-74-1	100	100	4	1	1	3	3
Pentachloroanisole	1825-21-4	100	50	4	4	1	3	3
Decamethylcyclopentasiloxane	541-02-6	100	n.a.	3		1	3	3
Octamethylcyclotetrasiloxane	556-67-2	100	n.a.	3		1	3	3
Pentachlorobenzene	608-93-5	100	100	4	1	1	3	3
1,2,3,4-Tetrachlorobenzene	634-66-2	100	100	4	1	1	3	3
Hexachlorobutadiene	87-68-3	100	100	4	1	1	3	3
Dodecamethylcyclohexasiloxane	540-97-6	67	n.a.	3		1	2	2
Perfluorodecane sulfonate	67906-42-7	20	n.a.	5		2	1	2
1,2,4,5-Tetrachlorobenzene	95-94-3	75	100	4	1	1	2	2

Bilag 6.

Liste over medikamenter som produceres i store mængder og som potentielt er svært nedbrydelige og bioakkumulerende (Howard & Muir, 2011).

ID	name	B ^b	KOWWIN ^c	P ^b	BIOWIN1 ^d	BIOWIN5 ^e	comment ^b	rank 2006 ^b	sales 2006 ^b
000058-33-3	Promethazine DM	x	2.97	x	0.3895	-0.2709	Top 300		
000060-87-7	Promethazine	x	4.49	x	0.2016	-0.238	Top 300		
000068-88-2	Hydroxyzine	x	2.36	x	-0.0844	-0.0633	Top 300		
000077-19-0	Dicyclomine	x	6.05	x	0.3852	0.5261	Top 300; ester might metabolize - P?		
000086-13-5	Benzotropine	x	4.28	x	0.3047	-0.0968	Top 300		
000118-42-3	Hydroxychloroquine	x	3.03	x	0.1249	-0.0746	Top 300		
000846-49-1	Lorazepam	x	3.91	x	0.5982	0.114	Top 300; seven member ring looks P		
001095-90-5	Methadose	x	1.4	x	0.6619	-0.0089	Top 300; free amine KOWWIN 4.17, BIOWIN1 0.47		
001951-25-3	Amiodarone	x	8.81	x	-0.9803	-1.4563	Top 300		
002192-20-3	Vistaril	x	2.68	x	0.2914	-0.1199	Top 300; free amine KOWWIN 3.55		
006202-23-9	Cyclobenzaprine HCl (Flexeril)	x	2.02	x	0.5991	-0.0961	Top 300; look P, free amine KOWWIN is 4.79		
019794-93-5	Trazodone	x	3.21	x	-0.0224	-0.2729	Top 300		
028981-97-7	Alprazolam	x	3.87	x	0.6009	-0.1488	Top 300		
041340-25-4	Etodolac	x	3.93	x	0.2615	0.1401	Top 300		
058581-89-8	Astelin	x	5.72	x	0.2327	-0.3812	Top 300		
061337-67-5	Mirtazapine	x	3.03	x	0.1108	-0.2288	Top 300		
071125-38-7	Meloxicam	x	3.5	x	1.0038	0.0375	Top 300; BIOWIN5 - P - amide may degrade	130	818
078246-49-8	Paxil CR	x	2.89	x	0.2138	0.4061	Top 300; log K_{ow} slightly low for B; free amine KOWWIN 4.74		
078628-80-5	Tervinafine hydrochloride (Lamisil)	x	3.04	x	0.4075	-0.1397	Top 300; P questionable with olefin and acetylenic functional groups		
082640-04-8	Raloxifenehydrochloride (Evista)	x	4.57	x	0.8751	-0.0852	Top 300; BIOWIN5 - P		
083919-23-7	Nasonex	x	3.38	x	-0.1126	0.3964	Top 300; ester maybe degrade to alcohol		
093479-97-1	Glimepiride (Amaryl)	x	4.7	x	0.5686	-0.5467	Top 300; BIOWIN5 - P	165	567
093957-54-1	Fluvastatin sodium (Lescol XL)	x	4.85	x	0.1318	0.0346	Top 300; BIOWIN - P	141	725
098319-26-7	Finasteride (Proscar)	x	3.2	x	0.4387	0.2549	Top 300	158	619
099294-93-6	Zolpidem tartrate (Ambien)	x	3.85	x	0.97	0.0098	Top 300; might be P, BIOWIN5 - zolpidem		
124750-99-8	Losartan potassium (Cozaar)	x	3.01	x	0.6856	-0.3808	Top 300		
124937-52-6	Tolterodine tartrate (Detrol LA)	x	5.73	x	0.7406	-0.1802	Top 300; tolterodine might be P but has a phenol		
129722-12-9	Abilify	x	5.3	x	0.1554	-0.1674	Top 300	50	1900
132539-06-1	Olanzapine (Zyprexa)	x	2.56	x	0.2145	-0.298	Top 300; Top 10 Sales; log K_{ow} a little low	8	4364

137071-32-0	Elidel (Pimecrolimus)	x	4.39	x	-0.7732	-0.4309	Top 300; P? ester, lots of OH, but highly branched		
138402-11-6	Irbesartan (Avapro)	x	5.31	x	0.6782	-0.1309	Top 300	35	2372
139481-59-7	Candesartan cilexetil (Atacand)	x	4.79	x	0.8466	0.0585	Top 300; P? BOWINS	54	1768
144689-63-4	Benicar	x	3.29	x	0.5265	-0.4835	Top 300; not P ester, $\neq$ butyl alcohol	73	1370
151767-02-1	Montelukast sodium (Singulair)	x	5.71	x	0.0456	-0.4669	Top 300		
155141-29-0	Rosiglitazone maleate (Avandia)	x	3.19	x	0.4		Top 300		
163222-33-1	Ezetimibe (Zetia)	x	3.94	x	-0.5827	0.0712	Top 300	48	1929
169590-42-5	Celecoxib capsules (Celebrex)	x	3.47	x	0.1002	-0.2549	Top 300	44	2039
191114-48-4	Tulathromycin	x	4.08	x	-0.9827	-0.5082	Top 300		
219861-08-2	Lexapro (Escitalopram oxalate)	x	3.74	x	-0.64	-0.03	Top 300		
224789-15-5	Levitra	x	3.78	x	0.9316	-0.407	Top 300		
444313-53-5	Vytorin (Ezetimibe mixture with Simvastatin)	x	3.94	x	-0.58		Top 300; ezetimibe - log K_{ow} and BOWIN	47	1955
067392-87-4	Yasmin	x	4.02	x	0.2023	0.538	P? has an ester but quat Cs	106	998
082626-48-0	Zolpidem	x	3.85	x	0.9754	0.0098	BOWINS suggests P	31	2545
084449-90-1	Raloxifene	x	6.09	x	0.6872	-0.0523		91	1159
091374-21-9	Ropinirole	x	3.03	x	0.7378	0.1405	BOWINS - P	188	496
099614-02-5	Ondansetron	x	3.95	x	0.724	0.0742	P? BOWINS	62	1567
104987-11-3	Tacrolimus	x	3.03	x	-0.5	-0.2336	Perhaps not P - ester	66	1499
111025-46-8	Pioglitazone	x	3.96	x	0.7192	-0.2338	BOWINS - P	24	2880
114798-26-4	Losartan	x	4.01	x	0.6856	-0.3808		19	3163
122320-73-4	Avandia, Avandamet, Avandaryl	x	3.19	x	0.4041	-0.1526		23	3043
124937-51-5	Tolterodine	x	5.73	x	0.7406	-0.1802		96	1100
128196-01-0	Escitalopram	x	3.74	x	-0.6464	-0.0288		29	2696
146939-27-7	Ziprasidone	x	3.6	x	0.2775	-0.487	HSDB Drug List	138	758
147536-97-8	Tracleer	x	3.06	x	0.8555	0.0764		145	717
152459-95-5	Imatinib	x	3.01	x	-0.0215	-0.8187		30	2554
154598-52-4	Efavirenz	x	4.69	x	-0.21	-0.068	P? Carbamate may biodegrade	135	791
158966-92-8	Singulair	x	9.52	x	0.0456	-0.4669		15	3579
161973-10-0	Nexium (Esomeprazole magnesium)	x	3.4	x	0.8	0.1	Top 10 Sales; KOWWIN and BOWIN for Esomeprazole - P - BOWINS	4	5182
000050-06-6	Phenobarbital		1.33	x	0.5811	0.1798	Top 300		
000059-30-3	Folic acid		-2.81	x	0.4254	-0.3939	Top 300		
000077-36-1	Chlorthalidone		1.01	x	0.4301	-0.0377	Top 300		
000094-78-0	Phenazopyridine		2.77	x	-0.0898	-0.2595	Top 300		
000364-62-5	Metoclopramide		1.69	x	0.3254	0.1211	Top 300		
000396-01-0	Triamterene		0.8	x	0.0538	-0.4733	Top 300		
001622-61-3	Clonazepam		2.53	x	0.3199	-0.2047	Top 300		
004205-90-7	Clonidine		1.89	x	0.2732	0.1041	Top 300		
018472-51-0	Chlorhexidine gluconate		-0.33	x	0.3748	-0.6728	Top 300; chlorhexidine - maybe P; log K_{ow} is 0.35; BOWIN1 is -0.33		

000050-06-6	Phenobarbital	1.33	x	0.5811	0.1798	Top 300		
000059-30-3	Folic acid	-2.81	x	0.4254	-0.3939	Top 300		
000077-36-1	Chlorthalidone	1.01	x	0.4301	-0.0377	Top 300		
000094-78-0	Phenazopyridine	2.77	x	-0.0898	-0.2595	Top 300		
000364-62-5	Metoclopramide	1.69	x	0.3254	0.1211	Top 300		
000396-01-0	Triamterene	0.8	x	0.0538	-0.4733	Top 300		
001622-61-3	Clonazepam	2.53	x	0.3199	-0.2047	Top 300		
004205-90-7	Clonidine	1.89	x	0.2732	0.1041	Top 300		
018472-51-0	Chlorhexidine gluconate	-0.33	x	0.3748	-0.6728	Top 300; chlorhexidine - maybe P; log K_{ow} is 0.35; BOWIN1 is -0.33		
031677-93-7	Wellbutrin SR (Budeprion SR)	0.75	x	0.2565	0.0565	Top 300		
036505-84-7	Bupropion	2.31	x	-0.0304	-0.1172	Top 300		
041100-52-1	Namenda	0.15	x	0.093	0.3954	Top 300; log K_{ow} is for N+HHH, free amine is 3.34 - could be B		
051322-75-9	Tizanidine	1.07	x	0.2096	-0.1442	Top 300		
059803-98-4	Alphagan P	0.58	x	0.2644	-0.0756	Top 300		
063590-64-7	Terazosin	1.47	x	0.2507	0.0033	Top 300		
079559-97-0	Sertraline hydrochloride (Zoloft)	2.18	x	0.2742	-0.2264	Top 300; Top 10 Sales		
080474-14-2	Flonase	2.49	x	0.1133	0.4086	Top 300; P questionable - ester and thioester, but two F's	84	1219
084057-84-1	Lamictal	0.99	x	-0.2067	-0.3281	Top 300	51	1843
086386-73-4	Fluconazole	0.25	x	-1.2022	0.0597	Top 300	196	435
097240-79-4	Topamax	-0.33	x	-1.7026	0.0209	Top 300; not stable under acid conditions O-C-O unstable in acid	45	2027
103628-48-4	Sumatriptan succinate (Imitrex)	1.05	x	0.45	-0.28	Top 300; see CASRN 103628-46-2; KOWWIN and BOWIN for Sumatriptan		
111974-72-2	Quetiapine fumarate (Seroquel)	1.94	x	0.1711		Top 300		
112529-15-4	Pioglitazone hydrochloride (Actos)	2.11	x	0.7018	-0.3516	Top 300; P questionable		
124832-27-5	Valtrex	-3.49	x	0.1688	-0.1271	Top 300; P? ester - P metabolite?		
136310-93-5	Spiriva	-1.76	x	0.1655	-0.1379	Top 300; P? epoxide and ester, but has bicyclic ring and tertiary OH		
136434-34-9	Cymbalta	2.83	x	0.7205	0.0765	Top 300		
138786-67-1	Protonix	-1.88	x	0.3377	-0.2148	Top 300		
161796-78-7	Esomeprazole sodium (Nexium)	-0.7	x	0.3332	-0.2065	Top 300		
186826-86-8	Vigamox	0.8	x	-0.47	-0.0678	Top 300		
287714-41-4	Crestor	2.48	x	0.1531	-0.165	Top 300; acid chain may biodegrade	42	2049
000050-35-1	Thalidomide	-0.24	x	0.6246	0.0287	HSDB Drug List; no P data in literature	197	433
028523-86-6	Sevoflurane	1.75	x	-0.7359	0.2388		133	799
081403-80-7	Alfuzosin	1.86	x	0.2497	0.0671	HSDB Drug List	195	443
090357-06-5	Bicalutamide	2.3	x	-0.4545	-0.1255		86	1206
090566-53-3	Fluticasone	1.4	x	-0.0342	0.1818	HSDB Drug List	164	575

100286-90-6	Irinotecan hydrochloride	0.81	x	0.7855	-0.4771	P possible - several fused rings, but ester and carbamate functional group	122	903
103628-46-2	Sumatriptan	1.05	x	0.4563	-0.2794	HSDB Drug List	76	1315
105102-22-5	Mometasone	2.62	x	-0.242	0.3079		116	944
111974-69-7	Quetiapine	1.94	x	0.1711	-0.0087		16	3560
112809-51-5	Letrozole	2.22	x	1.2257	0.0791	Two nitrile, triaryl aromatic	143	722
120511-73-1	Anastrozole	2.37	x	0.854	0.1049	P - tertiary C, nitrile	65	1508
130693-82-2	Dorzolamide hydrochloride	-1.49	x	0.5757	-0.2899	BIOWIN5 - P	148	697
137234-62-9	Voriconazole	1.57	x	-1.978	-0.1097		183	515
147127-20-6	Tenofovir	-1.57	x	0.0297	-0.2335	May not be P - phosphate acid	150	689
165800-03-3	Linezolid	1.26	x	-0.486	-0.0888	HSDB Drug List; may not be P - carbamate	136	782
183321-74-6	Erlotinib	2.79	x	-0.1044	0.0334		155	649
186691-13-4	Spiriva	0.24	x	0.2031	0.0968	P? ester, but bicyclic and tertiary OH	55	1735
354812-41-2	Avelox, Avalox	0.95	x	-0.2988	0.0832		129	822

^a Applies to peer-reviewed literature searched up to April 2011. ^b These are discussed in the Results and Discussion section. ^c KOWWIN: estimates the log octanol-water partition coefficient ($\log K_{ow}$) of chemicals using an atom/fragment contribution method; a high $\log K_{ow}$ indicates a compound will partition into organic matter rather than water. ^d BIOWIN1: Biodegradation Probability Program (BIOWIN) includes a linear probability model that estimates the rapid aerobic biodegradation of organic chemicals. ^e BIOWIN5: is the Japanese MITI (Ministry of International Trade and Industry) linear model that estimates the probability of rapid aerobic biodegradation of organic chemicals. All of the above programs are in the EPI Suite software.²⁰

NYE KONTAMINANTER MED RELEVANS FOR DET GRØNLANDSKE MILJØ

Forholdsvis flygtige og svært nedbrydelige organiske kemikalier kan transporteres til arktiske områder og ophobes i de arktiske fødekæder. Formålet med denne undersøgelse var at sammendrage viden om forekomsten i Arktis af nye kontaminanter, som ikke er omfattet af eksisterende overvågningsprogrammer, med fokus på bioakkumulerende stoffer. Rapporten sammenfatter resultater fra forskellige kilder, med henblik på stoffernes forekomst i dyr og abiotiske medier i Arktis samt fødekæder udenfor Arktis. Den beskriver også resultater fra modelberegninger og teoretiske undersøgelser om stoffernes potentiale til at være arktiske kontaminanter. På denne basis er relevansen for det grønlandske miljø vurderet. Det konkluderes, at i alt 11 stoffer som omfatter flammehæmmere, pesticider og andre kemikalier, vil være særligt relevante for videregående undersøgelser i Grønland, f.eks. i form af screeningsundersøgelser eller retrospektive tidsserier.