

POPjakt i skolen

Sluttrapport til Svalbard miljøvernfond,
november 2010-december 2012

Pernilla Carlsson, Universitetscenteret på Svalbard (UNIS) og Roland Kallenborn, UNIS og Norges universitet for miljø- og biovitenskap (UMB).



SVALBARDS
MILJØVERN FOND

Kontakt: Pernilla Carlsson: pernillac@unis.no, Roland Kallenborn: roland.kallenborn@umb.no

Innhold

Bakgrunn til prosjektet.....	2
Utdanning og forelesninger.....	2
Leksjon 1, november 2010	2
POP-quiz	3
Leksjon 2, mai 2011	4
Analyser av perfluorerte alifatiske stoffer	5
Kontaminering	5
Leksjon 3, september 2012	5
Analysering av prøvene	7
Analyse av perfluorerte alifatiske stoffer	7
Analyse av pesticider	7
Resultat og diskusjon.....	8
Perfluorerte alifatiske stoffer	8
Perfluorerte alifatiske stoffer i svalbardreinsdyr og andre reinsdyr	9
Inntak av perfluorerte alifatiske stoffer	10
Pesticider og polyklorinerte bifenyler	10
Inntak av pesticider og polyklorinerte bifenyler	10
Summering	11
Takk til:	11
Kilder	12



Alle bilder, figurer og faktamaterial i rapporten er tatt/laget av Pernilla Carlsson hvis det ikke står noe annet. Alt material er fritt å bruke for lærere og elever for utdanning, men dere får gjerne si hvor materialet kommer fra. Rapporten er laget av Pernilla Carlsson og Roland Kallenborn, Svalbard miljøvernfond har støttet med penger til prosjektet.

Bakgrunn til prosjektet

Det finnes få studier over pesticider og perfluorerte alkaliske stoffer (PFAS) i reinsdyr. Stoffene transporteres fra sørlige strøk til Arktis via luft og havstrømmer (Hung et al., 2010). Vanligste kilden til disse stoffene er fra maten (og innendørsluft for PFAS) og derfor var vi interessert i å finne ut hvor mye som finnes i svalbardreinsdyr. Samtidig ville vi engasjere unge i Longyearbyen og startet derfor et samarbeid med Longyearbyen skole og ungdomsskolelærer Priitta Trøen. Vi ville vise elevene hva man kan jobbe med som kjemiker og biolog og vekke en interesse for miljørelaterte fag, eks. kjemi. Mange ganger blir kjemi fremstilt som et vanskelig og kjedelig fag og vi ville vise elevene den andre siden av dette, at kjemi blir brukt på mange forskjellige måter i samfunnet og et av de viktigste redskapen for kvalitetssikring hos foretak, lover og regler angående miljøgifter og legemidler.

Utdanning og forelesninger

Under prosjektet har Pernilla Carlsson (stipendiat i analytisk og miljøkjemi v/UNIS) besøkt Longyearbyen skole 3 ganger. Første besøk var i november 2010 for å fortelle 8e klasse (ansvarlig lærer: Priitta Trøen) om prosjektet og introduksjon til faguttrykk og miljøgiftsforskning. Andre besøk var i mai 2011, da snakket vi om hvordan det er at forske, hva man kan gjøre som biolog/kjemiker og hvilke stoffer som reinsdyrsprøvene skal analyseres for. Tredje besøket var i september 2012 hos 2-3e trinn på videregående (biologifag). I tillegg var klassen fra videregående på besøk og rundvisning på UNIS' laboratorier i desember 2012. Elevene lærte om instrumentene som brukes, de så prøver ble analysert og fikk bl.a. ekstraksjonsteknikker demonstrert. Vi snakket også mye om analytisk kjemi i et større perspektiv og viste til andre eksempler på hvordan disse teknikkene kan brukes, eks. legemiddelkjemi og kriminaltekniske analyser.

I tillegg til utdanning av elever og utvikling av undervisningsmateriale til lærere, så har resultatene og tankegangen bak prosjektet blitt presentert på Bydrifts konferanse om energi- og miljøtiltak i Longyearbyen, februar 2012 og på en internasjonal konferanse «International Polar Year –from knowledge to action» i Montreal, april 2012.

De leksjonene som er avholdt er tenkt å gi materiale til andre klasser som er lett å bruke for lærene i naturfag.

Leksjon 1, november 2010

Ca 45 minutter med 8e klasse. (De forskjellige punktene kan tas opp i annen rekkefølge hvis det passer bedre).

-Presentasjon av prosjektet POPjakt i skolen.

-Hva er et miljøgift? Felles for miljøgifter er at de er giftige, stabile (kan transporteres langt), lipofile (fettelskende), bioakkumuleres (samles i dyr) og biomagnifiseres (nivåene øker oppover i næringskjeden).

-Miljøgifter i mat: Det er via maten som vi er mest eksponert for miljøgifter. De finnes mest i fett og i dyr høyt opp i næringskjeden, eks, sel.

-Hvorfor finnes miljøgifter i fett? Elevene i 8e klasse hadde akkurat begynt å lære om hvorfor noen stoffer løser seg i vann og noen i fett, så miljøgifter ble et godt eksempel på dette. Jeg snakket om forskjellene mellom eks. salt og miljøgifter, hvordan molekylstrukturen påvirker dette (bilder).

-Hvordan analyseres miljøgifter? Jeg forklarte hvordan man ekstraherer sine reinsdyrsprøver, de fettelskende stoffene løser seg heller i et løsningsmiddel som er lipofilt (upolært, fettelskende). Sen må prøven renses for å få bort farge og fett, instrumentene er veldig følsomme for forurensninger og vi måler lave konsentrasjoner. Her snakket jeg også om enheter (eks. kilo-, milli-, mikro-, nano,

pikometer) og tiopotenser. Tiopotenser er noe som elevene lærer om i 9e klasse, så vi brukte dette som en "utblikk" over hva som kommer seinere i utdanningen og vise hva det brukes til –hvorfors det er viktig å lære dette.

-Hvorfor er miljøgifter farlige? Miljøgiftene (generelt, alle har ikke samme effekter) kan forårsake bl.a. kreft, forstyrre intellektuell utvikling av foster, hormonelle forstyringer, altfor svake eggskall hos fugler (DDT; diklor-difenyl-triklorethan). Kroppens hormonsystem lærer elevene om i 8e klasse, men hvordan systemene fungerer (signaloverføring etc.) lærer de om på videregående. Vi brukte det som et eksempel på hva man kan studere seinere i sin utdanning.

-Lover og regler: Forskning kan lede til politiske tiltak mot miljøgifter. Eks. Stockholmkonvensjonen der flere persistente organiske miljøgifter (POP) er listet som ikke lovlig å bruke eller produsere/brukes kun restriktivt/unngå uheldige utslipp.

Leksjonen avsluttedes med POP-quiz:

POP-quiz

1. Hvorfor lagres POPs (persistente organiske forurensninger) i fettvev?

- a). De er lipofile
- b). De er hydrofile
- c). De er lipofobe

2. Hva kan skje hvis nivåene av PCB (polyklorinerte bifenyl) blir for høye i ett dyr/menneske?

- a). Menneskene blir smartere
- b). Fosterutviklingen påvirkes
- c). Forstyringer i hormonsystemene

3. Hvordan kommer pesticider (hovedsakelig) til Svalbard?

- a). Fra luften
- b). Fra scooterkjøring
- c). Fra reinsdyrene

4. Hva betyr bioakkumulering?

- a). Nivåene av miljøgiftene blir høyere jo høyere opp i næringskjeden man kommer.
- b). Nivåene av miljøgiftene blir høyere jo eldre ett dyr er.
- c). Nivåene av miljøgiftene blir høyere jo lavere trofnivå dyrene er på.

5. Hva betyr biomagnifisering?

- a). Nivåene av miljøgiftene blir høyere jo høyere opp i næringskjeden man kommer.
- b). Nivåene av miljøgiftene blir høyere jo eldre ett dyr er.
- c). Nivåene av miljøgiftene blir høyere jo lavere trofnivå som dyrene er på.

Rette svar:

1: a. Lipofil betyr fettelskende.

2: b og c. Både fosterutvikling og hormoner kan påvirkes av PCBer.

3: a. Pesticider brukes når man dyrker planter for å holde ugress og uønskede insekter borte.

4: b. Bioakkumulering betyr at man samler mer og mer miljøgifter i kroppen jo eldre man blir.

5: a. Biomagnifisering er økning av miljøgifter fra et trofnivå til en annen.

Faguttrykk som ble brukt på denne leksjonen

Bioakkumulering	Miljøgifter akkumuleres i en individ under hele livet
Biomagnifisering	Nivåene av miljøgifter øker oppover i næringskjeden
Lipofil	Fettelskende, stoffet løser seg i ikke-polære løsninger
PCB	Polychlorinated biphenyls. Hyppig brukt miljøgift i elektrisk utstyr, maling m.m. Forbudt å bruke og lage.
PFAS (ibland også kallet PFC)	Perfluorinated alkylated substances (perfluorerte alifatiske stoffer). Brukes i goretex, teflonbelegg, skismøring. Overflateegenskapene til PFAS gjør at de kan trenge inn i våres seller i kroppen og forstyrre prosesser som skjer der.
Pesticider	Gifter som brukes for å holde ugress borte fra plantasjer. Flere miljøgifter er pesticider
POP	Persistent organic pollutants. Fellesnavn for persistente, organiske miljøgifter.
Hormoner	Signalsubstanser i kroppen. Miljøgifter kan binde til reseptorer og forstyrre signalveiene.
Analysering	Finne ut hvor mye og hva som finnes av eks. miljøgifter i noe.

Leksjon 2, mai 2011

1,5h med samme klasse som leksjon 1 (nov 2010)

Under denne leksjonen snakket vi om hvor man finner/kan finne en kjemiker og en biolog i arbeid. Elevene fikk gi forslag, først for Svalbard og sen for hele Norge, her er deler av den listen vi skrev opp (den dekker selvfølgelig ikke alt).

Kjemiker (Svalbard)	Biolog (Svalbard)
UNIS –miljøkjemi	UNIS –mikro-, marin- og terrester biologi
Sysselemannen, miljøvern, forurensning, rådgiver	Sysselemannen, miljøvern, forurensning, rådgiver
Lærer	Lærer
Norsk polarinstitutt	Norsk polarinstitutt
Kjemiker (fastlandet)	Biolog (fastlandet)
Analysere droger, legemiddel, mat, dopingprøver	Havsnæring –fiskeoppdrett
Lage smink, medisiner	Forvaltning
Sykehus –blodanalyser	Rådgivning –verne biota, lage naturvernområder
Oljespill, fjerne olje (eks. SINTEF)	Mikrobiologi –forstå DNA og slektskap, bakterier
Forske på proteiner – forstå funksjoner i kroppen	Forske på proteiner –forstå funksjoner i kroppen
Vitenskapelig journalist	Vitenskapelig journalist
Teste giftighet hos forskjellige stoffer	Økologi –forstå økosystem og påvirkninger i dem

Analyser av perfluorerte alifatiske stoffer

Jeg lagde et eksperiment for å vise elevene hvordan man kan rense en prøve fra fettløselige stoffer og hvorfor. Høsten 2010 lærte de om hvorfor noen stoffer løses i vann og noen i olje. Dette eksperimentet får en praktisk tilknytning til læreplanen. Jeg hadde to pasteurpipetter av glass, fylte med Na_2SO_4 (natriumsulfat, som er et salt) og tilsatte noen dråper med rød konditorfarge "løst" i olje som min prøve. Deretter tilsatte jeg vann på den ene og olje på den andre kolonnen for å eluere ut prøven. Prøven som elueres (rinner) ut med hjelp av vann tar med seg fargen fordi den løser seg bedre i vann enn å binde til natriumsulfatet. Den prøve som elueres med olje tar ikke med seg fargen ut, fordi fargen løser seg ikke godt i olje og "foretrekker" å sitte igjen på natriumsulfatet. For miljøgiftsanalyser gjør vi samme ting etter å ha ekstrahert ut alle de fettløselige stoffene fra prøven (inkludert miljøgiftene), men med andre (giftige) kjemikalier for å få bort bl.a. fett og fargestoffer fra prøven. Jeg viste reinsdyrs-, selspekk- og planktonprøver som blitt ekstrahert for å vise fargen på dem og hvordan de skal se ut etter noen opprensningstrinn til (klare).

Kontaminering

Vi snakket om hvordan man unngår å kontaminere prøven, hva det innebærer og hvor risikoen finnes. Eks. PFAS brukes i skismøring og som impregnering i tøy, så at gå på nysmurte ski i din nye skalljakke for å ta snøprøver for PFAS-analysering er kanskje ikke så lurt...

Som avslutning fikk elevene skrive en alfabetisk liste på ord som har tilknytning til kjemi (to grupper) og biologi (to grupper). To av gruppene gjorde en skikkelig imponerende innsats og hadde gode forklaringer på hvordan orden var relatert til kjemi/biologi.

Leksjon 3, september 2012

1h med videregående (2-3e trinn) i biologifag

Klassen jobbet med økosystem og det passet derfor bra å besøke dem nå. De fikk «bygge» tre arktiske økosystem som finnes på Svalbard; terrester, marin-terrester og marin. Etter å ha tegnet disse diskuterte vi en del termer som er knyttet til økosystem, eks. trofnivå (plass i næringskjeden), nøkkelarter (viktige arter som alene fyller en spesifikk rolle i økosystemet). Den marine-terrestre økosystemet brukte vi for å illustrere hvordan næringsstoffer (eks. nitrogen og fosfor) kommer fra havet til land (figur 1-2). Etterpå gikk vi videre med å sette inn miljøgifter i økosystemet og forklare hvordan de tas opp. Her snakket vi litt om de samme termer som jeg introduserte i 8e klasse (leksjon 1). Elevene på videregående skal snart lære mer om hormonsystem, så vi snakket om hvordan miljøgiftene ligner eks. østrogen og derfor kan forstyrre hormonsystemet her. Undervisningen i skolen vektlegger norske termer, men ved universitetene er det faguttrykk som gjeller. Denne leksjonen ble derfor også et bra komplement til den vanlige undervisningen siden vi kunde vise litt gresk/latin terminologi som finnes på flere steder i faglitteratur, eks., «(lipo)-fil» som betyr (fett)-elskende) og «lipo-fob»: fett-avstøtende.



Figur 1. Skissering av et marint økosystem. Bildet er fra en presentasjon av Pernilla Carlsson om miljøgifter på Longyearbyen lokalstyres konferanse om energi- og miljøtiltak på Svalbard (februar 2012).



Figur 2. Venstre: Skissering av økosystemet «mellom» det marine og det terrestre miljøet; fuglefjellet. Fra sjøen fanger fuglene plankton og fisk og reven spiser fuglene. Fra fuglebæsjen kommer mye næringsstoffer, eks. fosfor og nitrogen som gjør at det blir ekstra grønt av planter nedenfor fuglefjellene.

Høyre: Skissering av det terrestre økosystemet. Reinsdyr og fugler spiser planter, mose og lav. Reven tar fugler og døde dyr.

Analysering av prøvene

I juni 2011 jobbet Ane Marie Beck (masterstudent ved UMB) med å opparbeide reinsdyrsprøvene for PFAS-analyse. Prøvene ble analysert ved NILU/Tromsø høsten 2011. Totalt analyseredes 8 fett-, 7 lever- og 9 muskelprøver for PFAS. Kirsten Melien (masterstudent ved UMB) opparbeidede prøvene for pesticid- og PCB-analyser ved UNIS/UMB i løpet av 2012. Alle prøver kom fra lokale jegere sesongen 2010. Kirsten beregner å være ferdig med sin masteroppgave på våren 2013 og nivåene av pesticider og PCBer i reinsdyrene blir rapportert der.

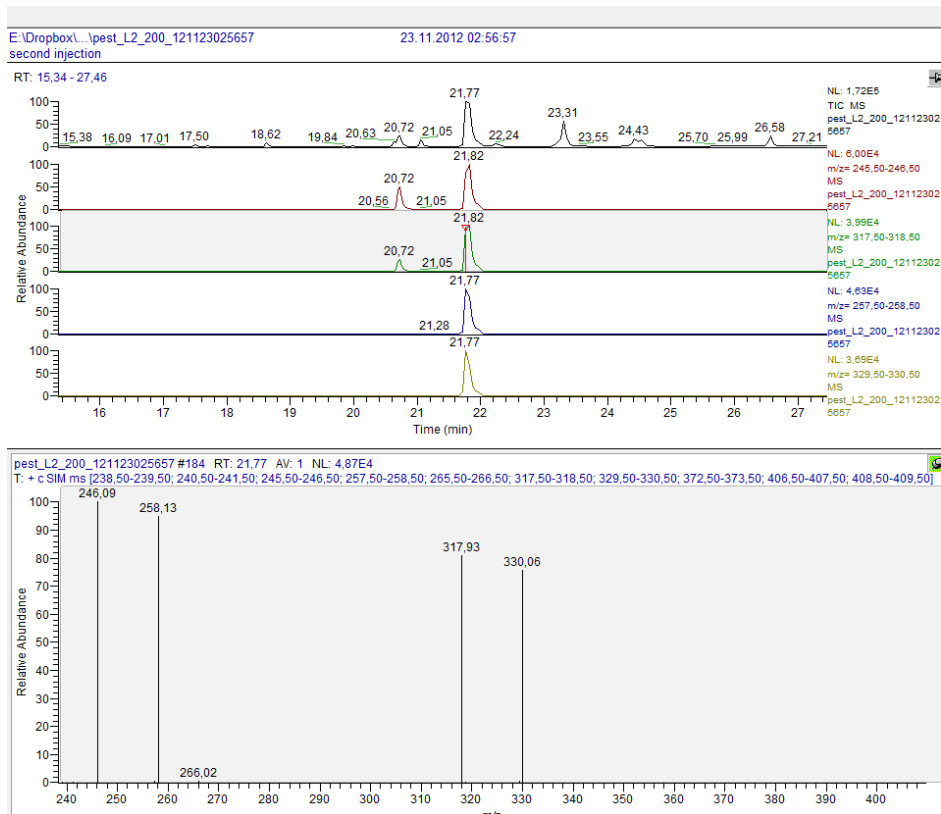
Analyse av perfluorerte alifatiske stoffer

2 gram fra hver reinsdyrprøve blandedes med metanol og ekstraheredes med ultralyd for å få ut PFAS fra kjøtt/fett/muskelvev og få det over i metanolen. En internstandard tilsattes for å kunne regne ut konsentrasjon og eventuelt tap av PFAS under opparbeidingen. Sen rensedes prøvene med karbon og eddiksyre for å få ut all PFAS og få bort forstyrrende deler fra kjøttet etc. Til sist sentrifugerte vi prøvene for å kunne ta ut løsemiddelet som inneholder PFAS uten at få med andre partikler fra løsningen. Prøvene analyseredes på NILU/Tromsø med en HPLC-MS (high performance liquid chromatography mass spectrometer; vætskekromatograf sammenkoblet med en massespektrometer). Et slikt instrument separerer de forskjellige PFAS-forbindelsene og måler konsentrasjonene. Vi får ut et kromatogram der arealene av de forskjellige toppene tilsvarer en konsentrasjon. Arealene sammenlignes med en standard der vi kjenner konsentrasjonen og så kan vi regne ut konsentrasjonen av de forskjellige forbindelsene i våres prøver. Metoden som ble brukt er beskrevet og brukt tidligere (Powley et al., 2005; Carlsson et al., 2011).

Analyse av pesticider

2 gram av hver prøve tørkedes med natriumsulfat og ble ekstrahert med aceton og sykloheksan for å få ut alle fettelaskende (lipofile) stoffer fra fett/lever/muskel fra reinsdyrene. En internstandard tilsattes før ekstraksjonen for å kunne regne ut konsentrasjon og eventuelt tap av pesticider og PCBer under opparbeidingen av prøvene. Ekstraktet dampedes ned og rensedes med svovelsyre for å fjerne fettene. Sen rensedes prøven fra mer vannelskende (hydrofile) stoffene gjennom en ekstraksjon på en silika-kolonn. Ekstraktet dampedes ned til cirka 50 µL. 2 µL av dette ble injisert på våres gasskromatograf (GC) som er koblet sammen med en massespektrometer (MS). Her ble alle pesticidene og PCBene separert og konsentrasjonene ble målt fra kromatogrammene (figur 3). Også denne metoden er beskrevet og brukt tidligere (Herzke et al., 2005; Carlsson et al., 2011).

Fra kromatogrammet som kommer fra GCn i figur 3 kan vi regne ut konsentrasjonen av et stoff. Spektrumet kommer fra MSen, som gir informasjon om hvilket stoff vi har analysert. Tallen over linjene representerer forskjellige massefragment; m/z . Dette er en masse: ladning-ratio som vi får etter å ha «krasjet» molekylene og gitt fragmentene en ladning. I praksis tilsvarer m/z molekylmassen av fragmentet så lenge ladningen er 1, hvilket den oftest er. Her har vi scannet for to forskjellige fragment av p,p' -DDE-molekylet (m/z 246 og m/z 318). I tillegg har vi scannet for m/z 258 og 330, de representerer en ^{13}C -merket p,p' -DDE som ble brukt som internstandard (^{13}C -merket betyr at de vanlige ^{12}C -karbonatomene i molekylene er erstattet med ^{13}C -karbonatomer). Den oppfører seg på lik måte i opparbeidingsprosessen som «vanlig» p,p' -DDE, men vi kan se forskjell på dem i spektrumet fordi den får et høyere massetall grunnet ^{13}C -karboner istedenfor ^{12}C -karboner som er de mest hyppige karbonatomene. For mer informasjon om beregninger og teori bak GC/MS, kontakte forfatterne til rapporten. Å beskrive alt her ligger utenfor målet med denne rapporten.



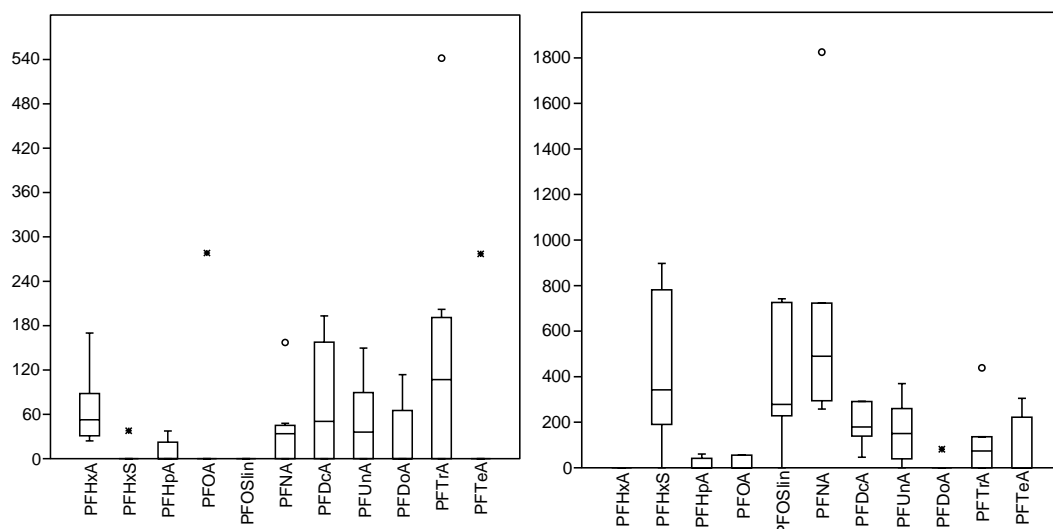
Figur 3. Kromatogram (topp) og spektrum (nedre bilde) for p,p' -DDE fra en standardløsning. To stoffer syns i spektrumet. Dels «vanlig» p,p' -DDE (m/z 246 og m/z 318), dels det ^{13}C -merkete p,p' -DDE-molekylet (m/z 258 og 330). p,p' -DDE er en metabolitt av DDT.

Resultat og diskusjon

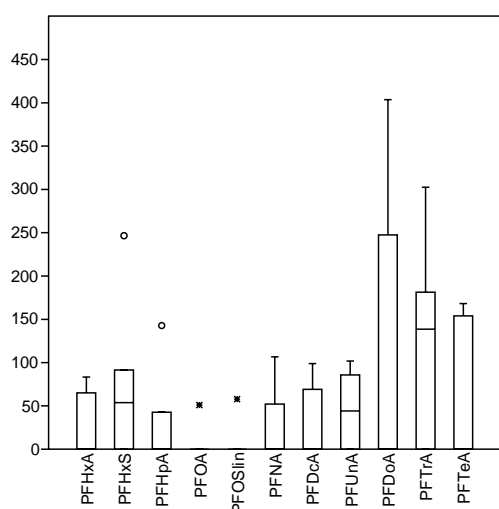
Perfluorerte alifatiske stoffer

Nivåene av PFAS i reinsdyr var under deteksjonsgrensene i flere dyr. Noen prøver var høye i forhold til de andre (figur 4) og vi mistenker at dette avspeiler prøvetakingsmetodene. PFAS finnes i bl.a. goretexprodukter og teflonbelagt kjøkkenutstyr.

Generelt var det lave konsentrasjoner, hvilket kan forklares av at dette er dyr som spiser gress, mose og lav. Dyr som spiser høyere opp i næringskjeden har generelt høyere konsentrasjoner enn dyr som spiser gress og mose.



PFAS i fett (t.v.) og lever (t.h.).



PFAS i muskelvev.

Figur 4. PFAS i de forskjellige vevene fra Svalbardreinsdyr. Konsentrasjonene er i pg/g våtvekt (ww). Uteliggere er markert som sirkler.

Perfluorerte alifatiske stoffer i svalbardreinsdyr og andre reinsdyr

Nivåene av PFAS i lever fra svalbardreinsdyrene var lavere enn hva som tidligere er funnet i caribou fra Canada (tabell 1). Dette kan skyldes forskjellige transportmønstre av PFAS til Canada og Svalbard, eller at caribou lever nærmere eventuelle PFAS-kilder.

Tabell 1. Nivåer av PFAS i caribou fra Canada (Müller et al., 2011) sammenlignet med reinsdyrene fra Svalbard i denne studien.

	ng/g ww i lever, Svalbard	ng/g ww i lever, nord-Yukon	ng/g ww i lever, Nunavut
PFNA	0,5	2,2	3,2
PFDA	0,2	1,9	2,2
PFUnA	0,3	1,7	3,2
PFOS	0,4	0,67	2,2

Inntak av perfluorerte alifatiske stoffer

EFSA (European Food Safety Association; EUs mattrygghetsorgan) har fastsatt et tolerabelt daglig inntak (TDI) på 150 ng/kg kroppsvekt/dag for PFOS. Medianen av PFOS i lever i de analyserte reinsdyrene var 0,4 ng/g ww. Husk at dette er kun et av de stoffer vi får i oss med maten og kun beregnet for en type mat. EFSA har konkludert med at det er usannsynlig at nåværende inntak av PFOS bland europeer gir helseskadelige effekter, noe som også gjenspeiles av de lave nivåene i Svalbardreinsdyrene (Nasjonalt folkehelseinstitutt, 2012).

Pesticider og polyklorinerte bifenyler

Tall for de eksakte konsentrasjonene av pesticider og PCBer i reinsdyrene kommer i løpet av 2013, når Kirsten Melien er ferdig med sin masteroppgave. I tabell 2 er nivåene av PCB og pesticider presentert fra utvalgte landlevende dyr i Arktis. Preliminære data for pesticider i reinsdyr fra Svalbard indikerer generelt lavere nivåer av pesticider. HCB og *p,p'*-DDE finnes i flere av prøvene. *Trans*-klordan og *trans*-nonaklor finnes i noen få prøver. De andre klordanene som ble analysert (*cis*-klordan og *cis*-nonaklor, *oxy*klordan og heptaklor) ser ikke ut å finnes i reinsdyr i detekterbare mengder. Dette er de preliminare indikasjonene. Konkrete tall og mer info kommer til å finnes i masteroppgaven til Kirsten når den er ferdig.

Tabell 2. Nivåer av PCB og pesticider (ng/g ww) i moskus (data fra Riget et al. (2004)) og i caribou (data fra Vorkamp et al. (2004)) fra Grønland.

	Moskusmuskel, Grønland	Moskuslever, Grønland	Moskusfett, Grønland	Cariboumuskel, Grønland	Cariboulever, Grønland	Cariboufett, Grønland
ΣPCB	2	0,44	1,1			
Σ10PCB	1,1	0,19	0,74			
ΣHCH	0,29	0,57	0,51			
HCB	2,54	1,2	3,2	8,7	6,2	7,3
ΣDDT	0,09	0,05	0,26			
Klordaner	0,18	0,67	0,35			

ΣHCH: Summa α-, β-, γ- HCH.

ΣDDT: Summa *o,p'*- and *p,p'*-DDE, -DDD, -DDT.

Σklordaner: summa *cis*-, *trans*- og *oxy*klordan, *cis*- og *trans*-nonaklor, heptaklor, heptaklor epoksid og metoksyklor.

ΣPCB: Summa av 102 kongenerer.

ΣPCB10: summen av kongenerene 28, 31, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180.

Inntak av pesticider og polyklorinerte bifenyler

Europeiske unionens grenser for dioksinlignende PCBer i mat er 6,5 TEQ-pg/g ww. TEQ står for «toxic equivalency factor» og er en omregning av konsentrasjonene av PCBer som ligner dioksiner i strukturen. Konsentrasjonene av PCBene vektet for å kunne sammenlignes med toksisiteten til det mest toksiske dioksinet, nemlig 2,3,7,8-tetraklorodibenzo-*p*-dioxin (TCDD) (Van den Berg et al., 2006; EUR-Lex, 2012).

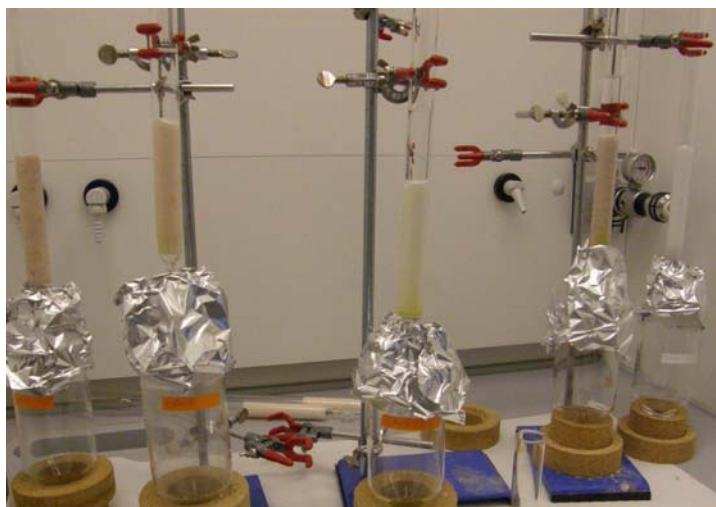
Grenseverdiene for hvor mye pesticider og HCB man kan få i seg fra mat varierer fra 0,16 µg/kg kroppsvekt og dag (HCB), til 0,5 µg/kg kroppsvekt og dag for klordaner og 1 µg/kg kroppsvekt og dag for γ-HCH (Danish Veterinary and Food Administration, 2012). Nivåene i Svalbardreinsdyrene forventes å ligge lavere enn disse grenseverdiene.

Summering

Takk vare finansieringen fra Svalbard miljøvernfond har vi analysert nivåene av PFAS, pesticider og PCBer i reinsdyr fra Svalbard. Nivåene av PFAS var lave sammenlignet med andre landlevende dyr i Arktis. En masterstudent er under utdanning som en del av POPjakt i skolen. To forskjellige klasser (en på ungdomsskolen og en på videregående) har fått besøk/besøkt laboratoriene på UNIS og vi har fått mange positive tilbakemeldinger fra elever. En av de viktigste tilbakemeldingene har vart kommentarer i stil med «Jeg visste ikke at man kunne gjøre det/jobbe der som kjemiker. Kanskje skal jeg fundere over dette videre?». Andre elever har kommet frem til meg både etter leksjoner og på byen for å fortelle at de syntes det var interessant å se hvordan en forsker jobber og hvorfor miljøgiftsforskningen påvirker dem.

Takk til:

Vi takker Svalbard miljøvernfond for penger til dette prosjektet. Vi takker også NILU i Tromsø for analyser av prøver. Priitta Trøen fra Longyearbyen skole har drivet prosjektet fremover i skolen og vi er kjempeglade for et godt samarbeid!



Ekstraksjon av dyreprøver for pesticidanalyser.

Kilder

- Carlsson, P., Herzke, D., Wedborg, M., Gabrielsen, G.W., 2011. Environmental pollutants in the Swedish marine ecosystem, with special emphasis on polybrominated diphenyl ethers (PBDE). *Chemosphere* 82, 1286-1292.
- Danish Veterinary and Food Administration, 2012. <http://www.foedevarestyrelsen.dk>.
- EUR-Lex, 2012. <http://eur-lex.europa.eu/>. European Union.
- 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.
- Hung, H., Kallenborn, R., Breivik, K., Su, Y.S., Brorstrom-Lunden, E., Olafsdottir, K., Thorlacius, J.M., Leppanen, S., Bossi, R., Skov, H., Mano, S., Patton, G.W., Stern, G., Sverko, E., Fellin, P., 2010. Atmospheric monitoring of organic pollutants in the Arctic under the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP): 1993-2006. *Sci. Total Environ.* 408, 2854-2873.
- Müller, C.E., De Silva, A.O., Small, J., Williamson, M., Wang, X., Morris, A., Katz, S., Gamberg, M., Muir, D.C.G., 2011. Biomagnification of Perfluorinated Compounds in a Remote Terrestrial Food Chain: Lichen–Caribou–Wolf. *Environ. Sci. Technol.* 45, 8665-8673.
- Nasjonaltnfolkehelseinstitutt, 2012. <http://www.fhi.no>.
- Powley, C.R., George, S.W., Ryan, T.W., Buck, R.C., 2005. Matrix Effect-Free Analytical Methods for Determination of Perfluorinated Carboxylic Acids in Environmental Matrixes. *Analytical Chemistry* 77, 6353-6358.
- Riget, F., Dietz, R., Vorkamp, K., Johansen, P., Muir, D., 2004. Levels and spatial and temporal trends of contaminants in Greenland biota: an updated review. *Sci. Total Environ.* 331, 29-52.
- Van den Berg, M., Birnbaum, L.S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W., Feeley, M., Fiedler, H., Hakansson, H., Hanberg, A., Haws, L., Rose, M., Safe, S., Schrenk, D., Tohyama, C., Tritscher, A., Tuomisto, J., Tysklind, M., Walker, N., Peterson, R.E., 2006. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol. Sci.* 93, 223-241.
- Vorkamp, K., Riget, F., Glasius, M., Pecseli, M., Lebeuf, M., Muir, D., 2004. Chlorobenzenes, chlorinated pesticides, coplanar chlorobiphenyls and other organochlorine compounds in Greenland biota. *Sci. Total Environ.* 331, 157-175.



SVALBARDS
MILJØVERN FOND