



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE




## RAPPORT

# Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen

2011-06-15

Upprättad av: John Sternbeck och Ann Helén Österås  
Granskning: Ann Helén Österås

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15	Status: För granskning	

## RAPPORT

# Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen

### Kund

Naturvårdsverket  
106 48 Stockholm


### Konsult

WSP Environmental  
121 88 Stockholm-Globen  
Besök: Arenavägen 7  
Tel: +46 8 688 60 00  
Fax: +46 8 688 69 22  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)

### Kontaktpersoner

Uppdragsansvarig: John Sternbeck, [john.sternbeck@wspgroup.se](mailto:john.sternbeck@wspgroup.se), 08-688 63 19  
Handläggare: Ann Helén Österås  
Ombud: Marie Arnér, 08-688 6403

Omslagsfoto: John Sternbeck

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

## Sammanfattning

WSP Environmental har på uppdrag av Naturvårdsverket sammanställt och utvärderat miljögiftsövervakning som bedrivits främst nationellt men även internationellt på terrester biota. Denna rapport utgör ett underlag för revidering av den nationella miljögiftsövervakningen på terrester biota. Förslag till reviderat program presenteras i en separat rapport.

I Sverige började miljögiftssituationen i landmiljön övervakas i stare redan i slutet av 1960-talet. På 1980-talet inleddes kontinuerliga mätningar i älg och ren. Syftet var främst att beskriva förändringar över tid, samt geografiska haltvariationer. I huvudsak var mätningarna inriktade mot metaller, även om vissa organiska föreningar också analyserades.

Under senare år har flera specialstudier utförts nationellt där screeningar utförts av flera olika organiska ämnen. I dessa har även nyare ämnen ingått såsom bromerade flamskyddsmedel och perfluorerade ämnen. Förutom de arter som använts tidigare (stare, älg och ren) så har även sork inkluderats som en representativ art för skog och fjäll. Det senaste året har också dagmask i jordbruksområden undersökts. Antalet lokaler har varierat över åren och nuvarande omfattning är:


- Ren: 3 lokaler (provbanks)
- Älg: 1 lokal (provbanks)
- Stare: 9 lokaler (provbanks)
- Sork: 5 lokaler (provbanks)

Halterna av flera metaller har minskat långsiktigt i älg, ren och stare. I några fall finns tecken på ökande halter av Hg. Även de klorerade miljögifterna PCB, HCH, HCB, DDE och oktaklorstyren minskar i älg och/eller ren. Tidstrender för nyare ämnen såsom bromerade och perfluorerade ämnen har inte kunnat bedömas inom ramen för nationell miljöövervakning. I många fall är haltvariationerna mellan individer och mellan närliggande år betydande, varför många års övervakning krävs för att fastställa om tidstrender föreligger.

Generellt är halterna lägre i terrestra djur än i vattenlevande djur. Sammansättningen av vissa miljögifter kan dock variera mellan landlevande och vattenlevande djur. Exempelvis visar flera undersökningar av PBDE att terrestra däggdjur och fåglar har en större anrikning av högbromerade kongener, jämfört med motsvarande arter i akvatisk miljö.


Naturvårdsverkets miljögiftsövervakning innefattar inga undersökningar på rovfåglar, ugglor eller högre rovdjur. Andra studier, både från Sverige och andra länder, har påvisat förekomst av både äldre och nyare persistenta miljögifter i t.ex. fågelägg och blodplasma från större däggdjur. Många av de aktuella organiska ämnena uppträder i högre halter i terrestra predatorer än i växtätare. Detta medför att vissa nya ämnen lättare kan upptäckas i rovdjur än i växtätare.

Någon egentlig utvärdering av om de halter som uppmätts inom svensk miljöövervakning är av toxikologisk relevans förefaller ej vara genomförd.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Miljögiftstillståndet i svensk landmiljö</b>	<b>6</b>
2.1	Jordbruksmark	6
2.1.1	<i>Omfattning</i>	7
2.1.2	<i>Matris och metodik</i>	7
2.1.3	<i>Halter och trender</i>	8
2.2	Skogsmark	8
2.2.1	<i>Omfattning</i>	9
2.2.2	<i>Matris och metodik</i>	9
2.2.3	<i>Halter och trender</i>	9
2.3	Fjäll	10
2.3.1	<i>Omfattning</i>	11
2.3.2	<i>Matris och metodik</i>	11
2.3.3	<i>Halter och trender</i>	11
2.4	Specialstudier	12
2.4.1	<i>Jordbruksmark - starar</i>	12
2.4.1	<i>Jordbruksmark - daggmask</i>	13
2.4.2	<i>Skog och fjäll – älg och ren</i>	13
2.4.3	<i>Skog och fjäll - sork</i>	16
2.5	Provinsamling och bankning	17
2.6	Samlad bedömning om tillståndet i svensk landmiljö	18
<b>3</b>	<b>Undersökningar i andra länder</b>	<b>20</b>
3.1	Långsiktig miljöövervakning	20
3.1.1	<i>Norge</i>	20
3.1.2	<i>Finland</i>	22
3.1.3	<i>Kanada</i>	22
3.2	Enskilda studier	23
3.2.1	<i>Norra Europa</i>	23
3.2.2	<i>Nordamerika</i>	25
3.3	Samlad bedömning internationellt	26
<b>4</b>	<b>Reflektioner kring genomförd miljögiftsövervakning i landmiljön</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>Referenser</b>	<b>29</b>

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

## 1 Bakgrund


De terrestra ekosystemen utgör knappt 90% av Sveriges yta. Borträknat bebyggda områden kan de indelas i skog, fjäll, myr, jordbruksområden och gräsbevuxna hedområden (SCB, 2007). Dessa ekosystem exponeras för metaller och organiska föroreningar främst via storskalig spridning i atmosfären. Den storskaliga belastningen av metaller såsom bly, kadmium och kvicksilver har i Skandinavien minskat markant sedan 1970-talet (t.ex. Rühling, 2006), men halterna i skogs- och jordbruksmark är alltjämt förhöjda. Detta har bl.a. bidragit till att svenskarnas intag av kadmium från spannmål och potatis bedöms vara för högt (KemI, 2011).

De terrestra ekosystemen har även belastats av många organiska föroreningar under lång tid. Typiska organiska föroreningar som via atmosfären kan spridas till avlägsna bakgrundsområden är klorerade bekämpningsmedel såsom DDT, HCH och klordan, klorerade tekniska kemikalier såsom PCB samt förbränningsprodukter som PAH och polyklorerade dioxiner och furaner. Även om man genom internationella överenskommelser sökt minska spridningen av många av dessa ämnen, t.ex. via UNEPs Stockholmskonvention, påträffas alltjämt nya exempel på organiska ämnen som via atmosfären belastar de terrestra ekosystemen. Här kan nämnas flera typer av bromerade flamskyddsmedel, perfluorerade ämnen och klorparaffiner. Den mest välkända effekten av organiska miljögifter på terrester Nordisk biota är kanske äggskalsförtunnningen hos många rovfåglar, vilket relaterats främst till DDT/DDE (t.ex. Gjershaug m.fl., 2008).

I Sverige började man tidigt att övervaka miljögiftssituationen i landmiljön genom Programmet för övervakning av miljö kvalitet (PMK). Mätningarna i biota syftade främst till att beskriva förändringar över tid, samt geografiska haltvariationer. Därutöver har nedfallet av tungmetaller följts genom undersökningar av landmossor (Rühling, 2006) och atmosfäriskt nedfall (t.ex. Kindbom m.fl., 2001). I huvudsak var mätningarna i biota inriktade mot metaller, även om en del organiska föroreningar också analyserades.

Syftet med denna rapport är att sammanställa och utvärdera främst svensk, men även internationell miljögiftsövervakning av landlevande biota. Rapporten ska ligga som underlag för framtagande av förslag till ett nytt nationellt övervakningsprogram för miljögifter i landlevande biota. Förslag till reviderat program presenteras i en separat rapport (WSP 2011).

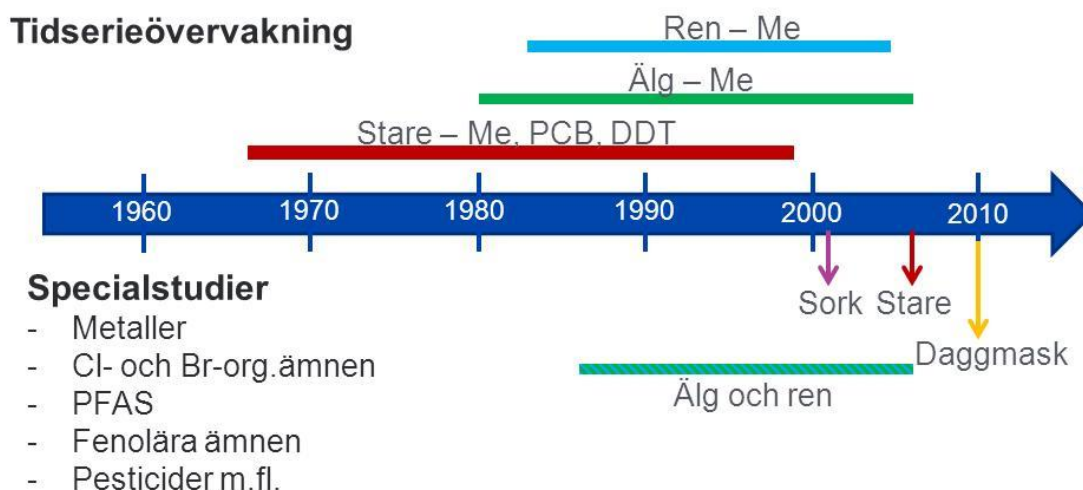


Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

## 2 Miljögiftstillståndet i svensk landmiljö

Syftet med svensk nationell miljögiftsövervakning i landmiljö har främst varit att studera långsiktiga förändringar av halter i bakgrundsmiljön, men även att studera rumsliga variationer. Övervakningen har indelats i tre typområden: jordbruksmark, skog och fjäll. Under senare år har specialstudier utförts för att studera förekomsten av nya ämnen i miljön. Syftet med specialstudierna har varit att upptäcka nya hot av miljögifter. En översikt ges i Figur 1.


I nedanstående underkapitel beskrivs de studier som utförts inom den nationella miljögiftsövervakningen översiktligt avseende omfattning, matris och metodik samt halter och trender. I slutet av kapitlet sammanfattas och utvärderas samtliga studier.



**Figur 1. Översikt för den nationella miljögiftsövervakningen som bedrivits i terrester miljö. Tidpunkterna avser de år från vilka undersökta prov härrör.**

### 2.1 Jordbruksmark

För övervakning av miljögifter i jordbruksmark används stare (*Sturnus vulgaris*) sedan mitten av 1960-talet. Först utfördes övervakningen inom OECD:s tidigare mätprogram (1967-1975) som år 1981 övergick i ett nationellt miljöövervakningsprogram. En studie av tidstrender av miljögifter i starar (Odsjö, 2000) utgör underlag för nedanstående sammanställning. En screening av metaller och organiska miljögifter har även utförts för starar insamlade år 2006 (Odsjö m fl. 2008). Resultaten från denna screening summeras i kapitel 2.4.1.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

### 2.1.1 Omfattning

De ämnen vars tidstrender studerats i stare är metallerna bly, kadmium, koppar, zink och kvicksilver samt de klorerade organiska ämnena DDE och PCB. Totalt har 8 lokaler från södra och centrala Sverige ingått (Tabell 1). Mätperioden för de olika ämnena varierar mellan lokalerna. Metaller har undersökts mellan 10 och 23 år och organiska ämnen mellan 3 och 20 år vid respektive lokal. Den lokal med längst mätserie för de klorerade organiska ämnena är Krankesjön i södra Sverige (20 år), följt av Grimsö i mellersta Sverige (15 år) och Fleringe på Gotland (13 år). Vid övriga lokaler har mätperioden varit < 6 år.

### 2.1.2 Matris och metodik

För mätning av miljögifter i stare används ca 3 veckor gamla fågelungar, vilket är strax innan de blir flygfärdiga. Unga starar har valts för att representera den lokal där de insamlats. Fågelungarna insamlas från fågelholkar. Deras föda, huvudsakligen evertebrater, kommer från områden i närheten av boet.

För analys av organiska ämnen samt kvicksilver används vävnad från bröstmuskel. För analys av övriga metaller används njurvävnad.

Metaller har analyserats med flamlös AAS. För kvicksilver utfördes dock analyserna under 1967 till 1983 med neutronaktivering. DDT- och PCB-substanser analyserades ursprungligen med LRGC (gaskromatografi med packad kolonn). Denna metod ersattes av GC med kapillär kolonn (HRGC) år 1988. Resultaten från de tidigare analyserna har justerats mot den nya metoden. För DDT redovisas resultaten för substansen DDE och för PCB redovisas resultaten för PCB10, vilket främst utgörs av kongenen CB-138 (och något CB-163).

**Tabell 1. Provlokal, län och mätperiod för olika ämnen som resultaten är sammanställda för.**

Provlokal	Län	Metaller <sup>1</sup>	DDT & PCB
Svartendal	Västergötland	1982-1994	1982 - 1987
Grimsö	Västmanland	1981-1999 <sup>2</sup>	1981 - 1995
Tyresta	Södermanland	1983-1994 <sup>3</sup>	1983 - 1987
Tiveden	Östergötland	1984-1994	1984 - 1987
Boa Berg	Halland	1985-1994 <sup>4</sup>	1985 - 1987
Norra Kvill	Småland	1982-1994	1982 - 1987
Fleringe	Gotland	1983-1999 <sup>5</sup>	1983 - 1995
Krankesjön	Skåne	1967-1999 <sup>6</sup>	1976 - 1995

<sup>1</sup> De metaller som ingår är kadmium, kvicksilver, bly, koppar och zink.


<sup>2</sup> Mätning av kvicksilver startade år 1982 och mätningar av bly, koppar och zink startade år 1984.

<sup>3</sup> Mätning av bly, koppar och zink startade år 1984.

<sup>4</sup> Mätning av zink startade år 1986.

<sup>5</sup> Mätningar av bly, koppar och zink startade år 1984.

<sup>6</sup> Mätningar av kadmium startade år 1973 och bly, koppar och zink år 1980.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

### 2.1.3 Halter och trender

Ingen uppåtgående trend har påvisats av varken metaller, PCB eller DDT i unga starar. För flera lokaler är mätperioden dock för kort för att kunna påvisa en tidstrend. Det gäller främst de organiska ämnena, men även vissa metaller. De lokaler med längst mätperiod är Krankesjön i södra Sverige och Grimsö i mellersta Sverige. I båda dessa lokaler minskar PCB i unga starar med en årlig minskning under mätperioderna om 4,1 respektive 9,5%. Geometriska medelhalter av PCB varierade mellan 30-80 ng/g lv för de olika lokalerna och mätperioderna. Geometriska medelhalter av DDE varierade mellan 100-1300 ng/g lv. Högst DDE-halt uppmättes i Fleringe på Gotland, medan övriga lokaler huvudsakligen hade halter < 300 ng/g lv.

I 6 av 8 lokaler från södra och mellersta Sverige minskar blyhalten i stare med 6-12 %/år under mätperioderna. Vid Krankesjön minskar halten av kvicksilver i starar med i genomsnitt 2,6 %/år under perioden 1967-1999. I mellersta Sverige minskar halten av kadmium och koppar i starar med 3,5 respektive 1,1 % per år under mätperioderna. Tidstrender för de olika lokalerna är sammanställda i Tabell 2.

Geometriska medelhalter för hela mätperioden varierade mellan olika lokaler: Cd: 0,09-0,42; Pb: 0,7-1,9 µg/g ts. Högst halt av kadmium uppmättes i Fleringe på Gotland och för bly i Boa Berg, Hallands län. För kvicksilver varierade de geometriska medelhalterna mellan 7,5 till 32 ng/g fv i muskel. Högst halt uppmättes i Tiveden i Västra Götalands län.


**Tabell 2. Sammanfattning av tidstrender av DDE, PCB10 (främst CB-138) och Hg i muskel samt Cd, Pb, Cu och Zn i njure hos unga starar (Odsjö, 2000). En nedåtgående trend markeras med ↓, en uppåtgående trend med ↑, ingen trend med –. Observera att ingen trend i flertalet fall innebär att mätperioden varit för kort för att en trend ska kunna påvisas.**

Provlokal	Län	DDE	PCB10	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn
Svartendal	Västra Götalands	-	-	-	-	↓	-	-
Grimsö	Örebro	-	↓	-	↓	↓	↓	-
Tyresta	Stockholms	-	-	-	-	↓	-	-
Tiveden	Västra Götalands	-	-	-	-	↓	-	-
Boa Berg	Hallands	-	-	-	-	-	-	-
Norra Kvill	Kalmar	-	-	-	-	-	-	↓
Fleringe	Gotland	-	-	-	-	↓	↓	-
Krankesjön	Skåne	-	↓	↓	-	↓	-	-

## 2.2 Skogsmark

För övervakning av miljögifter i skogsmark undersöks halter i älg (*Alces alces*). Sedan 1980 har vävnadsprov från älg insamlats från Grimsö i Örebro län. Under perioden 1996-2006 var programmet utökat och omfattade ytterligare 6 län. En tidstrendstudie av metaller i insamlade prov fram till år 2005 (Odsjö m.fl., 2007) har utgjort underlag för nedanstående sammanställning. En retrospektiv studie av organiska miljögifter har även utförts



Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

för älg från Grimsö för de senaste 20 åren (Odsjö m fl, 2008). Resultaten från denna studie presenteras i kapitel 2.4.2.

### 2.2.1 Omfattning

Tidstrender för följande femton grundämnen har studerats i älg: kalcium (Ca), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), järn (Fe), magnesium (Mg), mangan (Mn), molybden (Mo), nickel (Ni), bly (Pb), vanadin (V), zink (Zn), selen (Se) och kvicksilver (Hg).

Provlokaler och mätperioder presenteras i Tabell 3. Längst mätperiod finns för Grimsö i Örebro län med 27 år. För övriga lokaler är mätperioden ca 10 år. Utvärdering av tidstrender har utförts för analysdata fram till år 2005.

**Tabell 3. Provlokal, län och mätperiod för metaller i älg (*Alces alces*).**

Provlokal	Metaller
Grimsö, Örebro län (T)	1980-2006 <sup>1</sup>
Jämtland (Z)	1997-2006
Jönköping (F)	1996-2006
Kronoberg (G)	1996-2006
Norrbottnen (BD)	1996-2005
Västmanland (U)	1996-2005
Västra götaland (P)	1996-2006


<sup>1</sup> Kviksilver och selen har mätts mellan 1999 - 2006. I miljödatan finns dock endast mätvärden från 2002-2006.

### 2.2.2 Matris och metodik

Älg har valts för att representera växtätande fauna från skogsområden. Det huvudsakliga födointaget består av kvistar och blad från buskar och träd. Eftersom arten finns på flera ställen i Sverige kan den även användas för att studera rumsliga förändringar. För mätning av metaller i älg användes främst kalvar av hankön. För analys av selen och kvicksilver användes vävnad från muskel och lever och för övriga metaller analyserades njur- och levervävnad.

### 2.2.3 Halter och trender

Inga skillnader i halter mellan lokalerna kunde påvisas för något ämne. Den geometriska medelhalten av kadmium i älg från Grimsö var 0,28 och 0,89 µg/g färskvikt i lever respektive njure under mätperioden 1980-2005. För bly var den geometriska medelhalten i lever och njure 0,039 respektive 0,058 µg/g färskvikt under samma mätperiod. Geometrisk medelhalt av kvicksilver i älg från Grimsö var 0,88 och 3,1 ng/g färskvikt i muskel respektive lever under mätperioden 1999-2005. För flera ämnen har tidstrender påvisats, framförallt vid Grimsö i Örebro län som för flertalet ämnen haft den längsta mätperioden. Ökande halter observerades här för Cu, Mg, Mn, Mo och Zn i lever med 0,6-2,6 % per år för mät-

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

perioden 1980-2005. Även i muskel påvisades en ökning av Mo. Minskande trender påvisades för Cu, Fe, Pb och V i njure samt Fe och Pb i lever från Grimsö.

Om tidstrender av tungmetaller jämförs mellan olika län är bly och kvicksilver mest utmärkande (Tabell 4). I fyra län påvisades minskande blyhalter i lever och i ett av länen även i njure. I Örebro län var den årliga minskningen av bly i både lever och njure ca 6 % mellan 1980 till 2005, medan för övriga län (F, G, U) varierade minskningen i lever mellan 12-23 % per år för perioden 1996 till 2004. I fyra län påvisades ökande halter av kvicksilver i muskel mellan 1996 och 2003/2004. Ökningen varierade mellan 10-16 % per år.


För övriga metaller kan noteras att kalciumhalten minskade i lever i 3 län (Z, F och G) och att järnhalten minskade i lever i 4 län (T, U, F och G). Att Cu både ökar och minskar (i olika organ), och att essentiella metaller som Ca, Fe och Mg förändras över tid, gör att man kan ifrågasätta om trenderna återspeglar förändrad exponering eller om det i vissa fall finns andra orsaker till uppmätta trender.

**Tabell 4. Sammanfattning av tidstrender för Cd, Cu, Pb, Zn och Hg i älg (Odsjö m.fl., 2007). En nedåtgående trend markeras med ↓, en uppåtgående trend med ↑, ingen trend med –. I något fall har olika trender påvisats i olika vävnadstyper, vilket markerats med ↓↑. Observera att "ingen trend" kan innebära att mätperioden varit för kort för att en trend ska kunna påvisas.**

Län	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg
Örebro (T)	-	↓↑	↓	-	-
Jämtland (Z)	↓	-	-	-	-
Jönköping (F)	-	↑	↓	-	↑
Kronoberg (G)	-	↓	↓	-	↑
Norrbottnen (BD)	-	-	-	↓	↑
Västmanland (U)	↑	-	↓	-	↑
Västra götaland (P)	-	-	-	-	-

## 2.3 Fjäll

För övervakning av miljögifter i fjällområden används ren (*Rangifer tarandus*). Sedan början av 1980-talet har vävnadsprov från ren insamlats från nordvästra Sverige inom den nationella miljögiftsövervakningen. Renen är sedan början av 90-talet en gemensam art för övervakning av miljögifter i biota på norra halvklotet inom AMAP (Arctic monitoring and assessment programme). Tidstrendstudier av metaller har utförts för ren från Sverige för perioderna 1983 - 2005 (Odsjö m.fl. 2007). En retrospektiv studie av organiska miljögifter har även utförts på ren från norra Lappland för de senaste 20 åren (Odsjö m fl, 2008). Resultaten från denna studie summeras i kapitel 2.4.2.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

### 2.3.1 Omfattning

Vävnadsprov från ren har insamlats från två områden i Lappland och ett i Jämtland/Härjedalen, se Tabell 5. Dessa områden kommer fortsättningsvis att benämnas norra, centrala och södra distriktet. Insamlingen startade år 1981, 1982 och 1983 i det norra, centrala respektive södra området. Mätning av metaller har skett i prover från det norra och centrala området. Mätperioden redovisas i Tabell 5.

Tidstrender av följande grundämnen har studerats i ren: aluminium (Al), kalcium (Ca), kadmium (Cd), kobolt (Co), krom (Cr), koppar (Cu), järn (Fe), magnesium (Mg), mangan (Mn), molybden (Mo), nickel (Ni), bly (Pb), vanadin (V), zink (Zn), kvicksilver (Hg).

**Tabell 5. Insamlingsområden, ingående samebyar och mätperiod för metaller i ren.**

Område	Benämning	Ingående samebyar	Mätperiod metaller
Norra Lappland	Norra distriktet	Gabna, Lævas, Girjas	1983-2005 <sup>1</sup>
Mellersta Lappland	Central distriktet	Ran, Gran	1996-2005
Jämtland/Härjedalen	Södra distriktet	Handölsdalen, Mittådalen	-

<sup>1</sup> Analysresultat av metaller i muskel representerar mätperioden 1987-2005.

### 2.3.2 Matris och metodik

Ren har valts för att representera växtätande fauna från den subarktiska svenska fjällregionen som via sitt födointag exponeras för luftburna metaller och organiska miljögifter. Renar vistas sommartid i de västligaste delarna av fjällen där de lever på gräs, halvgräs, kvistar, blad och svampar. Under hösten vandrar de österut till centrala barrskogsområdet, där de huvudsakligen lever på lavar.


För mätning av metaller i ren har muskel- och levervävnad från 3-åriga handjur använts.

### 2.3.3 Halter och trender

För flera metaller har tidstrender påvisats, framförallt för det norra distriktet med längst mätperiod. Halten av bly i lever minskade i båda distrikten (Tabell 6). Den genomsnittliga årliga minskningen var för det norra distriktet 2,5 % mellan 1983-2005 och för det centrala distriktet 10 % mellan 1996-2005. I det norra distriktet minskade även kadmiumhalten i muskel med 9 % per år mellan 1987-2005, medan kvicksilverhalten i muskel ökade med 9 % under samma period. I det centrala distriktet minskar halten av kvicksilver i lever med 10 % per år.

**Tabell 6. Sammanfattning av tidstrender för tungmetallerna Cd, Cu, Pb, Zn och Hg i ren (Odsjö m.fl., 2007). En nedåtgående trend markeras med ↓, en uppåtgående trend med ↑, ingen trend med -. I något fall har olika trender påvisats i olika vävnadstyper, vilket markerats med ↓↑. Observera att ingen trend kan innebära att mätperioden varit för kort för att en trend ska kunna påvisas.**

Område	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg
Norra	↓	↑↓	↓	-	↑
Centrala	-	-	↓	-	↓

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

I muskel från norra distriktet var de geometriska medelhalterna under hela mätperioden för kadmium, bly och kvicksilver 0,01, 0,01 respektive 0,001 µg/g färskvikt. I lever var motsvarande halter betydligt högre: Cd, Pb och Hg 0,44, 0,11 respektive 0,04 µg/g fv. I centrala distriktet låg halterna av Cd, Pb och Hg på liknande nivåer. Halterna är ungefär i samma nivå som i älglever.

## 2.4 Specialstudier

### 2.4.1 Jordbruksmark - starar


En screening av metaller, klorerade och bromerade kemikalier samt pesticider har utförts på starar (*Sturnus vulgaris*) insamlade under år 2006 (Odsjö m fl, 2008). Ett 50-tal olika pesticider, 13 metaller och grundelement, 13 kongener av bromerade flamskyddsmedel, 5 fenolära föreningar och 15 perfluorerade ämnen ingick i screeningen. Analyser utfördes på vävnad av lever (PFAS + metaller) eller muskel (Hg + övriga organiska ämnen) från ungfågel insamlade vid 8 övervakningslokaler i södra och centrala Sverige.

Av pesticiderna påvisades halter i muskel strax över rapporteringsgränsen för endast klorpyrifos (LOD 0,03 ng/g fv) och β-HCH (LOD 0,1 ng/g fv). Halterna av metaller och grundelement bedömdes inte vara anmärkningsvärt höga i någon lokal. Kadmium detekterades i 4 av 8 lokaler och medelhalten i de lokaler där Cd detekterades var 0,023 mg/kg fv i lever. Medelhalten av kvicksilver i muskel och bly i lever var 5,7 µg/kg fv respektive 0,19 mg/kg fv.

Av de bromerade flamskyddsmedlen (PBDE och HBCD) påvisades 5 kongener (BDE47, BDE99, BDE100, BDE153 och BDE154) i halter över kvantifieringsgränsen (LOQ) i muskel från stare. Den dominerade kongenen var BDE99 vid samtliga lokaler och BDE-209 kunde inte detekteras i något prov. Den högsta uppmätta halten av Σ5PBDE och BDE99 var 258 respektive 132 pg/g färskvikt. Dominansen av BDE99 bedömdes överensstämma med tidigare resultat från andra studier av terrestra arter. I tidigare studier har föreslagits att fåglar med födointag i den terrestra miljön exponeras för högre bromerade BDE kongener än fåglar med födointag i den akvatiska miljön. Exempelvis är BDE-153 dominerande i ägg från svenska och nordamerikanska pilgrimsfalkar (Johansson m.fl., 2009; Da Chen et al., 2008). I dessa studier påträffades även BDE-209 i ägg.

Av de 5 fenolära ämnena påvisades triklosan i detekterbara halter i muskel från stare vid samtliga lokaler. Medelhalten var 0,11 ng/g färskvikt och högsta uppmätta halt var 0,25 ng/g färskvikt. Analysresultaten av oktyl- och nonylfenol kunde inte utvärderas p.g.a. otillförlitliga resultat. Halten av pentaklorfenol och bisfenol A låg under detektionsgränsen (5 respektive 10 ng/g färskvikt) i samtliga lokaler.

Perfluorerade ämnen (PFAS) påvisades i detekterbara halter i lever från stare vid samtliga lokaler. Den dominerade substansen var PFOS, med en genomsnittlig halt på 3,5 ng/g

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

färskvikt. I nästan samtliga lokaler påvisades PFNA, PFUnA, PFTriA och PFDoA<sup>1</sup>. Sporadiskt påträffades även PFHxA och PFOSA men inte PFOA<sup>2</sup>. Generellt bedömdes halterna av PFAS i starar vara mycket lägre än hos marina fåglar. Rumsliga haltvariationer utvärderas inte i rapporten. Ofta krävs flera års undersökningar för att kunna bekräfta eventuella rumsliga trender.

#### 2.4.1 Jordbruksmark - daggmask

En screening av metaller, klorerade och bromerade kemikalier, perfluorerade substanser, fenolära ämnen, pesticider och myskämnen har utförts på daggmask från 3 jordbruksområden i mellersta Sverige (Grimsö, Tyresta och Fleringe) under år 2010 (Lind, 2011). Tre samlingsprov från respektive område insamlades. Områdena representerar lokaler där stare också insamlas.

Generellt var halterna av analyserade ämnen i daggmask låga till mycket låga (Lind, 2011). Undantag gäller dock halterna av DDE och DDD i ett av proven från Grimsö (Morskoga) och ett från Fleringe (Nors) som var oväntat höga d.v.s. >1000 ng/g fettvikt. I Grimsöprovet var även halten DDT mycket hög (ca 5000 ng/g fettvikt). De högre halterna av DDE i Morskoga överensstämmer med tidigare resultat på stare från samma lokal (Lind, 2011). Även i Fleringe har högre halter av DDE påträffats i stare jämfört med andra lokaler i Sverige.

I studien dras slutsatsen att daggmask främst är en användbar matris för miljögiftsövervakning av ämnen med lokalt ursprung samt vattenlösliga ämnen (Lind, 2011). Daggmask lämpar sig mindre väl för övervakning av långväga transporterade fettlösliga ämnen p.g.a. dagmaskens låga fettinnehåll.

#### 2.4.2 Skog och fjäll – älg och ren


En retrospektiv studie av klorerade pesticider och andra huvudsakligen persistenta föroreningar har utförts på älg och ren för de senaste 20 åren (Danielsson m fl, 2008). Undersökta ämnen/grupper var klorbensener, HCBd, oktaklorstyren, polyklorerade bifenyler (PCB), DDT, klordan, hexaklorcyklohexan (HCH), PBDE, HBCD, tributylfosfat, dioxiner, furaner, endosulfan, heptaklor, pentaklorfenol, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och perfluorerade ämnen (PFAS).

I studien användes muskelprov från årsälgalvar (främst hankön) från Grimsö i mellersta Sverige samt 3-åriga hanrennar från tre samebyar i norra Lappland. Proven representerar perioden 1986 – 2005 för älg och 1987 – 2006 för ren. För dioxiner, furaner och nonorto-PCB analyserades endast prov från 3 år (1995, 2000 och 2005).

<sup>1</sup> Perfluornonanoat (PFNA), perfluorundekanoat (PFUnA), perfluortridekanoat (PFTriA), perfluordodekanoat (PFDoA).

<sup>2</sup> Perfluorhexansyra (PFHxA); perfluoroktan sulfonamid (PFOSA); perfluoroktansyra (PFOA).



Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

Många av de undersökta ämnena kunde inte eller sällan detekteras i älg eller ren. En sammanställning av i vilken utsträckning olika ämnen kunde detekteras ges i Tabell 7. Detektionsgränsen för klorbensener, HCBD, endosulfan, heptaklor låg omkring 0,1-0,2 ng/g vv. För PFAS varierade detektionsgränsen mellan 0,02-0,7 ng/g vv och för övriga ämnen låg detektionsnivån generellt på 0,01 ng/g vv eller lägre. Påträffade halter av ämnen bedömdes i många fall vara lägre än de halter som påvisats i fisk från limniska och marina områden.

**Tabell 7. Översiktlig fyndfrekvens av organiska ämnen i älg och ren (efter Odsjö m.fl., 2008).**

Ämnesgrupp	Vanliga	Sällan	Aldrig
Klorbensener	PeCB + HCB		Övriga
PCB	CB118, 138, 153 och 180		Övriga + nonorto-PCB
DDT	DDE		DDT, DDD
HCH	β-HCH	α-HCH	
PBDE		BDE47, 99, 100	BDE209
PCDD	OCDD	2378-TCDD	Övriga
PCDF	Hexa-, hepta-, okta CDF	2378-TCDF	Övriga
PAH	fluoren, fenantren, fluoranten och pyren	övriga	Naftalen acenaften
PFAS		PFOS, PFOA och PFOSA	Övriga PFAS
Övrigt	Oktaklorstyren		HCBD, HBDCD, klordan, tributylfosfat, PCP, endosulfan, heptaklor

De mest frekvent detekterade ämnena i älg och ren var penta- och hexaklorbensenen, oktaklorstyren, PCB, α- och β- HCH och vissa PAH. I älg påträffades även metaboliten DDE i detekterbara koncentrationer i samtliga prov. För samtliga av dessa ämnen, förutom PAH, har halterna sjunkit under de ca 20 år som undersökningen omfattar. Störst minskning påvisades för α-HCH med 22 % i älg och 17 % i ren per år. För övriga ämnen var den årliga minskningen i genomsnitt 3 - 10 % per år. Resultaten bedömdes samstämmiga med tidigare resultat från biota i insjöar och marina områden i Sverige. Det föreslås att de nedåtgående trenderna i biota från landmiljön troligen orsakats av utsläpps begränsande åtgärder.

De flesta analyserade PAH:er låg under detektionsgränsen (LOD 0,001-0,1 ng/g vv). De ämnen som påträffades mest frekvent var fluoren, fenantren, fluoranten och pyren. Halterna av dessa PAH:er varierade stort i både älg och ren med medelhalter för mätperioden mellan 1-5 ng/g vv för respektive ämne. Generellt sågs inga trender i halter av PAH med undantag för fluoranten i älg som minskade med 4,7 % per år.

Penta- och hexaklorbensenen detekterades i både älg och ren. Geometriska medelhalter i älg och ren för mätperioderna var 0,9 respektive 0,7 ng/g lv för pentaklorbensenen (PeCB) och 24 respektive 45 ng/g lv för hexaklorbensenen (HCB). I älg minskade halten av både PeCB

och HCB under mätperioden med 9,4 respektive 6,7 % per år. I slutet av 80-talet låg halterna av PeCB och HCB i älg kring 2 respektive 50 ng/g lv medan under mätperiodens sista år var halterna <1 ng/g lv för PeCB och < 20 ng/g lv för HCB.

Oktaklorstyren detekterades i både älg och ren. Hos båda arterna ses en minskande halter under mätperioden. I älg minskade halten med 6,5 % per år med halter i början av mätperioden på omkring 2 ng/g lv och i slutet av mätperioden <1 ng/ g lv. I ren minskade halten med 3,5 % per år och geometrisk medelhalt för mätperioden var 1,4 ng/g lv.

Av analyserade PCB:er förekom CB-118, CB-153, CB-138 och CB-180 i detekterbara halter i nästan samtliga prov. Under mätperioderna minskade halten i älg och ren av dessa ämnen med generellt 3-5 % per år. Geometriska medelhalter för de detekterade kongenerna varierade mellan 1-5 ng/g lv.

DDE var den DDT som detekterades, men bara i älg. Under mätperioden minskade halten i älg med 3,5 % per år. Geometrisk medelhalt var 1,3 ng/g lv.


Av hexaklorcyklohexanerna (HCH) detekterades  $\alpha$ - och  $\beta$ -HCH i både älg och ren. Halterna av  $\alpha$ -HCH har under mätperioden minskat stort i både älg ( 22 % per år) och ren (17 % per år) med halter i början av mätperioden >10 ng/g lv och i slutet av mätperioden < 2 ng/g lv. Störst minskning i halter ses i början av mätperioden. För  $\beta$ -HCH var minskningen i halter något mindre (6,8 % i älg och 6,5 % i ren) och geometriska medelhalter var 2,9 och 3,9 ng/g lv i älg respektive ren.

Nonorto-PCB detekterades i alla prov av både älg och ren. Generellt var halterna av PCDD och PCDF låga hos både älg och ren och i många fall under detektionsnivån. Medelhalten av summa TCDD-ekvivalenter var för de tre åren 8,1 och 2,3 pg TEQ/g l.v. för älg respektive ren. Ingen trendanalys kunde utföras för dessa ämnen p.g.a. att endast prov från 3 år undersökts.

Inom grupperna PBDE och PFAS kunde endast ett fåtal ämnen detekteras i några prov: BDE47, -99 och -100 samt PFOS, PFOSA och PFOA. BDE209 kunde inte detekteras. Den låga fyndfrekvensen av perfluorerade ämnen kan möjligen bero på att dessa ämnen ofta uppträder i lägre halter i den aktuella matrisen muskel än i lever.

**Tabell 8. Sammanfattning av tidstrender för organiska ämnen i älg och ren. En nedåtgående trend markeras med ↓, en uppåtgående trend med ↑, ingen trend med –. i.u.: halter kunde ej detekteras och trend ej bedömas.**

Ämne	Älg	Ren
PCB	↓	↓
DDE	↓	i.u.
HCB	↓	↓?
HCH	↓	↓
Oktaklorstyren	↓	↓
Fluoranten	↓	↓
Övriga PAH	–	–

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

### 2.4.3 Skog och fjäll - sork

En screening av metaller, klorerade och bromerade ämnen, fenolära substanser och perfluorerade substanser har utförts på skogssork (*Myodes glareolus*) insamlade under hösten år 2001 (Lind och Odsjö, 2010). Skogssork är en växtätare som lever i både skog och subalpina biotoper. Dess föda varierar beroende på biotop och säsong. Svamp och lavar ingår i födan, speciellt i nordliga biotoper. Tillfälligtvis kan de äta maskar och insekter.

Totalt 5 lokaler från södra, mellersta och norra Sverige ingick i studien. Tre av dessa representerar skogsbiotoper (N:a Kvill, Grimsö, Vindeln) och 2 fjällbiotoper (Vålådalen, Ammarnäs). För analys av metaller och perfluorerade ämnen användes levervävnad och för övriga ämnen analyserades muskel. Från varje lokal analyserades 3 samlingsprov som vardera representerade 10 individer.


Samtliga analyserade ämnen bedömdes förekomma i låga till mycket låga halter i skogssork. Inga generella geografiska trender i halter observerades. I en subalpin lokal (Vålådalen) påträffades dock högre halter av flera av de analyserade substanserna jämfört med övriga lokaler. Det gällde bl.a. HCB, CB-153, BDE-153 och flertalet perfluorerade ämnen. Det föreslås att denna avvikelse kan bero på att sorkarna från Vålådalen livnär sig i högre utsträckning på mossor och lavar och därmed exponeras i högre grad för luftburna föroreningar.

Av metallerna Cd, Pb och Hg så förekom Cd i högst halter i samtliga lokaler utom vid en lokal där istället Hg dominerade. Halter av Cd, Pb och Hg varierade mellan 0,03-0,2, 0,02-0,08 respektive 0,01-0,14 µg/g vv i proven. Ingen nord-syd trend detekterades, men sorkar från de subalpina lokalerna hade lägre kadmiumhalter än sorkarna för skogslokalerna. Vidare var halten av Hg 2-3 gånger högre i sorkar från den subalpina lokalen Vålådalen jämfört med sorkar från övriga lokaler.

Av de klorerade ämnena påträffades HCB, DDT, DDE, DDD, CB-118, CB-153, CB-138 och CB-180 i halter över kvantifieringsgränsen. HCB förekom i kvantifierbara halter i samtliga 5 lokaler, CB-153 i 3 lokaler och övriga ämnen i 1 eller 2 lokaler. De kvantifierbara halterna av HCB och CB-153 varierade mellan 1-12 respektive 5-13 ng/g lv i muskel. Övriga substanser förekom i halter < 8 ng/g lv.

Av de bromerade flamskyddsmedlen påträffades BDE-99, BDE-100, BDE-153 och HBCD i kvantifierbara halter i muskel. BDE-153 kvantifierades i 4 lokaler i halter mellan 0,02-0,4 ng/g lv i muskel. Övriga ämnen kvantifierades i 1 eller 2 lokaler. Uppmätt halt av HBCD var 4,4 ng/g lv. Övriga kongener förekom i halter ≤ 0,2 ng/g lv.

Perfluorerade ämnen detekterades i samtliga lokaler och prov från lever. De sju substanser som detekterades var PFOS, PFUnA, PFHxS, PFNA, PFDcA, PFDaA och PFTriA, varav de 3 första detekterades i samtliga prov. Dominerande var PFOS som förekom i halter mellan 2-17 ng/g vv. Övriga substanser förekom i halter < 2 ng/g vv. Detektionsgränsen varierade mellan 0,2-0,5 ng/g vv för respektive substans.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

Av de fenolära substanserna påträffades triklosan och 4-nonylfenol i detekterbara eller spårbara halter i fyra respektive tre lokaler. Halten av triklosan varierade mellan <0,2 till 12 ng/g lv och 4-nonylfenol mellan < 3 till 14 ng/g lv. Spår av 4-t-oktylfenol påträffades även i 2 lokaler (LOD = 5 ng/g lv). Pentaklorfenol påträffades inte i något prov (LOD = 20 ng/g lv).


## 2.5 Provinsamling och bankning

För närvarande sker ingen löpande analys av de prov som insamlas inom den terrestra miljöövervakningen. Däremot sker en betydande insamling för provbankning. Provbanken drivs av Naturhistoriska Riksmuseet och prov från denna bank används bl.a. för retrospektiva studier. Insamling 2010-2012 sker enligt Tabell 9. De terrestra arter som insamlas systematiskt är ren, älg, sork och stare.

Insamling sker även vid SVA, som sedan 2002 är huvudmottagare och materialsamordnare för material från stora rovdjur (varg, lodjur, björn, järv) till vetenskapliga studier och provbanker. Antalet djur som undersöks ökar i takt med ökande rovdjursstammar. Under året har 200 skjutna eller påträffade döda stora rovdjur undersökts (71 lodjur, 7 vargar, 120 björnar och två järvar).

**Tabell 9. Insamling av terrestra arter för provbankning vid NRM under perioden 2010-2012, inom ramen för Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning.**

Lokal	Art	Antal prover/år
<b>Fjäll</b>		
Rensjön/Aitejåkk, Lappland	ren	50
Biergenäs, Ammarnäs, Lappland	ren, sork	50, varierar
Stora Sjöfallet, Lappland	sork	varierar
Vålådalsfjällen, Jämtland/Härjedalen	sork	varierar
<b>Skog</b>		
Vindeln, Västerbotten	sork	varierar
Ljungris/Glen, Härjedalen	ren	50
Grimsö, Västmanland	stare, älg, sork	40, varierar, varierar
<b>Jordbruksmark</b>		
Kvismaren, Närke	stare	25
Tyresta, Sörmland	stare	25
Tiveden, Östergötland	stare	25
Svartedalen, Västergötland	stare	25
Flinge, Gotland	stare	25
Boa Berg, Halland	stare	25
Ottenby, Öland	stare	25
Krankesjön, Skåne	stare	25

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

## 2.6 Samlad bedömning om tillståndet i svensk landmiljö

De terrestra arter som ingår i svensk nationell miljögiftsövervakning är främst växtätare såsom ren, älg och skogssork. Endast stare representerar en predator som befinner sig på något högre trofinivå. Predatorer som livnär sig på däggdjur t.ex. rovfåglar, ugglor eller högre rovdjur har ej undersökts. De långsiktiga programmen är väl utformade för att kunna bedöma tidstrender. Mellanårsvariationen bidrar dock till att långa tidsserier krävs.

Uppmätta halter av toxiska metaller och PFOS i lever hos älg, ren, sork och stare samt hela daggmaskar jämförs i Tabell 10. Halterna är generellt lägre i daggmask än i övriga undersökta arter. Bly och kadmium förekommer generellt i högre halter än kvicksilver och PFOS. Halterna av bly i lever är vanligen högre i stare och ren jämfört med älg och sork. Stare har generellt lägre halter av kadmium jämfört med de andra 3 arterna. Kviksilver förekommer ofta i högre halter hos ren och sork än hos älg. Halterna av PFOS är likartade i sork, stare och daggmask.


Flertalet organiska ämnen har analyserats i muskel. I Tabell 11 jämförs uppmätta halter av organiska ämnen i muskel hos älg, ren, sork och stare samt hela daggmaskar. Flera av de analyserade organiska ämnena har inte kunnat detekteras eller kvantifieras. DDE, PCB, HCH, PBDE, pentaklorbensen, HCB, oktaklorstyren, dioxiner/furaner och triklosan förekommer i detekterbara halter i mer än en art. I övrigt uppträder detekterade ämnen i halter < 10 ng/g lv. Detta kan jämföras med marin fisk från svenska bakgrundslokaler, där flertalet påträffade föroreningar förekommer i halter över 10 ng/g lv (Sternbeck och Österås, 2008). De högsta halter som uppmätts gäller DDE i daggmask och stare. Resultat från stare representerar dock 1990-talet. De ämnen som under senare år påvisats i halter högre än 10 ng/g lv är DDE och PCB i daggmask, samt HCB i älg och ren. Tidigare mätningar i stare visade också DDE och PCB i halter över 10 ng/g lv.

Inga generella haltskillnader av organiska ämnen mellan olika arter kan utläsas. En jämförelse försvåras av att undersökta organ varierar och att den rapporterade haltenheten ibland skiljer sig mellan olika arter. I huvudsak omfattar övervakningen endast växtätare, vilket kan bidra till den måttliga variationen mellan olika arter. Dock får starungar animalisk föda och halterna av t.ex. HCH och PBDE förefaller vara högre i stare än daggmask.

Tidstrender av metaller har studerats i stare, älg och ren. I stare är samtliga trender som konstaterats nedåtgående. Halterna av bly har generellt minskat i både stare, älg och ren. Halter av kvicksilver ökar allmänt sett i muskel hos älg och även i muskel hos ren i norra Lappland. I motsats till denna ökning så minskar kvicksilverhalten i renlever från mellersta Lappland. Av de klorerade ämnena ses en avtagande halttrend av DDE i älg och av PCB i både stare, älg och ren. I älg och/eller ren ses även en nedåtgående trend i halten av klorbensener, oktaklorstyren och HCH.

Inte i någon av studierna har det diskuterats huruvida uppmätta halter är så höga att de bedöms kunna vara skadliga för djuren eller dess predatorer. I flera fall har uppmätta halter bedömts som låga. Någon grund för denna värdering har ej redovisats, men det är ett



Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		


faktum att halterna vanligen är lägre än i marin biota. Kadmium ackumuleras i njure och ett gränsvärde på 100 µg/g f.v. (400 g/g ts) har föreslagits för däggdjur (ECB, 2007). Uppmätta halter är långt under detta värde, varför det inte bedöms att uppmätta kadmiumhalter är skadliga för älg eller ren. Även bly och kvicksilver uppvisar halter långt under de kritiska effektnivåer som sammanställts i AMAP (2002a).

**Tabell 10. Indelning av arter efter påträffade halter av metaller och PFOS i lever för ren, älg, stare och sork samt hela daggmaskar.**

Ämnen	<1 ng/g fv	1-10 ng/g fv	10-100 ng/g fv	>100 ng/g fv
Bly	Daggmask		Älg, Sork	Stare, Ren
Kadmium		Daggmask	Stare	Älg, Ren, Sork
Kvicksilver	Daggmask	Älg	Ren, Sork	
PFOS		Daggmask, Stare, Sork		

**Tabell 11. Indelning av arter efter påträffade halter i muskel av olika organiska ämnen.**

Ämnen	n.d.	spår	<0,1 ng/g lv	0,1-1 ng/g lv	1-10 ng/g lv	>10 ng/g lv
DDE		Ren? Sork		Älg		Stare?(1995) Daggmask
PCB, enskilda huvudkongener					Älg, ren, sork	Stare?(1995) Daggmask
HCH	Sork, Daggmask	Stare			Älg, ren	
PBDE	Älg, ren			Sork Daggmask	Stare?	
HBCD	Älg, ren Daggmask	Sork? Stare				
Pentaklorbensen				Älg, ren		
HCB					Sork Daggmask	Älg, ren
HCBD	Älg, ren					
Oktaklorstyren				Älg	Ren	
Klordan	Älg, ren					
Tributylfosfat		Älg, ren				
Dioxiner m.fl.			Älg, ren			
Endosulfan	Älg, ren					
Heptaklor	Älg, ren					
Övr pesticider	Stare, Daggmask	Stare, Daggmask				
Triklosan	Daggmask				Stare, Sork	
Nonylfenol		Daggmask			Sork	
Oktylfenol	Daggmask	Sork				
Bisfenol A	Sork					
PFOS, PFOSA, PFOA		Älg, ren				

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

### 3 Undersökningar i andra länder

Detta kapitel ger för miljögifter i terrestra djur exempel på vad som görs och vilka resultat som föreligger i andra sammanhang än den svenska miljöövervakningen. Det första avsnittet beskriver miljöövervakning från Norden och Nordamerika. Det andra avsnittet ger exempel på mer fristående undersökningar. I vissa fall är dock gränsdragningen oklar.

#### 3.1 Långsiktig miljöövervakning

Långsiktig övervakning av miljögifter i den arktiska miljön, till vilket norra Sverige tillhör, sammanställs och utvärderas av AMAP. I den senaste samlade utvärderingen av metaller (AMAP, 2002a) fastslås:

- Hg ökar i t.ex. norra Canada
- Hg utgör risk för vissa djur och folkgrupper.


Ökande halter av kvicksilver har även påvisats i älg / ren från Sverige (se kapitel 2.2 och 2.3). I övrigt presenteras i AMAP (2002a) inga övergripande slutsatser om metaller i landlevande djur.

En syntes av organiska föroreningars förekomst inom arktis presenterades av AMAP år 2009 som en specialvolym av tidskriften Science of the total Environment (Muir och de Wit, 2010; Hung m.fl., 2010; Rigét m.fl., 2010). Några övergripande slutsatser är:

- I luft uppvisar PCB, DDT, klordan, HCH och dieldrin sjunkande halter i många områden
- Av 316 tidsserier i biota återfanns endast en terrester serie: ren i Sverige, som uppvisade avtagande halter av bl.a. PCB.
- Bromerade flamskyddsmedel
  - tidstrender för PBDE och HBCD är ofta svåra att bedöma
  - man har i den arktiska miljön detekterat flera bromerade substitut till ovanstående ämnen
- I terrester biota förefaller halterna av perfluorerade ämnen vara lägre än i marina djur.
- Organiska föroreningar förefaller inte utgöra några tydliga risker för arktis djurliv, med undantag för isbjörn och vittrut. Kunskapen vad gäller terrestra djur är mycket begränsad men tillgängliga data tyder på att halterna är lägre än i marin biota.

##### 3.1.1 Norge

I Norge har KLIF (f.d. SFT) ansvar för miljögiftsövervakning, medan naturdirektoratet övervakar populationstrender och liknande biologiska aspekter. Till dags dato har KLIF inte bedrivit någon långsiktig övervakning av miljögifter i landlevande djur (Jon Fuglestad, KLIF, pers komm, 101103). Naturdirektoratet bedriver programmet Terrestrisk

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

Naturovervakning (TOV) som syftar till att följa den biologiska mångfalden i landlevande djur och växter. I TOV ingår ett delprogram om organiska miljögifter i rovfågelägg och metaller i vilt.

Ett stort antal organiska miljögifter samt kvicksilver har analyserats i ägg från olika rovfåglar, däribland flera terrestra arter. Data från 1960-talet fram till 2005 presenteras och utvärderas i Nygård m.fl. (2006). De klassiska miljögifterna (t.ex. PCB och DDT/DDE) förefaller generellt uppträda i högre halter i rovfåglar som tar akvatisk föda, än i mer terrestra rovfåglar. För PBDE och PFAS är underlaget begränsat för att man ska kunna bedöma denna aspekt. Haltnivåerna varierar påtagligt mellan olika terrestra fåglar såsom berguv, stenfalk, tornfalk och jaktfalk. Berguv uppvisar höga halter av bl.a. Hg, PBDE och perfluorerade ämnen. Tornfalk uppvisar låga halter av flertalet ämnen. Skillnader mellan arter kan bero på skillnader i föda men också på att de olika arterna representerar olika geografiska regioner. Tidstrender sammanfattas i tabellen nedan.


**Tabell 12. Halttrender i ägg från terrestra rovfåglar i Norge (Nygård m.fl., 2006). Trenderna avser följande perioder: Hg (1975-2005); PBDE (1990-2005); PCB & DDT (ca 1975-2005). – betyder att eventuell trend inte är statistiskt säkerställd. i.u.: halter kunde ej detekteras och trender ej bedömas.**

	Hg	Perfluorerade	PBDE	PCB	DDT
Berguv	–	i.u.	–	–	–
Stenfalk	–	–	–	↓	↓
Tornfalk	↑	i.u.	i.u.	–	–
Jaktfalk	–	i.u.	–	–	–

Inom den norska miljöövervakningen finns också data på PCB och DDE i rovfågelägg från perioden 1970-2005. En översiktlig redovisning visar att halterna är ungefär 5-10 gånger lägre i kungsörn än i havsörn, pilgrimsfalk och stenfalk (Gjershaug m.fl., 2008). Skillnaderna kan bero på olika födoval. De relativt högre halterna av DDE i pilgrimsfalk och stenfalk tyder på att exponering i övervintringsområdena kan vara av stor betydelse.

Halterna av PBDE och DDE har minskat under den senaste 25-årsperioden. I dessa rovfågelägg har också PBDE och perfluorerade ämnen detekterats i halter som är lägre än för PCB och DDE. Populationerna av dessa rovfåglar är stabila eller långsiktigt ökande, men äggskalens tjocklek har för t.ex. pilgrimsfalk och stenfalk inte riktigt återgått till de värden som gällde före 1947.

Den senaste utvärderingen av metalldata i terrester biota förefaller ha presenterats 2003 (Kålås och Lierhagen, 2003). Undersökningen omfattade metaller i lever från dalripa och orre, provtagna 1990 och 2000. Dalripa provtogs över hela Norge medan orre främst provtogs i södra och mellersta Norge. Halterna av bly avtog starkt från söder mot norr. För Cd, Hg och As var denna trend mindre tydlig. Varken för Cd, Hg eller Pb ses någon tydlig

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

generell haltförändring under denna tioårsperiod, trots att atmosfärsdepositionen särskilt av Pb minskat markant.

### 3.1.2 Finland

Information om Finlands miljögiftsövervakning i terrestra miljöer har erhållits genom personlig kontakt med Jaakko Maanio (Ymparisto; [www.miljo.fi](http://www.miljo.fi)). Övervakning pågick under perioden 1993-2006, inledningsvis vid fyra lokaler och senare vid en sydlig (Evo) och en nordlig (Pallas). POP och metaller undersöktes i näbbmus och älg. Vid samma lokaler gjordes också motsvarande mätningar i jordens humuslager. Då inga officiella eller internationella bindande krav på denna verksamhet förelåg, och halterna bedömdes som låga, har verksamheten nedprioriterats till förmån för t.ex. arbeten med Östersjön (BSAP).

Någon utförlig utvärdering har ej genomförts. Näbbmus uppvisade relativt höga halter av flera klorerade miljögifter. I näbbmus från den nordliga lokalen Pallas uppmättes följande halter:  $\Sigma\text{HCH}=780$  ng/g lv,  $\Sigma\text{klordan}=520$  ng/g lv,  $\Sigma\text{DDT}=62$  ng/g lv och  $\Sigma\text{PCB}=475$  ng/g lv. Dessa halter förefaller mycket höga och var 10-100 gånger högre än i ren.


### 3.1.3 Kanada

I norra Kanada drivs övervakningsprogrammet "Northern Contaminants Program (NCP)" sedan 1991. Programmet syftar till att ge information om miljögifters förekomst i biota, tidstrender, rumslig variation och eventuella toxikologiska effekter på människor och djur. Vad gäller terrestra biota kan resultat från perioden 1998-2003 sammanfattas enligt Fisk m.fl. (2005) och Gamberg m.fl. (2005):

- Metallhalter i caribou (ren) och älg var generellt låga och bedömdes inte utgöra någon toxikologisk risk.
- I några områden är halterna av kadmium i älgdjur högre än toxikologiskt acceptabla nivåer, men ursprunget till detta kadmium bedöms vara de lokala geologiska förhållandena.
- Halterna av flertalet klororganiska föreningar (PCB, DDT, HCB, HCH, klordan) är låga i terrestra däggdjur (både växtätare och predatorer) jämfört med i marina däggdjur, och bedöms inte utgöra några risker.

Då dessa rapporter om Kanada sammanställdes var kunskapen om nyare POP-ämnens förekomst i terrestra djur mycket sparsam. Enligt AMAP (2009) kan följande slutsatser generellt dras om nya ämnen i den arktiska miljön:

- PBDE uppträder i lägre halter i terrestra däggdjur än i marina. Främst påträffas penta-BDE och högst halter påträffas i predatorer, vilket styrker tesen att dessa ämnen biomagnifieras även i terrestra näringskedjor.
- För perfluorerade ämnen saknas kunskap från den terrestra miljön.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

## 3.2 Enskilda studier

I den vetenskapliga litteraturen publiceras regelbundet enskilda studier av miljögifters förekomst i landlevande djur och växter. Motsvarande undersökningar i djur från den marina miljö är avsevärt fler. Syftet med detta kapitel är att illustrera vilka miljögifter som påträffats i olika landlevande djur, att belysa om förekomsten skiljer sig mellan olika trofinivåer samt om det påvisats några kopplingar mellan miljögifter och effekter. Genomgången är inte på något sätt komplett utan avser att ge exempel på undersökningar från de senaste åren. Inriktningen är på bakgrundsmiljöer i norra Europa (inkl. Sverige) och Nordamerika.

### 3.2.1 Norra Europa

#### DÄGGDJUR


Förekomsten av halogenerade organiska föreningar i större landlevande däggdjur från Norge, norra Sverige och Svalbard presenterades nyligen av SFT (2009). Undersökningen omfattade fyra växtätare och fyra köttätare (predatorer) och var genomgående baserad på analyser av blod eller blodplasma, vilket är en skillnad mot flertalet andra studier där vävnad från olika organ eller ägg studerats. Följande föreningar studerades: klorerade bekämpningsmedel, PCB och hydroxy-PCB, PBDE och hydroxy-PBDE, HBCD och andra bromerade flamskyddsmedel och ca 15 perfluorerade ämnen. De olika arterna representerade bara delvis samma områden och tidperioder, vilket i viss mån försvårar tolkningen. Några övergripande slutsatser som drogs i undersökningen är:

- Halterna varierade stort även inom enskilda arter.
- Överlag var halterna tydligt lägre än i marina däggdjur och i terrestra rovfåglar.
- Generellt var halterna högre i predatorer än i växtätare.
- De ämnen som förekom i högst halter var de perfluorerade substanserna PFPeA, PFNA och PFOS<sup>3</sup>.
- Även PBDE uppträdde i högre halter än flertalet övriga studerade föreningar, främst beroende på höga halter av BDE-209.
- I några fall var det möjligt att bedöma tidstrender:
  - i järv uppvisade flertalet ämnen avtagande halter under perioden 1998-2008;
  - i lodjur uppvisade PBDE, HCH och HCB avtagande halter under perioden 1998-2008, emedan DDE, PCB & OH-PCB ökade.

I Norge har man även studerat förekomsten av PBDE i olika trofinivåer från mossor, växtätare (älg, hjort och ripa) till lodjur (Mariussen m. fl., 2008). Halterna av både de lättare kongenerna och BDE-209 avtog från söder till norr. Detta mönster var också tydligt i le-

<sup>3</sup> Detta är troligen relaterat till att matrisen är blod. PFAS är relativt lösligt i blod.



Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

verprov från älg. Halterna av PBDE var ungefär 10 gånger högre i lodjur än i växtätare, men skillnaden varierade mellan olika kongener. Särskilt BDE-153 var betydligt mer anriktad i lodjur än i växtätare.

Från ett område i mellansverige har också klororganiska föreningar undersökts i mårdd-muskel (Bremle m.fl., 1997). Halterna var följande:  $\Sigma\text{PCB}_{42}$ = 1270 ng/g l.v.; DDE= 6,5 ng/g l.v.; HCB=38 ng/g l.v. Halterna av PCB och DDE var betydligt högre än vad som uppmätts i älg och ren från Sverige, vilket torde förklaras av mårdens högre position i näringskedjan. PCB-halterna var jämförbara med vad som uppmätts i räv i Holland (Voorspoels m.fl., 2007).

I Finland undersöktes förekomst av dioxiner och dioxinlika PCB i ren och älg från tre regioner. Medelhalterna var 1.9-3.2 pg TEQ/g fett (Suutari m. fl., 2009).


En belgisk studie presenterade data på PBDE och PCB i flera terrestra näringskedjor innefattande gnagare, tättingar, sparvhök, ormvråk och rödräv (Voorspoels m.fl., 2007). PCB och PBDE biomagnifierades i sparvhök och ormvråk relativt deras födoarter. I rödräv påvisades ingen biomagnifiering av PBDE och endast måttlig sådan för PCB. Författarna tolkade detta som att föroreningarna metaboliserades i rödräv. En eventuell betydelse av rävens opportunistiska födoval diskuteras inte i artikeln, men enligt författarna utgör gnagare en dominerande andel av dessa rävar föda. Man har även visat att högbromerade kongener såsom BDE153 och BDE209 utgör en stor andel av total PBDE i rödräv (Voorspoels m.fl., 2006).

#### FÅGLAR

Ägg från svenska pilgrimsfalkar har undersökts avseende bromerade flamskyddsmedel (Johansson m.fl. 2009) och perfluorerade ämnen (Holmström m.fl., 2010). Den ena av de undersökta populationerna tog sin föda främst från terrester miljö, men det förelåg ingen signifikant haltskillnad mellan de två populationerna. Bland de bromerade föreningarna dominerade  $\Sigma\text{PBDE}$  (ca 3100 ng/g l.v.) över HBCD (ca 120 ng/g l.v.). Inom gruppen PBDE utgjorde BDE-153 ca 30% och BDE-99 ca 20%. Även BDE-209 påträffades men i lägre halter (67 ng/g l.v.).

Halterna av  $\Sigma\text{PCB}$  var ca 50 gånger högre än  $\Sigma\text{PBDE}$  i samma prov från pilgrimsfalk (Lindberg m.fl., 2004). I studien görs en jämförelse med tidigare publicerade toxikologiskt baserade haltnivåer i tornfalks ägg vilket indikerar att svenska pilgrimsfalkar, insamlade under 1990-talet, uppvisade halter av PBDE som kunde vara toxiska för vissa falkindivider.

Många perfluorerade ämnen uppvisade starkt ökande halter i svenska pilgrimsfalks ägg under perioden 1975-2005 (Holmström m.fl., 2010). PFOS var den klart dominerande föreningen, med medelhalter under 2006 på  $83 \pm 49$  ng/g f.v. Dessa halter är 6-8 gånger lägre än vad som uppmätts i sillgrisslägg från Östersjön (Holmström m.fl., 2005) men på samma nivå som i norska pilgrimsfalkar (Nygård m.fl., 2006).

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

I en norsk studie av ägg från kattuggla var PFOS den till halterna helt dominerande perfluorerade föreningen (Ahrens m.fl., 2011). Under perioden 1986-2007 minskade halterna av PFOS svagt, medan vissa andra perfluorerade ämnen ökade. Den observerade minskningen av PFOS skiljer sig från svenska pilgrimsfalkar där halterna ökade.

För att bedöma om förekomsten av organiska föroreningar i rovfåglar kan vara av betydelse för individer eller populationers hälsa undersöktes blodprov från ungfåglar av kungsörn, havsörn och duvhök på ett stort antal biokemiska biomarkörer samt organiska föroreningar (Sonne et al., 2010). Då antalet undersökta individer var lågt för örnarna var det svårt att bedöma haltskillnader mellan arterna. Data indikerade dock att kungsörn hade lägre halter av perfluorerade ämnen och klordaner, samt eventuellt även av PBDE, relativt halterna i havsörn och duvhök. Flera biomarkörer samvarierade med halterna av olika föroreningar i blodet, men orsakssamband kunde inte fastställas. Det gick inte heller att bedöma den toxikologiska relevansen, men författarna föreslog att en mer omfattande undersökning borde genomföras med samma koncept.

Det har nämnts ovan att man i Belgien visat att både PCB och PBDE kraftigt biomagnifieras från tättingar till sparvhök, och från gnagare till ormvråk (Voorspoels m.fl., 2007). I båda dessa rovfåglar var  $\sum\text{PCB}_{20}$ -halterna ca 20-50 gånger högre än halterna av  $\sum\text{PBDE}_8$ .

#### DAGGMASK


Daggmask ackumulerar föroreningar direkt från jord och har i flera studier använts för att beskriva förekomst och bioackumulation av organiska föroreningar, främst i jordbruksmiljöer. Sellström m.fl. (2005) visar att PCB och PBDE förekommer i daggmask från jordbruksmark. Daggmask från jord som ej slambehandlats uppvisade följande halter: BDE47 och 99: 1-5 ng/g lv; BDE100 och BDE209: 0,5-1 ng/g lv. I slambehandlad jord var halterna markant högre. Även PCB och dioxiner kunde påträffas (Matcheko m.fl., 2002) men halter har ej redovisats.

### 3.2.2 Nordamerika

#### DÄGGDJUR

I arktiska Kanada undersöktes klorerade POP-ämnena i näringskedjan lavar och sälg - caribou (ren) – varg (Kelly och Gobas, 2001). I både caribou och varg varierade halterna mellan muskel, lever och fett, när halterna uttrycktes per färskvikt. Efter omräkning till fugacitet (ungefär detsamma som lipidnormalisering) förelåg generellt ingen skillnad mellan de olika organen. Detta indikerar att en intern jämvikt mellan olika organ föreligger, åtminstone för sådana ämnen som inte metaboliseras. Studien visar att metaboliserbarheten varierar för t.ex. olika PCB kongener, samt mellan olika arter.

Halter i ren var mångfalt lägre under höst än under sommar, sannolikt beroende bl.a. på ökad lipidproduktion under höst. Många av de undersökta ämnena biomagnifierades mellan båda de steg som ingick i denna näringskedja. Exempel på halter ges i Tabell 13.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

**Tabell 13. Exempel på halter i caribou och varg från Kanada 1992 (Kelly och Gobas, 2001). Halterna varierar i flera fall markant över året och mellan kön.**

Förening	Halt i caribou, ng/g l.v.		Halt i varg, ng/g l.v.	
	lever	Muskel	lever	Muskel
p,p-DDE	0,5-1,1	1,3-2,3	1,5	0,66
HCB	9,3-80	7,4-80	35-44	77-94
PCB-153	0,41-6,5	0,86-1,2	7-9	8-16

## FÅGLAR

Pilgrimsfalk har huvudsakligen terrestra fåglar som föda, men tar även änder och måsfåglar. I södra Canada undersöktes förekomsten av PCB, PBDE, klorerade bekämpningsmedel och metaboliter i blodplasma från pilgrimsfalkar (Ferne och Letcher, 2010).  $\sum_{14}$ PBDE (BDE-47 till BDE-209) förekom i nästan lika höga halter som  $\sum_7$ PCB. Halternas variation och kongensammansättningen föreföll relaterad till föda (vattenlevande eller terrestra fåglar).


Även ägg från nordamerikanska pilgrimsfalkar har undersökts avseende PBDE (Da Chen et al., 2008). Halterna var i genomsnitt något högre än vad som uppmätts i motsvarande prov från Sverige och Norge. Liksom har setts i andra terrestra djur så utgjorde högbromerade kongener en relativt stor andel. Under perioden 1996-2006 ökade halten av BDE-209 med en fördubblingshastighet på 5 år. Övriga kongener uppvisade inte någon generell tidstrend. Eftersom populationerna ökade under perioden bedömdes det inte troligt att halterna var så höga att negativa effekter kunde uppstå på populationsnivå. Däremot kunde det inte uteslutas att negativa effekter kunde förekomma i högexponerade individer. Senare studier av tornfalk indikerar att äggskalförtunning uppträder vid halter av  $\sum$ PBDE i ägg om ca 1100 ng/g ww (Ferne m.fl., 2009). Denna halt överskreds i ägg hos vissa häckande par av pilgrimsfalk i nordamerika.

### 3.3 Samlad bedömning internationellt

Utanför Sverige är det sparsamt med långsiktiga övervakningsprogram för miljögifter i terrestra djur. Enskilda studier kompletterar dock bilden av miljötillståndet. De studier som föreligger har ofta ett fokus på predatorer (både däggdjur och rovfåglar), något som saknas i den svenska miljöövervakningen. Förutom de klassiska klorerade ämnesgrupperna har även modernare föroreningar såsom bromerade flamskyddsmedel och perfluorerade ämnen påvisats i terrestra däggdjur och fåglar.

Överlag är terrestra ekosystem sparsamt undersökta jämfört med marina ekosystem. Halter förefaller ofta lägre i terrestra arter jämfört med marina arter. Detta gäller både däggdjur och fåglar. Kortare näringskedjor i terrestra miljöer kan vara en bidragande orsak.

Många av de ämnen som studerats uppvisar högre halter i predatorer än i växtätare. Variationen mellan arter och individer är dock ofta stor bland predatorer. Flera studier visar


Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

också att halter i biota varierar mellan arter samt med kön, ålder, föda, årstid mm. Detta kan försvåra en jämförelse mellan olika områden och innebär också att frågan om vilka arter och matriser som bäst representerar t.ex. den svenska miljön inte har ett självklart svar. Den relativa förekomsten av olika ämnen varierar mellan olika matriser. I blod från skandinaviska däggdjur var perfluorerade ämnen de som uppträdde i högst halter. Fågelägg är en relativt vanligen använd matris.

Många undersökningar av gruppen PBDE visar att terrestra däggdjur och fåglar har en större anrikning av högbromerade kongener, jämfört med arter i akvatisk miljö.

Det finns endast sparsam information om långsiktiga tidstrender i terrestra arter från andra länder än Sverige. I Norge förefaller PCB och DDT minska i tornfalk, medan Hg ökat i stenfalk. Dessa trender ses dock inte i andra norska rovfåglar. I järv och lodjur från norra Skandinavien finns indikationer på att halterna av flera persistenta ämnen minskat under perioden 1998-2008. Resultaten är dock inte entydiga och data finns bara från två år. Studier från flera regioner tyder på att halterna av Hg ökat under senare år.

Internationellt sett finns ett något större fokus på effekter och risker än i den svenska miljöövervakningen. I genomgången har vi dock inte påträffat några tydliga kopplingar mellan observerade effekter i individer eller populationer och förekomst av miljögifter. Sådana samband är dock svåra att fastställa och som nämnts är antalet undersökningar av terrestra ekosystem relativt få. Metaller anses generellt inte utgöra några betydande risker. Blodprov från norsk rödräv uppvisar halter av PCB som bedöms eventuellt kunna medföra nedsättning av immunförsvaret. I kanadensiska bakgrundsmiljöer bedömdes uppmätta halter av persistenta ämnen inte utgöra risker för djuren, men det är oklart på vilka grunder denna bedömning baseras. I ägg från nordamerikanska falkar uppträder PBDE i halter som i vissa fall bedöms kunna medföra bl.a. äggskalsförtunning och andra toxikologiska effekter. Det har spekulerats att PBDE skulle kunna vara en förklaring till de minskande populationerna av amerikansk tornfalk. Tjockleken på äggskal från många norska rovfåglar har ökat under senare år, men skalen är generellt ändå något tunnare än under början av 1900-talet.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		


## 4 Reflektioner kring genomförd miljögiftsövervakning i landmiljön

En övervakning av miljögifter kan syfta till att besvara följande frågor:

1. Hur förändras halterna över tid?
2. Börjar nya ämnen uppträda i miljön?
3. Är vissa arter mer exponerade än andra?
4. Finns tecken på att vissa miljögifter orsakar negativa effekter på individer eller populationer av vissa arter?

Med ledning av den genomgång av svensk och internationell terrester miljögiftsövervakning som presenteras i denna rapport, och vid ytterligare jämförelse med de enskilda forskningsstudier som presenteras, kan följande generaliseringar dras om den hittills genomförda övervakningen:


- Programmet har relativt god förmåga att upptäcka tidstrender av de mer välkända föreningarna, t.ex. Pb, Hg, PCB och DDT. I ett internationellt perspektiv är dessa tidsserier unika.
- Vissa internationellt uppmärksammade nyare föreningar (PBDE, PFAS) har knappt kunnat detekteras i älg och ren. Andra enskilda studier på predatorer har visat större förmåga att upptäcka sådana ämnen och beskriva deras tidstrender.
- Geografiska trender har sällan utvärderats.
- Övervakningen är främst inriktad på växtätare. Andra studier har visat att särskilt organiska miljögifter kan anrikas i näringskedjan, varvid högre halter uppmätts i predatorer.
- Den toxikologiska relevansen av genomförda mätningar förefaller ej vara bedömd. Bristen på data från predatorer skulle också göra en sådan bedömning ofullständig, eftersom biomagnifiering kan medföra att de kritiska effekterna av vissa ämnen uppträder högre upp i näringskedjan.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		


## 5 Referenser

- Ahrens L. Herzke D., Huber S., Bustnes J.O. och Bangjord G. (2011) Temporal Trends and Pattern of Polyfluoroalkyl Compounds in Tawny Owl (*Strix aluco*) Eggs from Norway, 1986-2009. *Environ. Sci. Technol.* (in press).
- AMAP (2002a) AMAP assessment 2002 – Heavy metals in the arctic.
- AMAP (2002b) AMAP assessment 2002 – Persistent organic pollutants in the arctic.
- AMAP (2009) Arctic Pollution.
- Bremle G., Larsson P. och Helldin J.O. (1997) Polychlorinated biphenyls in a terrestrial predator, the pine marten (*martes martes* l.). *Environ. Tox. Chem.* 16, 1779-1784.
- Da Chen, La Guardia M.J., Harvey E., Amaral M., Wohlfort K. och Hale R.C. (2008) Polybrominated diphenyl ethers in Peregrine falcon (*Falco peregrinus*) eggs from the northeastern U.S.. *Environ. Sci. Technol.* 342, 7594-7600.
- Danielsson S, Odsjö T, Bignert A och Remberger M (2008). Organic contaminants in Moose (*Alces alces*) and Reindeer (*Rangifer tarandus*) in Sweden from the past twenty years. Report 7:2008. Swedish Museum of Natural History.
- ECB (2007) European Union Risk Assessment Report, Cadmium oxide and cadmium metal, Volume 72, European Commission, Joint Research Centre, Institute of Health and Consumer Protection (IHCP), Toxicology and Chemical Substances (TCS), EU 22919 EN. Editors: S.J. Munn, K. Aschberger, O. Cosgrove, W. de Coen, S. Pakalin, A. Paya-Perez, B. Schwarz-Schulz, S. Vegro. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Fernie et al. (2009) Environmentally Relevant Concentrations of DE-71 and HBCD Alter Eggshell Thickness and Reproductive Success of American Kestrels. *Environ. Sci. Technol.* 43, 2124–2130.
- Fernie, K.J., and R.J. Letcher. 2010. Historical contaminants, flame retardants and halogenated phenolic compounds in peregrine falcon (*Falco peregrinus*) nestlings in the Canadian Great Lakes Basin. *Environ. Sci. Technol.* 44, 3520-3526.
- Fisk A.T., de Wit C. m.fl (2005) An assessment of the toxicological significance of anthropogenic contaminants in Canadian arctic wildlife. *Sci. Tot. Environ.* 351–352, 57–93.
- Gamberg M., Braune B. mfl. (2005) Spatial and temporal trends of contaminants in terrestrial biota from the Canadian Arctic. *Sci. Tot. Environ.* 351-352, 148-164.
- Gjershaug J.O., Kålås J.A., Nygård T., Herzke D. och Folkestad A.O. (2008) Monitoring of raptors and their contamination levels in Norway. *Ambio* 37, 420-424.
- Holmström K.E., Järnberg U. och Bignert A. (2005) Temporal Trends of PFOS and PFOA in Guillemot Eggs from the Baltic Sea, 1968–2003. *Environ. Sci. Technol.* 39, 80–84.
- Holmström K., Johansson A.K., Bignert A., Lindberg P och Berger U. (2010) Temporal trends of perfluorinated surfactants in Swedish peregrine falcon eggs (*Falco peregrinus*), 1974-2007. *Environ. Sci. Technol.* 44, 4083-4088.



Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

- Hung H., Kallenborn R. m.fl. (2010) Atmospheric monitoring of organic pollutants in the arctic under the arctic monitoring and assessment programme (AMAP). *Sci. tot. Environ.* 2854-2873.
- Johansson A.K., Sellström U. Lindberg P., Bignert A. och de Wit C. (2009) Polybrominated diphenyl ether congener patterns, hexabromocyclododecane, and brominated biphenyl 153 in eggs of peregrine falcons (*Falco peregrinus*) breeding in Sweden. *Environ. Tox. Chem.* 28, 9-17.
- Kelly B.C. och Gobas F.A.P.C. (2001) Bioaccumulation of Persistent organic pollutants in Lichen-Caribou-Wolf food chains of Canada's central and western Arctic. *Environ. Sci. Technol.* 35, 325-334.
- KemI (2011) Kadmiumhalten måste minska – för folkhälsans skull. En riskbedömning av kadmium med mineralgödsel i fokus. Kemikalieinspektionen rapport 1/11.
- Kindbom K., Svensson A., Sjöberg K. och Pihl Karlsson G. (2001) Trends in air concentration and deposition at background monitoring sites in Sweden. IVL rapport B 1429.
- Kålås J.A. och Lierhagen S. (2003) Terrestrisk naturovervakning – tungmetaller og sporelementer i lever fra orrfugl og lirype i Norge 2000-1. NINA oppdragsmelding 782.
- Naturvårdsverket, 1999. Ökade eller minskade miljögiftshalter i den svenska miljön? Rapport 5016.
- Lind Y (2011). Metals and organic contaminants including pesticides and musk substances in earthworms from three localities in Sweden. Report 3:2011. Swedish Museum of Natural History.
- Lind Y och Odsjö T (2010). Metals and organic contaminants in bank voles (*Myodes glareolus*) from northern, central and southern Sweden. Report 2:2010. Swedish Museum of Natural History.
- Mariussen E., Steinnes E., Breivik K., Nygård T., Schlabach M. och Kålås J.A. (2008) Spatial patterns of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in mosses, herbivores and a carnivore from the Norwegian terrestrial biota. *Sci. Tot. Environ.* 404, 162-170.
- Matscheko N, Tysklind M. et al. (2002b) Application of sewage sludge to arable land—soil concentrations of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and biphenyls, and their accumulation in earthworms. *Environ. Tox. Chem.* 12, 2515–2525.
- Muir D.C.G. och de Wit C. (2010) Trends of legacy and new persistent organic pollutants in the circumpolar arctic: overview, conclusions and recommendations. *Sci. Tot. Environ.* 408. 3044-3051.
- Naturvårdsverket, 1999. Ökade eller minskade miljögiftshalter i den svenska miljön? Rapport 5016.
- Nygård T., Herzke D. och Polder A. (2006) Natur i endring – Utviklingen av miljøgifter i rovfugleegg i Norge fram til 2005. NINA rapport 213; Norsk Institutt for Naturforskning.

Uppdragsnr: 10139944	Sammanställning och utvärdering av den terrestra miljögiftsövervakningen	
Daterad: 2011-06-15		

- Odsjö T (2000). Time series of DDT- and PCB substances, Hg, Cd, Pb, Cu and Zn in starling (*Sturnus vulgaris*) from reference areas in Sweden. Swedish monitoring programme in terrestrial biota. Swedish museum of natural history.
- Odsjö T, Bignert A, Räikkönen J, Galgan V, Petersson L och Mörner T (2007). Time trends of metals in liver, kidney and muscle of moose (*Alces alces*) from Sweden, 1980-2005. Swedish monitoring programme in terrestrial biota. Swedish museum of natural history, 2007-05-11.
- Odsjö T, Nyberg E och Bignert A (2008). Metals and organic contaminants in Starling (*Sturnus vulgaris*) from central and southern Sweden. Comments concerning the national swedish contaminant programme in terrestrial biota. Report nr 6:2008, Swedish museum of natural history.
- Odsjö T, Räikkönen J och Bignert A (2007). Time trends of metals in liver and muscle of reindeer (*Rangifer tarandus*) from northern and central Lapland, Sweden, 1983-2005. Swedish monitoring programme in terrestrial biota. Swedish museum of natural history, 2007-05-11.
- Rigét F., Bignert A. m.fl. (2010) Temporal trends of legacy POPs in arctic biota, an update. Sci. Tot. Environ. 2874-2884.
- Rühling Å. (2006) Nedfallet av tungmetaller i Sverige - Mätningar år 2005. Rapport till Naturvårdsverket 2006-10-30.
- SFT (2009) Screening of halogenated organic compounds (HOCs) in wild living terrestrial mammals in Svalbard, Norway and Northern Sweden. Rapport 1064/2009.
- SCB (2007) Statistisk årsbok. Statistiska Centralbyrån.
- Sellström U., De Wit C., Lundgren N and Tysklind M (2005) Effect of sewage sludge application on concentrations of higher-brominated dipheyl ethers in soils and earthworms. Environ. Sci. Technol. 39, 9064-9070.
- Suutari A., Ruokojärvi P., Hallikainen A., Kiviranta H. och Laaksonen S. (2009) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) and wild moose (*Alces alces*) meat in Finland. Chemosphere 75, 617-622.
- Voorspoels, S.; Covaci, A.; Lepom, P.; Escutenaire, S.; Schepens, P. (2006) Remarkable findings concerning PBDEs in the terrestrial top predator red fox (*Vulpes vulpes*). Environ. Sci. Technol. 40, 2937-2943.
- Voorspoels S., Covaci, A., Jaspers V.L.B., Nels H. och Schepens P. (2007) Biomagnification of PBDEs in three small terrestrial food chains. Environ. Sci. Technol. , 41, 411-416.

WSP 2011-06-15

John Sternbeck

Ann Helén Österås