

Uttern i Norrbottens län Miljögifter och hälsa

Anna Roos
2016

Rapport 3:2016

Naturhistoriska Riksmuseet
Enheten för miljöforskning och övervakning
Box 50 007
104 05 Stockholm



Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
Sammanfattning	4
1. Inledning.....	6
2. Utter i Norrbottens län.....	7
2.1 Antal uttrar och dödsorsaker	7
2.2 Tecken på reproduktion.....	8
2.3 Cystor på sädesledare	8
2.4 Toxoplasma	9
3. Analysresultat miljögifter.....	9
3.1 Metaller	9
3.2 Klorerade ämnen	11
3.2.1. Lindan och HCH	11
3.2.2. HCB.....	11
3.2.3. DDTs och PCBs	12
4.3 Bromerade flamskyddsmedel (PBDE).....	13
4.4 Perfluorerade ämnen	14
6. Överföring från mamma till unge.....	16
6. Tack till	16
7. Referenser.....	17
Appendix 1	18
<i>Figur 1. Metaller i lever från utter från Norrbottens län.....</i>	18
<i>Figur 2. CB-118, -153, -138+163 och -180 i muskel från utter från Norrbottens län. ...</i>	19
<i>Figur 3. BDE-47, -99, -100 och -153 i muskel från utter från Norrbottens län.</i>	20
<i>Figur 4. Perfluorerade karboxylater i lever från utter från Norrbottens län.</i>	21
<i>Figur 5. Perfluorerade sulfonater i lever från utter från Norrbottens län.</i>	22
<i>Tabell 1. Data över de uttrar som analyserats m.a.p. PFOS (lever).</i>	23

Sammanfattning

I denna rapport redovisas data över antalet undersökta döda uttrar, dödsorsaker samt resultat av miljögiftsanalyser i uttrar från Norrbottens län. Det gäller metallanalyser (lever), PCB, DDT, DDE, HCH och HCB, bromerade flamskyddsmedel (PBDE och HBCDD) i muskel samt perfluorerade ämnen (PFC) inklusive det omdiskuterade ämnet PFOS (lever). De flesta av miljögiftsanalyserna har Länsstyrelsen i Norrbotten bekostat, men i rapporten ingår även data som finansierats från annat håll. Prover har analyserats under olika tidsperioder för att ingå i olika projekt. Därför har inte samma djur alltid analyserats för samtliga ämnen.

Uttern tillhör lagparagrafen Statens vilt (Jaktlagen (JL) §25, Jaktförordningen (JF) §33, 36), och påträffas en död utter ska det rapporteras till polisen, som skickar den till Naturhistoriska riksmuseet (NRM) i Stockholm. Om dödsorsaken är okänd skickas utter istället till Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) i Uppsala, och efter obduktion till NRM. Antalet döda uttrar som skickats in till myndigheterna har ökat sedan 1990, även från Norrbottens län, något som indikerar en ökning av populationen. Inventeringar visar på samma positiva trend. 133 uttrar som dött mellan 1970 och 2015 har skickats in från länet. Troligen har inte alla uttrar som dött 2015 (eller tidigare) ännu skickats till museet då rapporten skrevs (mars 2016), siffrorna kan därför komma att ändras något. Av de uttrar som skickats in till museet har 83,3% dött av mänskliga aktiviteter (78% i trafiken, och 8,3% har drunknat i fiskeredskap). Dessa uttrar har naturligtvis en större chans att bli inrapporterade till myndigheterna, och återspeglar inte de verkliga proportionerna av dödsorsaker hos uttrar. Generellt är de flesta uttrarna i god kondition, och en stor andel av de vuxna honorna som skickats till museet visade tecken på reproduktion (85%). 33 hanar har undersökts för cystor på sädesledaren och 61% av dem hade minst en cysta på någon av sädesledarna, ofta fler. Dessa cystor gör inte hanarna sterila men det är ett intressant bifynd. De bildas troligen under fosterstadiet om honan är påverkad av förhöjda halter östrogen eller östrogenliknande ämnen.

Halterna av PCB och DDE, som tros ligga bakom populationsnedgången hos uttrar, visar inte på någon trend i uttrar från Norrbotten. Dock är alla utom en av de analyserade uttrarna från 2000-talet och då ses oftast ingen minskning längre av dessa ämnen i Sverige. Fortfarande, på 2000-talet hade två av uttrarna halter av PCB som ger reproduktionsnedsättning hos mink [1] och halterna är generellt avsevärt mycket högre än t.ex. PBDE, trots att PCB varit förbjudet sedan 1970-talet. Bromerade flamskyddsmedel som har analyserats i uttrar från 2001 och 2013 visar heller inte på någon trend, varken ökande eller minskande (n=14).

Metaller analyserades i lever från 55 uttrar från länet 1970-2014. Arsenik visade på en ökande trend (3,1% årligen) medan kadmium, koppar, kvicksilver och mangan låg stabilt. Koppar, nickel, selen och bly minskade över tid. I denna studie har endast den totala halten kvicksilver mätts i uttrar. Halterna av kvicksilver låg med god marginal under det värde som visat sig ge toxiska effekter hos floduttrar (*Lontra canadensis*) i laboratorieförsök. Dock, i lever sågs ett starkt samband mellan kvicksilver och selen, men kvoten Hg:Se på molviktsbasis överskred 1:1 i 25 uttrar.

Perfluorerade ämnen (PFCs) analyserades i lever. Spridningen i halt var mycket stor. Det ämne som fanns i de högsta halterna var PFOS. 32 uttrar från länet insamlade mellan 1977 och 2015 har analyserats för PFCs, och framför allt karboxylaterna ökade kraftigt i uttrar, mellan 2,6-9,7% årligen. Av de perfluorerade sylfonsyrorna som analyserats ökade PFHxS, PFOS och PFDS signifikant (4,5-4,8% årligen). Tre av 32 uttrar låg över eller nära gränsen för snittet för landet (dvs över/nära 1000 ng/g vv).

En liten unge trafikdödade tillsammans med sin mamma nära Jokkmokk år 2007. Ungen hade avsevärt mycket högre halter av de klorerade och bromerade ämnerna jämfört med sin mamma, och det visar på en stor överföring av fettlösliga ämnen från mamma till unge. Ungen hade däremot mycket lägre halter av kvicksilver i både muskel och päls jämfört med mamman, medan kvoten för selen låg på 1.

1. Inledning

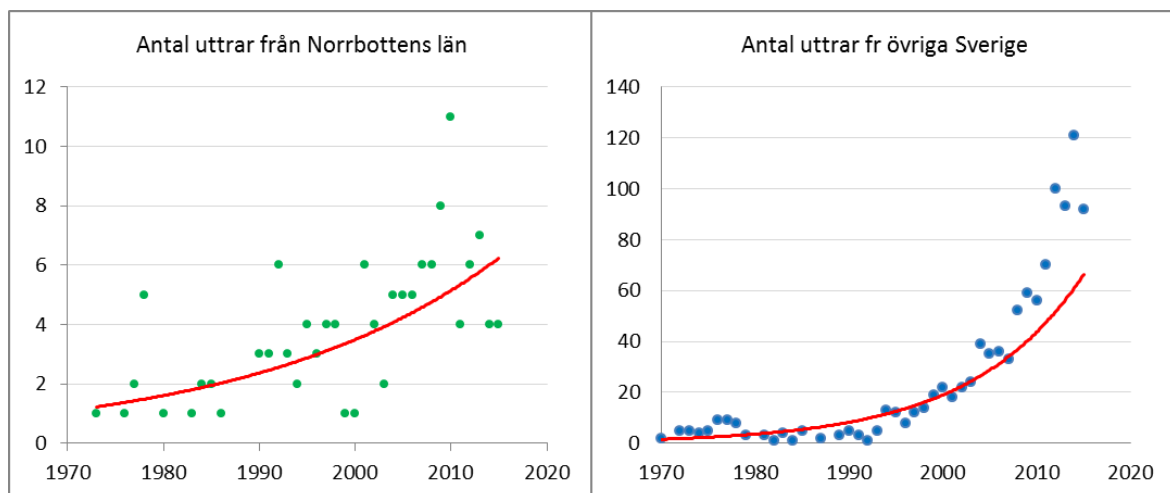
Den utterart som finns i Sverige kallas endast för utter (*Lutra lutra* Linn. 1758), eller europeisk utter. Ungefär 63 dagar efter parningen föds 1-4 ungar (oftast 1-2) i ett gryt som oftast ligger i anslutning till vatten. I Sverige och många andra delar av utterns utbredningsområde föder uttern sina ungar året om, något som annars är ovanligt inom djurvärlden. Ungarna följer sin mamma i knappt ett år, och de blir könsmogna vid knappt två års ålder.

Uttern har varit vanlig i Sverige och fanns förr i hela landet, förutom på Gotland. Men efter 1950-talet minskade de i antal, inte bara i Sverige utan i många europeiska länder. I Sverige fanns utter på 1980-talet framför allt i spridda, isolerade områden i centrala och norra Sverige, Uppland och Småländska höglandet. Enstaka djur fanns i norra Bohuslän och i Södermanland.

Enligt JL §25, JF §33, 36 ska man rapportera till polisen eller direkt till Naturhistoriska riksmuseet (NRM, tel 08-5195 4000) om man hittar en död utter. Polisen skickar kroppen till NRM i Stockholm, eller – om rapportören så önskar – till Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala. När SVA har obducerat uttern skickas kroppen vidare till NRM. Samtliga trafikdödade uttrar ska skickas direkt till NRM. På museet finns nu prover från över tusen uttrar i museets miljöprovbanks, varav över 130 kommer från Norrbottens län. Museet sparar inre organ i fryst tillstånd till miljöprovbanks och delar av skelettet för nutida och framtida forskning om bland annat miljögifter.

Uttern lever högst upp i den akvatiska näringskedjan och kan därmed få i sig stora mängder miljögifter. De ämnen som har diskuterats i samband med utterns försvinnande är framför allt PCB och DDT. "Nya" eller "nygamla" miljögifter som diskuteras som kommande hot är till exempel bromerade flamskyddsmedel (PBDE) och perfluorade ämnen (t.ex. PFOS).

Antalet döda uttrar som inkommit från Norrbottens län till NRM har ökat de senaste 20 åren (Figur 1). Det indikerar i sig att uttern ökar i antal i länet. Även inventeringar har pekat på en ökning av utterstammen. Generellt så är de flesta uttrarna i god kondition, och ser ut att vara vid god hälsa.



Figur 1. Antalet uttrar funna döda och inskickade till NRM från Norrbottens län (vänster), har ökat mellan 1970-2015, i likhet med utter från övriga Sverige (höger).

2. Uttrar i Norrbottens län

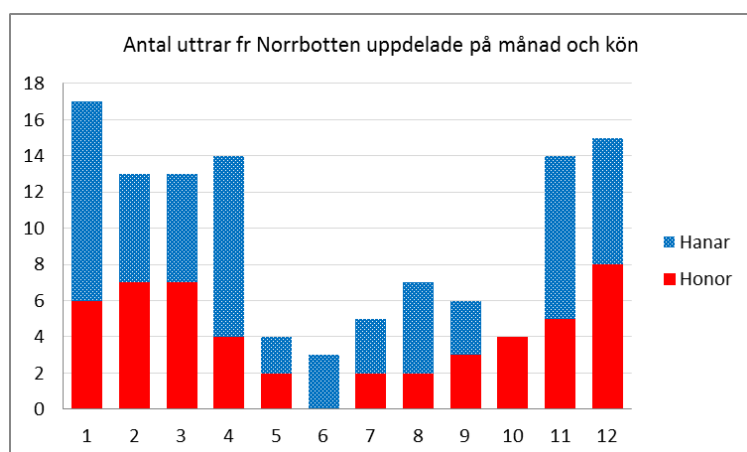
2.1 Antal uttrar och dödsorsaker

De siffror som redovisas i denna rapport kommer säkerligen att ändras något. Alla uttrar från perioden är inte inskickade ännu, det kan vara en eftersläpning på flera månader och ibland flera år. Men i huvudsak kommer inte resultaten att ändra sig, bara små detaljer.

Antalet döda uttrar som inkommer till NRM har stadigt ökat ända sedan början av 1990-talet (Figur 1). Hittills (mars 2016) har 133 uttrar som omkommit i länet mellan 1973 och 2015 skickats till NRM och ingår i denna sammanställning. Av dessa 133 djur var 72 hanar och 56 honor (fem har ännu inte könsbestämts), de flesta var vuxna djur (52 st) eller subadulter (57 st). Sex juveniler har skickats in, och övriga (18 st) har ännu inte bedömts.

De flesta uttrar från Norrbotten har dött i trafiken, hela 104 individer (78%). Sju individer (5,3%) har drunkat i fiskeredskap i bl.a. laksnät, laktina, mjärde och gäddsax. Femton uttrar hittades döda utan känd orsak. Av dessa ”funna döda”, saknas dödsorsaken på flera djur eftersom de har varit alltför ruttna för att kunna bedömas. I vissa fall har endast ett skinn skickats in. Men den vanligaste dödsorsaken i denna grupp är annars utmärgling och svält (7 st), och bland dessa finns några riktigt gamla djur samt några ungdjur. Sjuka och döende uttrar gömmer sig och återfinns inte i samma utsträckning, så säkerligen är framför allt trafiken en överskattad dödsorsak, eftersom det är uttrar som dör i trafiken som är lättast att finna. Två uttrar var dödade av rovdjur: en vuxen hona blev dödad av ett lodjur, och en juvenil hona hade dött av bitskador i halsen. Fyra uttrar var skjutna med hagel och en unge dog i en minkfälla.

Antalet inkomna uttrar varierar över året. Antalet är högst under höst och vinter (november-april), och det är möjligt att det reflekterar djurens beteende, att uttern är något mer stationär under vissa tider och detta är ett mönster som även ses i andra delar av landet (Figur 2).



Figur 2. Antal döda uttrar från Norrbottens län 1973-2015, uppdelade på kön samt de månader uttrarna hittades döda. Blå färg representerar hanar och röd honor.

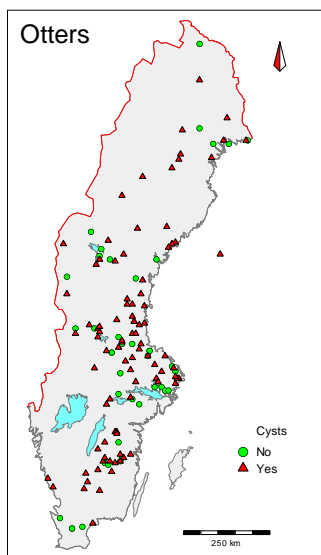
2.2 Tecken på reproduktion

Uttern tillhör ett av få djur som inte har någon speciell reproduktionssäsong, utan kan föda året om.

Av 14 vuxna honor från Norrbotten som studerats med avseende på reproduktion visade 11 stycken tecken på att de fött ungar nyligen eller ganska nyligen, dvs 79%. Dessa honor var antingen lakterande (mjölk i bröstet), nyligen nappade och/eller hade ärr i livmodern efter en födsel, samt en hona som trafikdödades samtidigt som hennes unge. De honor som hade ärr i livmoderhornen efter en nylig födsel dog i augusti, november och december. Två honor som hade varit nappade nyligen (dvs fött minst två månader innan) dog i september resp. december. En dräktig hona dog i maj. En lakterande hona dog i juli. De två vuxna honor som inte visade några tecken på reproduktion dog i april resp juli. Två honor hade trol. fött hela fyra ungar (ses på antal nappade bröstvårtor resp ärr i livmoderhornen), det var två stora honor, en på 6,9 kg som trafikdödades i Jokkmokk 2010 och en på 5,7 kg som drunknade i ett laxnät i Erkkeikki 1977. Två trafikdödade honor om 5 kg från Kalix 1984 resp. 2015 hade vardera 3 ärr resp. var nappad på tre bröst. Det är ovanligt med så många foster/ungar, och säkert ett gott tecken. Snittet för implantationsärr i Sverige är 1-2 st.

2.3 Cystor på sädesledare

Könsorganen från 33 vuxna och subadulta hanar från länet 2001-2015 har undersökts med avseende på cystor på sädesledare, något som har visat sig vara vanligt hos utter i Sverige [2]. Av dem hade 20 hanar (61%) en eller flera cystor på någon av sädesledarna. Det är en något lägre frekvens än snittet för landet (70%). Dessa cystor täpper inte till sädesledaren och försämrar troligen inte hanarnas fertilitet, men det är en intressant iakttagelse och kan utgöras av s.k. Müllerska celler som är en kvarleva från fosterstadiet. Cystorna kan bildas om honan är påverkad av förhöjda halter östrogen eller östrogenlika substanser. Många kända miljögifter, och läkemedel, har östrogenlika egenskaper, men i dagsläget vet vi inte vad som är orsaken till cystorna. Det finns inget uppenbart mönster i förekomst av cystor, utan återfinns hos uttrar i hela landet [2] (Figur 3).



Figur 3. 135 hanar från Sverige undersöktes med avseende på förekomst av cystor. Dessa cystor observeras i djur från hela landet (röd triangel) liksom uttrar utan cystor (grön cirkel). Från Roos och Ågren, 2013.

2.4 Toxoplasma

Toxoplasma är en encellig parasit som har katt som huvudvärd, men många varmblodiga djur kan smittas av den, även uter och människa. Toxoplasma kan ge upphov till sjukliga förändringar men oftast ger de inga allvarliga symptom, men kan i vissa fall leda till fosterdöd samt till beteendeförändringar hos värdjuret. Blod från 91 uttrar från olika delar av Sverige har analyserats med avseende på toxoplasma. Av dessa var 35% positiva för toxoplasma. Sju uttrar från Norrbottens län ingick i studien och av dessa var 2 bärare på parasiten.

3. Analysresultat miljögifter

Innan statistiska analyser av miljögifterna genomförts, har all data först loggats för att närma sig normalfördelning. Sedan har en regressionsanalys gjorts på hela materialet. En regressionslinje ritades ut i de fall där den är statistiskt signifikant om minst $p < 0,05$. Observera att tidsperioden varierar för olika ämnen, något som påverkar tidstrenden. I vissa fall har endast djur på 2000-talet analyserats (t.ex. för PBDE).

Halter som låg under detektionsgränsen har kunnat ingå i studien efter att detektionsgränsen för respektive ämne dividerats med roten ur 2, under förutsättning att merparten av halterna låg över detektionsgränsen.

ALS Analytika samt Lunds universitet har analyserat metaller och ACES, Stockholms universitet har analyserat övriga ämnen.

3.1 Metaller

Arsenik (As), kadmium (Cd), kobolt (Co), koppar (Cu), total-kvicksilver (Hg), mangan (Mn), nickel (Ni), selen (Se), bly (Pb) och zink (Zn) har analyserats i lever från 55 uttrar från Norrbottens län från 1970-2014 (se Tabell 1 samt Appendix Figur 1). Merparten av uttrarna som analyserats för metaller kom från 2000-talet.

	n	range ($\mu\text{g/g}$ våtvikt)	medel (median) (ng/g våtvikt)	SD	årlig % förändring	p-Värde
As	55	0,002-0,545	0,035 (0,028)	0,07	3,1	$p < 0,001$
Cd	55	0,003-0,274	0,066 (0,50)	0,06	ns	$p < 0,51$
Co	55	0,005-0,11	0,020 (0,016)	0,02	-1,8	$p < 0,005$
Cu	55	2,83-32,95	14,3 (13,0)	6,6	ns	$p < 0,102$
Hg	55	0,38-18,6	6,9 (6,2)	4,3	ns	$p < 0,104$
Mn	22	0,24-4,42	2,9 (3,0)	0,9	ns	$p < 0,89$
Ni	55	0,01-1,83	0,50 (0,56)	0,5	-13,6	$p < 0,001$
Se	55	0,13-11	2,7 (2,4)	1,9	-2,2	$p < 0,01$
Pb	55	0,003-0,052	(0,014)			
Zn	55	13,5-81,1	33 (30)	13	-0,9	$p < 0,03$

Tabell 1. Antal (n), range, medel, median, standardavvikelse (SD) samt årlig trend och p-värde för samtliga analyserade metaller i uttrar från Norrbottens län 1970-2014 ($\mu\text{g/g}$ våtvikt). U.d.= under detektionsgränsen. Ns= not significant, dvs ingen statistisk signifikant trend. Bly låg under detektionsgränsen (u.d.) i 22 av uttrarna och därför har ingen statistisk beräkning gjorts för bly.

Halterna av As visar på en ökande trend hos Norrbottens uttrar ($p < 0,001$), medan Cd, Cu, Hg och Mn inte visar på någon trend. Co minskar med 1,8% årligen, nickel med 13,6%, Se med 2,2% och Zn med 0,9% årligen. Bly låg under detektionsgränsen i 22 uttrar, samtliga från slutet av tidsserien (2004-2015). Dock, så låg detektionsgränsen för dessa analyser (0,02-0,03), högre än tidigare analyser och därför kunde inte dessa inkluderas i en statistisk regression för hela perioden. Men en regression baserad på 33 djur från 1973-2005 visar på en kraftig minskning (-6,8% årligen, $p < 0,001$), dvs som man kan förvänta sig efter att bly i bensin förbjudits. Även nickel låg under detektionsgränsen i många uttrar (21 st), men här är detektionsgränsen mkt låg så därmed kunde alla resultat inkluderas i regressionsanalysen. Nickel har minskat ordentligt över tid. Att Zn också har minskat var inte förväntat, det är ett homeostatiskt ämne som kroppen reglerar själv. Minskningen var dock endast 0,9% årligen (Tabell 1).

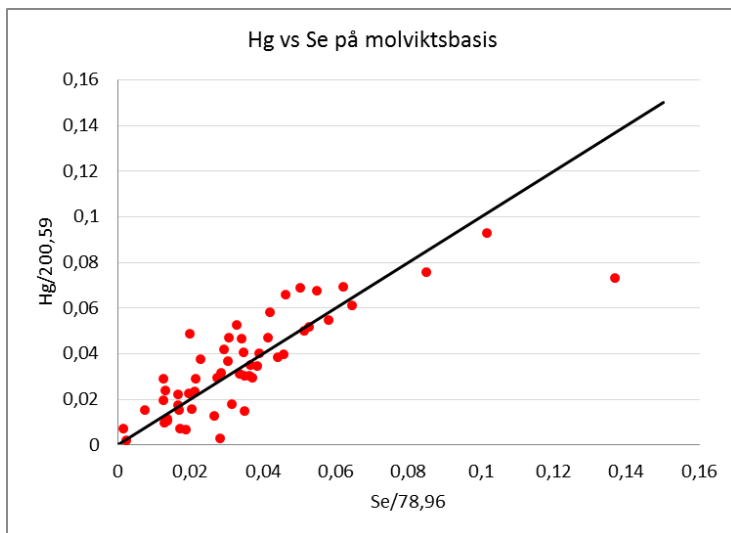
Halterna av kvicksilver är med några undantag ganska låga i lever. Samtliga uttrar från Norrbotten låg under den halt kvicksilver som man sett ger toxiska effekter i laboratorieförsök på amerikansk flodutter (*Lontra canadensis*). I försöket gavs uttrarna metylkviksilver tillsatt i fodret och då uttrarna hade uppnått en medelhalt på 33 $\mu\text{g/g}$ våtvikt i lever visade de tecken på förgiftning [3].

En annan studie, denna gång av vilda uttrar från Shetland rapporterade om två uttrar som hittades döende p.g.a. förhöjda halter av kvicksilver i levern (över 60 $\mu\text{g/g}$ torrsvikt, vilket motsvarar ca 30 $\mu\text{g/g}$ vv) [4]. Något som dock inte rapporterats i de två citerade arbeten ovan var halten av selen i uttrarna. Selen binds till kvicksilver i lever och kan därmed försvaga kvicksilvrets negativa verkan. Endast 11 uttrar från de 133 uttrarna som analyserats för Hg i Shetland analyserades även för Se och där fann man ingen korrelation alls, till skillnad från vad vi ser i svenska uttrar, även de från Norrbottens län.

Den utter med högst halt kvicksilver (18,6 ng/g vv) var en trafikdödad hona från Överkalix 1991, och näst högst halt hade en subadult hane från Sorsele, också från 1991 (15 ng/g vv).

Selen är ett essentiellt näringsämne för alla djur och ingår i över 20 olika proteiner. Bland annat ingår selen i flera antioxidantsystem. Selen kan som sagt förminska den toxiska effekten av kvicksilver. Dessa två ämnen reagerar med varandra och bildar bland annat mineralen tiemannit (HgSe , kvicksilverselenid) i levern där den sedan lagras [5,6]. I och med detta kan kvoten Hg och Se i levern spela en stor roll för individens hälsa och ett 1:1 förhållande skulle därmed innebära att i stort sett allt tillgängligt selen är bundet till kvicksilvret. Därför bör det vara ett överskott av selen jämfört med kvicksilver.

De uttrar med förhöjda halter kvicksilver i Norrbotten hade också förhöjda halter selen. För att se hur mycket av Hg som kan vara bundet av Se gjordes en korrelation mellan Hg och Se på molvikts-basis. Då ser man att det är en stark korrelation mellan Hg och Se i lever (Figur 2). Kvoten Hg/Se på molviktsbasis låg mellan 0,10 och 4,43 (i medeltal 1,14, se Figur 2). 25 av 55 uttrar hade en kvot Hg/Se överstigande 1:1 och ytterligare 7 st låg nära.



Figur 2. Hg (y-axeln) och Se (x-axeln), på molviktsbasis. Svart linje indikerar ett 1:1 förhållande. I lever ses ett starkt samband mellan Hg och Se, där kvoten Hg:Se överskrider 1 i 25 av 55 djur.

3.2 Klorerade ämnen

3.2.1. Lindan och HCH

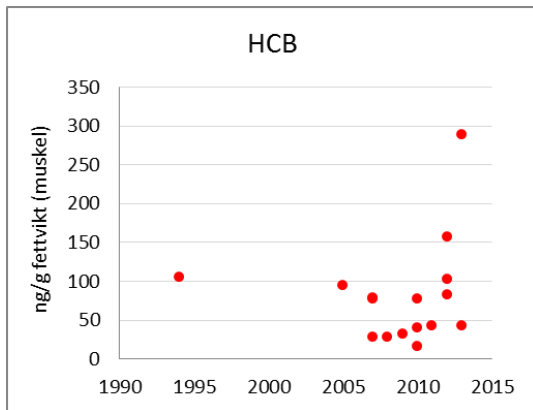
α - och β - hexaklorcyklohexan (HCH) är insekticider som bildas vid produktion av lindan.

Fjorton uttrar från 2005-2013 har analyserats för dessa ämnen. α -HCH och lindan låg under detektionsgränsen i samtliga prover (3-4,8 ng/g fettvikt). β -HCH låg under detektionsgränsen i 8 av uttrarna. Övriga låg mellan 3,5-15 ng/g fv. En utter från 1994 har analyserats för β -HCH tidigare och den hade 37 ng/g fv.

3.2.2. HCB

Hexaklorbensen (HCB) är ett bekämpningsmedel mot svampsjukdomar men kan också bildas oavsiktligt vid förbränning och i samband med högtemperaturprocesser inom industrin och har påträffats i fyrverkeripjäser. Det förbjöds 1980 i Sverige.

Fjorton uttrar från 2005-2013 samt en från 1994 har analyserats med avseende på HCB (Figur 3). Halterna visar ingen trend, med eller utan uttern från 1994. Dock är det inte så många djur som analyserats, så resultaten ska användas med försiktighet. De utter med högst halt HCB (288 ng/g fv) var en subadult hane som trafikdödades på E10 vid Västannäs.



Figur 3. HCB i uttrar från Norrbottens län 1994 + 2005-2013 visar inte på någon trend (ng/g fettvikt, muskel).

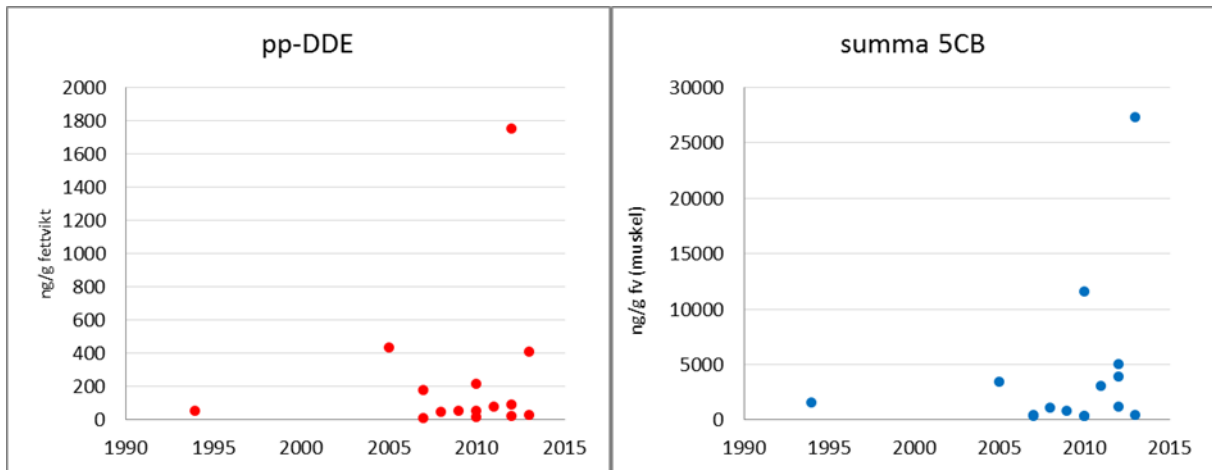
3.2.3. DDTs och PCBs

p,p'-DDT och dess metaboliter, samt åtta kongener av PCB har analyserats i muskel från 14 uttrar (från 1994 + 2005-2013): CB-28, 52, 101, 118, 138+163, 153 och 180.

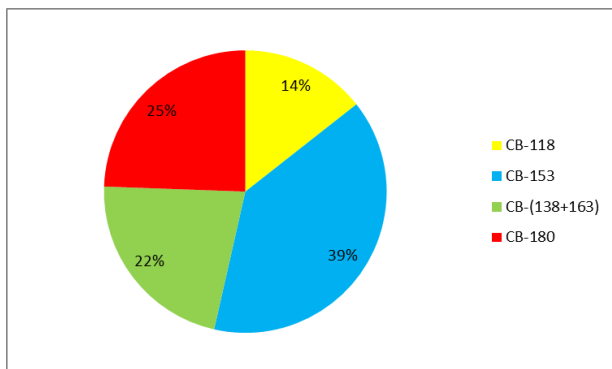
p,p'-DDE återfanns i samtliga uttrar i halter mellan 9-1748 ng/g fv (Figur 4). Ingen trend kan ses över tid, troligen eftersom tidsserien inte sträcker sig längre bakåt i tiden. *p,p'*-DDT fanns i mätbara halter i tre uttrar som motsvarade 2-4% av halten DDE i resp uttrar (17 och 38 ng/g fv.). DDT, ursprungsprodukten, bryts snabbt ner i naturen till framför allt till DDE. Om DDT återfinns kan det indikera ett färskt utsläpp. En trafikdödad hane från Sunderbyn, Luleå 2005 hade mätbara halter DDT, liksom en hona som trafikdödades på E4 i Hortlax, Piteå 2012 samt en juvenil hona från Vajkijaur, Jokkmokk år 2007. Dock hade de tre uttrarna låga halter av DDT (17-32 ng/g fv). *p,p'*-DDD låg över detektionsgränsen i fem uttrar, (4-184 ng/g fv.)

De fem största kongenerna av PCB (CB-118, 138+163, 153 och 180) redovisas i denna rapport, övriga låg oftast under eller mycket nära detektionsgränsen. CB-138 och CB-163 ligger så nära varandra i kromatogrammet att de är svåra att särskilja, därför redovisas de som CB-138+163. Ingen trend kan ses (Figur 4).

Av de fem kongener som analyserats gör CB-153 den största andelen (39%), följt av CB-180 (25%) och CB-138+163 (22%). CB-118 står för 14%, det är en så kallad plan PCB och dessa är mycket giftigare än de icke plana (Se Figur 5). Högst halt av summa5CB hade en subadult hane som trafikdödades 2013 på E10 vid Västannäs. Han låg över den halt som vistar negativ effekt på reproduktionen hos mink [1]. Den uttrar med näst högst halt låg på den gräns som ger reproduktionsskador hos mink (12 ppm fv). Det var en vuxen hane från 2010, som trafikdödades på Gamla Högsövägen, Råneå. Övriga uttrar låg på betryggande avstånd från denna gräns. Om uttern är lika känslig för PCB som minken är vet man inte, men mycket tyder på det.



Figur 4. Vänster: DDE och höger: summa 5CB (CB-118,-138+163, 153 och 180) i utter från Norrbotten (ng/g fettvikt, muskel, n=14).

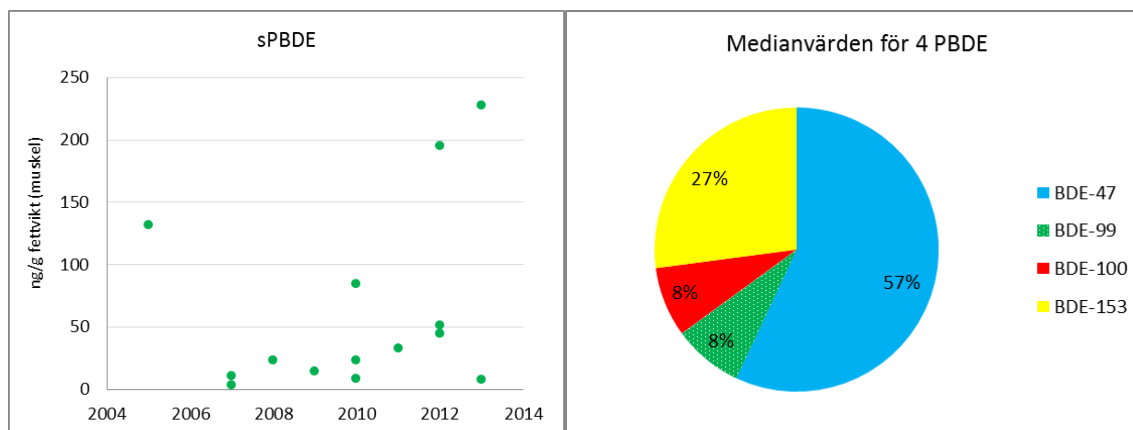


Figur 5. Medelhalterna av CB-118, -153, -138+163 samt -180 i utter från Norrbotten.

4.3 Bromerade flamskyddsmedel (PBDE)

Six bromerade ämnen som ingår i brandskyddsmedel har analyserats i 14 uttrar (muskel) från 2005-2013: BDE-47, -99, -100, -153, -154 samt HBCDD. HBCDD låg under detektionsgränsen i alla utom en uttrer, och BDE-154 i tolv av uttrarna, så dessa två ämnen ingår inte i någon statistisk analys. Summa PBDE (exl BDE-154) har inte förändrats över tid ($p < 0,44$, Figur 6). Halterna av \sum PBDE låg mellan 3,5 och 228 ng/g fettvikt. Det är ungefär lika högt som i utter från Uppsala län under 2000-talet [7]. Högst halt hade en subadult hane som trafikdödades på E10 i Västannäs år 2013, dvs samma individ som också hade högst halt av PCBs.

PBDE-47 är den kongen som återfinns i högsta halterna i utter (Figur 6), men i den tekniska produkten Penta finns även BDE-99 i ungefär samma koncentration som BDE-47. I uttrarna är halten av BDE-99 låg, och det kan indikera att uttern metaboliserar den lättare eller inte tar upp den lika effektivt.



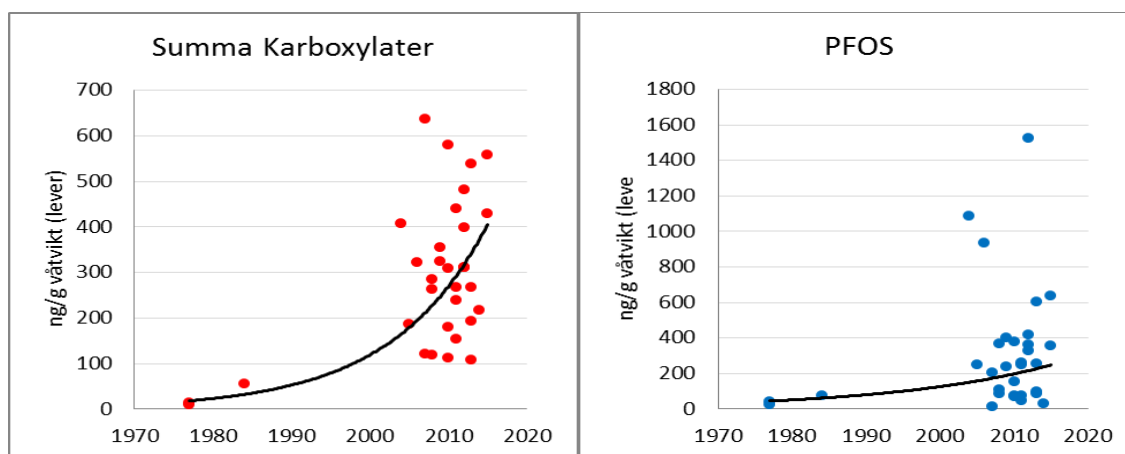
Figur 6. Vänster: summa PBDE (BDE-47, +99, +100, +153) i 15 uttrar (muskel, ng/g fettvikt) från Norrbottens län visar inte på någon trend. Höger: Medianvärden av dessa PBDE i uttrarna: den största andelen av Σ PBDE utgörs av BDE-47.

4.4 Perflourerade ämnen

32 uttrar från Norrbottens län döda mellan 1977 och 2015 har analyserats med avseende på flourerade ämnen: PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrA, PFTeDA, PFPeDA, PFBS, PFHxS, och PFOS. Summan av 7 karboxylater (PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTriA, PFTeDA) visar på en 8,2% årlig ökande trend ($p < 0,001$, Figur 7). Samtliga karboxylater ökar kraftigt över tid, förutom PFHSA och PFHPA som låg under detektionsgränsen i nästan samtliga prover (Tabell 3 samt Appendix Figur 6). Range är stor för alla ämnen som visar på både låga och mycket höga halter under senare år. Tidserien börjar med endast två djur på 1970- resp 1980-talet och gör sedan ett stort hopp till åren runt 2010. Därmed får dessa två tidigare analyser en stor betydelse genom sk hävstångseffekt och tidsserien ska bedömas med försiktighet. Men, liknande tidsserier för utter från Södra Sverige, som baseras på många fler analyser visar på samma trend, så därför kan man utgå från att trenden är någotsånär korrekt.

		n	range (ng/g våtvikt)	medel (median) (ng/g våtvikt)	SD	årlig % förändring	p-värde
Karboxylater	PFHXA	30	ud				
	PFHPA	30	ud-1,9	ud (ud)			
	PFOA	32	ud-20	5,6 (4,3)	5,4	2,6	p<0,05
	PFNA	32	4,3-392	126 (98)	93	7,9	p<0,001
	PFDA	32	1,6-179	73 (68)	44	9,7	p<0,001
	PFUnDA	32	0,85-115	56 (59)	28	9,0	p<0,001
	PFD _o DA	32	ud-20	10 (10)	5,6	9,7	p<0,001
	PFT _r DA	32	0,35-31	14 (13)	8,1	8,6	p<0,001
	PFT _e DA	31	ud-4,4	1,7 (1,8)	1,9	4,3	p<0,001
	PFPeDE	32	ud-3,4	1,3 (1,1)	0,9	3,5	p<0,04
Sulfunater	PFBS	32	ud-1,2	0,3 (0,2)	0,3		p<0,09
	PFHxS	32	ud-7,9	1,6-1,1	1,7	4,6	p<0,03
	PFOS	32	11-1526	307 (244)	338	4,5	p<0,04
	PFDS	31	ud-8,	0,6 (0,2)	2,4	4,8	p<0,02
	FOSA	31	0,3-35	10 (8)	8,4	ns	p<0,11

Tabell 3. Antal (n), range, medel (median), standardavvikelse (SD), årlig procentuell trend samt p-värde för regressionen av samtliga analyserade perfluorerade ämnena i utter från Norrbottens län år 1977-2015 (ng/g våtvikt, lever). ns= ej statistisk signifikant



Figur 7. Vänster: Summan av 7 karboxylater (PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFD_oDA, PFT_rDA, PFT_eDA) i utter från Norrbottes län (ng/g vv, lever) visar på en 8,2% årlig ökande trend (p<0,001). Höger: PFOS ökar med 4,5% årligen (ng/g vv, lever, p<0,03).

Halterna av PFOS, liksom data på de uttrar som analyserats redovisas i Appedix, Tabell 1. Precis som i många andra studier, både i utter såväl som i de flesta andra matriser man analyserat i Sverige och i andra delar av världen, var PFOS det mest dominerande ämnet av alla perfluorerade ämnen, halterna låg mellan 11 och 1526 ng/g våtvikt. Tre av uttrarna hade halter av PFOS nära eller över genomsnittet i uttrer (2005-2011, från södra Sverige [8]). Den uttern med högsta halten PFOS (1526 ng/g våtvikt) var en trafikdödad vuxen hona på Sommarvägen, Kulleporten, i Gällivare från 2012. Nästhögst halt (1084 ng/g vv) hade en hona som trafikdödades på E4 N. Råneå år 2005. En hane som trafikdödades på väg 97, Jokkmokk år 2006 hade 932 ng/g PFOS (våtvikt).

PFOS visade en ökande trend med ca 4,5% årligen under tidsperioden (Figur 8), i liket med övriga sulfonater (PFHxS ökar med 4,6% årligen och PFDS med 4,8% årligen, $p < 0,05$, Tabell 3). PFOS har däremot slutat att öka i t.ex. uttrar från Uppsala län [7].

6. Överföring från mamma till unge

En liten unge (2,1 kg) trafikdödades i Vajkijaur, Jokkmokk år 2007 tillsammans med sin mamma. Bägge individerna har analyserats för klorerade och bromerade ämnen samt metaller i muskel, för att jämföra koncentrationer i unge resp. mamma. Ungen hade 2,3-11 gånger högre halter av samtliga klorerade och bromerade ämnena jämfört med sin mamma (se Tabell 4). Det visar att en stor del av de fettlösliga ämnena förs över från mamman till ungen.

HCB	DDE	DDD	DDT	CB-101	CB-118	CB-153	CB-138+163	CB-180	BDE-47	BDE-99	BDE-100	BDE-153
2,7	6,1	7,5	7,7	2,3	9,5	9,3	10,8	6,5	5,9	4,5	5,7	4,1

Tabell 4. Kvoten i ungen/mamman av olika klorerade och bromerade ämnen (muskel) ligger i samtliga fall över 1 (mellan 2,3-10,8).

Även metaller i muskel har analyserats i ungen och mamman (Tabell 5). Här är mönstret delvis annorlunda. Halterna av kadmium, koppar, kvicksilver och nickel var mycket lägre i ungen jämfört med mamman. Aluminium och arsenik var högre i ungen. Intressant att notera är att kvicksilver låg så mycket lägre i ungen jämfört med mamman, samtidigt som kvoten för selen låg på 1:1.

Al	As	Cd	Co	Cu	Hg	Ni	Se	Zn
6,92	3,66	0,02	0,48	0,75	0,17	0,23	1,06	0,53

Tabell 5. Kvoten i ungen/mamman av metaller i muskel. Bly låg under detektionsgränsen i bägge individerna.

Till sist, metaller analyserades även i päls från ungen resp. mamman (Tabell 6). Här var förhållandet mellan halterna av de flesta ämnerna ungefär 1:1 med undantag för kvicksilver. Halten kvicksilver låg mycket lägre i ungens päls jämfört med mammans päls, kvoten låg på endast 0,02, medan kvoten för Se låg på 1, dvs. samma mönster för dessa två ämnen i både muskel och päls.

Al	As	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
1,05	1,18	1,49	1,30	0,02	1,55	1,70	1,01	0,94

Tabell 6. Kvoten i ungen/mamman av metaller i päls.

6. Tack till

Medel för denna studie har getts från ffa Länsstyrelsen i Norrbotten men även Naturvårdsverket och Åtgärdsprogrammet för utter har möjliggjort denna studie, samt medel från Världsnaturfonden, WWF har bidragit. Malin Stenström mfl från labbet på Enheten för Miljöforskning och övervakning (MFÖ), Naturhistoriska riksmuseet, har hjälpt till att provta utter för kemisk analys.

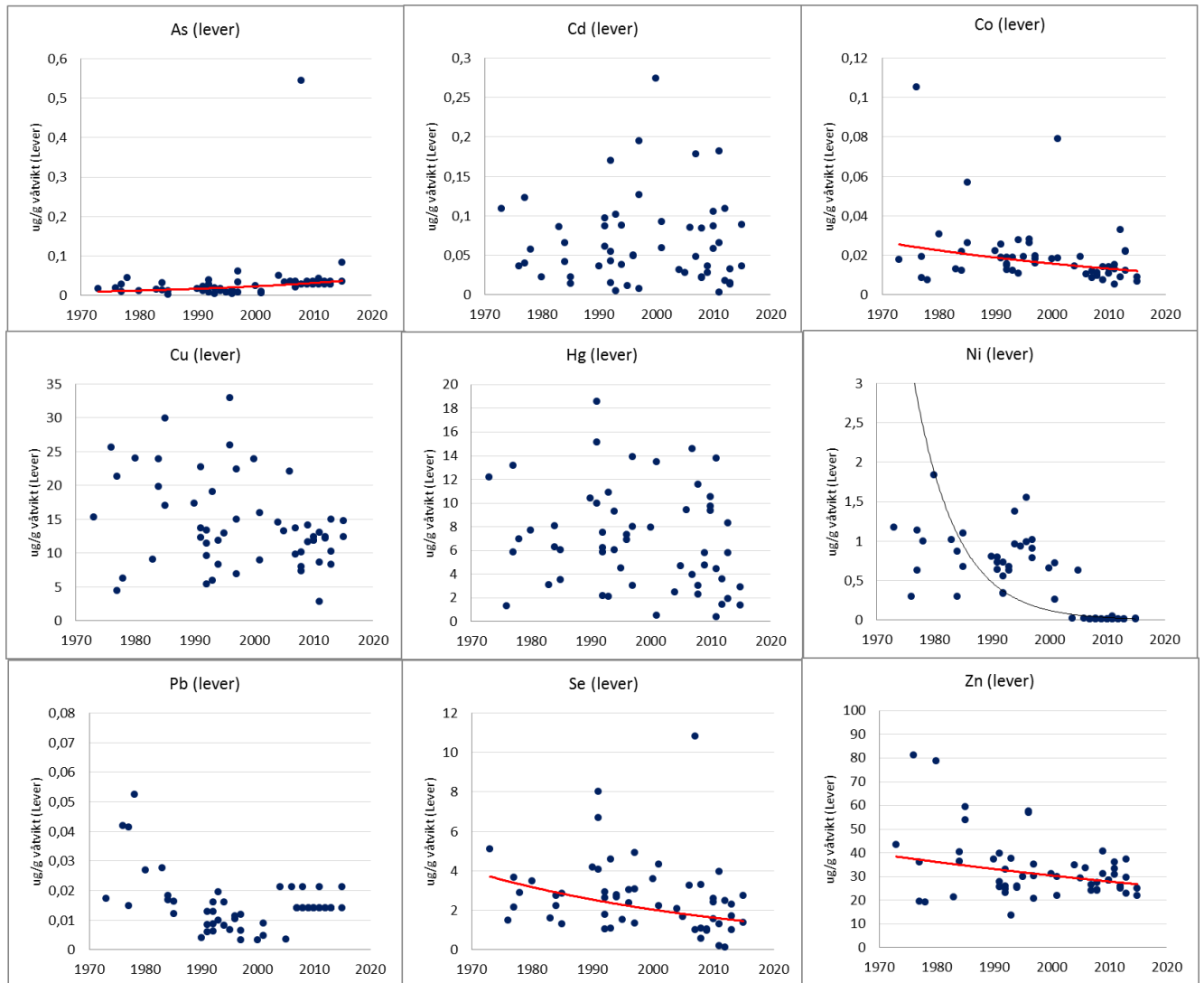
7. Referenser

1. Brunström B, Lund B-O, A B, Asplund L, Athanassiadis I, et al. (2001) Reproductive toxicity in mink (*Mustela vison*) chronically exposed to environmentally relevant polychlorinated biphenyl concentrations. *Environmental Toxicology and Chemistry* 20: 2318-2327.
2. Roos AM, Ågren EO (2013) High Prevalence of Proposed Müllerian Duct Remnant Cysts on the Spermatic Duct in Wild Eurasian Otters (*Lutra lutra*) from Sweden. *PLoS One* 8: 1-5.
3. O'Connor DJ, Nielsen, S.W. Environmental survey of methylmercury levels in wild mink (*Mustela vison*) and otter (*Lutra canadensis*) from Northeastern United States and experimental pathology of methylmercurialism in the otter. In: Chapman J.D.; Pursley D, editor; 1981; Frostburg, Maryland. . University of Maryland Press. pp. 1728-1745.
4. Kruuk H, Conroy JWH (1991) Mortality of Otters (*Lutra lutra*) in Shetland. *Journal of Applied Ecology* 28: 83-94.
5. Liu J, Goyer, RA., Waalkes, MP. (2008) *Toxic Effects of Metals.* ; CD. K, editor: McGraw Hill Medical.
6. Lahaye V, Bustamante P, Law RJ, Learmonth JA, Santos MB, et al. (2007) Biological and ecological factors related to trace element levels in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from European waters. *Marine Environmental Research* 64: 247-266.
7. Roos A (2016) Uttern i Uppsala län - Miljögifter och hälsa. Stockholm: Naturhistoriska riksmuseet, Rapport 1:2016. 23 p.
8. Roos A, Berger U, Järnberg U, van Dijk J, Bignert A (2013) Increasing Concentrations of Perfluoroalkyl Acids in Scandinavian Otters (*Lutra lutra*) between 1972 and 2011: A New Threat to the Otter Population? *Environmental Science & Technology* 47: 11757-11765.

Appendix 1

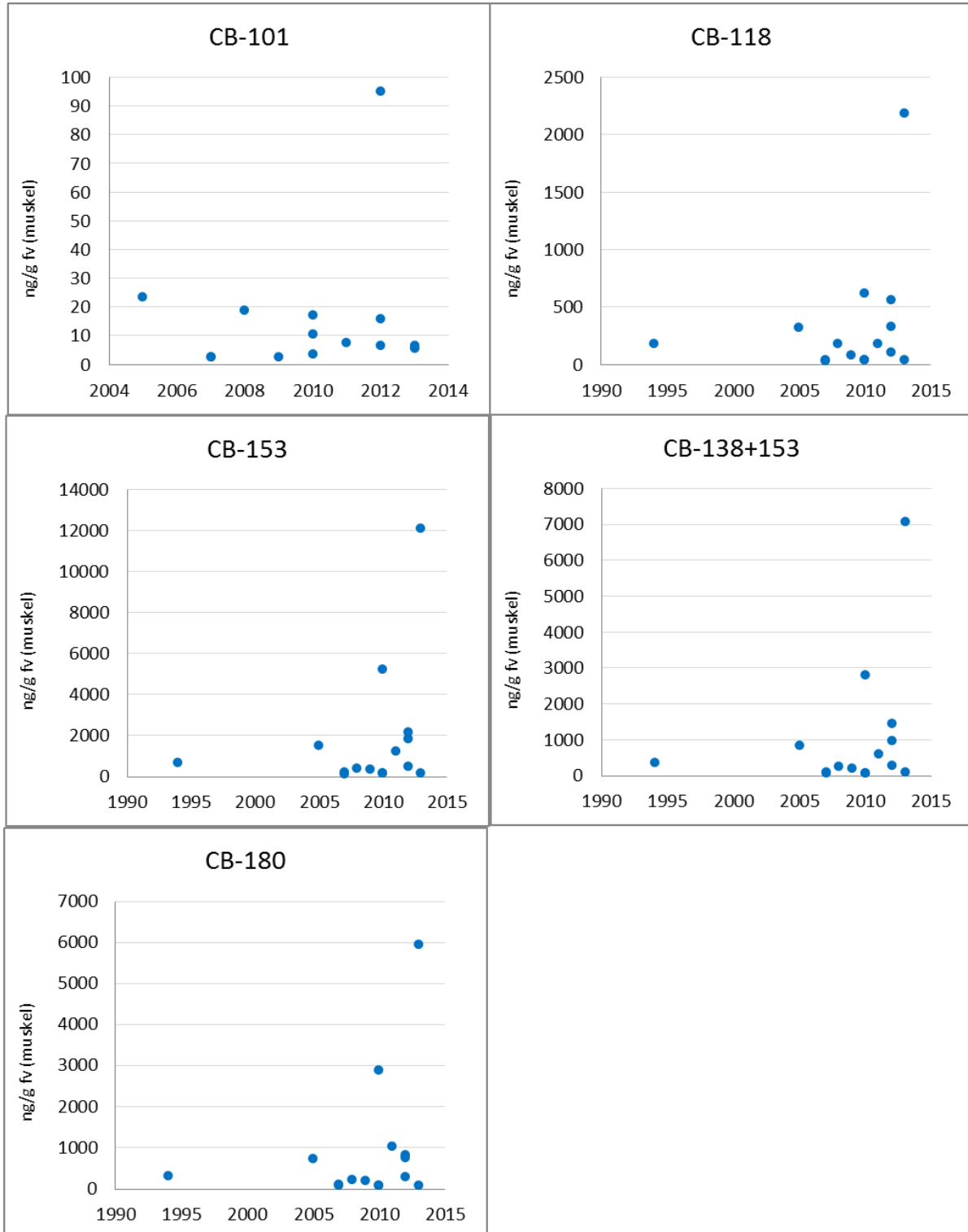
Figur 1. Metaller i lever från utter från Norrbottens län.

Arsenik, kadmium, kobolt, koppar, total-kvicksilver, nickel, bly, selen och zink i utter ($\mu\text{g/g}$ våtvikt, lever, $n=22-25$). Helledragen röd linje visar en signifikant minskning eller ökning över tid på minst $p<0,05$.



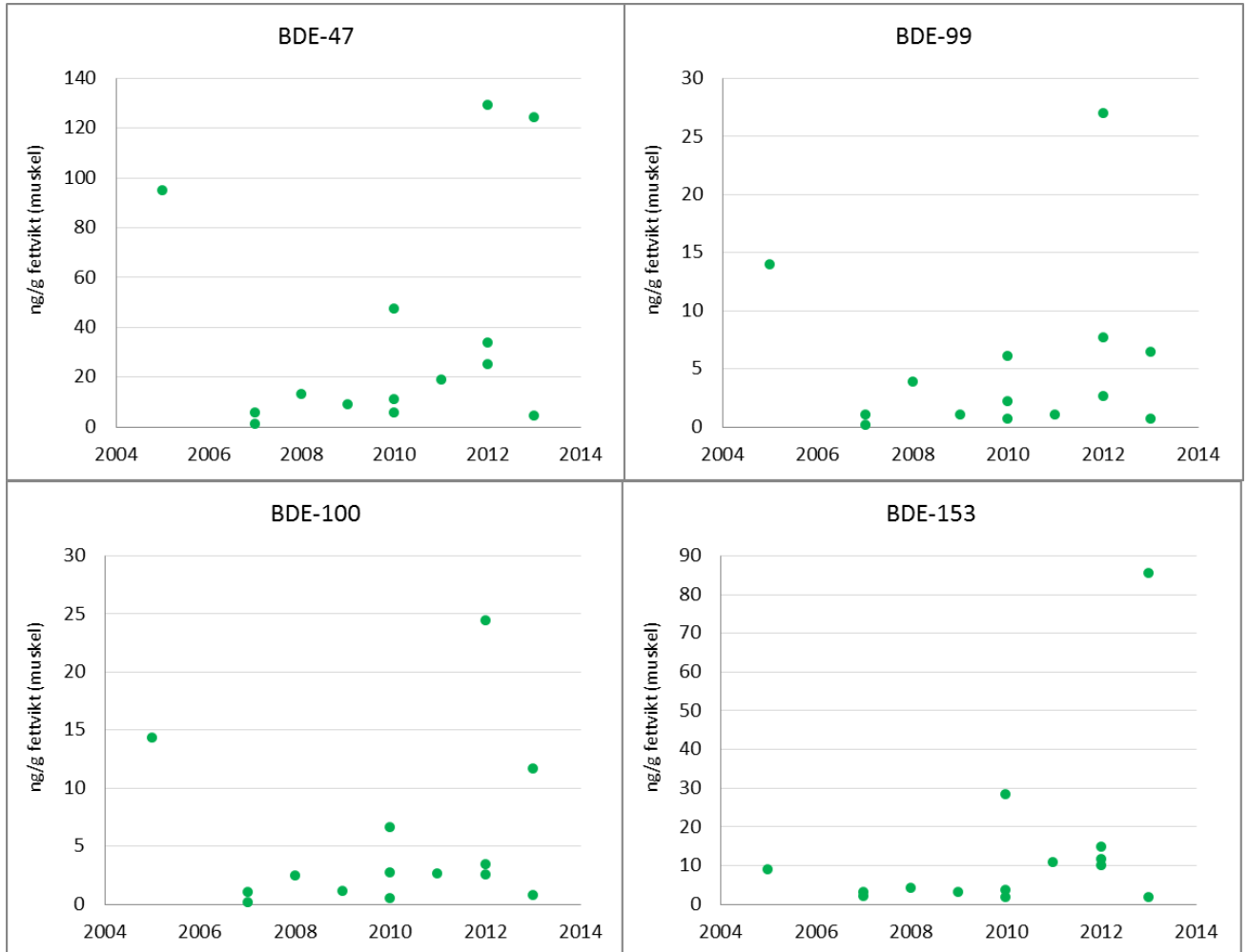
Figur 2. CB-118, -153, -138+163 och -180 i muskel från utter från Norrbottens län.

Halterna redovisas i ng/g fettvikt, muskel, n=14-15.



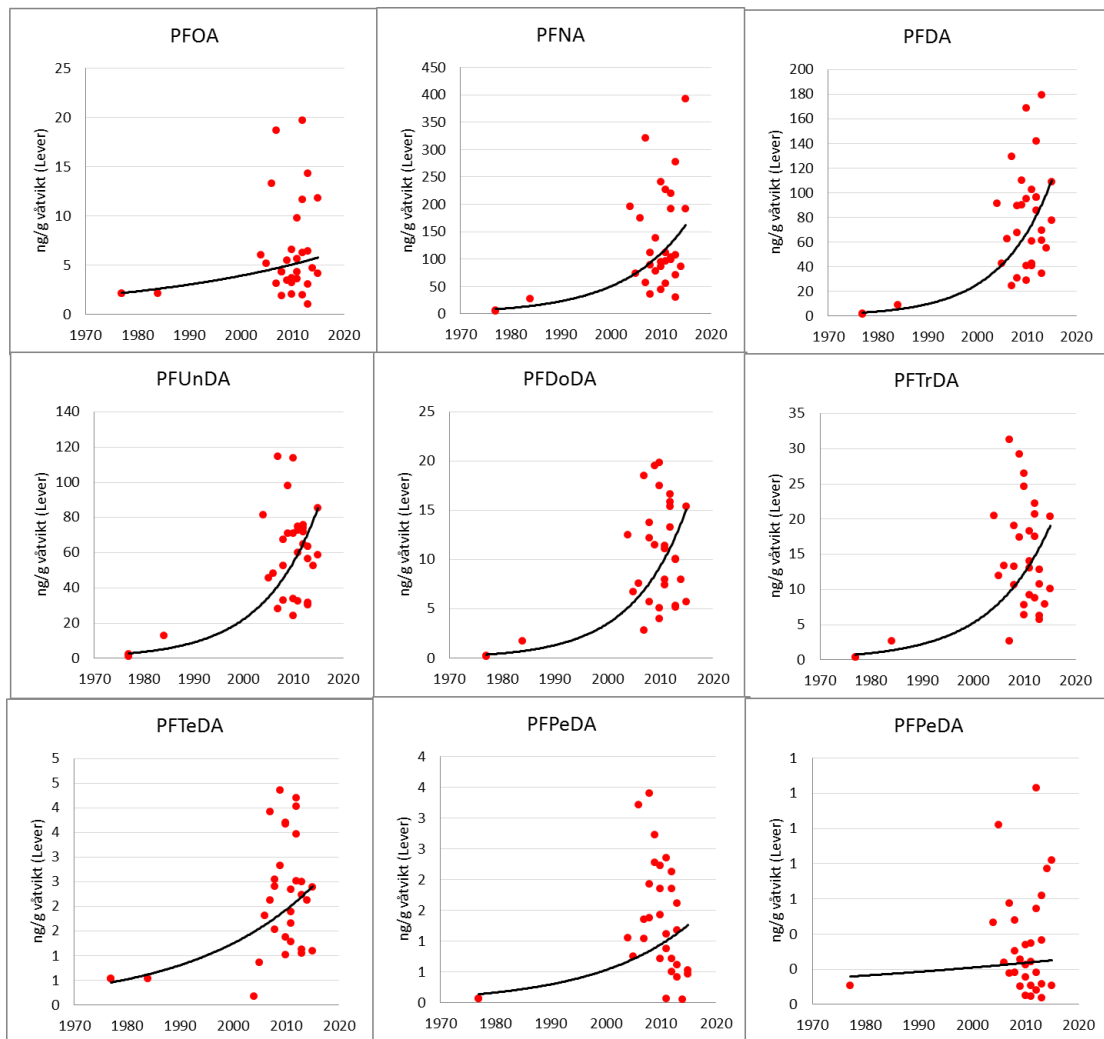
Figur 3. BDE-47, -99, -100 och -153 i muskel från utter från Norrbottens län.

Halterna redovisas i ng/g fettvikt, muskel, n=14.



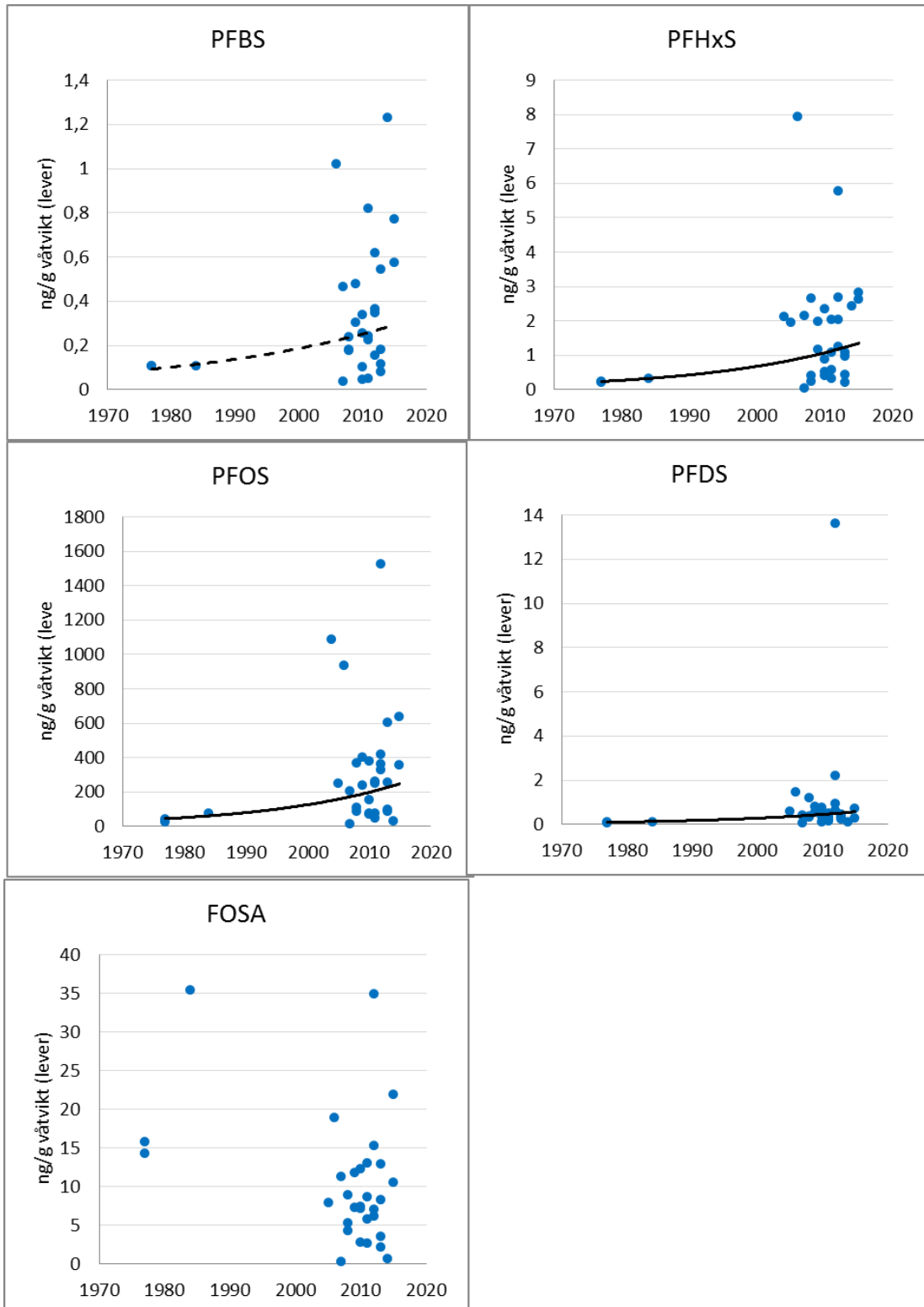
Figur 4. Perfluorerade karboxylater i lever från utter från Norrbottens län.

Halterna redovisas i ng/g våtvikt (n=32). En regressionslinje ritas ut om den är signifikant på minst $p < 0,05$.



Figur 5. Perfluorerade sulfonater i lever från utter från Norrbottens län.

Halterna redovisas i ng/g våtvikt (n=32). En heldragen regressionslinje ritas ut om den är signifikant på minst $p < 0,05$, en streckad regressionslinje ritas ut om den är nästan signifikant, dvs $p < 0,10$.



Tabell 1. Data över de uttrar som analyserats m.a.p. PFOS (lever).

Accnr	År	Kön	Vikt	Åldersgrupp	Lokal	PFOS (ng/g)
A1977/05058	1977	F	5,7	Adult	Liviökoski i Torne älv, Erkheikki	26
A1977/05001	1977	M	6,75	Adult	Älvsbyn i Nattberget, Arvidsjaur	43
A1984/05017	1984	M	6,84		Jokkmokk, Messaure, V 818	77
A2004/05228	2004	F	4,49	Subadult	E4 N Råneå, före Jämtön	1084
A2006/05002	2005	M	7,31	Subadult	Rv 97 i höjd med S Sunderbyn, Luleå	250
C2006/05093	2006	M	6,4	Subadult	Väg 97, Jokkmokk, vid infarten till stallet	932
A2007/05101	2007	F	4,20	adult	Lv356 (mellan Boden och Älvsbyn) i korsningen med Södra Alträsk	11
A2007/05294	2007	M	8,7	Adult	VÄG 97, Nyborg, Jokkmokk	202
A2009/05008	2008	M	6,57		Rv 95, Abborrträsk, Arvidsjaur, Pite Lappmark	86
A2009/05313	2008	M	6,50	Subadult	Rv 97, Edeforsbron, Edefors, Harads	111
A2008/05405	2008	M	7,207		Rosåns is, Rosvik	368
A2010/05072	2009	M	7,233	Adult	Arvidsjaur, Gelljokkbäcken mellan byarna Deppis och Renträsk. Funnen vid bäck intill väg.	240
A2010/05088	2009	F	5,1	Subadult	E4 Haparanda Säivis	398
A2012/05039	2010	M	7,3		E10 ca 5 km N Skrönen, Gällivare, Lule Lappmark, Norrbotten	67
A2010/05297	2010	M	6,88	Subadult	RV 94, vid påträsk, luleå, Älvsbyn	73
A2010/05228	2010	F	6,9	Adult	På RV 97 vid Avrättsbacken (ligger i östra delen av Jokkmokk), Jokkmokk	155
A2010/05426	2010	M	7,2	Adult	Gamla Högsövägen, Råneå	376
A2012/05080	2011	M	5,52	Subadult	Väg 526 vid Bastusel, Arvidsjaur	46
A2011/05459	2011	M	7,4	Subadult	Ekopark Vuollerim vid Djupbäckens och Västabäckens mynning i Lule älv, Stora Luleälven	77
A2011/05464	2011	M	6,8	Adult	Lapträsk, Sangis, Lv 398	247
A2011/05256	2011	M	6,3	Subadult	E4 Anträsviadukten, Luleå	261
A2012/05667	2012	F	5,9	Adult	Drunknad i mjärde. Norrfjärden, Lakafors, Alterälven	330
A2013/05416	2012	F	3,5	Subadult	Hortlax-Blåsmark. Polisen angivit Älvsbyn, men lokalen ligger söder om Piteå.	361
A2012/05668	2012	F	5,3	Adult	E4 vid viadukten i Hortlax, Piteå	415
A2013/05324	2012	F	4,5	Adult	Sommarvägen, Kulleporten, Gällivare	1526
A2014/05400	2013	M	5,75	Subadult	E4 Högländsnäs, 3 km N, Pitsund, Piteå	86
A2013/05323	2013	F	3,0	Subadult	15 km mot N-vaara, övre Leiopbäcken.	98
A2013/05319	2013	M	4,0	Subadult	E10 Västannäs, BD-Län	257
A2013/05318	2013	F	3,0	Subadult	Harrioja, Haparanda, ca 50 m väster vildbron över E4:an	606
A2014/05609	2014	M	8,0		E10, 2 km S Morjärv	30
A2015/05630	2015	M	8,97		E4 Piteå kommun, Jävrebo vid en liten bäck som rinner under E4:an	353
A2015/05629	2015	F	6,82	Adult	Piteå, Norrfjärden, Lakafors	637