

PFAS i utter från Jämtlands län
insamlade 2005-2019

Anna Roos



Rapport 2:2023

Enheten för Miljögiftsforskning och övervakning
Naturhistoriska riksmuseet
Box 50007
104 05 Stockholm



Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	2
Bakgrund	3
PFAS	4
Material och metoder	6
Resultat.....	8
Diskussion	13
Tack till	14
Referenser.....	14

Bakgrund

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.

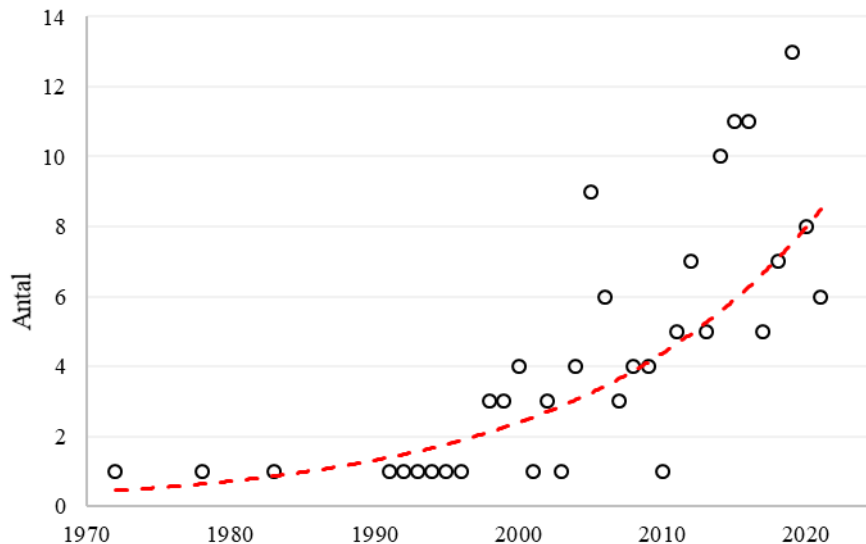
Uttern är ett medelstort rovdjur, släkt med mink, grävling, mård och järv. Den lever relativt lokalt, med hemområden på några få km – några mil. Hemområdets storlek kan vara olika för olika områden i landet, beroende på bland annat födotillgång och populationstäthet. Hanarna har större hemområden än honor. En hanes hemområde kan innehålla flera honor och familjegrupper. Området varierar beroende på årstid. Vintertid är uttern beroende av att komma åt öppet vatten och kan tvingas hitta nya områden.

Uttern är en av få djurarter som kan föda året om. Ungarna – oftast en eller två – följer sin mamma under knappt ett år, och blir könsmogna först vid knappt två års ålder. Studier tyder på att de inte blir så gamla, att ytterst få uttrar blir tio år, och medelåldern ligger på 4-5 år ungefär. Därmed är uttern en utmärkt miljöindikator: den lever relativt lokal och den blir inte så gammal. Födan består till ca 80% av fisk. Sen äter de grodor, paddor, kräfta, ormar, småfågel och små däggdjur – inklusive bisamråtta. Paddornas skinn är giftigt så de flås innan uttern kan äta dem. Och kräftorna är nog lite läskiga som kan nypas, så för säkerhets skull äter uttern inte klorna, inte ens då de dödat kräftan. Uttern födosöker både i sjöar och vattendrag, även mkt små vattendrag.

Enligt JL §25, JF §33, 36 ska man rapportera till polisen eller direkt till Naturhistoriska riksmuseet (NRM) om man hittar en död utter. Polisen skickar kroppen till NRM i Stockholm, eller – om dödsorsaken är okänd eller om rapportören så önskar – till Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala. När SVA har obducerat uttern skickas kroppen vidare till NRM för provtagning till museets miljöprovbanks. Samtliga trafikdödade uttrar skickas direkt till NRM. På museet finns nu prover från knappt 2500 uttrar i museets miljöprovbanks (från 1968-2022) varav ungefär drygt 140 kommer från Jämtlands län.

Antalet döda uttrar som inkommit från Jämtlands län till NRM har ökat de senaste 20 åren (Figur 1). Det indikerar i sig att uttern ökar i antal i länet. Minst 75% av alla insamlade uttrar mellan 1970 och 2022 har dött i trafiken (111 st). Andra dödsorsaker är bifångst i fiskeredskap, fastnat av misstag i minkfälla, utmärgling, sjukdom eller helt enkelt okänd dödsorsak.

Generellt är de flesta uttrarna som skickas till NRM i god kondition, och ser ut att vara vid god hälsa. Uttrar som skickas till NRM obduceras och provtas. Ett stort antal prover tas av varje utter. Beroende på skick så tas päls, muskel, lever, njure, lunga, blod, urin, galla, hjärna och sparas i fryst tillstånd i Miljöprovbanks och dessa prover ger unika tillfällen till studier av miljögifter såväl som genetiska studier.



Figur 1. Antal döda uttrar inskickade från Jämtlands län till Naturhistoriska Riksmuseet mellan 1972 och 2021, sammanlagt 142 uttrar. Vävnader från dessa sparas i museets miljöprovbanks.

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 [1, 2]. På senare år har PFAS (per- och polyfluorerade alkylsubstanser) diskuterats som hot [3]. Uttrar från Jämtlands län har analyserats tidigare för olika miljögifter, inklusive PFAS [4-6]. Eftersom halterna av just PFAS visade på kraftigt ökande halter i utter så har nu ytterligare 26 uttrar analyserats från senare år för att utöka tidstrenden i Jämtland. Tidigare års analyser av PFAS (tio uttrar) ingår i denna studie som därmed omfattar 36 djur.

PFAS

Perfluoroktansulfoner och de närbesläktade perfluorinerade karboxylaterna har kommit att diskuteras som "nya" miljöproblem ända sedan den första publikationen 2001 som visade på ökande halter och förekomst över hela världen [7]. De har används i många olika produkter i över ett halvt sekel och sammanhang och dess negativa effekter är omdiskuterade [8].

PFAS är högfluorerade ämnen med olika antal fluoratomer och brukar delas in i två grupper: Perfluorerade sulfonsyror (PFSA) och perfluorerade karboxylsyror (PFCA). De är samtliga tillverkade av människan genom olika processer, och de finns inte naturligt i miljön. De är extremt stabila ämnen, en egenskap som är bra i olika tekniska produkter men mycket skadligt för miljön, då de inte bryts ner.

Till PFAS hör perfluorbutansulfonat (PFBS), PFHxS, PFOS m.fl. substanser. PFOS är det ämne som oftast återfinns de högsta koncentrationerna i utter. PFBS har kommit att ersätta PFOS i många produkter efter att PFOS förbjudits. Kemiska föreningar som bryts ner till PFOS kallas ibland PFOS-relaterade ämnen. Ett sådant exempel är FOSA.

Bland de fluorinerade karboxylaterna hör perfluoroktansyra (PFOA), som kallas ibland för "Teflon-kemikalien". Det användes förr som hjälpkemikalie vid tillverkningen av polymeren polytetrafluoretylen (PTFE). Teflon är ett varumärke, och PFOA lär inte finnas kvar i den färdiga produkten men tillverkningen har i alla fall historiskt varit en källa till stora utsläpp till miljön. De fluorinerade karboxylaterna perfluoronansyra (PFNA), perfluordekansyra (PFDA) och perfluorundekansyra (PFDuDA) återfinns oftast i högre halter i uter än t.ex. PFOA. PFNA och PFDA används också ofta som "hjälpkemikalie" vid tillverkning av olika produkter t.ex. fluorerade polymerer och behöver nödvändigtvis inte finnas kvar i slutprodukten. Men de har också återfunnits i t.ex. olika impregneringsmedel, skidvalla, utomhustextilier, läderprodukter och matförpackningar [9]. PFUnDA är ett oavsiktligt framställt ämne som kan finnas som förorening i t.ex. PFOA och PFNA och som nedbrytningsprodukt från andra ämnen [10]. Det har också återfunnits i t.ex. utomhuskläder och andra produkter tillsammans med andra PFAS.

PFAS i miljön kan härstamma både från direkta utsläpp i samband med tillverkning av olika produkter, eller vid användning av brandskum och av produkter som innehåller PFAS (t.ex. utomhuskläder, matförpackningar, rengöringsmedel, skidvalla, läderprodukter, kosmetika etc) samt via atmosfäriskt nedsläpp. Ämnerna tillverkas inte i Sverige men importeras i olika produkter.

De perfluorerade ämnerna har speciella egenskaper som har använts i många olika applikationer tack vare deras förmåga att bilda släta vatten-, fett- och smutsavvisande ytor. De används till exempel i impregneringsmedel för textilier och läder, i hydrauliska system, brandskum, brandskyddsprodukter, rengöringsmedel, matförpackningar, Gore-Tex material och i teflonmaterial m.m. [11]. PFOA används i många olika sammanhang, främst under produktionen av fluorpolymerer, som har hundratals olika tillverknings- och industriella applikationer. PFOA är liksom liknande ämnen både fett- och vattenfrånstötande och används också till s.k. non-stick ytor för matförpackningar, engångsvaror som muggar och tallrikar m.m. och i allväderskläder med membran som "andas". Det används också inom elektronikindustrin, textilier, byggnadsindustrin, i brandskum osv. PFOA är, liksom PFOS även en nedbrytningsprodukt från vissa fluorerade telomerer.

Filmbildande brandskum är en viktig källa till förhöjda halter av PFOS och PFOA i mark och vatten i Sverige, men en mängd andra perfluorerade ämnen kan också ha ingått i brandskummet. Därför kan brandövningsplatser vara förorenade av dessa ämnen, liksom områden som har brunnit och släckts av brandskum.

PFOS och PFOA har använts sedan tidigt 1970-tal i många olika applikationer. PFOS tillverkas inte längre varken i USA eller i Europa, och produktionen har flyttat framför allt till Asien. Det finns ingen känd produktion av PFASs i Skandinavien men importerade produkter kan fortfarande innehålla PFASs och det finns företag som använder PFAS vid tillverkning av olika produkter och den användningen kan också ge upphov till utsläpp.

Flera PFAS började utfasas efter 2001. År 2009 ingick PFOS i Stockholmskonventionen om långlivade organiska föroreningar, bilaga B (som kräver begränsningar). Det förbjöds i många applikationer inom EU i juni 2008, men ersattes delvis med andra långlivade perfluorerade ämnen, till exempel PFBS. De nya nationella reglerna för PFOS som trädde i kraft i juni 2008 innebar ett förbud mot att använda PFOS och ämnen som kan brytas ner till PFOS i kemiska produkter. Det finns dock några undantag, t.ex. i vissa applikationer inom fotografisk industri, i hydrauloljor inom flygindustrin och inom förkromningsindustrin. Det brandsläckningsskum som innehöll PFOS och som fanns på marknaden före 27 december 2006, fick användas

ytterligare 4,5 år. De långkedjiga perfluorerade karboxylaterna (de med kolkedjor C10-C13) är mycket persistenta och bioackumulerande, och därför finns flera av dem med på EU:s kandidatförteckning över ämnen som ger anledning till mycket stora betänkligheter.

Förekomsten av PFOS och PFOA mfl ämnen i arktisk miljö är väldokumenterad [12, 13]. Ökande halter av dessa ämnen har rapporterats från Arktis tidigare [14] men sedan 2006 har trenden vänt och istället minskar nu halterna i t.ex. vikaresäl och isbjörn [15].

En artikel som publicerades 2013 visade på mycket höga halter av perfluorerade kemikalier, framför allt PFOS, i utter från södra Sverige, och de flesta ämnena visade på kraftigt ökande halter över tid (1970-2011) [3]. Detta föranledde en utökad studie, där vi ville utöka antalet analyser för att förbättra och förlänga trendstudien till och med 2015, samt att inkludera uttrar från fler delar av landet [6]. I denna studie har vi låtit analysera ytterligare 26 uttrar från Jämtlands län med avseende på PFAS. Halterna sätts i relation till tidigare analyserade uttrar från Jämtlands län.

Material och metoder

De flesta uttrar skickades till NRM i fryst tillstånd, från polisen och allmänhet. Innan provtagning noteras lokal, fyndomständigheter, fynddatum, kön, vikt, totallängd, åldersgrupp mfl standardiserade mått. Prover från ett flertal olika organ tas tillvara och förvaras i museets miljöprovbanks i fryst tillstånd, för nutida och framtida studier av miljögifter. Den vanligaste dödsorsaken är trafik. I vissa fall är de trafikdödade uttrarna så skadade att inte alltid möjligt att få en komplett organprover, då framför allt oftast levern kan vara helt förstörd. Se Appendix, Tabell 1 för detaljerad information om uttrarna i studien.

Sammanlagt har nu 36 uttrar från Jämtlands län insamlade mellan 2005 och 2019 analyserats med avseende på PFAS; varav 26 ”nya uttrar” som föranlett denna studie. Följande ämnen har analyserats: PFOA, PFNA, PFDA, PUnDA, PDoDA, PTrDA, PTeDA, PFHxS, PFOS, PFPeDA, PFBS, PFDS och FOSA. För fullständiga namn och antal fluorerade kolatomer i kolkedjan se Tabell 1.

Analyserna har utförts av ACES, Stockholms Universitet. Analysmetoden finns beskrivet av Berger m.fl., 2009 [16]. Lever och blod har oftast de högsta halterna av PFAS, och eftersom det finns fler leverprover än blodprover av utter så har vi valt att analysera lever. Dessutom är det vanligast även internationellt att analysera lever i vilda djur. Halterna redovisas i nanogram/gram våtvikt (ng/g vv).

Halter under detektionsgränsen (ud) har ersatts med detektionsgränsen/ $\sqrt{2}$ för att kunna ingå i de statistiska analyserna [17]. Detta har skett i några enstaka fall då halterna låg under detektionsgränsen.

Analysdata på miljögifter är inte normalfördelade. För att det ska vara möjligt att använda parametrisk statistik vid den statistiska analysen har analysdata därför först logaritmerats. Detta har gjort att data närmast sig en normalfördelning och kan analyseras statistiskt. Därefter har en loglinjär regressionsanalys utförts. Regressionslinjen ritas ut om den är signifikant ($p < 0,05$).

Tabell 1. Förkortningar och fullständiga namn på de PFAS som redovisas i denna studie samt antal fluorinerade kolatomer för respektive ämne.

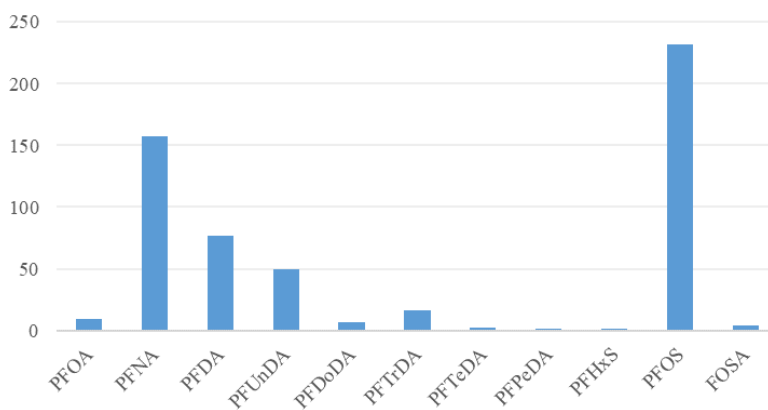
			Antal fluorerade kol i alkylkedjan
PFCA (perfluorerade karboxylsyror)	PFOA	Perfluoroktansyra	7
	PFNA	Perfluoroktansyra	8
	PFDA	Perfluordekansyra	9
	PFUnDA	Perfluorundekansyra	10
	PFDoDA	Perfluordodekansyra	11
	PFTrDA	Perfluorotridekansyra	12
	PFTeDA	Perfluortetradekansyra	13
	PFPeDA	Perfluorpentansyra	14
PFSA (perfluorerade sulfonsyror)	PFBS	Perfluorbutansulfonsyre	4
	PFHxS	Perfluorhexansulfonsyra	6
	PFOS	Perfluoroktansulfonat	8
	PFDS	Perfluordekansulfonsyra	10
	FOSA	Perfluorooktansulfonamid	8

Resultat

Min, max, medel och medianvärden för alla ämnen mellan 2005 och 2019 redovisas i Tabell 2 samt mer i detalj i Appendix tabell 1. Som tidigare studier var PFOS det mest dominerande ämnet (Figur 2). Halterna av de kortkedjade karboxylaterna PFHXA och PFHPA låg under detektionsgränsen i samtliga uttrar (<0,082 ng/g).

Tabell 2. Halter av PFAS i uttrar från Jämtlands län 2005-2019. Range (min- max), medel och median värden visas i tabellen, samt antal analyserade uttrar (n). ud=under detektionsgränsen.

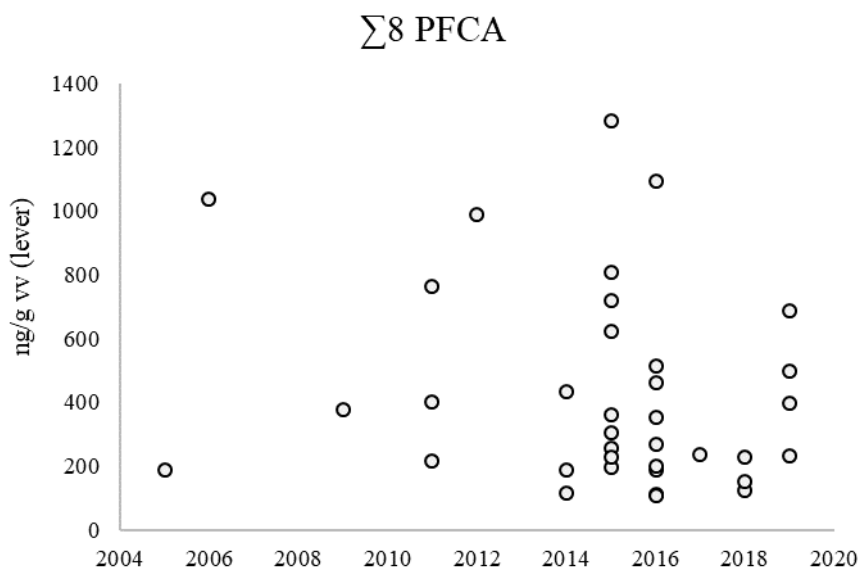
		N	range (ng/g våtvikt)	medel (median) (ng/g våtvikt)
PFCA (perfluorerade karboxylsyror)	PFHXA	36	ud	
	PFHPA	36	ud	
	PFOA	36	1,7-86	20 (9,6)
	PFNA	36	42-834	229 (157)
	PFDA	36	23-189	80 (77)
	PFUnDA	36	16-156	64 (50)
	PFDoDA	36	2,1-34	9,9 (7,0)
	PFTTrDA	36	2,7-64	20 (16)
	PFTeDA	36	0,6-21	3,3 (2,4)
	PFPeDA	36	0,2-5,4	1,6 (1,3)
PFSA (perfluorerade sulfonsyror)	PFBS	35	ud-2,5	Ud
	PFHxS	36	0,04-44	3,5 (1,3)
	PFOS	36	45-13400	680 (232)
	PFDS	36	ud-3,7	ud (0,15)
	FOSA	36	0,4-28	5,3 (3,6)



Figur 2. PFOS var det ämne som förekom i högst halt, följt av PFNA, PFDA och PFUnDA. Här visas medianvärden för resp ämne (ng/g vv i lever).

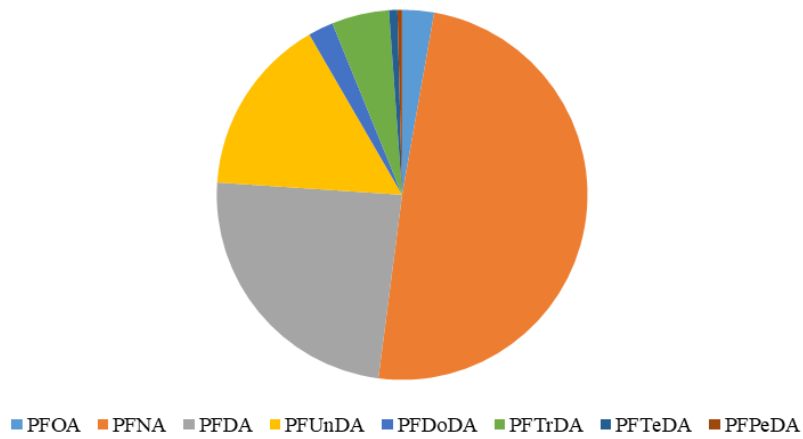
Halterna av PFCA:s har inte signifikant förändrats över tid mellan 2005 och 2019 ($p < 0,10$, $p < 0,49$). De varken ökar eller minskar (se Figur 3 för $\sum 8$ PFCA).

Av de åtta perfluorerade karboxylsyror (PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFPeDA och PFTeDA) utgjorde PFNA för drygt 50% av $\sum 8$ PFCA, och PFDA och PFUnDA för knappt 20% vardera. (Figur 4). Medelhalten för $\sum 8$ PFCA är 426 ng/g vv, och medianhalten 329 ng/g vv. Figur 5 visar geografiskt halterna i de olika uttrarna inom studien. Några uttrar hade extremt höga halter av $\sum 8$ PFCA: En ung hane trafikdödades år 2015 på landsväg 315, vid Rätan/Ljunganbron i Bergs kommun (1284 ng/g), en annan ung hane trafikdödades på landsväg 321 vid Nedre Bynom 621, Hallen år 2016 (1092 ng/g), en vuxen hane dog på riksväg 45 vid södra infarten till Hackås, Riksten år 2006 (1038 ng/g vv), en vuxen hane trafikdödades 2012 på E14 vid Gimån, Bräcke kommun (989 ng/g vv) samt en vuxen hane som trafikdödades på E14an vid Krokomb år 2015 (806 ng/g vv). I en nyligen publicerad studie som redovisar PFAS resultat från 461 uttrar från Sverige framgår det att dessa fem uttrar var bland de tio uttrarna i Sverige med allra högst halt PFCA [18].

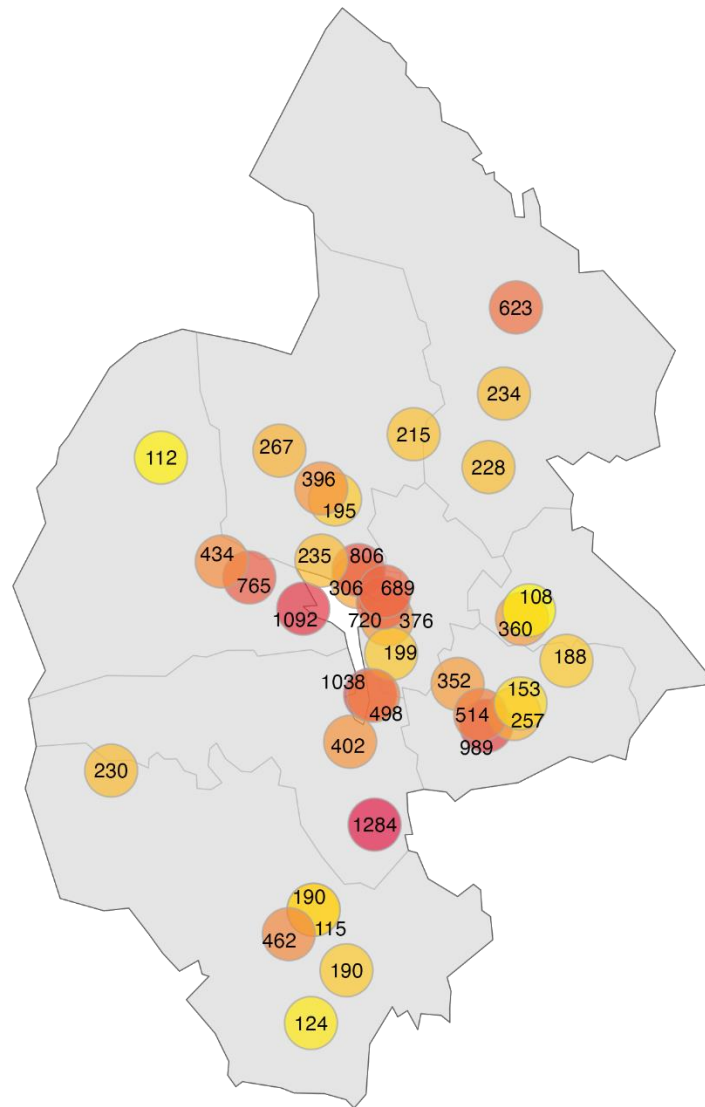


Figur 3. Summan av $\sum 8$ PFCA (PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFPeTA och PFTeDA) i uttrar från Jämtlands län. Ingen statistisk signifikant förändring över tid ses mellan 2004-2019.

Medianvärden $\sum 8$ PFCA

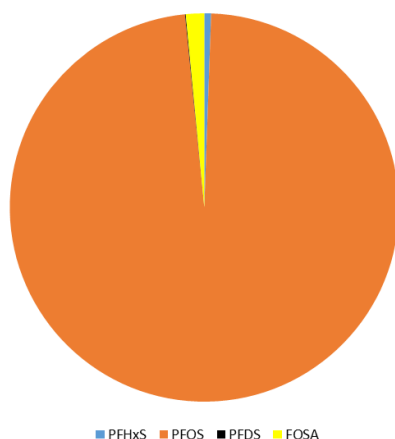


Figur 4. Fördelningen av 8 PFCA i uttrar från Jämtlands län 2005-2019. Värdena är baserade på medianvärden.

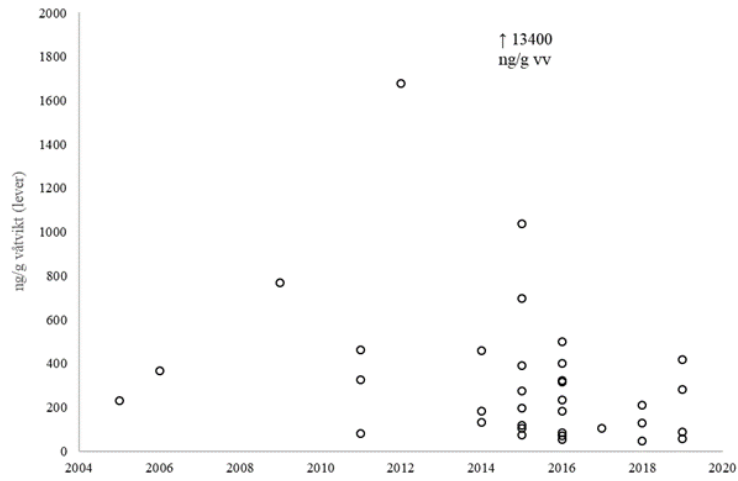


Figur 5. Halten av $\sum 8$ PFCA (PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFPeTA och PFTeDA) i 36 uttrar från Jämtlands län (ng/g vv, lever) insamlade mellan 2005 och 2019. Medelhalten ligger på 426 ng/g vv (median 329 ng/g vv).

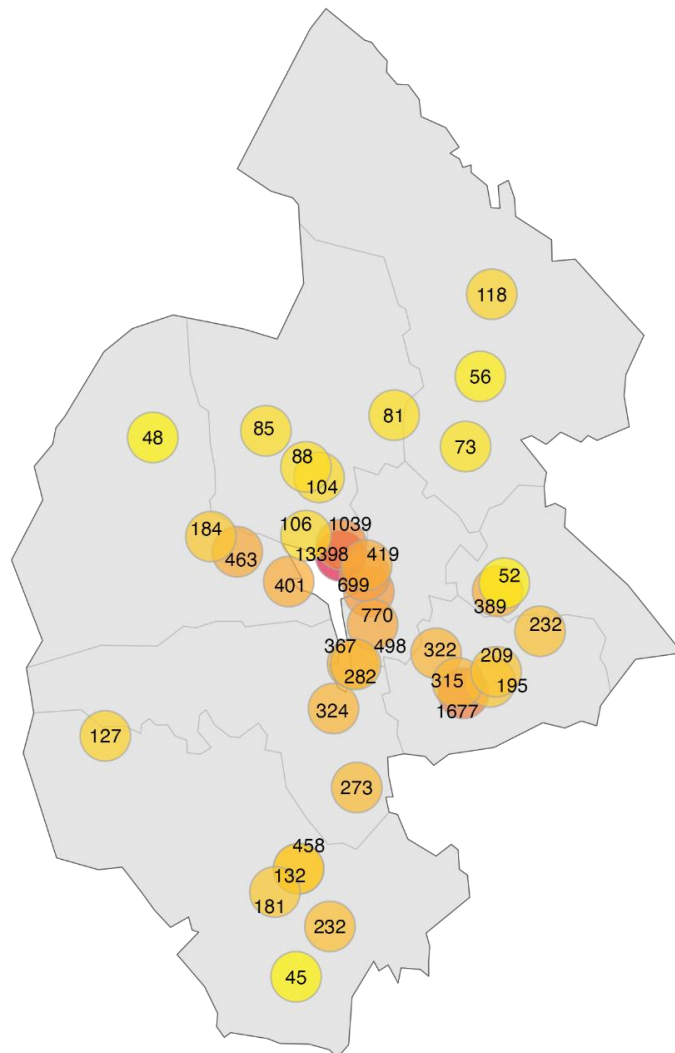
PFOS var det dominerande PFAS i utter, som tidigare nämnts, och utgjorde ca 98% av alla PFSA (Figur 6). Halterna av PFOS visar ingen trend under 2005-2019 (Figur 7). Spridningen i halt av PFOS är stor, från 45-13400 ng/g. Medelhalten av PFOS för norra Sverige i utter från 2010-2020 är 380 ng/g vv [18] och knappt en tredjedel av uttrarna från Jämtlands län hade halter över 380 ng/g (10 st). Medelhalten för Jämtlands läns uttrar är 680 ng/g vv för tidsperioden, men uttern från Krokoms kommun har stort inflytande på medelvärdet eftersom den hade en så hög halt. Medianvärdet ligger betydligt lägre, 232 ng/g vv. Några uttrar hade extremt hög halt PFOS. Högst halt hade en ung ännu ej köns mogen hona som trafikdödade på landsväg 615 vid Krokoms-Rödön år 2015 (13 400 ng/g vv). Hon hade också näst högst halt FOSA (23 ng/g). Näst högst halt PFOS, 1677 ng/g, hade en vuxen hane som trafikdödade på E14 vid Gimån, Bräcke kommun 2012. Ytterligare en utter hade mycket hög halt PFOS, en hane som trafikdödade på E14 vid Turistbyrån i Krokoms kommun hade 1039 ng/g. (Figur 8).



Figur 6. Av PFSA så var PFOS det klart dominerande ämnet (ca 98%). Här visas medianhalter i utter från Jämtlands län.



Figur 7. PFOS visar ingen statistisk signifikant förändring i halt över tid i utter från Jämtlands län mellan 2005-2019.



Figur 8. Halter av PFOS i utter från Jämtlands län (ng/g vv).

Diskussion

Nu finns prover från över 2400 uttrar i museets miljöprovbanks, insamlade mellan 1970 – 2022, varav drygt 140 från Jämtlands län. Siffrorna ändras kontinuerligt, och nuförtiden får vi in ca 200 uttrar/år till NRM. Det ger unika möjligheter till många olika studier. Uttrarna hamnar inte bara i långtidsförvaring i miljöprovbanken vid Naturhistoriska riksmuseet, utan många har analyserats för en rad olika miljögifter. I och med att det kommer in så många uttrar så har även intresset och möjligheten för att nyttja uttern som miljöindikator ökat. Det är nu när det finns tillräckligt material från olika delar av landet som gör det möjligt att faktiskt studera miljöfaktorer hos uttern.

Länsstyrelsen i Jämtlands län har tidigare låtit analysera ett flertal olika miljögifter i utter [4-6] och eftersom halterna av PFAS i utter ökar, eller i vissa fall inte minskar, så har vi nu ett utökat antal analyser med ytterligare 26 uttrar från Jämtlands län från senare år. De flesta PFAS visar på minskande halter i miljön i andra områden av världen [13, 15, 19] som en konsekvens av den påbörjade utfasningen av PFAS 2002, men dock inte i Sverige [20].

Flera uttrar från Jämtlands län har höga halter PFAS. Drygt hälften av de 33 uttrarna från 2010-2019 hade högre halt PFCA än snittet för hela landet under samma tidsperiod (n=310) [18]. En utter som trafikdödades på landsväg 615 i Krokomb-Rödön år 2015 hade extremt hög halt PFOS (13 400 ng/g vv), faktiskt näst högst av alla uttrar som analyserats i Sverige någonsin (n=464). Hela 36 uttrar från Jämtland har analyserats för PFAS, och det är många jämfört med flera andra län. Ju fler uttrar som analyserats desto större är chansen att hitta höga halter. Hur det påverkar uttern är svårt att säga i dagsläget. Men helt klart är det en varningsklocka. Orsaken till de höga halterna kan vara flera. Oftast är det högre halter PFAS i områden nära flygplatser och militära övningsplatser. För att mer i detalj finna de lokalt förorenade områdena behövs ytterligare analyser av förslagsvis ytvatten och fisk från flera olika sjöar i områden där vi identifierat förorenade uttrar, samt fler analyser av utter. Uttrarna kan grovt visa vägen till förorenade områden men sedan behövs analyser av ytvatten och fisk från olika sjöar för att fastställa mer exakt var de förorenade områdena är. Förorenade områden kan vara framför allt i anslutning till flygplatser, brandövningsplatser, ställen som har brunnit och som släckts med brandskum, eller vissa industrier och avfallsdeponier.

Inom det nationella miljöövervakningsprogrammet som Naturvårdsverket driver har abborre analyserats från Stor-Backsjön i Bergs kommun och Degervattnet i Strömsunds kommun 2017, för en geografisk studie över PFAS i fisk från Sverige. Halterna i lever i abborre från Stor-Backsjön låg inte särskilt högt vid jämförelse med andra sjöar i Sverige [20]. Däremot visade det sig att abborre från Degervattnet hade de högsta halterna av PFNA i abborrlever jämfört med alla andra sjöar som ingick i miljöövervakningen i Sverige (2.4 ng/g vv). Nyare analyser visar att det geometriska medelvärdet för PFNA i abborrlever från Degervattnet har ökat till ca 3.5 ng/g vv [21]. Det är det hösta värdet för alla 27 sjöar inom övervakningsprogrammet 2018-2020. Medelvärdet för PFNA mellan åren 2010-2019 var 222 ng/g vv i utter från Jämtlands län. Det är, tillsammans med Uppsala läns uttrar (n=18), det högsta medelvärdet för alla uttrar i Sverige under samma tidsperiod. Näst högst uppmätta halt PFNA bland Sveriges uttrar hittades

i en utter från Jämtlands län (834 ng/g vv). Den trafikdödade år 2017 på länsväg 315, vid Rätan/Ljunganbron i Bergs kommun. Abborre från Degervattnet har också förhållandevis höga halter av FOSA, PFDA och PFUnDA, men relativt låga halter av PFDoDA, PFTrDA, PFTeDA, PFPeDA, PFHxS och PFOS jämfört med abborre från de andra sjöarna [21].

PFOS är fortfarande det PFAS som återfinns i högst koncentrationer i utter, såväl som i de flesta andra studier, och i fisk från Sverige som analyseras inom miljöövervakningen [20]. Men summan av de åtta analyserade fluorerade karboxylsyrorerna ligger på ungefär samma nivå. Medelhalten av $\sum 8$ PFCA (426 ng/g vv, median 329 ng/g) är ungefär samma nivå som för PFOS (medelvärde 680 ng/g vv, median 232 ng/g) i uttrarna från Jämtlands län. Samtliga individuella PFAS ligger stabilt under 2005-2019, de varken ökar eller minskar. Men det är stor variation i halt mellan de olika uttrarna.

Tidigare studier har påvisat att det inte är någon större skillnad i halt av PFAS mellan könen, och ingen tydlig ålderskorrelation, till skillnad från andra ämnen som t.ex. PCB och tungmetaller. Därför har ingen hänsyn till ålder eller kön tagits i denna rapport.

Studien visar på värdet att använda utter som miljöindikator för att hitta förorenade områden, och för att gå vidare ännu mer noggrant behövs det kompletteras med t.ex. analys av vatten och fisk i områden där höga halter återfinns i uttern, för att mer exakt hitta föroreningskällan.

Tack till

Tack till Länsstyrelsen i Jämtlands län som bekostat denna studie (miljöövervakningsmedel). Martin Sköld, MFÖ, har ritat kartorna. ACES, Stockholms universitet, har analyserat proverna.

Referenser

1. Roos A, Greyerz, E., Olsson, M. and Sandegren, S. The otter (*Lutra lutra*) in Sweden - population trends in relation to sDDT and total PCB concentrations during 1968-99. *Environmental Pollution*. 2001;111:457-69.
2. Roos AM, Bäcklin B-MVM, Helander BO, Rigét FF, Eriksson UC. Improved reproductive success in otters (*Lutra lutra*), grey seals (*Halichoerus grypus*) and sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) from Sweden in relation to concentrations of organochlorine contaminants. *Environmental Pollution*. 2012;170:268-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.07.017>.
3. Roos A, Berger U, Järnberg U, van Dijk J, Bignert A. Increasing Concentrations of Perfluoroalkyl Acids in Scandinavian Otters (*Lutra lutra*) between 1972 and 2011: A New Threat to the Otter Population? *Environmental Science & Technology*. 2013;47(20):11757-65. doi: 10.1021/es401485t.
4. Roos A. Miljögifter i utter från Jämtlands län. Analyser av klor- och bromorganiska föreningar, perfluorerade ämnen samt metaller 1970-2015. Rapport till Länsstyrelsen i Jämtlands län. 2016 4:2016.

5. Roos A. Koncentrationer av klor- och bromorganiska föreningar samt kvicksilver i uttrar från Jämtland 1991-2004. Rapport från Naturhistoriska riksmuseet för Länsstyrelsen i Jämtland. December 2005 2005.
6. Roos A, Benskin, J. Perfluorerade ämnen i uttrar från Sverige 1970-2015. Naturhistoriska riksmuseet Rapport 2016.
7. Giesy JP, Kannan K. Global Distribution of Perfluorooctane Sulfonate in Wildlife. *Environmental Science & Technology*. 2001;35(7):1339-42. doi: 10.1021/es001834k.
8. Buck RC. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integr Environ Assess Manag*. 2011;7. doi: 10.1002/ieam.258.
9. Kotthoff M, Müller J, Jürling H, Schlummer M, Fiedler D. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in consumer products. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015;22(19):14546-59. doi: 10.1007/s11356-015-4202-7.
10. Bignert A, Danielsson S, Ek C, Faxneld S, Nyberg E. Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Marine Biota. Swedish Museum of Natural History: 2017.
11. Baran JR. Fluorinated Surfactants and Repellents: Second Edition, Revised and Expanded Surfactant Science Series. Volume 97. By Erik Kissa (Consultant, Wilmington, DE). Marcel Dekker: New York. 2001. 616 pp. ISBN 0-8247-0472-X. *Journal of the American Chemical Society*. 2001;123(36):8882. doi: 10.1021/ja015260a.
12. Butt CM, Berger U, Bossi R, Tomy GT. Levels and trends of poly- and perfluorinated compounds in the arctic environment. *Science of The Total Environment*. 2010;408(15):2936-65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.03.015>.
13. Muir D, Bossi R, Carlsson P, Evans M, De Silva A, Halsall C, et al. Levels and trends of poly- and perfluoroalkyl substances in the Arctic environment - An update. *Emerging Contaminants*. 2019;5:240-71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2019.06.002>.
14. Bossi R, Riget FF, Dietz R. Temporal and Spatial Trends of Perfluorinated Compounds in Ringed Seal (*Phoca hispida*) from Greenland. *Environmental Science & Technology*. 2005;39(19):7416-22. doi: 10.1021/es0508469.
15. Rigét F, Bossi R, Sonne C, Vorkamp K, Dietz R. Trends of perfluorochemicals in Greenland ringed seals and polar bears: Indications of shifts to decreasing trends. *Chemosphere*. 2013;93(8):1607-14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.08.015>.
16. Berger U, Glynn A, Holmström KE, Berglund M, Ankarberg EH, et al. Fish consumption as a source of human exposure to perfluorinated alkyl substances in Sweden – Analysis of edible fish from Lake Vättern and the Baltic Sea. *Chemosphere*. 2009;76: 799-804.
17. Loftis JC, Ward RC, Phillips RD, Taylor CH. Evaluation Of Trend Detection Techniques For Use In Water Quality Monitoring Programs: U.S. Environmental Protection Agency; 1989.
18. Roos A, Eriksson, U., Egebeck, A-L., Benskin, J. och Fick, J. Miljögifter i uttrar 1970-2020. Naturhistoriska riksmuseet: Enheten för Miljöforskning och Övervakning, 2023 1:2023.
19. Braune BM, Letcher RJ. Perfluorinated Sulfonate and Carboxylate Compounds in Eggs of Seabirds Breeding in the Canadian Arctic: Temporal Trends (1975–

- 2011) and Interspecies Comparison. *Environmental Science & Technology*. 2013;47(1):616-24. doi: 10.1021/es303733d.
20. Faxneld S. and Soerensen AL. The Swedish National Monitoring Programme for Contaminants in Freshwater Biota (until 2018 year's data). Swedish Museum of Natural History, Stockholm Sweden. : Report 6:2020.
21. Faxneld S. och Soerensen A. The Swedish National Monitoring Programme for Contaminants in Freshwater Biota (until 2020 year's data) Övervakning av metaller och organiska miljögifter i limnisk biota (fram till 2020 års data). Naturhistoriska riksmuseet., 2022.

Appendix Tabell 1.

Data över samliga uttrar som analyserats map Σ PFCA och PFOS (ng/g vv i lever). Halter över 300 ng/g vv är indikerade i fet stil. Åldersgrupperingen är baserad på storlek, och suturer på skelettet. En adult är minst två år, och innan dess kallas den subadult (ca 6-24 månader gammal) och juvenil som mycket ung.

Accnr	År	Kön	Längd (cm)	Vikt (kg)	Åldersgrupp	Lokal	Σ 8 PFCA	PFOS
A2005/05045	2005	Hane	102,1	5,9	Adult	Övsjön, vid väggkanten, Kälarna	188	232
A2007/05026	2006	Hane	114	7,9	Adult	Vid södra infarten till Hackås, Rv 45, Riksten	1038	367
A2009/05408	2009	Hane			Subadult	Minnesgårdet i Östersund	376	770
A2011/05237	2011	Hane	111	8,1	Adult	E14 250 m Ö OKQ8 Mörsil	765	463
A2011/05598	2011	Hane	93,4	4,1	Subadult	Ottsjö, Föllinge	215	81
A2011/05336	2011	Hona	95	4,6	Adult	Lv 321, Galhammarvägen 19, Svenstavik, intill bybäcken vid utlopp till Storsjön	402	324
A2012/05471	2012	Hane			Adult	E14 Gimån, Bräcke kommun	989	1677
A2014/05073	2014	Hane	87,7	4,2	Subadult	Lv 514, 3 km söder Tönningfloarna, Vemhån	115	458
A2014/05074	2014	Hona	91	4,6	Adult	Lv 514, 3 km söder Tönningfloarna, Vemhån	190	132
A2016/05261	2014	Hane	103,8	6,1		E14 Tossön, Järpen	434	184
A2015/05770	2015	Hona	72,8	2,1	Juvenil	På Fiskvägen vid Landösjöns utlopp till Långan, Krokomb, Granlunda	195	104
A2016/05256	2015	Hona	81,2	2,8	Subadult	Lv 615 Krokomb-Rödön	306	13 398
A2016/05258	2015	Hane	99,4	5,8	Adult	Stugu Kraftverk, Östersund, Stugun	360	389
A2016/05260	2015	Hane	97	4,8	Subadult	Lv 323 Grötinge, Bräcke kommun	257	195
A2016/05263	2015	Hane	109,2	7,8	Adult	E14 Turistbyrån Krokomb	806	1039
A2016/05265	2015	Hane	90,7	3,5	Subadult	Källsprångsvägen/norra Åsvägen, Östersund	720	699
A2016/05331	2015	Hane	100	6,1	Subadult	Gisselås, Hammerdal, RV 45, 200 m söder om Länglingen.	228	73
A2016/05332	2015	Hane	112,5	3,4	Subadult	Trångvattnet vid Dammån Alanäset, Strömsunds kommun	623	118

Accnr	År	Kön	Längd (cm)	Vikt (kg)	Åldersgrupp	Lokal	∑8 PFCA	PFOS
A2017/05606	2015	Hane	91	6,1		Lv 315, Rätan/Ljunganbron, Bergs kommun	1284	273
A2017/05607	2016	Hane	108	8,4		Lv 336 mellan Beljom och Granberg, Akllsedet, Kallsedet	112	69
A2016/05128	2016	Hane	99,3	5,4	Subadult	Ljusnan, Sveg	190	232
A2016/05257	2016	Hane	97,8	6,7	Adult	Väg 84 öster om Linsell	462	181
A2016/05264	2016	Hane	87,3	3	Subadult	Löfsåsen, Brunflo	199	498
A2016/05266	2016	Hane	88,5	3	Subadult	Finnsäter, Krokommun	267	85
A2016/05604	2016	Hane	94,4	4,5	Subadult	Dalhemsviken, 100 meter mot Pilgrimstad, E14	352	322
A2017/05378	2016	Hane	102,4	7,7	Subadult	Nedre Bynom 621, Hallen, Åre lv 321	1092	401
A2017/05379	2016	Hona	84,5		Adult	E14 Mälgåsen, Gällö	514	315
A2017/05383	2016	Hona	84,5	2,2	Subadult?	Stugun, Ragunda	108	52
A2017/05740	2017	Hane	69	4	Subadult	Lv 666 i Värmon, Krokommun	235	106
A2018/05593	2018	Hona		2,4	Subadult	Lv 531 mellan Ljungdalen och Funäsdalen, ung vid Mittådalen	230	127
A2018/05594	2018	Hona	98,8	4,8	Adult	På väg Nordanhåbacken, Lillhärad	124	45
A2019/05181	2018	Hona		1,6	Subadult	I närheten av km stolpe Östra 534, Nyhem, Bräcke, Järnväg	153	209
A2019/05178	2019	Hona	71,5	1,9	Subadult	Öhn RT 7086796 1484648, Strömstund, Ön	234	56
A2019/05277	2019	Hane	107,5	8,4	Adult	Krokommun, Landögsjön	396	88
A2019/05279	2019	Hona	96,3	6,2	Adult	Järnvägsövergång, Kannåsen, Östersund	689	419
A2019/05190	2019	Hane	99	3,3		Lillå, Hackås	498	282