

Sakrapport

Organiska miljögifter (PCB, DDT, HCB, HCH, PBDE, HBCD,
PFAS), kvicksilver och stabila isotoper (^{15}N , ^{13}C) i ägg från
kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv 2016

Överenskommelse Nr 2220-16-007

Ylva Lind

Rapport nr 5:2017

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



Organiska miljögifter (PCB, DDT, HCB, HCH, PBDE, HBCD, PFAS), kvicksilver och stabila isotoper (¹⁵N, ¹³C) i ägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv 2016

<p>Rapportförfattare Ylva Lind</p>	<p>Utgivare Enheten för Miljöforskning och övervakning, Naturhistoriska riksmuseet Postadress Box 50007, 104 05 Stockholm Telefon 08-51954111</p>
<p>Rapporttitel och undertitel Organiska miljögifter (PCB, DDT, HCB, HCH, PBDE, HBCD, PFAS), kvicksilver och stabila isotoper (¹⁵N, ¹³C) i ägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv 2016 Överenskommelse Nr 2220-16-007</p>	<p>Beställare Naturvårdsverket 106 48 Stockholm Finansiering Nationell MÖ, Miljögifter terrester</p>
<p>Nyckelord för plats Terrest miljö, Sverige</p>	
<p>Nyckelord för ämne Kattuggla, slaguggla, lappuggla, berguv, miljögifter, ägg, kvicksilver, Hg, PCB, DDT pesticider, bromerade ämnen, flamskyddsmedel, HBCD, PBDE, HCH, HCB, perfluorerade ämnen, PFOS, PFAS, isotoper</p>	
<p>Tidpunkt för insamling av underlagsdata 2016 (jämförelsematerial från 2014)</p>	
<p>Sammanfattning</p> <p>Rapporten redovisar analyser av ett antal klorerade, bromerade och perfluorerade miljögifter samt kvicksilver i 20 kläckta ägg från kattuggla (8), slaguggla (6), lappuggla (1) och berguv (5) insamlade under 2016. Även stabila isotoper av kol ¹³C och kväve ¹⁵N har analyserats.</p> <p>Insamlingen av ägg gjordes i samband med ringmärkning av boungar. Fyra berguvsägg kom från en övergiven häckning i anslutning till en avfallsanläggning. Äggen kom från Sörmland (2), Uppland (2), Västmanland (3), Hälsingland (3) och Dalarna (5). Samtliga berguvsägg kom från Småland.</p> <p>Analysen visar att berguvsäggen har signifikant högre halter av de flesta analyserade miljögifter förutom kvicksilver jämfört med kattuggla, slaguggla och lappuggla.</p> <p>En jämförelse med motsvarande analyser av ägg från kattuggla insamlad år 2014 visar ingen signifikant skillnad förutom för kvicksilver där halterna var högre 2014. Äggen från 2014 kom från södra Sverige (Skåne, Västergötland, Småland) medan äggen från 2016 kom från mellansverige (Sörmland, Västmanland, Dalarna, Hälsingland).</p>	

Inledning

Många miljögifter är biomagnifierande vilket innebär att halterna ökar längre upp i näringskedjorna. Rovfåglar tillhör toppen av näringskedjan och det kan förväntas att halter i rovfåglar avspeglar halterna i den miljö där de söker föda. Svårigheten med att använda vilda djur är att få tillgång till lämpligt material för analys. När det gäller fåglar har ägg som av olika anledningar inte kläckts sk rötägg visat sig vara användbara. Dessa kan samlas in efter häckningssäsongen och insamlingen har ingen negativ effekt på fågelpopulationen. I Sverige har rötägg från havsörn, fiskgjuse och pilgrimsfalk använts i miljögiftsövervakningen sedan lång tid tillbaka (Odsjö, 1971; Helander et al., 2008; Nordlof et al., 2010; Johansson et al., 2011).

På uppdrag av Naturvårdsverket gjordes år 2014 en studie av miljögifthalter i rötägg från kattuggla (*Strix aluco*) och tornfalk (*Falco tinnunculus*) i syfte att undersöka om dessa arter var lämpliga att använda i övervakningen av miljögifter i terrestra miljöer. För att fokusera på stannfåglar och utesluta möjligheten av att uppmätta halter hade sitt ursprung i flyttfåglars övervintringsområde gjordes år 2016 en insamling av rötägg från kattuggla (*Strix aluco*), slaguggla (*Strix uralensis*), lappuggla (*Strix nebulosa*) samt berguv (*Bubo bubo*).

Tillstånd för att samla rötägg erhöles från Naturvårdsverket och äggen samlades in av ringmärkare, licensierade av Ringmärkningscentralen (RC) vid Naturhistoriska riksmuseet (NRM) i samband med ringmärkning av boungar.

Äggen skickades till Enheten för miljöforskning och övervakning vid NRM som utförde preparering för analys. Material som inte användes för kemiska analyser har sparats i Miljöprovbanken (MPB) vid NRM.

Kemiska analyser av klorerade, bromerade och perfluorerade substanser gjordes av Department of Applied Environmental Science (ACES, Stockholms universitet).

Totalkvicksilver analyserades av Svenska miljöinstitutet (IVL) och stabila isotoper analyserades av Instrumentell kemi, Biologiska institutionen vid Lunds universitet.

Studien finansierades av Naturvårdsverket (Överenskommelse 2220-16-007).

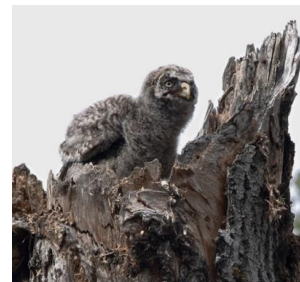
Material och metoder

Arter

Kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv tillhör alla familjen egentliga ugglor (Strigidae). Kattugglan (*Strix aluco*) är en utpräglad stannfågel och paren stannar i sitt territorium under hela livet. Den är relativt vanlig i Sverige och finns i både mer urbana miljöer (parker, trädgårdar, kyrkogårdar) liksom skogs och jordbruksmiljö. Huvudsaklig föda är smågnagare men den kan även äta mindre fåglar.

Slaguggla (*Strix uralensis*) är även den en stannfågel. Slagugglan är något större än kattugglan och har ett mer nordligt utbredningsområde även om arternas utbredningsområden överlappar varandra i mellersta Sverige. Även slagugglans huvudsakliga föda utgörs av smågnagare men även fåglar kan stå på menyn.

Lappuggla (*Strix nebulosa*) är en stor uggla, bara något mindre än berguven. Även lappugglan är en stannfågel men utanför häckningssäsongen kan den röra sig över relativt stora områden. Lappugglan har en mer nordlig utbredning jämfört med katt- och slaguggla men har under senare år förflyttat sig söderut i Sverige. Lappugglan är en mer utpräglad gnagarpredator jämfört med katt- och slaguggla.



Även berguv (*Bubo bubo*) är en stannfågel och paren har utpräglade revir. Berguven förekommer i hela Sverige (fjällkedjan undantaget) men den är inte en vanlig fågel och populationen har minskat kraftigt under 1900 talet. Berguvens födoval är brett och eftersom det är en stor fågel kan den ta relativt stora bytesdjur som t ex hare. Främst lever den av gnagare som t ex brunråtta och sork men även större fåglar som måsar, kråkor, änder och andra rovfåglar kan utgöra byte för berguv.

Insamling

Årligen ringmärks fågelungar från ett stort antal arter. Ringmärkningen görs av licensierade ringmärkare. I samband med ringmärkningen rapporteras antal ungar i boet men även

förekomst av okläckta ägg. Dessa ägg är ägg som inte kommer att kläckas och kan tillvaratas för analys av miljögifter. Ringmärkarna har ombetts att skicka sådana ägg från ett antal ugglearter till Enheten för miljöforskning och övervakning vid NRM.

Antalet ägg som kom in under säsongen 2016, fördelning på arter och geografisk fördelning framgår av tabell 1. Totalt inkom 34 ägg varav 20 skickades på analys.

Tabell 1. Antal okläckta ägg (rötägg) som inkom till Enheten för miljöforskning och övervakning, Naturhistoriska riksmuseet under perioden 2016-05-01 – 2016-08-31. Inom parentes anges hur många ägg som analyserats.

Område	kattuggla	slaguggla	lappuggla	berguv
Södermanland	2 (2)			
Uppland		4 (2)		
Västmanland	6 ¹ (2)		2 (1)	
Dalarna	3 (2)	6 (3)		
Hälsingland	3 (2)	1 (1)		
Småland				7 (5)
Summa	14 (8)	11 (6)	2 (1)	7 (5)

¹ Tre ägg tillkom efter att rapport om inkomna ägg skickats till Naturvårdsverket (Ärendenummer: NV-01841-16). Äggen var insamlade under den angivna perioden men hade blivit kvar i en kyl hos insamlaren.

Provtagning och preparation

Vid ankomsten till NRM placerades äggen i kyl.

Äggen vägdes och längd och bredd noterades. Ett cirkelrunt hål (c:a 0,5 cm diameter) borrades i äggets ekvator och ägginnehållet blåstes ut i en glasbägare. Förekomst av eventuellt fosteranlag noterades. Äggmassan homogeniserades och frystes i glasburkar. Allt glasmaterial var noga rengjort (syratvättat) och bränt vid 400° C i fyra timmar. Skalen sköljdes och torkades till konstant vikt i rumstemperatur.

För kemisk analys vägdes en angiven mängd av den homogeniserade äggmassan in och skickades till respektive laboratorium.

För analys av stabila isotoper utfördes provberedning på NRM. C:a 1 g homogeniserad äggmassa vägdes upp och placerades i koppar av aluminiumfolie. Detta torkades i värmeugn (60° C) till konstant vikt. Den intorkade äggmassan pulveriserades i mortel och c.a 600 µg

torkad, pulveriserad äggmassa vägdes in tennkapslar som skickades för analys. Som blankprov användes tennkapslar utan äggmassa.

Totalt provbereddes åtta ägg från kattuggla, sex från slaguggla, ett från lappuggla och fem från berguv för analys av organiska miljögifter, totalkvicksilver och stabila isotoper. I möjligaste mån valdes ägg med inget eller mycket litet fosteranlag och ägg som inte var i alltför dåligt skick. Fyra av berguvsäggen kom från samma kull och ett syfte med att analysera alla fyra var att undersöka eventuell inomkullsvariation.

Allt ägginnehåll från respektive ägg gick i de flesta fall inte åt för analyser och kvarvarande material samt äggskal har sparats i NRM:s miljöprovbank. Där har även material från ägg som inte har använts till analyser sparats.

Skalparametrar

Äggskalsindex (mg/mm^2) har beräknats enligt (Ratcliffe, 1970).

Uttorkning

Ett mått på äggets uttorkning, uttorkningsindex (D_i) har beräknats enligt (Hoyt, 1979) och (Nygård and Polder, 2012). Halter analyserade på våtvikt (totalHg och perfluorerade ämnen) har korrigerats med värde på D_i .

Analyserade ämnen

Totalkvicksilver

TotalHg analyserades av IVL (Svenska miljöinstitutet).

Tabell 2. Analys av totalkvicksilver.

Metod	Mätosäkerhet %	Detektionsgräns	Kvantifieringsgräns
IVL, A12 Bestämning av totalkvicksilver i fasta material CVAFS	10	0,03 ng/g	0,1 ng/g

Mätosäkerheten omfattar endast analysen och är angiven med c:a 95% konfidensintervall.

Klorerade ämnen

Klorerade ämnen analyserades av ACES (Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Stockholms universitet).

Mätosäkerhet enligt Nordtest Report TR537 2004/02 Handbook for calculation of measurement uncertainty in environmental laboratories edition 2.

Tabell 3. Klorerade substanser och kvantifieringsgräns (LOQ) (ng/g fettvikt) analyserade i rötägg av kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade under 2016.

	CAS-nr	LOQ ¹
PCB 28	7012-37-5	1-4
PCB 52	35693-99-3	1-4
PCB 101	35680-73-2	1-4
PCB 118	31508-00-6	
PCB 138	35065-38-2	
PCB 153	35065-27-1	
PCB 180	35065-29-3	
HCB	118-74-1	2
α-HCH	319-84-6	2-4
β-HCH	319-85-7	2
γ-HCH (lindan)	55963-79-6	2-4
p,p-DDT	50-29-3	2-6
p,p-DDE	72-55-9	2
p,p-DDD	72-54-8	1-2

¹Generell LOQ – beror på provets fetthalt. Anges i de fall då minst ett prov låg under LOQ.

Bromerade ämnen

Bromerade ämnen analyserades av ACES (Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Stockholms universitet).

Mätosäkerhet enligt Nordtest Report TR537 2004/02 Handbook for calculation of measurement uncertainty in environmental laboratories edition 2.

Tabell 4. Bromerade substanser och kvantifieringsgräns (LOQ) (ng/g fettvikt) analyserade i rötägg av kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade under 2016.

	CAS-nr	LOQ ¹
BDE-47	5436-43-1	
BDE-99	60348-60-9	
BDE-100	189084-64-8	
BDE-153	68631-49-2	
BDE-154	207122-15-4	
BDE-209	1163-19-5	0,9-1
HBCD	3194-55-6	0,5-0,6

¹Generell LOQ – beror på provets fetthalt. Anges i de fall då minst ett prov låg under LOQ.

Perfluorerade ämnen

Perfluorerade ämnen analyserades av ACES (Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Stockholms universitet).

Tabell 5. Perfluorerade ämnen (PFAAs) och kvantifieringsgräns (LOQ) (ng/g ww) analyserade i rötägg av kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade under 2016.

Namn och förkortningar enligt (Buck et al., 2011)

		CAS-nr ¹	LOQ
Perfluorohexanoic acid	PFHxA	307-24-4	0,08
Perfluoroheptanoic acid	PFHpA	375-85-9	0,08
Perfluorooctanoic acid	PFOA	335-67-1	0,05
Perfluorononanoic acid	PFNA	375-95-1	0,02-0,03
Perfluorodecanoic acid	PFDA	335-76-2	0,02
Perfluoroundecanoic acid	PFUnDA	2058-94-8	0,02
Perfluorododecanoic acid	PFDoDA	307-55-1	0,02
Perfluorotridecanoic acid	PFTTrDA	72629-94-8	0,02
Perfluorotetradecanoic acid	PFTDA	376-06-7	0,02
Perfluorobutane sulfonic acid	PFBS	375-73-5	0,05
Perfluorohexane sulfonic acid	PFHxS ²	355-46-4	0,05
Perfluorooctane sulfonic acid	PFOS ²	1763-23-1	0,20
Perfluorodecane sulfonic acid	PFDS ²	335-77-3	0,05
Perfluorooctane sulfonamide	FOSA ²	754-91-6	0,02-0,03

¹Cas-nr gäller syraformen

²För dessa ämnen analyserades både linjär och grenad form men i rapporten redovisas enbart summan av den linjära och grenade formen.

Stabila isotoper ¹⁵N och ¹³C

Stabila isotoper av kväve och kol analyserades av Enheten för instrumentell kemi, Biologiska institutionen vid Lunds universitet.

Statistik

Eftersom materialet var litet och inte normalfördelat användes icke-parametrisk statistik.

Mann-Whitney U-test har använts för att testa skillnader mellan två grupper och Kruskal-

Wallis ANOVA har använts för att testa skillnader mellan tre eller flera grupper.

Signifikansnivån har satts till P<0,05. Enbart värden >LOQ har använts i den statistiska analysen.

Vid den statistiska analysen har DellTMStatisticaTM version 13 använts.

Resultat

Fetthalt

Fetthalten i äggen var 5,5 % (5,2-10) i berguv, 6,7% (6,1-9,4) i kattuggla, 6,3 % (5,0-7,0) i slaguggla och det enda analyserade lappugglägget innehöll 6,3% fett. Eftersom fetthalten anges i % påverkas den av äggets uttorkningsgrad. Ovan nämnda siffror är inte korrigerade för uttorkning.

Äggskalsparametrar

Tabell 6. Skaltjocklek och skalindex för ägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016. Median (min-max).

	Skaltjocklek (mm)	skalindex
kattuggla (N=8)	0,30 (0,24-0,37)	1,56(1,35-1,65)
slaguggla (N=6)	0,32 (0,27-0,36)	1,75(1,65-2,08)
lappuggla (N=1)	0,4	2,03
berguv (N=5)	0,48 (0,42-0,52)	2,48(2,32-2,67)

Stabila isotoper

Den stabila isotopen av kväve, ^{15}N används som en indikation på trofinivå. Högre värden på δN anger en högre trofinivå, dvs organismen befinner sig högre i näringskedjan.

Den stabila isotopen av kol, ^{13}C anger kolets ursprung. Där lägre (mer negativa siffror) anger att kolet har ett terrest ursprung medan högre (mindre negativa siffror) indikerar ett marint ursprung. Generell anses $\delta > -25$ tyda på att födan har ett mer marint ursprung medan $\delta < -25$ tyder på en terrest näringskedja.

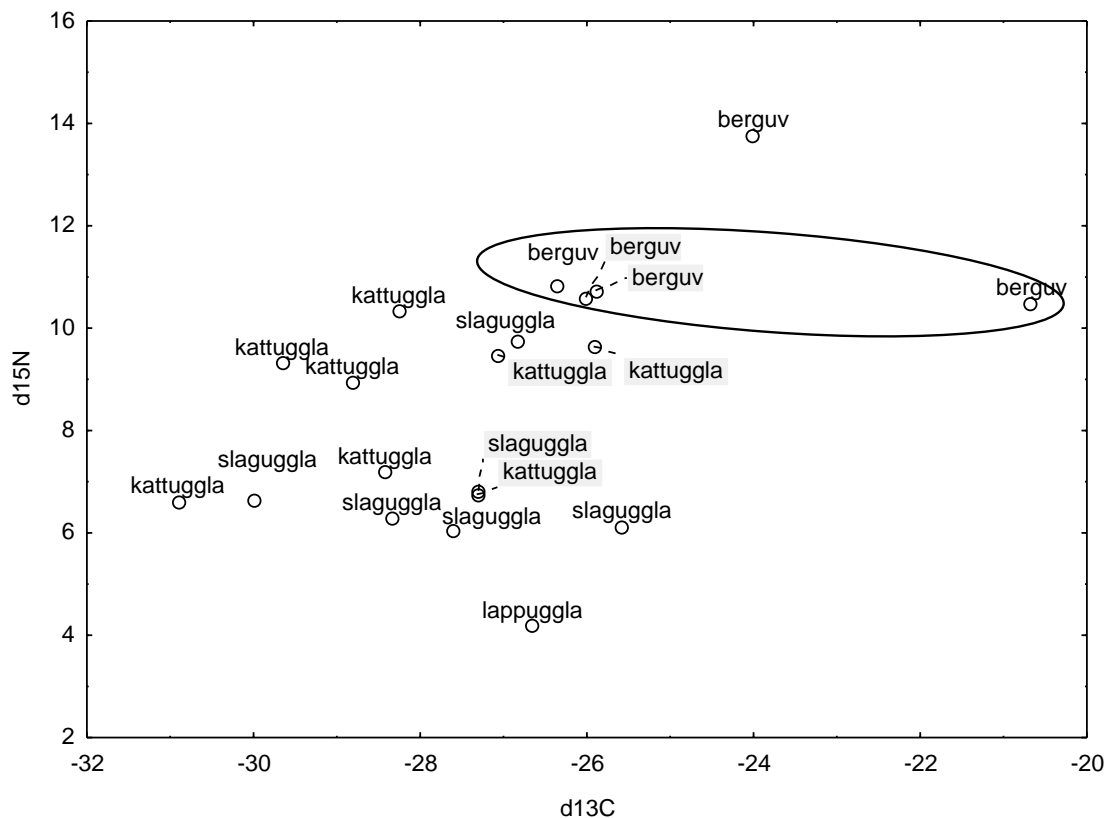
Värdet på $\delta^{13}\text{C}$ visar att kattuggla, slaguggla och lappuggla i denna studie hade en tydlig terrest diet vilket var väntat (Tabell 6). Däremot var $\delta^{13}\text{C}$ hos berguven mer svårtolkat. Av äggen från samma kull hade tre av äggen $\delta^{13}\text{C}$ mellan -26,4 och -25,9 medan det fjärde ägget hade $\delta^{13} = -20,7$ (figur 1) Värden på $\delta^{13}\text{C}$ hos detta ägg liksom hos det femte berguvsägget ($\delta^{13} = -24,0$) tyder på att dieten åtminstone hade inslag av marin art.

Värdena på $\delta^{15}\text{N}$ visade att berguven har en något högre position i näringskedjan jämfört med slaguggla och lappuggla (Tabell 6). För lappuggla finns endast ett analyserat ägg.

Sammantaget visar dessa data att berguven sannolikt har ett bredare födoval jämfört med de övriga ugglearterna.

Tabell 6. Stabila isotoper ^{15}N och ^{13}C i ägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016. Median (min-max).

	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$
kattuggla (N=8)	9,1 (6,6-10,3)	-28,3 (-30,9 - -25,9)
slaguggla (N=6)	6,5 (6,1-9,7)	-27,5 (-30,0 - -25,6)
lappuggla (N=1)	4,2	-26,7
berguv (N=5)	10,7 (10,5-13,8)	-25,9 (-26,4 - -20,7)



Figur 1. Förhållandet mellan $\delta^{13}\text{C}$ och $\delta^{15}\text{N}$ i ägg från berguv kattuggla, slaguggla och lappuggla insamlade 2016. Inringat är fyra berguvsägg från samma kull där ett av äggen skiljde sig markant från de tre övriga.

Kvicksilver

Kvicksilverhalten anges som våtviktsvärden. Därför har analysvärdet från labbet korrigerats med värdet för Di för varje ägg. Enbart total Hg har analyserats. Enligt (Ackerman et al., 2013) utgjorde metyl-Hg 96% av total-Hg i ägg från 22 arter. Halten av total-Hg kan därför anses vara jämförbar med halten av metyl-Hg i ägg.

Tabell 7. Totalkviksilver (ng/g våtvikt) i ägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016.

Art	median	min-max
Kattuggla (N=8)	16,7	6,06-35,8
Slaguggla (N=6)	65,5	50,4-95,9
Lappuggla (N=1)	157	
Berguv (N=5)	9,4	9,2-131 ¹

¹Fyra av berguvsäggen kom från samma kull. De äggen låg i intervallet 9,2 till 11,0.

Slaguggla hade signifikant högre halt av totHg jämfört med kattuggla. Högst halt hade det enda analyserade lappuggleägget.

Klorerade organiska ämnen

Pesticider och PCB

Halter av de analyserade pesticiderna visas i tabell 8.

Halterna i berguv var högre jämfört med de övriga ugglearterna förutom för HCB och β -HCH där ingen signifikant skillnad förelåg. En jämförelse mellan katt- och slaguggla visade att slagugglan hade signifikant högre halter av DDE och Σ DDT.

Halter av analyserade PCB konjener visas i tabell 9.

Halterna av CB-118, -153, -138, och -180 liksom Σ PCB var betydligt högre i berguv. En jämförelse mellan katt- och slaguggla visade att slagugglan hade signifikant högre halter av CB-118, -138, -153, -180 och Σ PCB. För övriga CB konjener var antalet prov >LOQ för litet för statistisk analys.

Den procentuella fördelningen mellan olika CB konjener var relativt lika både på individnivå och mellan arter. CB-153 och CB-180 hade högst procentuell andel följt av CB-138 (Figur 2)

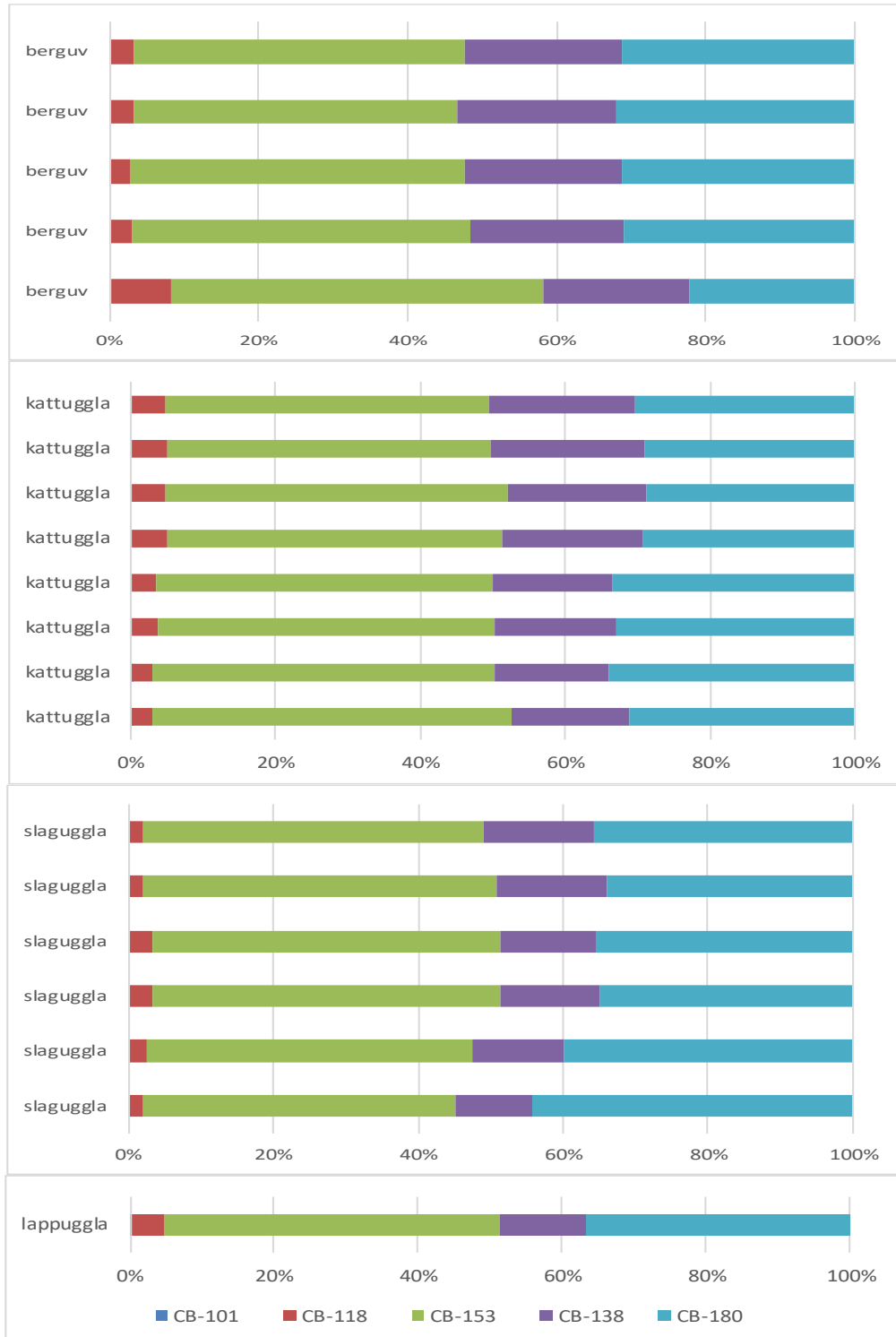
Bromerade organiska ämnen

Halterna av analyserad bromerade ämnen visas i tabell 10

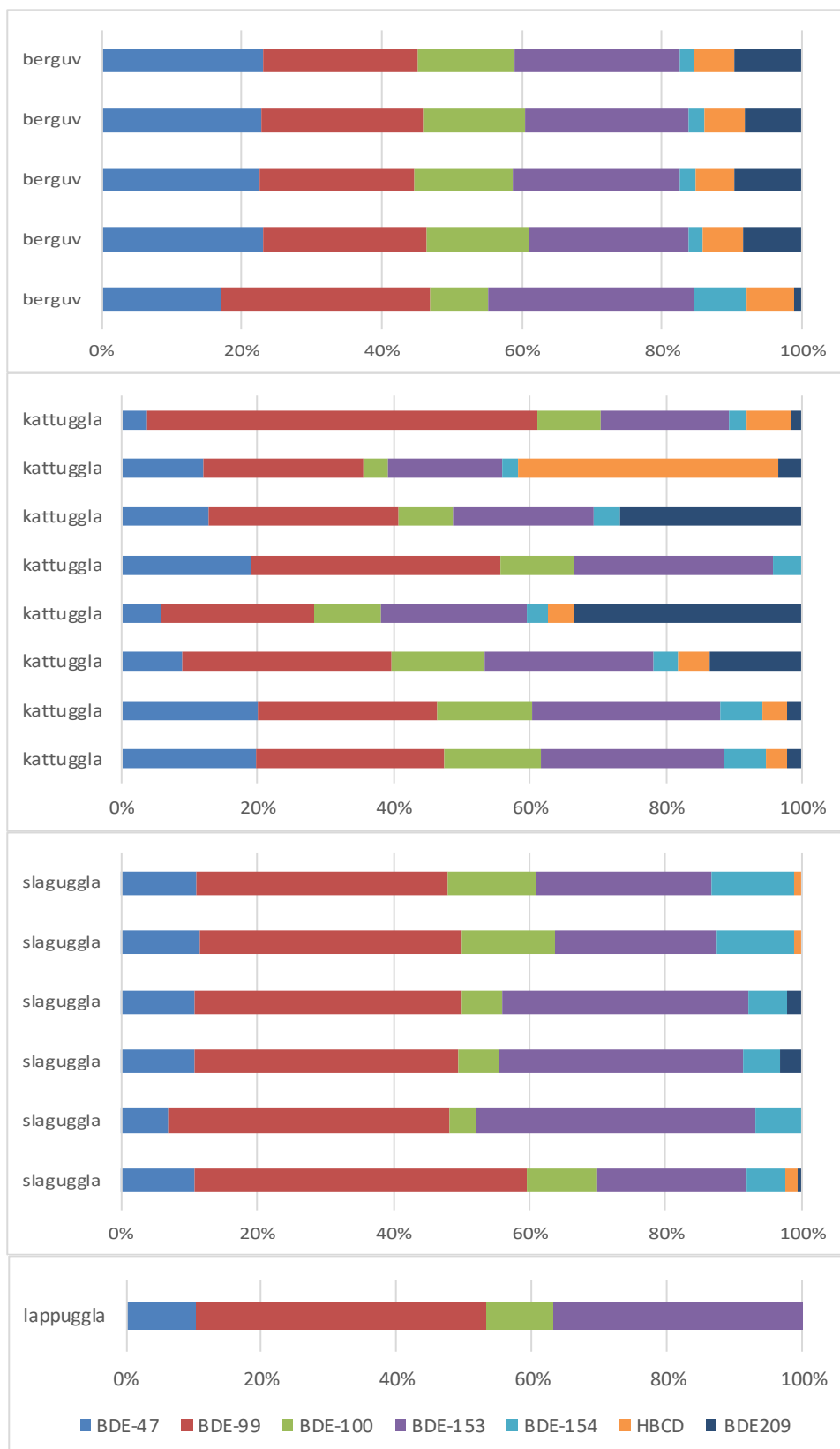
Halterna var betydligt högre i berguv jämfört med de andra ugglearterna. En jämförelse mellan katt- och slaguggla visade att slagugglan hade signifikant högre halt av BDE-47, -99, -153, -154 och Σ PBDE.

BDE-99 och BDE-153 dominerade i slaguggla och lappuggla. I berguv var den procentuella fördelningen relativt jämn mellan BDE-47, -99 och -153 (Figur 3).

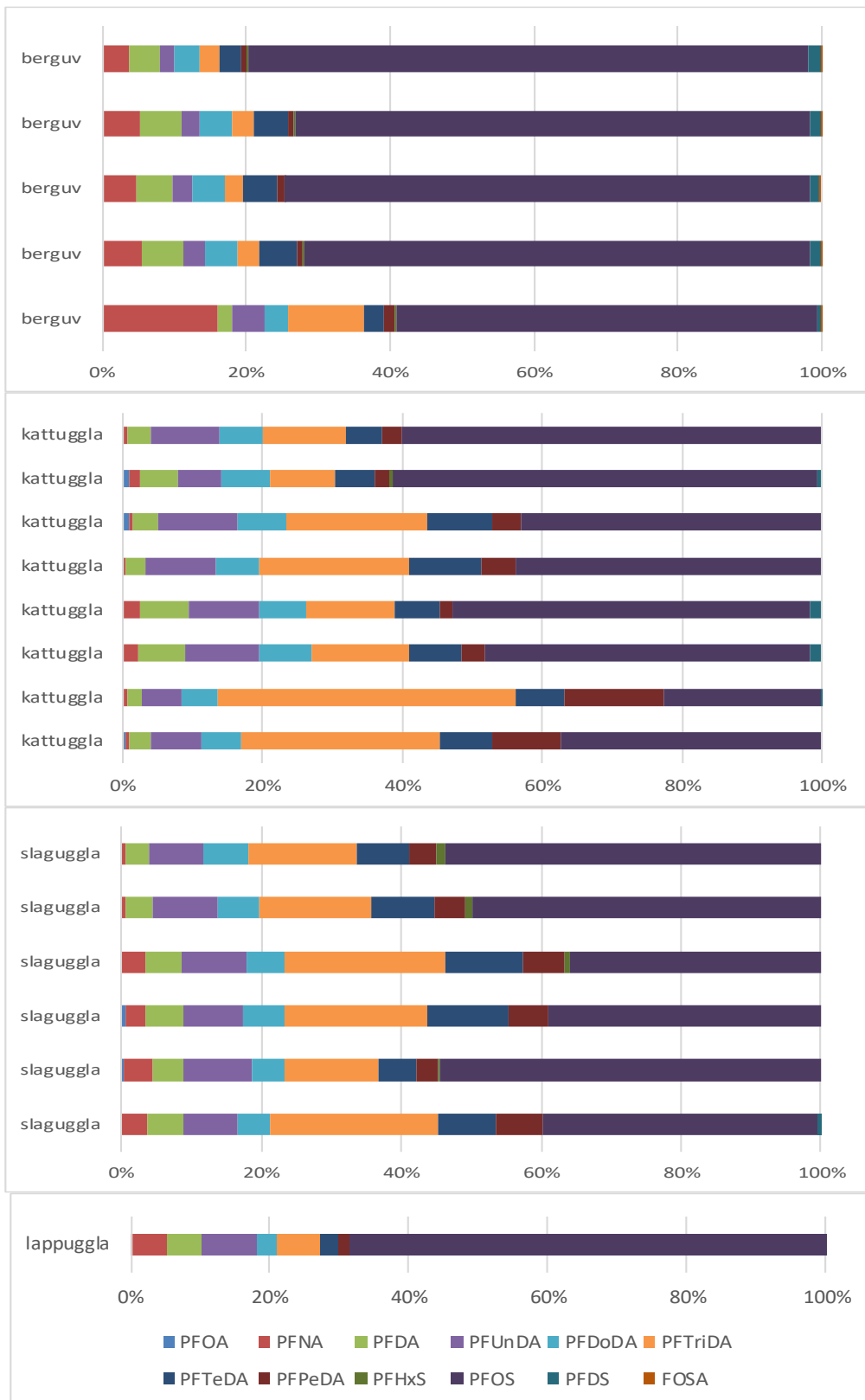
Hos kattuggla fanns en relativt stor skillnad på individnivå i den procentuella fördelningen av olika PBDE konjener. Ett kattuggleägg hade en hög andel av HBCD (39%) och två kattuggleägg hade en hög andel av BDE-209, 27 % respektive 34 % (Figur 3).



Figur 2. Procentuell fördelning mellan olika CB konjener i rötägg från berguv, kattuggla, slaguggla och lappuggla insamlade 2016.



Figur 3. Procentuell fördelning av olika bromerade konjener av BDE samt HBCD i rötägg av berguv, kattuggla, slaguggla och lappuggla insamlade 2016.



Figur 4. Procentuell fördelning av PFAAs i rötägg av berguv, kattuggla, slaguggla och lappuggla insamlade 2016.

Perfluorerade ämnen

Halterna av analyserade prefluorerade karboxylsyror (PFCAs) visas i tabell 11 och halterna av perfluorerade sulfonsuror (PFASs), FOSA samt summan av samtliga analyserade perfluorerade ämnen visas i tabell 12. Eftersom halterna anges på våtviktbasis har analysvärdet från labbet korrigerats med värdet för Di för varje ägg.

Även för perfluorerade ämnen var halterna betydligt högre i berguv. För perfluorerade ämnen fanns ingen signifikant skillnad mellan katt- och slaguggla.

Den högsta andelen utgjordes av PFOS förutom i ett kattuggleägg där PFTriDA var högst. Både hos kattuggla och hos slaguggla utgjorde PFTriDA en relativt stor del av PFAS. Den individuella variationen var högst hos kattuggla (Figur 4).

Kommentar om halterna i berguvsägg.

Fyra av berguvsäggen kom från samma kull. Berguvarna hade lagt ägg i anslutning till ett transportband på en avfallsanläggning i Vaggeryd, Småland. När äggen upptäcktes kontaktades länsstyrelsen och ett försök att flytta äggen gjordes men misslyckades.

Berguvsparret övergav häckningen. Vid analys av rötägg finns det normalt sett ingen möjlighet att veta hur väl det analyserade ägget representerar hela kullen. Inte heller vet vi hur stor spridning i halter som förekommer inom en kull. Därför valdes att analysera samtliga ägg i denna kull.

Man kan misstänka att berguvarna som häckar på en avfallsanläggning också söker föda här och att detta sannolikt avspeglar sig i uppmätta halter. I detta fall var halterna av bromerade ämnen betydligt högre i dessa fyra uvägg, jämfört med det femte uvägget. Däremot var halterna av de andra analyserade ämnesgrupperna, PCB, pesticider, perfluorerade ämnen samt totHg betydligt högre i det femte berguvsägget som kom från en häckning i trakten av Västervik. I jämförelse med övriga ugglearter var halterna i berguv betydligt högre för alla ämnen utom totalHg.

Ett av äggen i kullen från Vaggeryd avvek för $\delta^{13}\text{C}$ (Figur 1). Det kan noteras att det ägget också avvek något från de övriga i kullen i halter av PFAAs (Figur 5).



Figur 5. Halter av PFAS, BDEer, pesticider (HCB, BHCH, DDE, DDD) och PCBer i en kull med fyra berguvsägg insamlade 2016.

Kattuggla och slaguggla

Halterna i slaguggla var signifikant högre jämfört med kattuggla för de flesta analyserade ämnen. Detta trots att isotopsignaturen ($\delta^{15}\text{N}$) indikerade en något högre trofinivå för kattuggla (tabell 6). Materialet är litet och hur isotopsignaturen ska tolkas i rötägg behöver utredas vidare.

Geografisk spridning

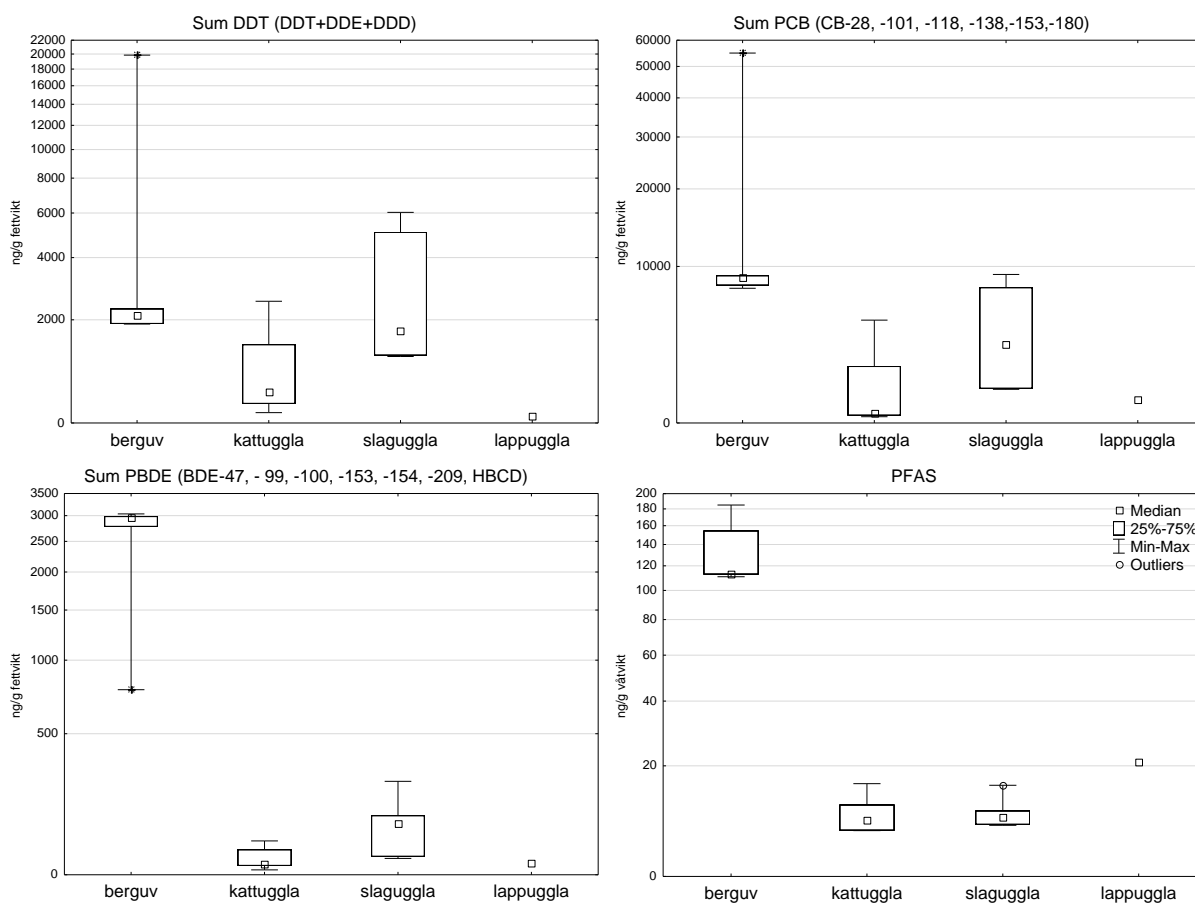
Något försök att analysera geografisk spridning gjordes inte pga att materialet var alltför litet.

Jämförelse med tidigare analys av uggleägg

År 2014 gjordes en motsvarande studie av miljögiftbelastningen i rötägg av kattuggla (Lind, 2015). En jämförelse med denna studie visar ingen signifikant skillnad i något fall förutom för totHg som var signifikant högre år 2014. Kattuggleäggen insamlade 2014 kom inte från samma område som 2016.

Sammanfattning (Figur 6)

Halterna i 2016 års studie visar att slaguggla och kattuggla har relativt jämförbara halter av miljögifter även om halterna var något högre i slaguggla. Halterna är låga och är jämförbara med vad som uppmätts i kattuggla i Norge (Ahrens et al., 2011) och Sverige (Eriksson et al., 2016). Halterna i berguv ligger i nivå med vad som tidigare uppmätts i pilgrimsfalk (Holmström et al., 2010), havsörn (Faxneld et al., 2016) och fiskgjuse (Eriksson et al., 2016). De är även jämförbara med vad som rapporterats från Norge (Nygård and Polder, 2012). Det är inte möjligt att säga att halterna i uggleägg representerar en bakgrundsbelastning av miljögifter i terrestrisk miljö beroende på att insamlingen av naturliga skäl blir slumpmässig och även kan komma att inkludera ägg från ugglor som livnärt sig i relativt påverkade miljöer. Halterna avspeglar en miljögiftbelastning i ugglepopulationen och ger en bild av hur belastningen ser ut i rovfåglar på den trofinivå och med det födoval som ugglor representerar. Urvalet av berguv var mycket begränsat i den här studien men halterna tyder på att det kan finnas en miljögiftbelastning i hos berguv som kan ha negativ inverkan på populationen.



Figur 6. Halter av Σ DDT, Σ PCB, Σ PBDE (ng /g fettvikt) och PFAAs (ng/g våtvikt) i rötägg av berguv, kattuggla, slaguggla och lappuggla insamlade 2016. Y-axeln är logaritmisk.

Tack

Äggen är insamlade av i samband med ringmärkning av boungar. Tack till Lars Gunnar Nilsson, Lars-Eric Roxin, Åke Englund, Henry Pollack, Patrik Wildjang, Patrik Rhönstrand, Ulf Eriksson, personalen på JRAB Vaggeryd och Länsstyrelsen i Jönköping. Tack också till er deltog men inte hittade några ägg denna gång.

Fotografierna av lappuggleungar på s 4 och 24 är tagna av Henry Pollack

Tabell 8. Halten (ng/g fettvikt) av CB-28, CB-101, CB-118, CB-153, CB-180 samt Σ PCB i rötägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016. Median (min-max). <LOQ betyder halter under kvantifieringsgränsen. Halten av CB-52 var <LOQ i samtliga ägg

	CB-28	CB-101	CB-118	CB-153	CB-138	CB-180	Σ PCB
Kattuggla	<LOQ	8,25 (7,22-9,29) n=2	18,5 (10,5-149) n=8	177 (108-2565) n=8	73,0 (48,7-855) n=8	110 (73,1-1852) n=8	379 (242-5431) n=8
Slaguggla	2,42 n=1	3,71 (3,50-3,92) n=2	84,8 (45,3-172) n=6	1665 (677-4503) n=6	434 (190-1399) n=6	1606 (491-3136) n=6	3791 (1409-9214) n=6
Lappuggla	<LOQ	<LOQ	44 n=1	442 n=1	113 n=1	346 n=1	945 n=1
Berguv	6,88 (6,7-115) n=4	4,04 (3,90-67,3) n=5	253 (252-4395) n=5	4022 (3524-27390) n=5	1824 (1682-10810) n=5	2753 (2489-12121) n=5	8875 (7952-54900) n=5

Tabell 9. Halten (ng/g fettvikt) av HCB, α -HCH, β -HCH, DDE, DDD, DDT samt Σ DDT (DDE+DDD+DDT) i rötägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016. Median (min-max). <LOQ betyder halter under kvantifieringsgränsen. Halten av γ -HCH (Lindan) var <LOQ i samtliga ägg.

	HCB	α -HCH	β -HCH	DDE	DDD	DDT	Σ DDT
Kattuggla	32,8 (17,3-107) n=8	<LOQ	3,64 (2,69-17,0) n=6	473 (140-2517) n=8	2,81 (2,09-3,87) n=4	4,81 n=1	476 (148-2517) n=8
Slaguggla	69,1 (45,7-160) n=6	<LOQ	8,1 (5,49-13,8) n=6	1720 (1137-6033) n=6	4,38 n=1	<LOQ <LOQ	1723 (1137-6033) n=6
Lappuggla	<LOQ	<LOQ	9,5 n=1	103 n=1	<LOQ	<LOQ	103 n=1
Berguv	52,4 (50,0-237) n=5	2,60 n=1	7,70 (7,1-130) n=5	2010 (1787-19839) n=5	34,9 (7,61-52,9) n=5	71,7 (67,8-73,7) n=3	2119 (1889-19847) n=5

Tabell 10. Halten (ng/g fettvikt) av BDE-47, -99, -100, -153, -154, -209 och ΣPBDE samt HBCD i rötägg från kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016. Median (min-max). <LOQ betyder halter under kvantifieringsgränsen.

	BDE-47	BDE-99	BDE-100	BDE-153	BDE-154	BDE-209	ΣPBDE	HBCD
Kattuggla	2,92(1,56-14,3) n=8	7,68(4,05-51,1) n=8	2,97(1,21-9,99) n=8	5,98(3,23-19,8) n=7	0,83(0,43-4,42) n=8	1,55(1,15-9,08) n=8	24,6(10,1-83,1) n=8	2,12(1,05-12,7) n=6
Slaguggla	12,1(1,56-14,3) n=6	52,1(14,7-139) n=6	11,8(2,21-29,3) n=3	37,8(13,6-62,5) n=6	12,2(2,12-18,0) n=6	1,18(0,95-2,12) n=3	132(37,9-280) n=6	1,95(1,78-4,45) n=3
Lappuggla	2,7 n=1	11 n=1	2,5 n=1	9,4 n=1	<LOQ	<LOQ	25,6 n=1	<LOQ
Berguv	714(142-743) n=5	700(245-751) n=5	445(69,8-470) n=5	732(243-758) n=5	68,6(61,5-71,1) n=5	268(9,15-303) n=5	2951(771-3036) n=5	176(56,5-186) n=5

Tabel 11. Halten (ng/g våtvikt) av perfluorerade karboxylsyror (PFCA) i rötägg av kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016. Median (min-max). <LOQ betyder halter under kvantifieringsgränsen.

	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTriDA	PFTeDA	PFPeDA
Kattuggla	0,058 (0,042-0,093) n=3	0,06 (0,025-0,294) n=8	0,308 (0,201-0,885) n=8	0,716 (0,626-1,26) n=8	0,519 (0,410-0,823) n=8	1,44 (0,780-6,69) n=8	0,670 (0,347-1,11) n=8	0,253 (0,183-2,24) n=8
Slaguggla	0,047 (0,046-0,049) n=2	0,259 (0,045-0,618) n=6	0,425 (0,256-0,674) n=6	0,732 (0,678-1,54) n=6	0,500 (0,401-0,691) n=6	1,77 (1,19-2,41) n=6	0,807 (0,648-1,03) n=6	0,452 (0,330-0,677) n=6
Lappuggla	<LOQ	1,11 n=1	1,04 n=1	1,69 n=1	0,624 n=1	1,32 n=1	0,525 n=1	0,356 n=1
Berguv	0,134 (0,107-0,209) n=5	5,93 (5,30-34,0) n=5	6,74 (4,36-6,96) n=5	3,30 (2,99-10,1) n=5	5,47 (5,21-6,73) n=5	3,38 (2,81-22,7) n=5	5,84 (4,84-6,27) n=5	0,987 (0,958-3,09) n=5

Halten av PFHxA och PFHpA var <LOQ (0,08 ng/g våtvikt) i samtliga ägg

Tabell 12. Halten (ng/g våtvikt) av perfluorerade sulfonsyror (PFASs), FOSA samt PFAS (summan av samtliga analyserade perfluorerade ämnen) i rötägg av kattuggla, slaguggla, lappuggla och berguv insamlade 2016. Median (min-max) <LOQ betyder halter under kvantifieringsgränsen.

	PFHxS	PFOS	PFDS	FOSA	PFAS
Kattuggla	0,056 n=1	3,54 (2,84-6,35) n=8	0,086 (0,031-0,222) n=8	<LOQ	8,44 (6,65-15,8) n=8
Slaguggla	0,062 (0,042-0,101) n=4	3,84 (2,64 -8,36) n=6	0,054 n=1	<LOQ	8,97 (7,55-15,4) n=6
Lappuggla	<LOQ	14,5 n=1	<LOQ	0,02 n=1	21,0 n=1
Berguv	0,226 (0,135-0,810) n=5	85,6 (82,9-125) n=5	1,61 (1,12-2,54) n=5	0,268 (0,150-0,354) n=5	113 (111-185)

Halten av PFBS var <LOQ (0,05 ng/g våtvikt) i samtliga ägg.

Referenser

- Ackerman, J. T., Herzog, M. P., and Schwarzbach, S. E. 2013. Methylmercury is the Predominant Form of Mercury in Bird Eggs: A Synthesis. *Environmental Science & Technology*, 47: 2052-2060.
- Ahrens, L., Herzke, D., Huber, S., Bustnes, J. O., Bangjord, G., and Ebinghaus, R. 2011. Temporal Trends and Pattern of Polyfluoroalkyl Compounds in Tawny Owl (*Strix aluco*) Eggs from Norway, 1986-2009. *Environmental Science & Technology*, 45: 8090-8097.
- Buck, R. C., Franklin, J., Berger, U., Conder, J. M., Cousins, I. T., de Voogt, P., Astrup Jensen, A., et al. 2011. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification and origins. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 7: 513-541.
- Eriksson, U., Roos, A., Lind, Y., Hope, K., Ekblad, A., and Kärman, A. 2016. Comparison of PFASs contamination in the freshwater and terrestrial environments by analysis of eggs from osprey (*Pandion haliaetus*), tawny owl (*Strix aluco*), and common kestrel (*Falco tinnunculus*). *Environmental Research*, 149: 40-47.
- Faxneld, S., Berger, U., Helander, B., Danielsson, S., Miller, A., Nyberg, E., Persson, J.-O., et al. 2016. Temporal Trends and Geographical Differences of Perfluoroalkyl Acids in Baltic Sea Herring and White-Tailed Sea Eagle Eggs in Sweden. *Environmental Science & Technology*.
- Helander, B., Bignert, A., and Asplund, L. 2008. Using Raptors as Environmental Sentinels: Monitoring the White-tailed Sea Eagle *Haliaeetus albicilla* in Sweden. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37: 425-431.
- Holmström, K. E., Johansson, A.-K., Bignert, A., Lindberg, P., and Berger, U. 2010. Temporal Trends of Perfluorinated Surfactants in Swedish Peregrine Falcon Eggs (*Falco peregrinus*), 1974–2007. *Environmental Science & Technology*, 44: 4083-4088.
- Hoyt, D. F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *The Auk*, 96: 73-77.
- Johansson, A.-K., Sellstrom, U., Lindberg, P., Bignert, A., and de Wit, C. A. 2011. Temporal trends of polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in Swedish peregrine falcon (*Falco peregrinus peregrinus*) eggs. *Environmental International*, 39: 678-686.
- Lind, Y. 2015. Mercury and organic contaminants together with stable isotopes ¹⁵N and ¹³C in eggs of tawny owl (*Strix aluco*) and common kestrel (*Falco tinnunculus*). Sakrapport överenskommelse 2220-14-004. NRM Report 5:2015.
- Nordlof, U., Helander, B., Bignert, A., and Asplund, L. 2010. Levels of brominated flame retardants and methoxylated polybrominated diphenyl ethers in eggs of white-tailed sea eagles breeding in different regions of Sweden. *Science of the Total Environment*, 409: 238-246.
- Nygård, T., and Polder, A. 2012. Miljøgifter i rovfuglegg i Norge. Tillstand og tidstrender. NINA Rapport 834. NINA Rapport 834.
- Odsjö, T. 1971. Klorerade kolväten och äggskaletfortunning hos fiskgjuse. *Fauna och Flora*, 66: 90-100.
- Ratcliffe, D. A. 1970. Changes Attributable to Pesticides in Egg Breakage Frequency and Eggshell Thickness in Some British Birds. *Journal of Applied Ecology*, 7: 67-115.



Lappuggleungar.

