

Bly i viltkött

Del 1 – ammunitionsrester och kemisk analys

av Barbro Kollander och Birgitta Sundström, Livsmedelsverket, Fredrik Widemo
Svenska Jägareförbundet, Erik Ågren, Statens Veterinärmedicinska anstalt

Innehåll

Förord.....	3
Tack till	5
Ordförklaringar och förkortningar	6
Sammanfattning	7
Summary	8
Bakgrund.....	9
Allmänt.....	9
Bly i olika typer av ammunition.....	10
Kulammunition	10
Hagelammunition.....	11
Analys av bly i livsmedel.....	12
Metalliskt bly, löslighet och upptag.....	12
Metod och material	14
Insamling av data och prover	14
Älgfärs.....	14
Viltkött från kulskjutna djur.....	14
Rådjur och dovkalvar	14
Vildsvinsbogar	15
Viltkött från hagelskjutet vilt	16
Statistisk utvärdering av resultat	17
Röntgen	17
Poolning av prover	17
Bestämning av blyhalt.....	18
Malning	18
Extraktion/upplösning av blyfragment i kött	18
Analys av bly	18
Löslighet av metalliskt bly i magsäcksmiljö.....	20
Resultat.....	22
Kvalitetssäkring av analysresultat.....	22
Halter av bly i viltkött	22
Generellt.....	22
Älgfärs.....	23
Olika styckdelar av vilt	24
Löslighet av metalliskt bly	44
Analysresultat för några andra metaller	46
Diskussion	47
Generellt.....	47
Viltkött från kulskjutna djur.....	50
Hantering av kulskjutet vilt.....	55
Viltkött från hagelskjutet vilt	56
Hantering av hagelskjutet vilt	57

Andra metaller än bly	58
Löslighet och upptag av bly i magsäcksmiljö	58
Kvalitet på analysresultat	59
Slutkommentar	59
Referenser	60
Bilagor.....	64
Bilaga 1. Beskrivning av ammunitionstyper.....	64
Bilaga 2. Blyhalter i älgfärs.	69
Bilaga 3. Blyhalter i vildsvinsbogar från olika individer samt skottplacering.....	71
Bilaga 4. Blyhalter i olika styckdelar från dovkalv och rådjur.	74

Förord

Livsmedelsverkets uppdrag är att skydda de svenska konsumenternas intressen genom att arbeta för säker mat med god kvalitet, redlighet i handeln med livsmedel och hälsofrämjande matvanor.

Flera internationella studier har visat att rester från ammunition kan ge mycket höga halter av bly i viltkött. Enligt den europeiska livsmedelssäkerhetsmyndigheten Efsa överstiger nära 30 procent av de analyserade proverna av viltkött det gränsvärde på 0,1 mg/kg som gäller för bly i kött från nöt, får, svin och fjäderfä som ska saluföras. I Sverige beräknas ungefär 10 procent av befolkningen vara högkonsumeter av viltkött (cirka 300 000 jägare och deras familjer). Därför är det viktigt att Livsmedelsverket utreder vilka blyhalter som förekommer i viltkött och om det finns någon risk för de konsumenter som äter viltkött.

Hösten 2011 utfördes en förstudie som ledde till att Livsmedelsverket gav ut råd för konsumtion av viltkött från vilt skjutet med kula med blykärna (Bly i viltkött – en riskhanteeringsrapport, Livsmedelsverket 2012). År 2012 visade Livsmedelsverkets undersökning Riksmaten, att konsumenter av viltkött hade högre blyhalter i blodet än andra konsumenter (Riksmaten – vuxna 2010-11) och beslut togs att fortsatta studier rörande bly i vilt skulle utföras. De nu presenterade delrapporterna svarar på frågorna:

- I vilka styckdetaljer förekommer blyrester från ammunition i viltkött och hur höga är halterna?
- Kan man få bort blyresterna genom anpassad hantering/rensning?
- Hur mycket av blyresterna kan tas upp av kroppen vid konsumtion av skjutet vilt?
- Hur stor risk medför konsumtion av viltkött med avseende på hälsoeffekter av bly?
- Vilken eller vilka åtgärder behövs för att minska risken för bly i viltkött?

Studierna ökar kunskapen om vilka risker som kan finnas om man äter kött från vilt skjutet med blyhaltig ammunition, och ger underlag till rekommendationer för köttantering för att minimera eventuella risker.

Studierna har utförts som samarbeten mellan Livsmedelsverket, Svenska Jägareförbundet (SJF) och Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA).

Rapporten nr 18 *Bly i viltkött* består av fyra delar. I *del 1, Ammunitionsrester och kemisk analys*, undersöks hur förekomsten av blyrester från ammunition och blyhalter varierar mellan olika styckdelar av viltkött beroende på val av ammunition och skottplacering. I denna rapport studeras också hur blyrester löser sig i magliknande miljö. I *del 2, Halter av bly i blod hos jägarfamiljer*, undersöks om halterna av bly i blodet påverkas hos män-

niskor som konsumerar viltkött. Del 1 och 2 är underlag för den riskvärdering av konsumtion av viltkött från vilt skjutet med blyammunition som redovisas i *del 3, Riskvärdering*. Här beskrivs de risker som blyrester av ammunition i viltkött kan medföra. Baserat på detta har det sedan tagits fram en hälsobaserad kritiskt halt för blyfragment i viltkött.

Med utgångspunkt från dessa tre vetenskapliga delrapporter och annan vetenskaplig litteratur har sedan avvägningar gjorts för att bedöma om, och vilka, åtgärder som bör användas för att minska risker med bly i viltkött. I dessa bedömningar har även andra relevanta faktorer har vägts in, till exempel om det är möjligt för konsumenterna att följa ett givet råd rörande konsumtion av viltkött skjutet med blyammunition, hur ett sådant råd kan uppfattas, hur det kan tillämpas av målgrupperna, vilka kontrollmöjligheter som finns och om konsekvensen av en åtgärd är proportionerlig i förhållande till risker och nytta. I *del 4, Riskhantering*, redovisas de avvägningar och bedömningar som lett fram till de åtgärder Livsmedelsverket anser vara nödvändiga för att hantera förekomsten av blyrester i viltkött och minimera de risker som konsumtion av sådant viltkött kan medföra. Rapportens syfte är att tydligt redovisa hur Livsmedelsverket motiverar de åtgärder som har beslutats.

Livsmedelsverket 7 oktober 2014

Tack till

Författarna i denna delrapport, *Bly i viltkött, del 1 – Ammunitionsrester och kemisk analys* vill rikta särskilt tack till:

Alla jägare som bistått med material till denna undersökning.

SVA:s obduktionsassistenter, Johan Karevik, Lars Hammarsten och Hans Kanbjer, som tagit alla röntgenbilder av älgfärs och styckdelar.

Provmottagningen, Kemienheten 1, Avdelningen för undersökning och vetenskapligt stöd på Livsmedelsverket, Uppsala, där Jane Karlsdotter, Jannica Bergman och Christina Martin registrerat och malt det viltkött som analyserats i projektet.

Lars Jorhem, kemist, tidigare Livsmedelsverket, Uppsala, som påbörjade arbetet med analys av bly i älgfärs och som bistått under hösten 2013 med extraktionen av viltkött.

Jean Pettersson, Institutionen för kemi - BMC, analytisk kemi, Uppsala universitet för utlåning av laboratorium och analysutrustning (ICP-AES) till älgfärsstudien.

Mona Karlsson, Läkemedelsverket, Uppsala, för värdefulla diskussioner rörande studier av frisättning i magsäck och tarm.

Anders Eriksson, Institutionen för kemi - Ångström, Uppsala universitet, för värdefulla diskussioner och beräkningar rörande löslighet av metalliskt bly i magsäck och tarm.

Ordförklaringar och förkortningar

Förkortning	Förklaring
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung (Tyska riskvärderingsinstitutet)
CRM	Certifierat referensmaterial
EFSA	European Food Safety Authority
EU	Europeiska unionen
ICP-MS	Induktivt kopplad plasma-massspektrometri
ICP-AES	Induktivt kopplad plasma-atomemissionsspektrometri
NMKL	Nordisk metodkommitté för livsmedel
Pb	Kemisk beteckning för bly
PT	Proficiency test (kompetensprovning)
PTWI	Provisional tolerable weekly intake (provisoriskt tolerabelt veckointag)
SJF	Svenska Jägareförbundet
SVA	Statens veterinärmedicinska anstalt
Sårkanal	Kött som synbart påverkats av kula, hagel eller splitter, inklusive allt blodsprängt kött.
WHO	World Health Organisation

Sammanfattning

Resultaten visar att det förekommer rester från blyammunition i många av de analyserade köttproverna, både i älgfärs och i olika styckdelar från rådjur, dovhjortskalvar, vildsvin och kråkor skjutna med blyammunition. Sammanlagt har närmare 200 prov analyserats. Halterna av bly varierar kraftigt, från detektionsgränsen (0,004 mg/kg) upp till hundratals mg/kg. De högsta halterna av bly återfinns i kött från sårkanalerna, vilka inte är avsedda att konsumeras. Höga halter har också hittats i viltkött som är avsett för konsumtion. I älgfärs låg 33 procent av proverna över det gränsvärde på 0,10 mg/kg som finns för bly i kött från nöt, svin, får och fjäderfä och i de olika styckdelarna låg 43 procent över det samma. Ett signifikant samband kan ses mellan halten bly och avståndet till sårkanalen. Ju närmare sårkanalen viltköttet befunnit sig desto större var blyhalten. Medianvärdet för blyhalten i olika styckdetaljer avsedda för konsumtion var 0,05 mg/kg (n=104) medan medelvärdet var 9,9 (standardavvikelse= 38) mg/kg. I älgfärs var medianvärdet 0,03 mg/kg (n=54) och medelvärdet 0,9 (standardavvikelse =3) mg/kg. Resultaten från kulskjutet vilt visar att höga blyhalter förekom i skottrensat kött från bog hos rådjur och dovkalvar (medelvärde 30 mg/kg, median 0,08 mg/kg). Medianvärdet för bly i kött från rygg, filé, sadel och stek var 0,004 mg/kg, vilket är den nivå som analysmetoden klarar att detektera. Medelvärdet i dessa prover var 0,25 mg/kg, vilket är 1000 gånger lägre än i sårkanalen från kulskjutet vilt (medelvärde 223 mg/kg, medianvärde 89 mg/kg). Även för hagelskjutet vilt var blyhalterna höga utan skottrensning (medelvärde 111 mg/kg). Efter skottrensning sänktes blyhalten cirka 100 gånger (medelvärde 0,78 mg/kg). Resultaten från löslighetsförsöken visar att metalliskt bly löser sig i saltsyra som har samma koncentration som finns i magsäcken. Lösligheten ökar med ökad rörelse i provet. Alternativt kan man använda blyfri ammunition.

Summary

Game carcasses and game meat from moose, wild boar, fallow deer, roe deer, brown hare and hooded crow were investigated for lead fragments from ammunition. The results show that lead fragments from bullets and shot were abundant in game carcasses and occurred in game meat intended for consumption. In all, lead levels were analysed for 200 samples and lead levels ranged from below the level of detection (0.004 mg/kg) to hundreds and even thousands of mg/kg. The highest levels were found in the meat from the wound channels, but high levels were also found in meat intended for consumption. One third of minced moose meat samples were above the legal limit (0.1 mg/kg) for beef, pork and poultry, while more than 40 percent of the cuts from roe deer, fallow deer and wild boar contained levels above the same limit. There was a significant decrease in lead level with increasing distance from the wound channel. The median lead level in cuts intended for consumption was 0.05 mg/kg and the mean level was 9.9 mg/kg (n= 104). The median lead level in minced moose meat was 0.03 mg/kg and the mean level was 0.9 mg/kg. The results from roe deer and fallow deer shot with bullets on the shoulder showed that the cleaned meat from the shoulder still contained high levels of lead (median 0.08 mg/kg, mean 30 mg/kg). The median levels in the loin, tenderloin and steak from the haunch were 0.004 mg/kg (level of detection). The mean lead level in those samples was 0.25 mg/kg, which is approximately 1000 times lower than the level for the wound channel (defined as any meat that looks to be affected by the bullet or fragments, including all traces of bloodshot meat). Lead levels were high for game taken with lead shot as well (mean 111 mg/kg), but could be reduced by up to 100 times by removing any meat visibly affected by the shot or fragments. Alternatively, lead free ammunition can be used. Experiments of solubility showed that lead fragments from bullets dissolve in chloric acid of the same concentration as in the stomach of humans.

Bakgrund

Allmänt

Årligen skjuter svenska jägare vilt som ger nästan 17000 ton viltkött (Wiklund & Malmfors, under tryckning). Detta motsvarar cirka 12 procent av den totala handeln med nötkött (Jordbruksstatistisk årsbok 2010). Viltkött är magert, innehåller låga halter kolesterol och är en bra källa till spårämnen (Jarzyńska & Falandysz 2011) och en värdefull naturresurs (Wiklund & Malmfors). Under senare år har det dock kommit utländska rapporter som visat att viltkött kan innehålla rester av bly från ammunition (EFSA 2010). Bly är giftigt och anses även vid låga exponeringsnivåer, kunna skada nervsystemet. Särskilt när hjärnan utvecklas hos foster och små barn är känsligheten stor. I epidemiologiska studier på barn har man uppskattat att blodblyhalter kring 12 µg/liter ge ett lägre IQ (för ytterligare information om toxicitet hos bly, se **del 3 – Riskvärdering och del 4 – Riskhantering**). En första undersökning av svenska förhållanden visade 2011 att det förekom blyrester i hälften av all älgfärs som samlats in från jägarkårens frysboxar (intern rapport Livsmedelsverket 2012, resultaten redovisas här). Detta gjorde att Livsmedelsverket gav ut begränsande råd för konsumtion av viltkött från styckdetaljer nära sårkanalen efter kulan, för vilt skjutet med kula med blykärna (Bly i viltkött - en riskhanteringsrapport, Livsmedelsverket 2012). Året efter visade Livsmedelsverket genom undersökningen Riksmaten – vuxna 2010-11 att konsumenter av viltkött hade högre blodblyhalter än andra konsumenter (Bjermo 2013).

Samtidigt som Livsmedelsverket publicerade råden för konsumtion inleddes uppföljande undersökningar för att studera:

- I vilka styckdetaljer förekommer blyrester från ammunition viltkött och hur höga är halterna?
- Kan man få bort blyresterna genom anpassad hantering/styckning?
- Hur mycket av blyresterna kan tas upp av kroppen vid konsumtion av viltkött?
- Hur stor risk medför konsumtion av viltkött med avseende på hälsoeffekter av bly?

Undersökningarna syftar till att öka kunskapen om blyhalter i olika styckdetaljer av viltkött, samt utveckla rekommendationer för anpassad köthantering för att minimera eventuella risker. Studierna har utförts som samarbeten mellan Livsmedelsverket, Svenska Jägareförbundet (SJF) och Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA). SJF har ansvarat för insamling av prover, statistisk utvärdering av resultat, samt med kunskap rörande ammunition och jakt. SVA har ansvarat för röntgenanalyser och har tillsammans med SJF styckat och frampreparerat prover. Livsmedelsverket har i detta delarbete ansvarat för homogenisering av prover, den kemiska analysen av dessa samt undersökningen av löslighet hos bly i magliknande miljö. Alla har bidragit till författandet av texter inom sina respektive områden med Livsmedelsverket som samordnare.

Bly i olika typer av ammunition

Bly har använts för att framställa kulor och hagel ända sedan man uppfann eldhandvapen, eftersom metallen har ett antal positiva ballistiska egenskaper. Samtidigt är det välbelagt att bly från ammunition kan orsaka miljöbelastningar (ex. Axelsson 2009, Helander m.fl. 2012, Mateo m.fl. 2014). På senare år har man även konstaterat förekomst av rester av bly från ammunition i viltkött och förhöjda blodblyhalter hos konsumenter av viltkött (Bjeremo 2013, Meltzer 2013). Därmed har ammunitionstillverkare tagit fram olika alternativ till bly, både för kul- och hagelammunition. De alternativa materialen har olika begränsningar jämfört med bly, och man tvingas väga de miljö- och hälsomässiga fördelarna mot de ballistiska nackdelarna. Även när man väljer mellan olika blykulor tvingas man dock till kompromisser; det finns inte några kulor som är optimala i alla lägen.

Kulammunition

Den absoluta majoriteten av de jaktkulor som används idag består av en blykärna. Denna är omsluten av en mantel gjord av en mässingslegering med en hög andel koppar. Med en expanderande kula förs mer av anslagsenergin över till viltet, vilket ger snabbare skottverkan och död. Större vilt får därför i Sverige endast jagas med kulor som är gjorda för att expandera. Rådjur och lodjur får dock även jagas med hagel (NFS 2002: 18). Viktmässigt så står vilt som enbart får skjutas med expanderande kula för över 90 procent av mängden viltkött som fås från jakt i Sverige årligen (Wiklund & Malmfors, under tryckning). Huvuddelen av rapporten tar därför upp sådan jakt.

När en kula med blykärna expanderar så tappar den även fragment av kärnan och manteln, vilket bidrar till skottverkan. Samtidigt måste fragmenteringen begränsas, för att kulan ska tränga in till de vitala organen. Den mest effektiva metoden att begränsa expansion och fragmentering är idag att anpassa mantelns tjocklek och att samtidigt kemiskt förena blykärnan med manteln så att de håller samman under expansionen. Sådana kulor kallas ”bonded” på engelska, vilket beskriver att manteln och kärnan bundits samman. Idag delas därmed ofta expanderade kulor med blykärna upp i konventionella ”obondade” kulor och moderna ”bondade” kulor. Bondade kulor håller samman bättre, och tappar därmed inte lika mycket bly i form av fragment vid träffen.

Merparten av blyfragmenten från en expanderande kula är små, mjuka och svåra att se vid skottrensning och slakt (ex. Hunt m.fl. 2009, Knott m.fl. 2010). För att minimera risken att få blyrester i viltköttet är det viktigt att skottrensa tillräckligt mycket runt sårkanalen. Ett av syftena med denna studie var att undersöka hur stor marginal som krävs.

Det finns även blyfria kulor, som består av homogen koppar eller mässing med ett hålrum i spetsen. När kulan träffar bytesdjuret expanderar den genom att spetsen vrängs ut och in. Kopparkulor expanderar inte lika lätt som mjuka kulor med blykärna, vilket gör att skottverkan i vilt möjligen är mindre. Det finns dock moderna, omfattande undersökningar som visar att skottverkan för kopparkulor är fullgod (Gremse & Rieger 2014).

I figur 1 visas de kulor som användes i undersökningen, skjutna in i en plastback fylld med uppblödda telefonkataloger för att simulera träff i vilt.

Vid en undersökning av kulval hos Fennoskandiska älgjägare uppgav 2,4 procent av de svenska jägarna att de använde kopparkulor, vilket kan jämföras med 4 procent i Norge och 18 procent i Finland (Stokke m.fl. 2010).



Figur 1. De olika kulor som användes i undersökningen, skjutna i kaliber .308 Win., in i en plastback fylld med blötlagda telefonkataloger för att simulera träff i vilt. Från vänster Nosler E-tip (homogen kopparkula; restvikt 99,2 procent), Lapua Naturalis (homogen kopparkula; restvikt 99,6 procent), Norma Oryx (bondad kula med blykärna; restvikt 94,1 procent), Lapua Mega (obondad kula med blykärna; restvikt 89,0 procent) och Norma Silverblixt (obondad kula av äldre typ med blykärna; restvikt 60,7 procent).

Hagelammunition

Hagelammunition består till skillnad från kulammunition av flera mindre projektiler. Hagel delar kulammunitionens krav på hög anslagsenergi. Precis som för kulammunition så är bly ballistiskt sett en mycket lämplig metall att tillverka hagel av, och av samma skäl. Hagel skjuts i låga hastigheter och saknar mantel, men kan vara pläterade exempelvis med nickel.

En hagelsvärm som träffar ett vilt skapar många små sårkanaler, till skillnad från kulammunition som skapar en stor. Hagel som träffar ben eller annat hårt material kan bilda splitter när det deformeras.

Det absolut vanligaste alternativet till bly är stålhagel. Dessa är lättare än blyhagel av motsvarande storlek, och hårdare. Precis som för kulammunition måste de miljö- och hälsomässiga fördelarna med alternativhagel vägas mot de ballistiska nackdelarna, se även bilaga 1.

Analys av bly i livsmedel

Flera studier har visat att ammunitionsrester i form av blypartiklar inte är jämnt fördelade i köttet samtidigt som storleken på partiklarna varierar kraftigt (ex. Hunt m.fl. 2009, Knott m.fl. 2010). För att analysera förekomsten av eventuella ammunitionsrester i en viss styckdel så är man därför tvungen att analysera hela styckdelen. Detta förfarande skiljer sig från vanlig rutinanalys av metaller i kött då endast ett litet delprov tas ut från respektive styckdel. Norges veterinärhögskola har utvecklat en metod där det homogenerade (malda) köttet i sin helhet placeras i utspädd salpetersyra för att lösa upp eventuella rester av bly utan att fullständigt lösa upp själva köttet (Lindboe 2012). Analys görs sedan på ett delprov från syra-köttblandningen (vätskeextraktet). För att denna metod ska kunna ge ett fullständigt kvantitativt resultat krävs att allt metalliskt bly löses upp fullständigt och fördelas jämnt i provblandningen. Om något av dessa kriterier inte skulle vara fullständigt uppfyllt så ger metoden ändå analysresultat som är av semikvantitativ karaktär och som är användbara för att påvisa förekomst av blyrester i viltkött.

Metalliskt bly, löslighet och upptag

Det bly som finns i blyammunition är metalliskt bly. Metalliskt bly löses upp vid närvaro av vätejoner (Hägg 1989), det vill säga i syror. När bly kommer i kontakt med saltsyra (som finns i magsäcken) så bildar upplösta blyjoner ett salt med kloridjonerna från saltsyran. Detta salt kallas blyklorid och lägger sig som ett skyddande skikt på ytan av blymetallen och skyddar den i viss mån mot fortsatt upplösning. Om blykloridskiktet på något sätt skadas eller skrapas bort fortsätter underliggande bly att lösas ut. Ett blykloridskikt är relativt lätt att lösa upp och inte alls lika hårt som till exempel ett skikt av blykarbonat som kan bildas i gamla vattenledningar som är gjorda av bly. I magsäck och tarm pågår ständigt något slags rörelse vid bearbetning och transport av födan. Detta tar man till exempel i beaktande då man undersöker hur läkemedel löses upp i magsäck och tarm, så kallade frisättningsförsök. Frisättningsförsök för oralt intagna läkemedel utförs med olika former av omrörning (European Pharmacopoeia 2012). Om man vill studera hur metalliskt bly löser sig i magsäck och tarm bör man därför inkludera någon slags rörelse. I ett delarbete av denna rapport undersöks på ett enkelt sätt hur mycket bly som kan lösas ut från metallspån av bly i magsäcksmiljö (svag saltsyra) med och utan omrörning.

Andelen bly som löses ut beror också på hur stor eller liten blypartikeln är, eller med andra ord hur stor den totala ytan som exponeras för syran i förhållande till volymen är. Ett gram bly i en enda stor bit har mycket mindre yta exponerad mot syran jämfört med

1 gram av små metallspån av bly. Därför kommer bly teoretiskt att snabbare kunna lösas ut från 1 gram små blyspån jämfört med en stor bit bly på 1 gram. I våra försök har endast mindre partiklar, cirka 1 mm i diameter, studerats. Ytterligare en aspekt vid diskussioner om löslighet av metalliskt bly, är att det yttersta skiktet på blymetallen under normala omständigheter (i luft och rumstemperatur) alltid bildar blyoxid. Närvaron av blyoxid påverkar både upplösningshastighet och viktförhållandet av bly i det prov man studerar. I våra försök har färskpreparerade metallspån av bly använts.

Metod och material

Insamling av data och prover

Älgfärs

För insamling av älgfärs från jägarkåren ombads tio av Svenska Jägareförbundets jaktvårdskonsulenter att samla in 4-5 paket vardera av frusen älgfärs från lokala jaktlag som kunde intyga att slakten skett i privat regi och där konsulenterna inte själva deltagit i kött-hantering. Prover (≥ 200 gram/st) valdes slumpmässigt ut från givarna. Totalt 48 prover samlades in från Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland, Jämtland, Gävleborg, Dalarna, Uppsala, Västmanland, Kalmar och Kronobergs län. Proven märktes med ett löpnummer, och åtföljdes med information om ålder på djuret (vuxen/kalv) och vilken slaktdel som använts. Ofta blandas dock kött från flera djur innan malning, varför fullständig information om proverna i många fall saknades. Dessutom inköptes sex paket älgfärs, à 200 gram eller mer, från livsmedelsbutiker i fem olika städer av jaktvårdskonsulenter. Vid inköpet efterfrågades från vilket län färsen härstammade från. Färsen frystes in och behandlades på samma sätt som proverna från jägarkåren. Insamlingen skedde under november 2011.

Två muskelprover från älgar som dött av andra orsaker (fallvilt undersökt på SVA), analyserades för att uppskatta en ungefärlig normal nivå av bly i älgkött som inte kontaminerats med bly från ammunition.

Viltkött från kulskjutna djur

Rådjur och dovkalvar

För att samla in data på hur kulfragment sprider sig runt sårkanalen och för att analysera blyhalter i köttet sköts sammanlagt 10 rådjur, 11 dovkalvar, ett vildsvin och en älgkalv med kulgevär under 2012-2013. Jägarna som fällde viltet instruerades att så långt möjligt försöka skjuta raka sidoskott mot bakre delen av bogen, i överensstämmelse med rekommenderat träffområde inom utbildningen till jägarexamen (Christoffersson m.fl. 2010).

Det faktiska utfallet blev att skotten placerats så att kulan hos olika djur gick igenom bägge, en eller ingen bog. Två dovkalvar sköts så att kulan tog i överkant av ryggraden, istället för att träffa genom brösthålan. I samtliga fall satt såväl in- som utgångshål från kulan i den främre hälften av kroppen och djuren fälldes med ett skott.

Ammunition i kaliber .308 Win. användes genomgående för rådjur, dovhjort och vildsvinet. Åtta rådjur och åtta dovkalvar sköts med fabriksladdad Norma Oryx, som har en 10,7 grams bondad kula. Ett rådjur sköts med Norma Silverblix och tre dovkalvar sköts med Lapua Mega. I bägge fallen har ammunitionen en 11,7 grams kula av konventionell typ,

med blykärna som inte förenats med manteln. Ett rådjur och ett vildsvin sköts med handladdad ammunition med en homogen kopparkula av märket Nosler E-tip i kaliber .308 Win. Denna kula är tillverkad helt i en kopparlegering och är designad för att expandera utan att släppa några fragment. Älgkalven sköts med handladdad ammunition i kaliber 9,3x74R, med 14,2 grams kula av märket Lapua Naturalis. Detta är en kopparkula av samma typ som Nosler E-tip (se även figur 1).

Både rådjuren och dovkalvarna togs ur och flåddes innan de röntgades. Efter att framkroppen röntgats så röntgades även de losskurna bogarna från dovkalvarna innan skottrensning.

Slaktkropparna skottrensades så att allt kött runt sårkanalen som var blodsprängt eller på annat vis synligt påverkat av kulan, fragment eller splitter från ben putsades bort. Detta inkluderade allt blodsprängt kött. Allt sådant kött samlades i separata prov som benämndes *Sårkanal* för dovhjortarna. Rådjuren skottrensades på samma sätt, varefter ytterligare fem centimeter opåverkat kött runt sårkanalen skars bort och lades till provet från den egentliga sårkanalen. Att skära bort 5 cm opåverkat kött runt sårkanalen som säkerhetsmarginal mot fragment motsvarar Svenska Jägareförbundets tidigare rekommendationer för köttantering av vilt skjutet med blykula. Dessa preliminära rekommendationer togs fram under projektets genomförande i avvaktan på de slutgiltiga rekommendationerna.

Efter skottrensningen togs prover från bogarna där det fanns kött kvar, samt från den främre delen av ryggen mitt över sårkanalen. Från de dovkalvar som skjutits delvis genom ryggen togs istället prover längre bak från ryggen. Från fyra av rådjuren togs även prover från sadeln (bakre hälften av ryggen), filéerna och stekarna. Alla dessa prover motsvarar de styckbitar som förväntas användas som livsmedel. Proverna röntgades återigen efter styckningen. Vildsvinet röntgades urtaget, men utan att flås. Älgkalven kunde inte röntgas på grund av storleken, men allt kött som putsats bort från sårkanalen sparades och analyserades med avseende på bly- och kopparhalt.

Inför analysen av bly- och kopparhalter i köttet lades prover från in- och utgångssidan av slaktkropparna samman, för att minska det totala antalet analyser. Ofta kommer detta även vara fallet vid jägarnas köttantering av de styckdetaljer som sannolikt löper högst risk att innehålla blyrester. Rådjuren och dovkalvarna klassificerades efter om kulan träffat överarmsbenet (humerus; kraftigt motstånd), bogbladet (scapula; medelhårt motstånd) eller penetrerat bröstkorgen utan att träffa skelettdelarna i bogarna (lätt motstånd). De två dovkalvar som skjutits över ryggraden togs inte med i analyserna av hur träff i bogarnas skelettdelar påverkade fragment eller blyhalter.

Vildsvinsbogar

Insamlingen av prover från vilt skjutet med känd ammunition kompletterades genom insamling av 18 genomskjutna vildsvinsbogar från Öster Malmas vilthanteringsanläggning. Dessa röntgades, varefter de styckades. Allt kött runt sårkanalen som var blodsprängt eller på annat vis synligt påverkat av kulan, fragment eller splitter från ben benämndes *Sårkanal*. Runt sårkanalen skars sedan prover ut i koncentriska cirklar om 0-5

cm från den skottrensade sårkanalen, 5-10 cm runt sårkanalen och 10-15 cm runt sårkanalen. Proverna röntgades därefter åter. I tre fall var bogen för liten för att det skulle vara möjligt att samla in prov från kategorin 10-15 cm från sårkanalen. För vildsvinsbogarna saknas kännedom om kaliber och val av ammunition. I ett fall återfanns en hel, expanderad kula i vildsvinsbogen vid styckning. Den togs bort innan malning, på samma sätt som sker vid normal kötthantering.

Vildsvinsbogarna klassificerades efter om kulan träffat överarmsbenet (humerus; kraftigt motstånd), bogbladet (scapula; medelhårt motstånd) eller bara penetrerat mjukdelarna av bogarna (lätt motstånd). Samtliga vildsvinsbogarna innehöll fragment från kulor som kunde identifieras från röntgenbilder. Antalet fragment och storleken på fragmenten varierade kraftigt. Antalet fragment klassificerades för hela bogen som stort (> 200), medelstort (ca 50-200) eller litet (< 50). Samtidigt klassificerades fragmentens storlek som att de största fragmenten var stora (> 4mm), medelstora (2-4 mm) eller små (< 2mm). Efter styckning och röntgning av proverna klassificerades även dessa, men på en sexgradig skala: inga fragment, 1-5, 6-10, 11-15, 16-20 och fler än 20 fragment.

Slaktkropparna och bogarna renskars och styckades liggande på obduktionsbord på Statens veterinärmedicinska anstalt. Skyddsplasten på obduktionsbordet byttes mellan varje djur, för att undvika att blyfragment kontaminerade mellan djur. Under styckning utfördes dock arbetet på samma bordsyta för ett djur. Knivarna torkades rent med papper mellan varje nytt prov.

Viltkött från hagelskjutet vilt

För att studera fragment från blyhagel och blyhalter i köttet sköts sammanlagt 20 kråkor med hagelgevär. Först sköts tio kråkor med Saga Elite Sporting, med hagelstorlek US 7 i kaliber 12. Efter de inledande röntgenanalyserna av dessa utökades studien med ytterligare tio kråkor, som sköts med Gyttop Grouse US 6 i kaliber 12. Saga marknadsförs som en sportskyttepatron, medan Gyttop Grouse marknadsförs som jaktpatron. Många jägare använder dock sportskyttepatroner för jakt på mindre vilt.

Kråkorna bröstadades ur, dvs. hela bröstbenet med bröstmuskler preparerades fram. Dessa röntgades, varefter bröstmusklerna skars loss. Samtidigt putsades alla blodutgjutningar samt synliga sårkanaler efter enstaka hagel bort. Påträffades hela hagel vid prepareringen togs dessa bort innan malning, precis som vid normal kötthantering. För de tio kråkor som skjutits med hagel från Saga lades putset samman till ett gemensamt sårkanalprov från alla individerna. För kråkorna skjutna med Gyttop Grouse hölls det bortputsade köttet separat från varje individ och vägdes separat varefter blyhalterna analyserades. Därmed kunde den oputsade blyhalten räknas fram för varje individ skjutna med Gyttop utifrån halterna i de två analyserade proverna (renskuren + puts). Däremot var det bara möjligt att räkna fram ett oputsat medelvärde för kråkorna skjutna med Saga (10 rensade individuella prover + sammanlagd rens). Efter skottrensning röntgades alla bröstmuskler igen.

Vidare sköts ett rådjur och en fälthare med blyhagel. Rådjuret sköts med Rottweil med hagelstorlek US3 i kaliber 12 och haren med Gyttop special med hagelstorlek US3 i kaliber 12. Kropparna röntgades i sin helhet. Därefter grovstyckades kropparna till benfria styckbitar. Ytterfilén på rådjuret delades i två delar: sadel och framrygg, och komplett benfritt lår, höger respektive vänster sida för alla delar. Haren styckades i höger och vänster lår, samt hela ytterfilén (höger och vänster sida tillsammans). Blodsprängda delar på styckbitarna putsades bort utan särskild renskärning av extra blodfria marginaler. Eventuella synliga hagel togs bort manuellt från styckbitarna enligt vad en normaljägare skulle bedömas göra. Benfria styckbitar röntgades separat. En slumpvis utvald sadel, framrygg och lår från rådjuret, och alla delar från haren analyserades med avseenden på blyhalt.

Statistisk utvärdering av resultat

Statistiska analyser utfördes i Statistica 12. Samtliga fördelningar av fragment och halter avvek från en normalfördelning, och därför användes genomgående ickeparametriska tester. Rådjur och dovkalvar liknar varandra i morfologi, storlek och vikt och det fanns inga signifikanta skillnader mellan rådjur och dovkalvar i blyhalter för någon styckdetalj, se Resultat nedan. För att öka stickprovsstorleken och den statistiska styrkan analyserades resultaten för dovkalvarna och rådjuren därför tillsammans. Det fanns inga signifikanta skillnader i blyhalt mellan djur skjutna med bondade och obondade kulor med blykärna. (se Resultat nedan). För att öka stickprovsstorleken och den statistiska styrkan analyserades därför djur skjutna med olika typer av blyammunition tillsammans.

Röntgen

Alla prover röntgades med Röntgenapparatur Rotopractix 90/20, digital framkallare Regius Model 110 S. Upplösningen på blyfragment i de digitala röntgenbilderna som sparats ner i JPEG-format uppskattas till cirka 0,1 mm som minsta tolkningsbara storlek. Benflisor från splittrade ben kan liksom metallfragment ses som ett röntgentätt föremål, men metalltätheten är så mycket större att materialen kan skiljas åt vid granskning av proverna.

Poolning av prover

För att reducera totala antalet prover inför den kemiska analysen maldes respektive styckdel från höger och vänster sida från samma rådjur eller dovhjort ihop (poolades). Exempelvis skedde poolning av bog från vänster och höger sida, ryggbiter från vänster och höger sida och även kött från sårkanaler (puts). Poolningen ger ett mått på blyhalterna i de aktuella styckdelarna både avsedda för konsumtion (bog, rygg, sadel) och för att kasseras (puts från sårkanal).

Bestämning av blyhalt

Alla kemikalier som använts har varit av analytisk kvalitet (p.a.) eller bättre. Allt vatten som har använts för spädningar och beredningar av utspädda syror kommer från vattenreningsanläggning Q-POD Element (Merck Millipore, Darmstadt, Tyskland). Allt laboratoriematerial är diskat i syra innan användning.

All provberedning och analys har utförts på avidentifierade köttprov.

Malning

Proverna maldes i kvarn med rostfri stålkniv till en jämn smet/färs. Till större prover (> 200 g) användes Multipurpose Food processor (HUG Electromechanic Engineering, LTD, Schweitz) och till mindre prover (< 200 g) Knife Mill Grindomax GM200 (Retsch, Düsseldorf, Tyskland). Kvarnarna diskades noggrant mellan varje prov. En del av de individuella köttproverna maldes ihop till ett prov (poolades). Prover av älgfärs ansågs vara tillräckligt homogenerade vid ankomst och maldes ej.

Extraktion/upplösning av blyfragment i kött

Upplösningen av metallfragment följde till största delen Lindboe m fl (2012). Köttfärsen vägdes i syradiskade glas- eller plastbägare. Den syra som användes för upplösning av fragment var 15 viktsprocent salpetersyra (HNO_3) och den mängd som tillsattes motsvarade köttfärsens vikt gånger två. Syran adderades till köttfärsen under omrörning antingen som 15 procentig syra direkt, eller först med vatten och sedan med koncentrerad salpetersyra som tillsammans gav en slutlig halt på 15 procent salpetersyra. Det senare förfarandet med att addera vattnet före syran underlättade omrörning och förhindrade klumpbildning som uppkom vid addition av syran. Färsen sönderdelades och rördes om med en porlinssked och fick stå under lock över natten (17-20 timmar). Blandningen rördes om och ett delprov av vätskeextraktet togs ut med pipett (10-20 ml) för analys. Vätskeextrakten var grumliga på grund av spår av muskelfävnad och fett. Figur 2 visar de olika delstegen i extraktionsförfarandet.

För kontroll av extraktionsmetoden extraherades fyra prov av älgfärs under längre tid. Delprov togs av vätskan efter två, respektive tre dygn och analyserades med avseende på bly. Röntgenbilder togs också efter extraktionen på urlakad älgfärs samt på urlakade färsrester från sårkanaler för att se om eventuella metallpartiklar fanns kvar.

Analys av bly

Halten bly bestämdes huvudsakligen med ICP-MS (induktivt kopplat plasma masspektrometri) av märket Agilent 7700x, efter uppslutning av vätskeextraktet i mikrovågsugn (MARS Xpress) enligt metod NMKL nr 186. Denna analysmetod är ackrediterad för livsmedelsprover av SWEDAC enligt ISO/IEC 17025. Detektionsgränsen för bly är 0,002- 0,004 mg/kg beroende på typen av provberedning. Vid varje analystillfälle verifieras analysens prestanda genom analyser av referensmaterial som har känd halt av bly.

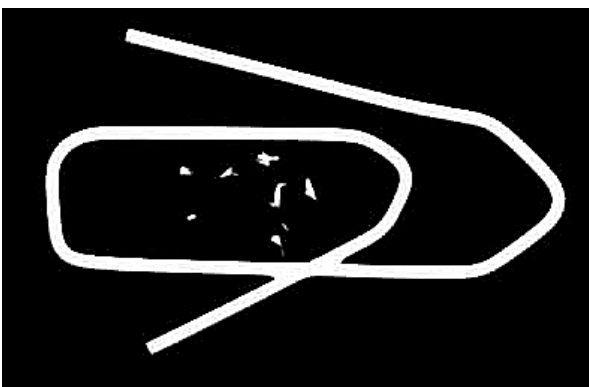
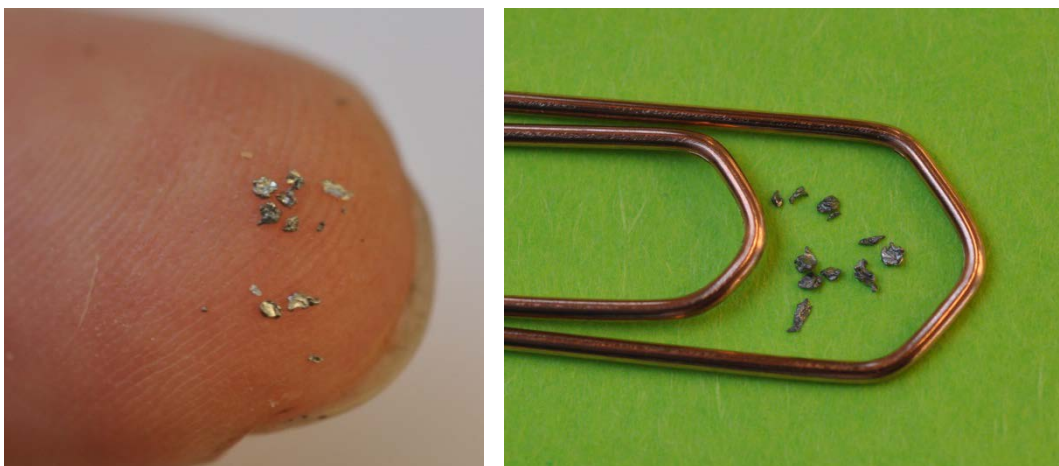
För älgfärsproverna bestämdes halten bly direkt i extraktet med ICP-AES (induktivt kopplat plasma atomemissionspektrometri) av märket Spectro Ciros^{CCD} på Uppsala Universitet, Kemiska Institutionen, avdelningen för analytisk kemi (Kollander 2010). Analysmetoden med ICP-AES är inte ackrediterad, men resultaten har verifierats genom upprepad analys av fem prover med ICP-MS (ackrediterad metod, beskrivs ovan). Detektionsgränsen för bly med ICP-AES uppskattades till 0,02 mg/kg vått prov.



Figur 2. Provbereitung för extraktion/upplösning av metallpartiklar. Övre bilder från vänster: invägning i 3 liters bägare samt tillsats av 15 procent salpetersyra. Nedre bilder från vänster: älgfärs före och efter tillsats av salpetersyra.

Löslighet av metalliskt bly i magsäcksmiljö

För att uppskatta hur mycket av metalliskt bly som kan lösas upp i magsäcksmiljö utfördes ett försök där spån av metalliskt bly placerades i utspädd saltsyra av samma koncentration som normalt finns i magsäcken (0,1 M). Halten av utlöst bly mättes sedan efter olika tidsintervall med ICP-MS. Metallspånen framställdes genom att med en spatel av rostfritt stål skrapa ur delar av innanmätet på en blykula som tidigare avfyrats genom en älg. Cirka 8 mg metallspån (figur 3) vägdes sedan upp i vardera 4 stycken 50 ml provrör och 40 ml 0,1 M saltsyra (HCl) tillsattes. Två av rören lades på en skakmaskin (Incubating minshaker, VWR, Radnor, Pennsylvania, USA) som ställdes in på en vaggande rörelse för att imitera rörelsen i magen (figur 4). Den vaggande rörelsen pågick i 2 dygn varefter provrören lämnades att stå stilla i provrörställ. De andra två provrören placerades i provrörställ och hölls stilla genom hela försöket. Ett blankprov med endast 40 ml saltsyra i provrören bereddes för skakning respektive för stillastående försök. Samma försök upprepades två gånger med olika inställning på den vaggande rörelsen med skakmaskinen, "Vaggning" med inställningen "120" respektive "Ökad vaggning" med inställningen "160". Provtagningsintervallen på utlöst bly var också olika i de båda försöken. I försöket med "Ökad vaggning" togs delprov av saltsyran från de olika proverna med plastspruta efter 1, 17 och 20 timmar medan det i försöket med "Vaggning" togs vart 30 min under de två första timmarna, därefter ett prov per timme efter tre timmar och fyra timmar samt efter 24, 51 och 120 timmar. Delproven sögs upp i sprutan och filterades (0,45 µm) sedan ner i separat provrör. För varje delprov användes ny spruta och nytt filter för att undvika kontamination. Delproven späddes 10 000 gånger med högrent vatten innan analys.



Figur 3. De två övre bilderna visar 8 mg blyspån från en använd blykula fotograferat på en fingerspets och med ett gem. Den nedre bilden visar en röntgenbild på ett gem och 8 mg blyspån. Gränsvärdet för bly i kött från nöt, får, svin och fågel är 0,1 mg/kg, vilket innebär att 8 mg kontaminerar 80 kg kött till gränsvärdesnivån. Gränsvärde saknas dock för viltkött.



Figur 4. Blyspån, vardera 8 mg, placerades i 50 ml provrör med 40 ml 0,1 M saltsyra. Tre prov, en blank och två prov placerades på en skakmaskin och respektive i provrörstall.

Resultat

Kvalitetssäkring av analysresultat

Analysresultaten är baserade på analys av extraktionsvätskan och baseras på att partikulärt bly löses ut under de föreskrivna 20 timmarna. När extraktionstiden utökades från 1 dygn till två och tre dygn för fem stycken älgfärsprover erhöles ingen signifikant ökning av blyhalten i extraktionsvätskan. Röntgen av extraherade älgfärsrester visade inte några synliga spår av kvarvarande metallfragment efter ett dygns extraktion. En uppskattning av fördelningen av utlöst bly mellan extrakt och kvarvarande färsrest för älgfärsproverna visade att cirka en femtedel av upplöst bly fanns kvar i färsresten.

För många av styckdelsproverna, speciellt från sårkanalen, var blypartiklarna större och fler än i älgfärsen. I några av dessa prover kunde metallrester ses med röntgen även efter utförd extraktion. Blyhalterna i dessa prover var bland de högsta som uppmätts i studien, mellan 250 och 1829 mg/kg, trots att alla blyrester inte lösts upp. Detta betyder att det inte är möjligt att uppskatta en generell fördelning av bly i färsrest och extrakt som gäller över hela koncentrationsområdet. Därför gjordes inget försök att uppskatta blyhalten i kvarvarande färsrester från styckdelar. Analysresultaten för styckdelar är därmed baserade på att allt bly löses ut i syran. Detta betyder med stor sannolikhet att de uppmätta halterna metalliskt bly i prover med stora mängder blyrester var en underskattning av det verkliga innehållet.

Blankproverna visade inga mätbara blyhalter och de analyserade referensmaterialen visade god överensstämmelse med kända haltnivåer av bly.

Halter av bly i viltkött

Generellt

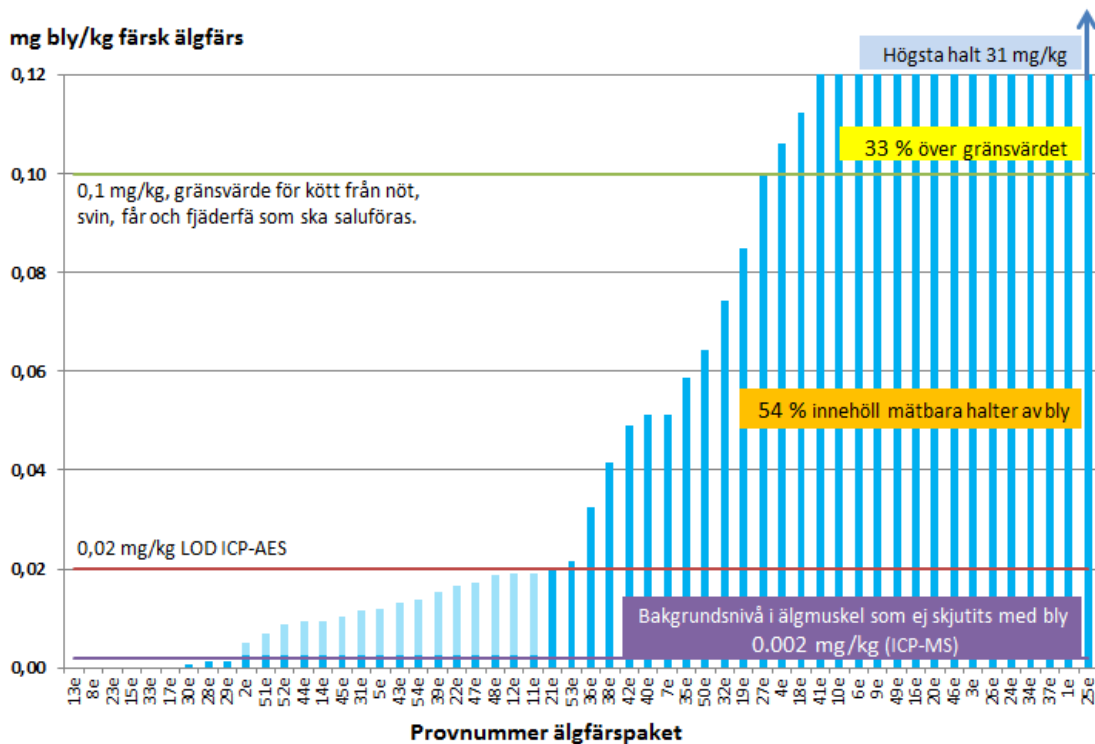
Analysresultaten visar att det förekommer rester från blyammunition i många av de analyserade köttproverna, både i älgfärs och olika styckdelar från andra djur skjutna med blyammunition. Resultaten presenteras i tabell 1-3 samt i bilaga 2-5. Halterna varierar från under detektionsgränsen upp till hundratals mg/kg. De högsta halterna av bly återfinns i sårkanalerna vilka inte är avsedda att konsumeras. Höga halter har också hittats i viltkött som är avsett för konsumtion. I älgfärs låg 33 procent av över det gränsvärde på 0,10 mg/kg som finns för bly i kött från nöt, svin, får och fjäderfä (Kommissionens förordning (EG) 1881/2006) och i de olika styckdelarna låg 43 procent över.

Ett signifikant samband kan ses mellan halten bly och avståndet till sårkanalen. Ju närmare sårkanalen viltköttet befunnit sig desto större var blyhalten.

Älgfärs

Det förekom synliga fragment i 35 procent av proverna vid röntgning av älgfärsen. Blyhalterna i älgfärs låg i intervallet <0,020-31 mg/kg färskvikt. Se figur 5 samt bilaga 2. Medianvärdet var 0,027 mg/kg. För de sex prover som var inköpta i butik låg resultaten i intervallet <0,02-2,5 mg/kg, med ett medianvärde på 0,05 mg/kg. Femtiofyra procent av proverna innehöll mätbara halter av bly och halten överskred 0,1 mg/kg i 33 procent av proverna (18/54). I 46 procent av proverna låg blyhalten under 0,02 mg/kg som är detektionsgränsen (LOD) för metoden med ICP-AES. Den uppmätta blyhalten var högre i de färspaket som innehöll synliga fragment med metalltätthet på röntgen.

De två proverna på muskelvävnad från älgar som dött av icke jakt-relaterade orsaker hade en blyhalt på $\leq 0,002$ mg/kg (mätt med ackrediterad rutinmetod ICP-MS).



Figur 5. Blyhalt i älgfärs sorterad i stigande ordning.

Olika styckdelar av vilt

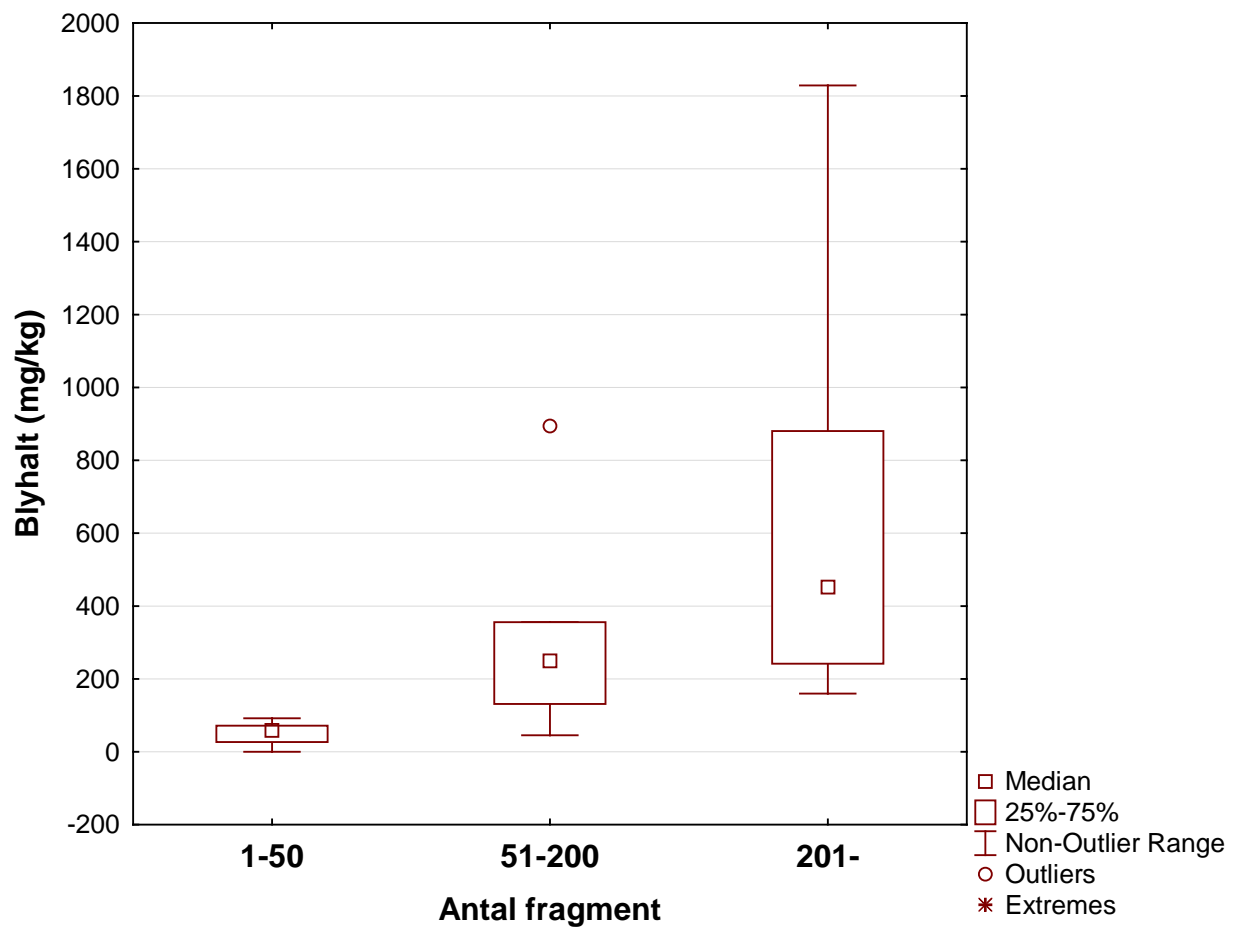
Analys av bly har utförts på olika styckdetaljer från 11 rådjur, 10 dovhjortskalvar, 18 vildsvin, en älg och 20 kråkor, totalt 61 individer och närmare 200 prov. Halterna av bly i styckdelar avsedda för konsumtion varierade från under detektionsgränsen till över 100 mg/kg. Medianvärdet för blyhalten i styckdetaljer avsedda för konsumtion var 0,05 mg/kg (n=104). Medelvärdena var 9,9 (standarddeviation= 38) mg/kg. Fyrtiotre procent av de analyserade styckdetaljerna gav en blyhalt som låg över gränsvärdet för bly (0,10 mg/kg) som gäller för bly i kött från nöt, svin, får och fjäderfä som ska saluföras.

Blyhalter i kulskjutet vilt

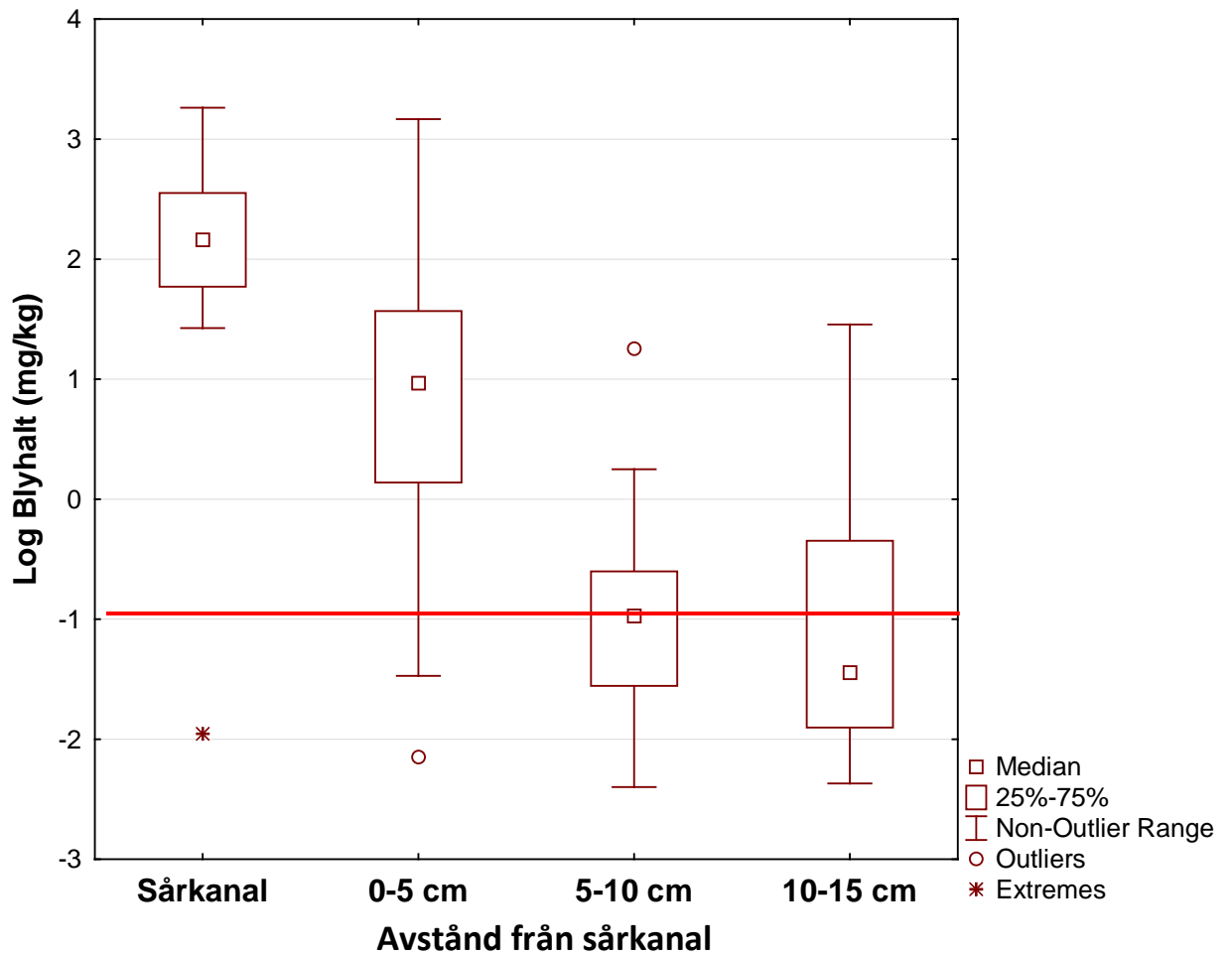
Vildsvinsbogar

Det fanns ett signifikant samband mellan antal fragment för vildsvinsbogarna och blyhalten från sårkanalen (Kruskal-Wallis; H= 10,45; n= 18; p= 0,005), (figur 6), samt mellan fragmentens storlek och blyhalten från sårkanalen (Kruskal-Wallis; H= 11,49; n= 18; p= 0,003).

Det fanns signifikanta skillnader i blyhalt mellan proverna som tagits på olika avstånd från sårkanalen i vildsvinsbogarna (Friedman; $\chi^2 = 32,2$; n=15; p< 0,0001), (figur 7, samt tabell 1), men det fanns bara en tendens till skillnad i blyhalt mellan proverna från 5-10 och 10-15 cm från sårkanalen (Friedman; $\chi^2 = 3,27$; n=15; p< 0,07).



Figur 6. Antalet fragment från röntgenanalyserna och uppmätt blyhalt i sårkanalerna från vildsvinsbögarna visade ett positivt samband.



Figur 7. Blyhalterna minskade signifikant med avståndet till sårkanalen i vildsvinsbogar-
na. Blyhalten har logaritmerats för att åskådliggöra variationen vid lägre koncentrationer.
Den röda linjen visar som jämförelse gränsvärdet, 0,1 mg/kg, för bly i kött från nöt, svin,
får och fjäderfä som ska saluföras. Gränsvärde saknas för viltkött.

Tabell 1. Blyhalter i olika styckdelar från samma individ av vildsvin (V), mg/kg färskvikt.

Individ	Sårkanal	Avstånd från sårkanalen		
		0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm
V1	352	24,6	1,07	28,5
V2	356	1,50	0,028	0,067
V3	69,1	0,034	0,050	0,038
V4	71,8	9,41	0,080	0,017
V5	131	103	0,153	0,013
V6	880	202	18,0	0,450
V7	1829	9,71	0,207	0,049
V8	92,0	0,821	0,022	0,011
V9	26,7	1,38	0,126	0,013
V10	160	1,59	0,063	0,014
V11	59,0	37,0	0,206	< 0,004
V12	0,011	0,007	< 0,004	
V13	242	18,6	0,251	0,036
V14	45,3	5,09	0,006	0,009
V15	44,8	0,166	1,78	1,58
V16	552	1466	0,523	7,37
V17 in*	250	52,4	0,024	
V17 ut*	895	9,18	0,089	
Medelv.	336	107	1,26	2,55
Median	146	9,30	0,11	0,04
Stdav.	462	343	4	7
Max	1829	1466	18,0	28,5
Individer	17	17	17	15
Antal prov	18	18	18	15

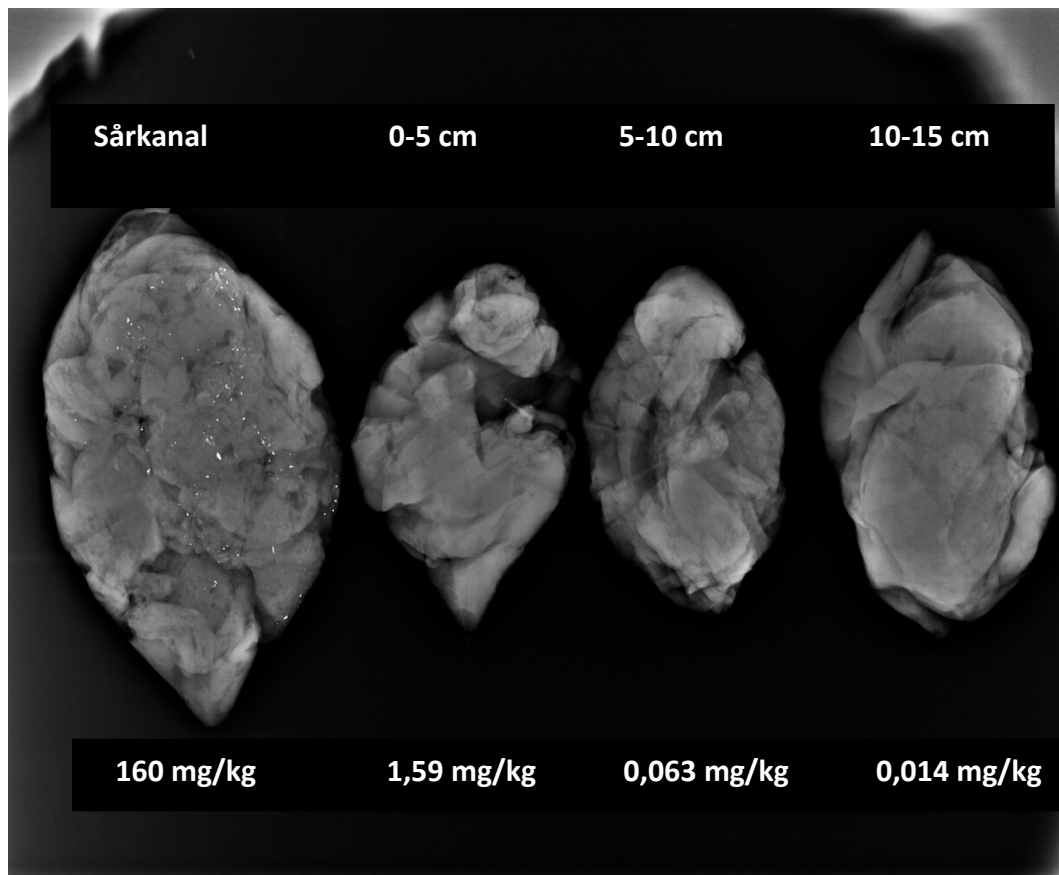
* Båda bogarna på detta vildsvin analyserades, ingångssida och utgångssida.

Kött från sårkanalen innehöll regelmässigt hundratals fragment, proverna från området 0-5 cm från sårkanalen innehöll ofta 5-10 fragment, medan prover från 5-10 cm respektive 10-15 cm oftast saknade fragment som kunde urskiljas på röntgen. Analyserna av röntgenbilderna visade att enstaka fragment ibland förekom i styckdetaljer långt från sårkanalen, även om det saknats fragment i prov från området närmare sårkanalen (figur 8-9).

A

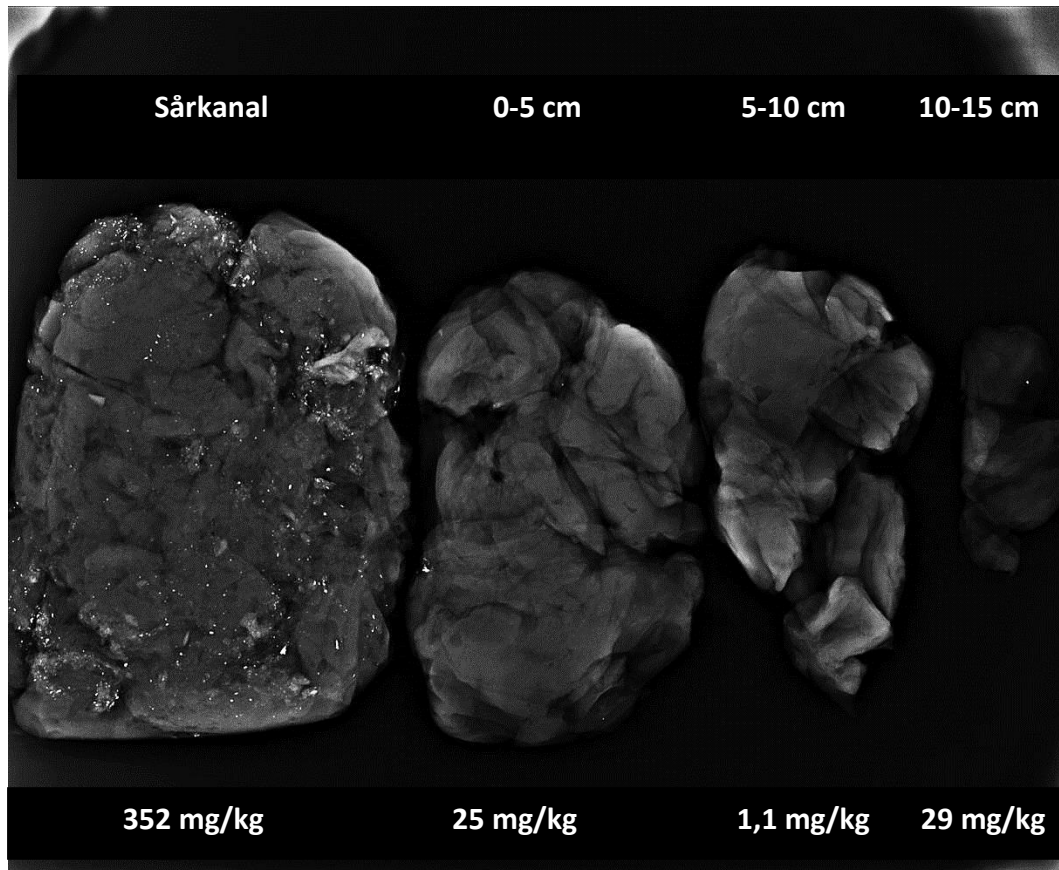


B



Figur 8. (a) Vildsvinsbog (individ V10) där kulan träffat i bakkanten av skulderbladet och fragmenterat. Utifrån storleken på fragmenten har troligen en bondad kula använts. **(b)** Renskurna prover från samma bog innan de maldes. Proverna från sårkanalen innehåller många små fragment, provet från 0-5 cm innehåller ett fåtal fragment, medan resterande prover saknar synliga fragment.

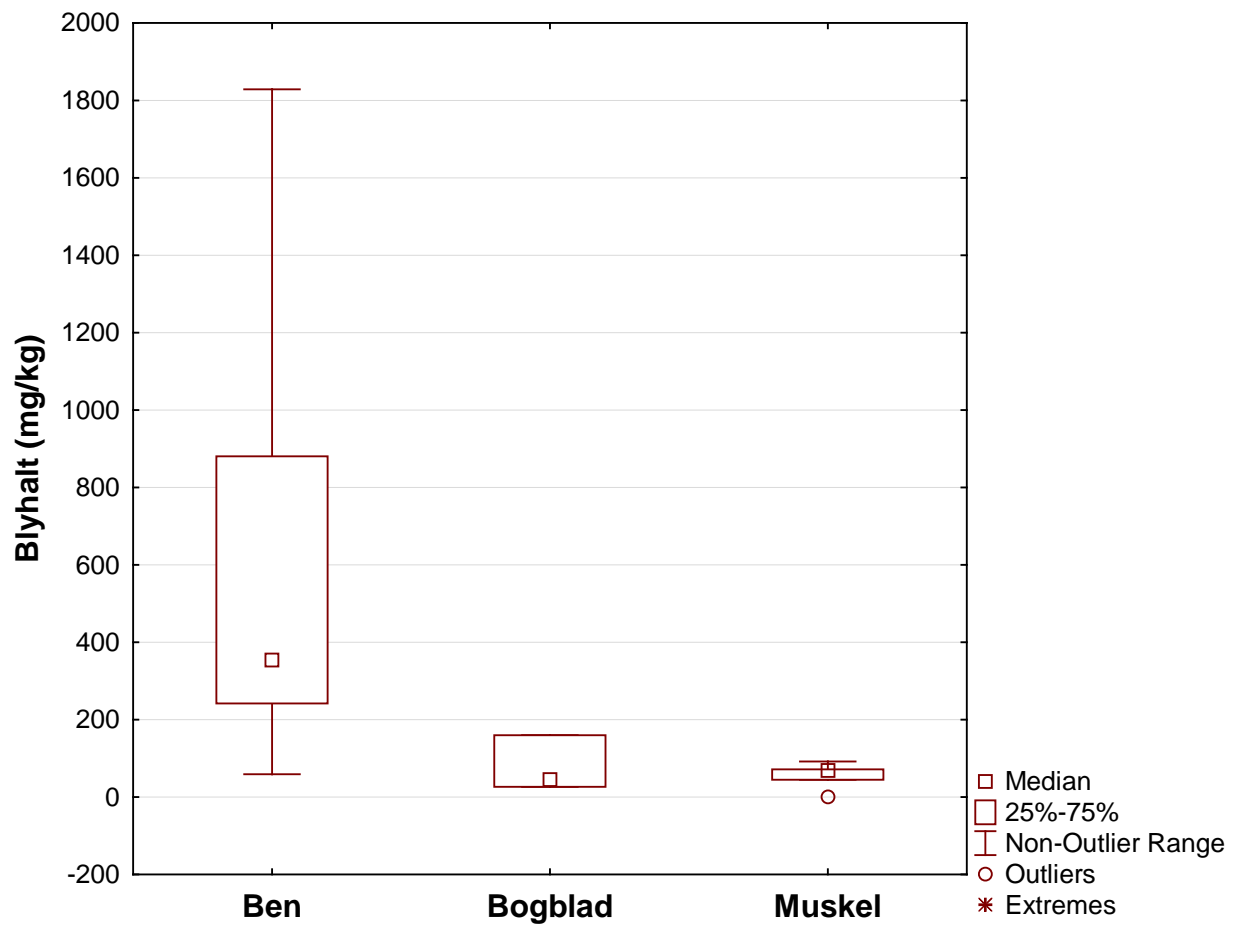




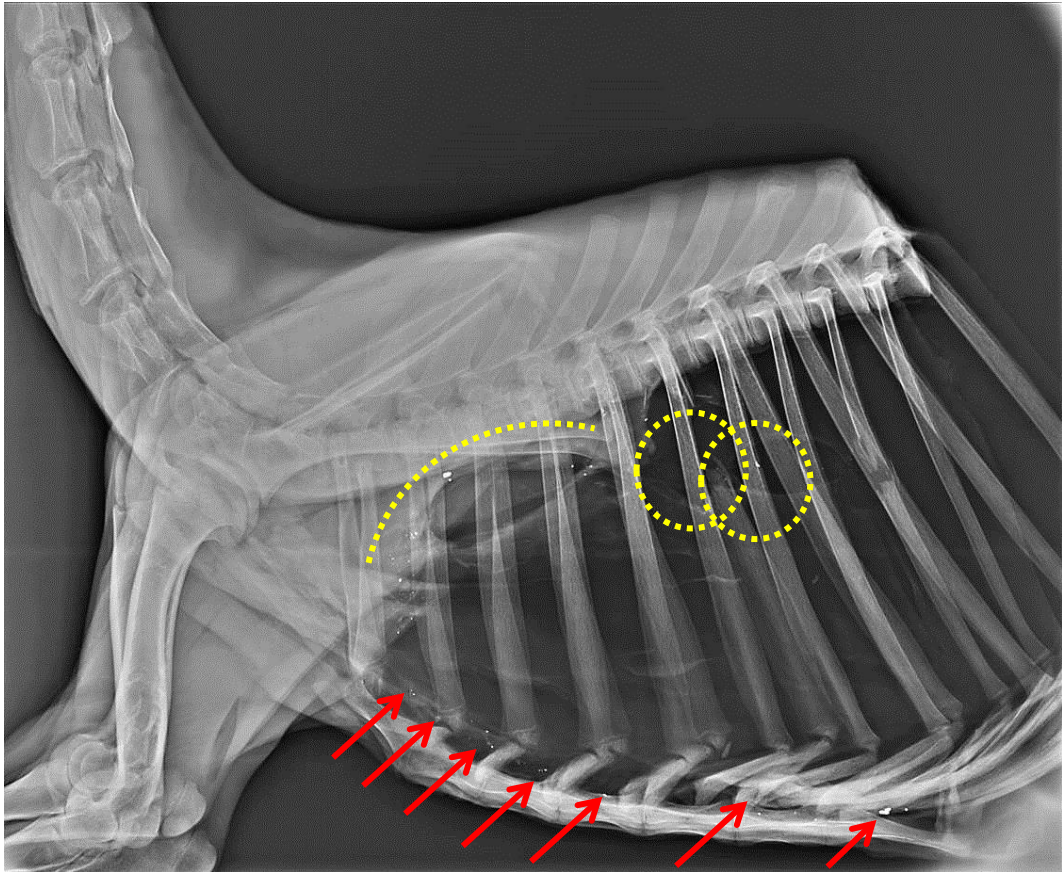
Figur 9. (a) Vildsvinsbog (individ V1) där en konventionell, obondad kula träffat överarmsbenet och fragmenterat kraftigt. (b) Renskurna prover från samma bog innan de maldes. Proverna från sårkanalen innehöll många fragment, 0-5 cm innehöll enstaka fragment, provet från 5-10 cm saknade synliga fragment, medan det fanns ett synligt fragment i provet från 10-15 cm.

Blyhalten i köttet från sårkanalen var högre i bogar där kulan mött hårt motstånd i form av överarmsbenet, jämfört med om kulan bara träffat bogblad eller gått genom mjukdelarna av bogen (Kruskal-Wallis; $H= 9,68$; $n= 18$; $p= 0,008$), (figur 10).

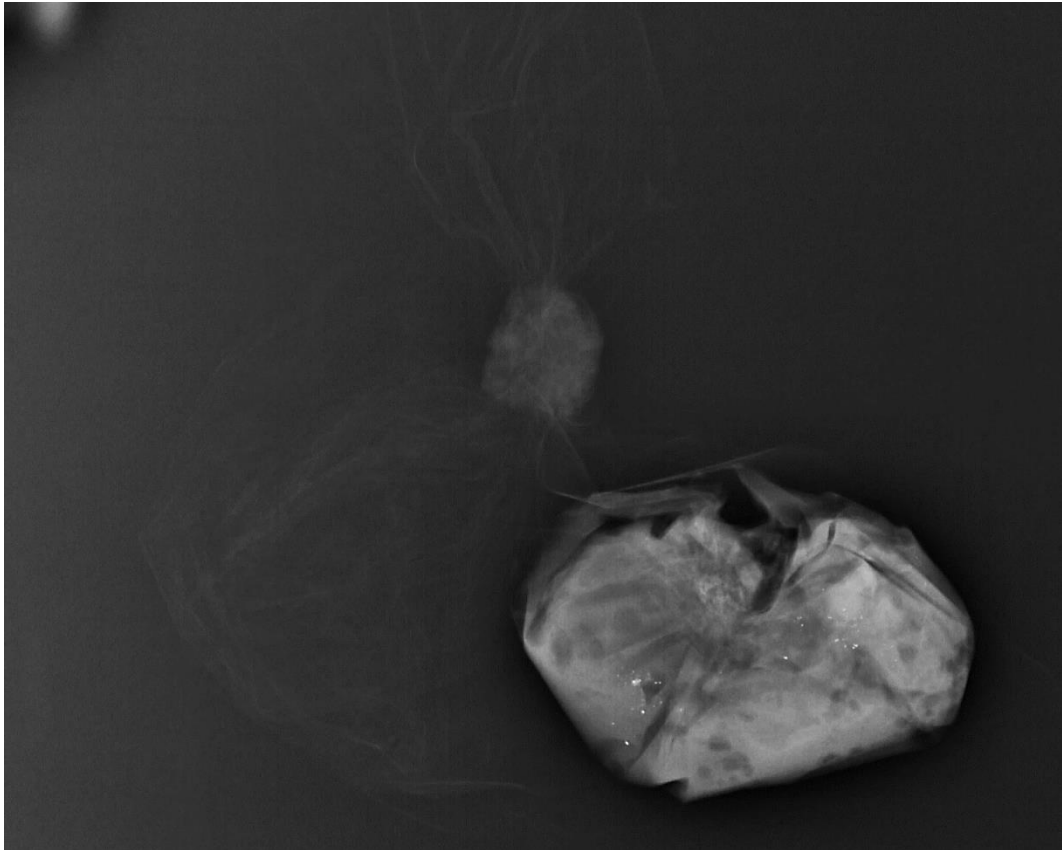
Röntgning av dovkalvar och rådjur visade att fragment spred sig runt sårkanalen, men även förekom spritt i brösthålan (figur 11) liksom i blodutgjutningar runt sårkanalen utanför brösthålan (figur 12).



Figur 10. Blyhalt i kött från sårkanaler där kulan träffat överarmsben, bogblad eller muskel (mjukdelar) i vildsvin. Signifikant högre halter bly finns i sårkanalen om kulan träffat överarmsbenet, än om den enbart träffat bogblad eller mjukdelar.



Figur 11. Urtagen och flådd dovkalv skjuten med bondad kula precis bakom bogen. Fragment syns dels kring sårkanalen på ingångs- och utgångssidan (markerat med gula cirklar), dels spritt i brösthålan dit de förts av blodet från de genomskjutna lungorna (fragment markerade med röda pilar). Frambenen har sträckts framåt vid röntgningen, vilket gjort att sårkanalen i bakkant av bogarna (begränsad med streckad båge) förskjutits jämfört med hålen genom brösthålan.



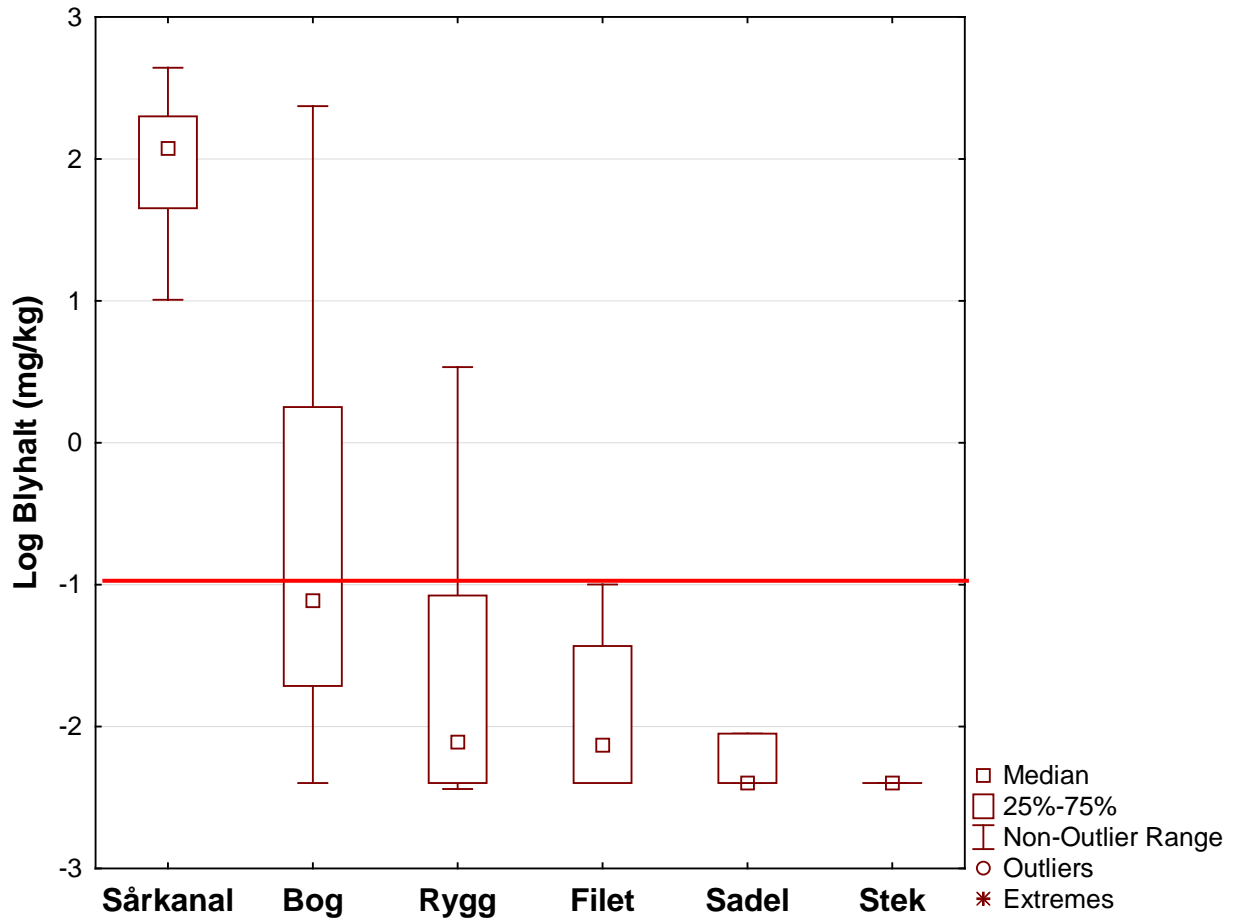
Figur 12. Röntgenbild av bortskurna blodfyllda hinnor som suttit runt sårkanalen mellan bog och bröstorg på ett rådjur skjutet med bondad kula. Blodutgjutningen innehåller en mängd små blyfragment, som delvis förts dit med blodet från brösthålan.

Rådjur och dovkalvar

Resultaten från kulskjutna rådjur och dovkalvar visar att höga blyhalter kan förekomma i skottrensat kött från bog (medelvärde 30 mg/kg, median 0,08 mg/kg, se tabell 2). Det sammantagna medianvärdet för bly i kött från rygg, filé, sadel och stek var 0,004 mg/kg, vilket är den nivå som analysmetoden klarar att detektera. Medelvärdet i dessa prover var 0,25 mg/kg, vilket är 1000 gånger mindre än vad som uppmätts i denna studie i sårkanaler för kulskjutet vilt (rådjur, dovkalv och vildsvin, medelvärde 223 mg/kg, medianvärde 89 mg/kg).

Blyhalterna mellan styckdelarna (sårkanal, bogkött och ryggsdelar) för dovkalvar och rådjur, visade signifikanta skillnader (Friedman; $\chi^2 = 18,86$; $n=14$; $p < 0,00008$). För en delmängd av rådjuren fanns det även prover från sadel, filé och stekar. Fullständiga data fanns bara för tre rådjur, men analyser inom dessa individer visade även de på signifikanta skillnader (Friedman; $\chi^2 = 12,96$; $n=3$; $p = 0,02$). Betraktar man alla prover som beroende så fanns det klart signifikanta skillnader mellan styckdelarna (Kruskal-Wallis; $H = 36,56$; $n = 57$; $p < 0,0001$), och halterna sjunker med ökande avstånd till sårkanalen (figur 13, tabell 2).

Det fanns inga signifikanta skillnader i blyhalter i köttet från sårkanalen beroende på om kulan träffat överarmsbenet, bogbladet eller gått in bakom bogen för dovkalvar och rådjur (Kruskal-Wallis, $H = 1,99$; $n = 17$; $p = 0,37$).

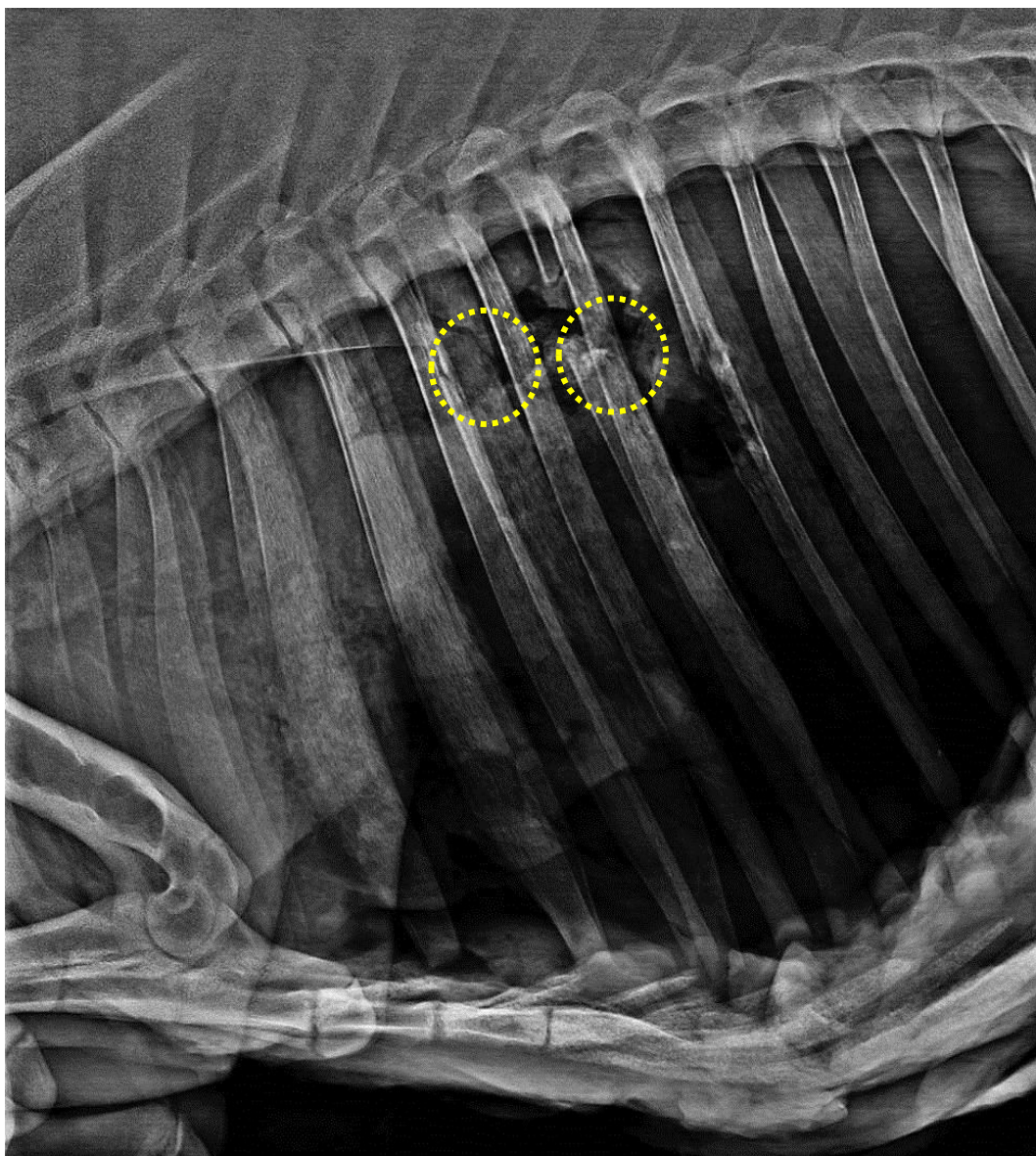


Figur 13. Blyhalterna minskade signifikant med avståndet till sårkanalen för dovhjortar och rådjur. Blyhalten har logaritmerats för att åskådliggöra variationen vid lägre koncentrationer. Som jämförelse visas gränsvärdet för bly i kött från nöt, får, svin och fjäderfä som ska saluföras (röd linje). Gränsvärde saknas för viltkött.

Tabell 2. Blyhalter i olika styckdelar från samma individ, dovkalvar (A, F) och rådjur (R) skjutna med blykula, mg/kg färskvikt.

	Puts*	Bog	Rygg	Filet	Sadel	Stek
A1	252	0,077	2,63			
A2	33,6	1,76	0,004			
A3	148	0,126	0,021			
A4	13,3	0,059	0,019			
A5	439	1,51	0,590			
A6	147	5,28	0,149			
A7	233					
A8	85,7					
F1	60	0,019	0,047			
F2	10,4	0,018	< 0,004			
F3	233	235	< 0,004			
R1	266		< 0,004			
R10	171	< 0,004	< 0,004			
R2	78,1	1,79	3,41	< 0,004	< 0,004	< 0,004
R4	95,3	0,037	0,014	< 0,004	< 0,004	< 0,004
R5		< 0,004	< 0,004	0,100		
R6	83,2	0,039	< 0,004	0,014	0,009	< 0,004
R8	10,2	207	< 0,004			
R9	166					
Medelv	140	30,2	0,43	0,03	0,006	< 0,004
Median	121	0,08	0,01	0,01	0,004	< 0,004
Stdav	113	78	1,0	0,05	0,003	
Max	439	235	3	0,10	0,009	< 0,004
Antal prov	18	15	16	4	3	3

* Puts inkluderar här både sårkanal och ytterligare 0-5 cm enligt SJF rekommendationer 2012.



Figur 14. Röntgenbild av vildsvin skjutet precis bakom bogarna med kopparkula på 40 m avstånd. Inga fragment av kulan kunde ses på röntgen. Ingångs- (vänster) och utgångshål (höger) genom brösthålan är markerade med cirklar.

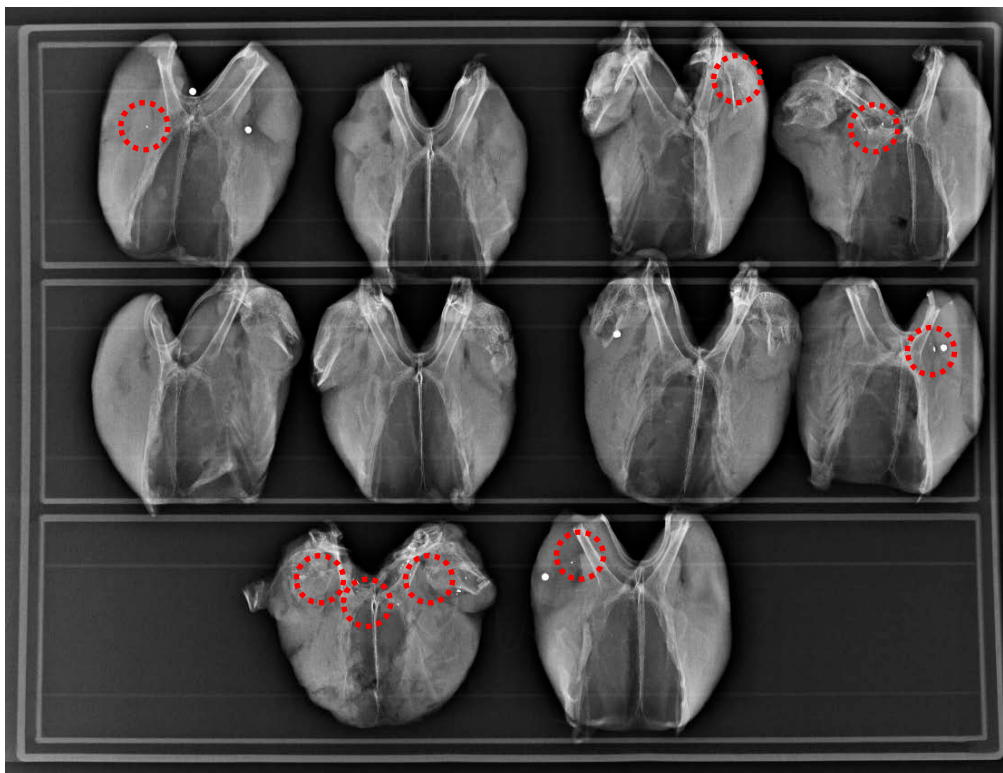
Vilt skjutet med kopparkula

Rådjuret skjutet med kopparkulan E-tip hade bara mätbara halter bly i filén, som innehöll 0,02 mg bly/kg, medan sårkanalen från älgkalven skjutna med kopparkula Lapua Naturalis innehöll 0,04 mg bly/kg. Vildsvinet skjutet med kopparkula analyserades ej med avseende på bly. Inga kulfragment kunde ses på röntgen för djuren skjutna med kopparkulor (ex. figur 14).

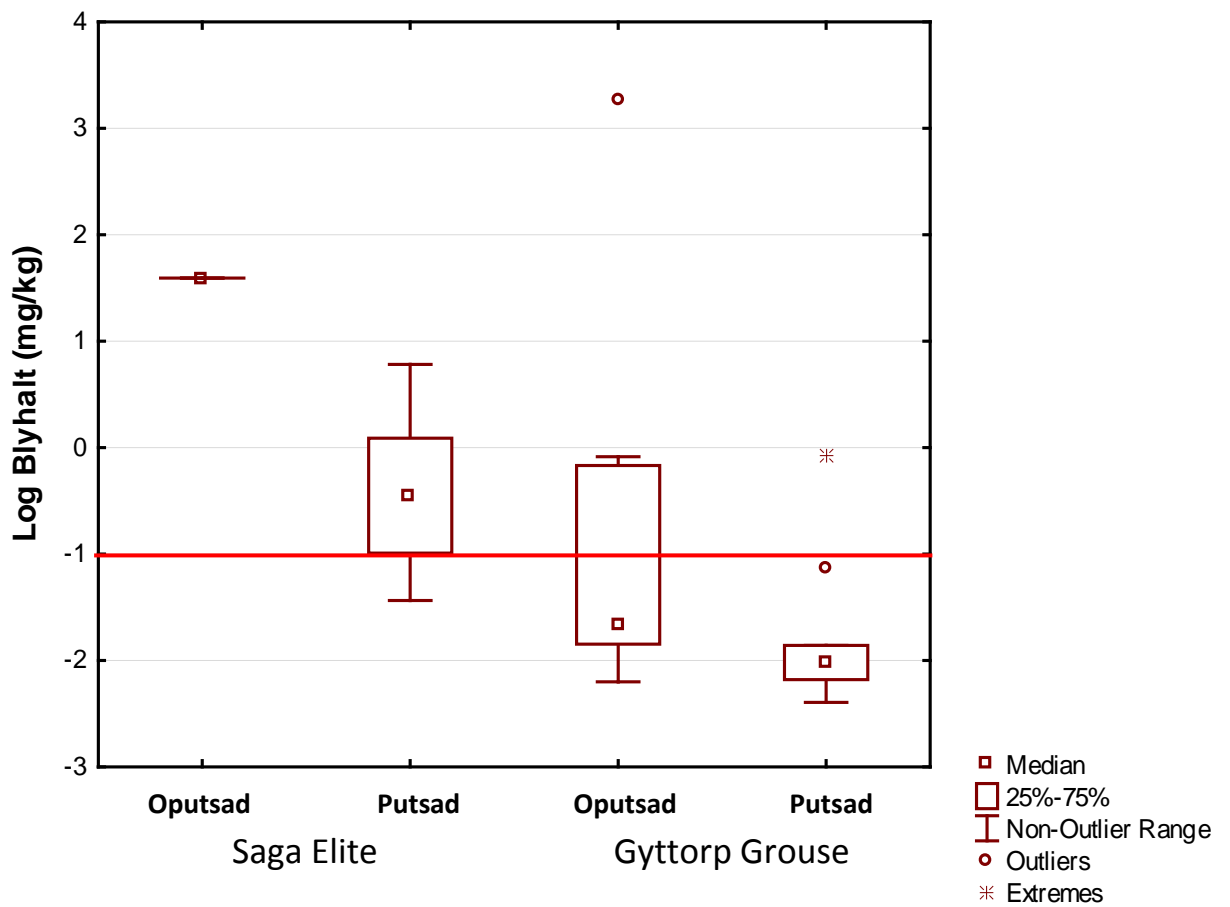
Blyhalter i hagelskjutet vilt

Blyhalterna i hagelskjutna kråkor var höga innan skottrensning (medelvärde 111 mg/kg, n=20). Efter skottrensning sänktes blyhalten cirka 100 gånger (medelvärde 0,78 mg/kg). De skottrensade bröstmusklerna från kråkor skjutna med Jaktpatronen Gyttorp Grouse hade signifikant lägre blyhalt än de oputsade bröstmusklerna (Wilcoxon signed-pairs= ; Z= 1,99; n=10; p< 0,05). Efter putsningen var det en av tio kråkor skjutna med jaktpatronen som låg över gränsvärdet för nötkött på 0,1 mg bly/kg, jämfört med tre kråkor innan putsning (tabell 3). En av de oputsade kråkorna fick ett mycket högt värde, då det fanns kvar ett helt blyhagel i bröstmuskeln. I figur 15 visas röntgen bilder av kråkor skjutna med sportskyttepatronen Saga Elite med hagelstorlek US 7. Fyra kråkor hade hagel kvar i bröstmuskeln och sex kråkor hade fragment synliga på röntgen. Av de skottrensade kråkorna skjutna med sportskyttepatronen Saga Elite Sporting låg åtta av tio över 0,1 mg/kg. De oputsade kråkorna skjutna med sportskyttepatronen hade en medelhalt på 39,3 mg/kg, vilket motsvarar nära 400 gånger gränsvärdet. De skottrensade kråkorna skjutna med jaktpatronen hade signifikant lägre blyhalt än de skottrensade kråkorna skjutna med sportskyttepatronen (Mann-Whitney; Z= 3,14 n=10+10; p= 0,002), (figur 16).

De renskurna proverna från haren skjutna med blyhagel varierade mellan 0,02 och 5,5 mg/kg, medan proverna från det hagelskjutna rådjuret varierade mellan 0,1 och 21 mg/kg. Även för hagelskjutet hårvilt syntes fragment på röntgenbilderna (figur 17).



Figur 15. Tio urbröstade kråkor skjutna med sportskyttepatronen Saga Elite med hagelstorlek US 7. Fyra kråkor hade hagel kvar i bröstmuskeln och sex kråkor hade fragment synliga på röntgen (markerade med röda ringar). Efter att bröstbenet tagits bort och bröstfileerna putsats så låg blyhalten fortfarande över gränsvärdet för nötkött för åtta av tio kråkor.



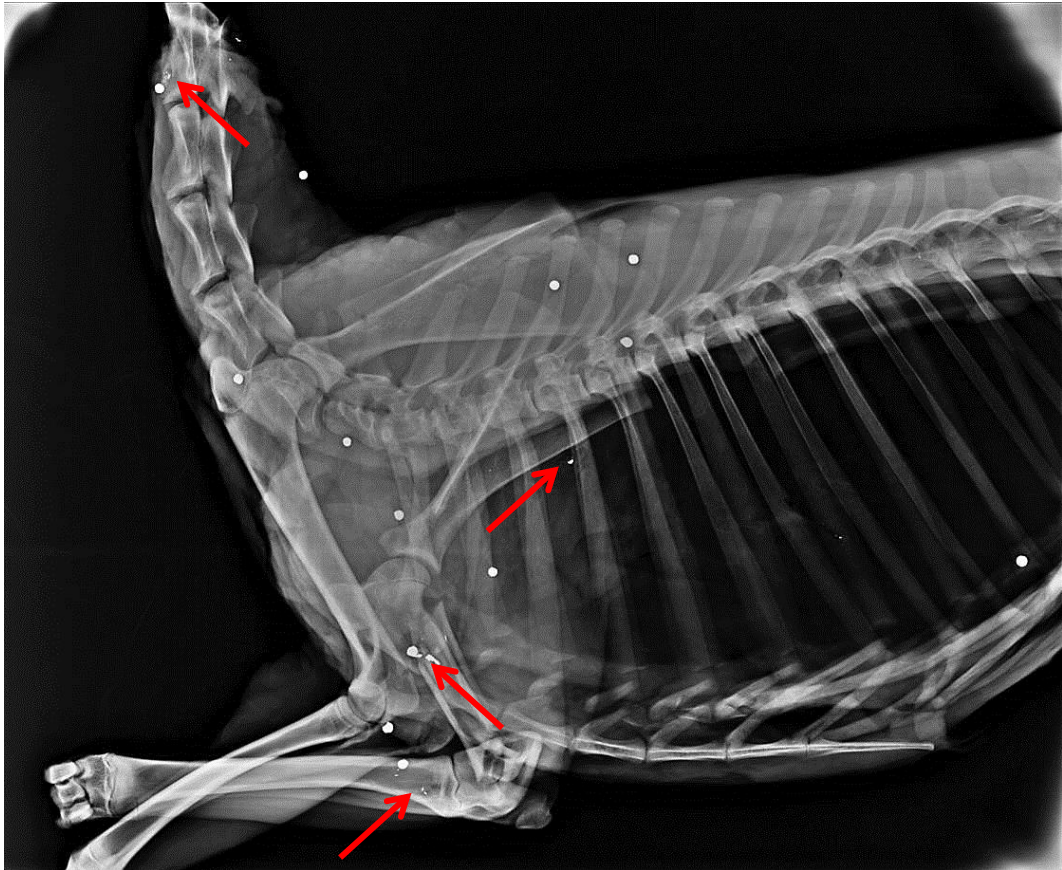
Figur 16. Kråkor skjutna med sportskyttepatronen Saga hade högre blyhalter än kråkor skjutna med jakttskyttepatronen Gyttrorp Grouse, samtidigt som putsade bröstmuskler hade klart lägre blyhalt än oputsade. Blyhalten har logaritmerats för att åskådliggöra variationen vid lägre koncentrationer. Den röda linjen visar gränsvärdet för bly i kött från nöt, svin, får och fjäderfä som ska saluföras. Gränsvärde saknas för viltkött.

Tabell 3. Blyhalter i kråkor (K) skjutna med hagel av olika märken, Saga och Gyttorp.
Halt bly i mg/kg.

Ammunitionstyp					
	Saga		Gyttorp**		
Individ	Oputsad*	Renskuren	Individ	Oputsad	Renskuren
K1	39,3	0,148	K11	0,822	0,009
K2	39,3	0,102	K12	0,016	0,014
K3	39,3	0,931	K13	0,033	0,012
K4	39,3	0,111	K14	1835	0,072
K5	39,3	0,050	K15	0,680	0,862
K6	39,3	0,037	K16	0,009	0,007
K7	39,3	6,07	K17	0,023	0,007
K8	39,3	5,02	K18	0,014	0,011
K9	39,3	0,832	K19	0,021	0,005
K10	39,3	1,23	K20	0,006	< 0,004
Medelv	39,3	1,45	Medelv	184 (0,18)	0,10
Median	-	0,49	Median	0,02 (0,02)	0,01
Stdav	-	2,21	Stdav	580 (0,33)	0,27
Max	-	6	Max	1835(0,86)	0,86
Antal prov	10	11	Antal prov	10 (9)	11

* Puts från alla individer slogs samman till ett enda prov som analyserades, och därmed kan bara ett genomsnitt för oputsade bröstfiléer beräknas för kråkor skjutna med Saga.

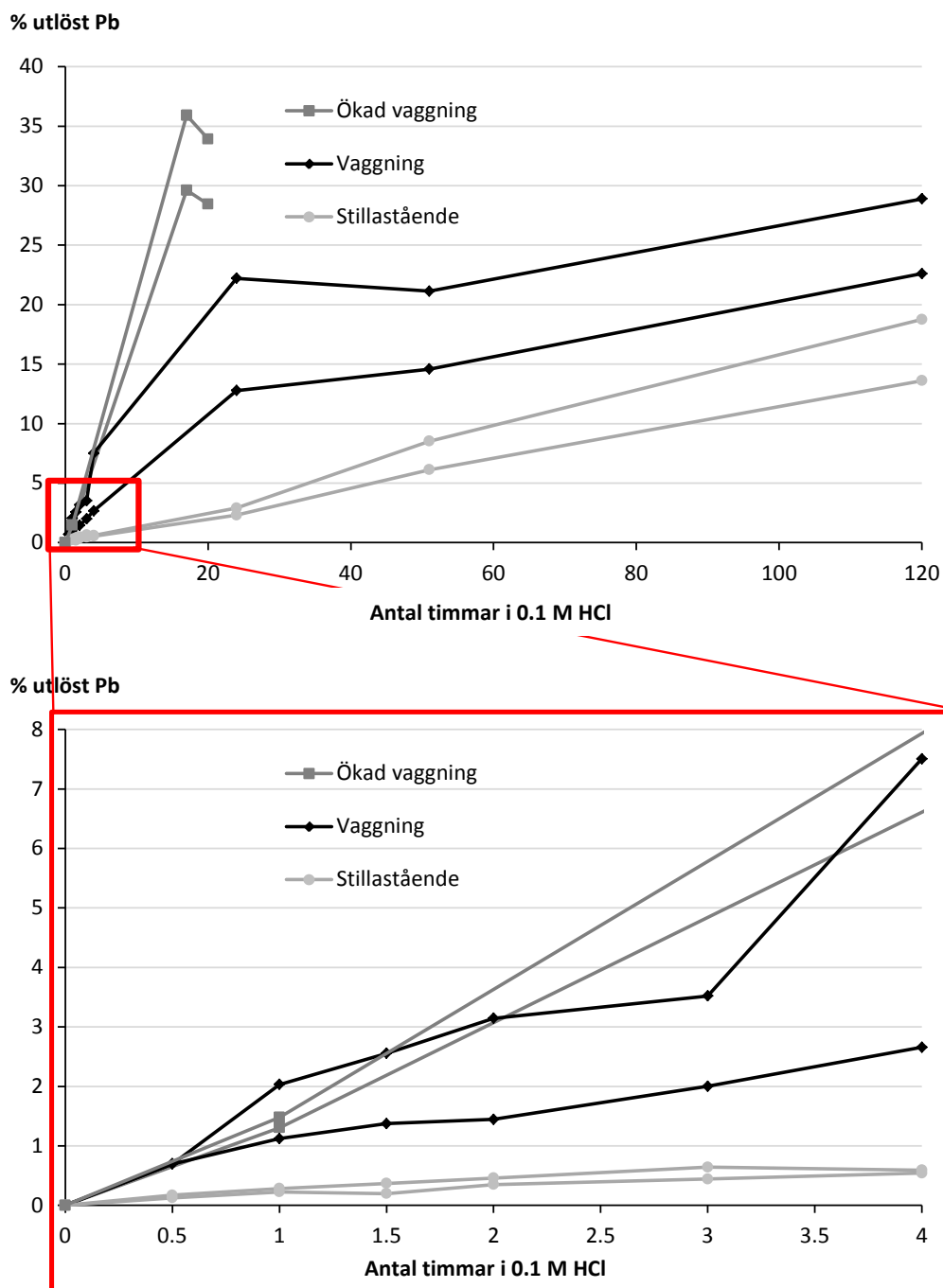
** Värden inom parentes är beräknade utan K14 oputsad 1835 mg/kg.



Figur 17. Rådjur skjutet med blyhagel. På bilden syns både hela hagel och fragment från hagel som träffat ben. Några av fragmenten har markerats med röda pilar.

Löslighet av metalliskt bly

Resultat från löslighetsförsöken kan ses i figur 18 där andelen upplöst bly redovisas i procent som funktion av tid. Figuren visar att prover som haft en vaggande rörelse har högre andel utlöst bly än de stillastående proverna redan efter den första halvtimmen. Efter 1 timme har 1-2 procent bly lösts ut i de vaggade proverna medan det i de helt stillastående proverna lösts ut strax under 0,5 procent bly. Skillnad mellan stillastående prov och vaggade prover ökar med tiden. Figuren visar också att om man ökar hastigheten på den vaggande rörelsen så löses bly ut fortare ("Ökad vaggning" jämfört med "Vaggning"). Efter två dygn stoppas den vaggande rörelsen och alla prover var därefter stillastående under resten av försöket. Detta kan ses i det övre diagrammet i figur 18 då alla fyra prover från och med 51 timmar visar samma utlösningshastighet (samma lutning). I försöket med "Ökad vaggning" togs inga delprover efter 20 timmar. Lösningarna lämnades istället stillastående och efter tre månader kunde inga synliga spår av blypartiklar längre ses i något av provrören.



Figur 18. Andel av bly (Pb) i procent som lösts ut i magsäckslignande miljö (0,1 M saltsyra) efter en viss tid. Vid start placerades 8 mg metalliskt bly i form av metallspån i 40 ml saltsyra. De fyra översta mörkare kurvorna visar procent utlöst bly från prov som vaggades sakta med olika hastighet, "Vaggning" respektive med "Ökad vaggning". De två nedersta ljusare kurvorna visar procent utlöst bly från stillastående prov.

Analysresultat för några andra metaller

I älgfärsen, som analyserades med ICP-AES, utvärderades samtidigt med bly även halter av kadmium, koppar, zink, mangan, nickel, och vanadin. Halterna av kadmium, nickel och vanadin är genomgående mycket låga och ligger under detektionsgränsen. Halten av koppar, zink och mangan motsvarar ungefär de nivåer som man normalt hittar i muskel från tamdjur. Inte i något fall är halten så hög att ett metallfragment skulle kunna misstänkas vara orsaken.

Vid ICP-MS analys av de olika styckdelarna utvärderades halter även av koppar och antimon. Inga förhöjda halter av koppar kunde konstateras i proverna från kulskjutna djur, jämfört med bakgrundsvärden från trafikdödat vilt. Endast ett vildsvin visade förhöjd halt av antimon, 1,6 mg/kg jämfört med övriga prov som låg under 0,01 mg/kg.

Diskussion

Generellt

Resultaten visar att det ofta fanns höga halter av bly i viltkött som är avsett för konsumtion. Kring 30 procent av de undersökta älgfärspaketen och styckdetaljerna innehåller blyhalter som låg över gränsvärdet för bly i nötkött (0,10 mg/kg). Halterna varierade från under detektiongränsen upp till hundratals mg/kg. Det finns flera studier som visar att höga halter av bly förekommer i viltkött i Europa och i tabell 4 är några av dessa resultat sammanställda. Medianvärdena i de olika studierna är förhållandevis låga och de flesta ligger kring 0,02-0,03 mg/kg och även i dessa studier har man uppmätt hundratals mg bly/kg kött. Medianvärdena i tabell 4 är cirka 2-3 ggr högre än normalnivån av bly i kött på den svenska marknaden, < 0,008 mg/kg (tabell 5). Resultaten i tabell 5 är erhållna från ackrediterade analysmetoder där små delprov på cirka 1 g tas ut för analys. De nivåer som erhålls ligger nära eller under kvantifieringsgränsen för analysmetoderna. Vid en analys av näringsämnen i muskel från älg (n=6) analyserades även bly och medelhalten var 0,011 (<0,005-0,029) mg/kg (Livsmedelsverkets rapport 18/2008). Även här kunde man se en blyhalt som något översteg normalnivån i okontaminerat kött. Detta betyder att man vid rutinanalyser, där endast ett mindre delprov analyseras, kan detektera spår av blyrester om än i mindre omfattning än med Linboes metod (Lindboe2012).

Resultaten från löslighetsförsöken visar att metalliskt bly löser sig i saltsyra som har samma koncentration som finns i magsäcken. Lösligheten ökar med ökad rörelse i provet.

Tabell 4. Resultat från studier av förekomst blyammunitionsrester i viltkött.

	Art	Ammunition	Antal prov	Median, mg/kg	Medel mg/kg	Std. av. mg/kg	Max. mg/kg	% över 0.1 mg/kg
EFSA ^a	vilt	-	2521	0,02	3,15	-	867	-
BfR ^b	vildsvin	kula	-	0,02	4,7	-	288	-
SLV ^c	vildsvin, rådjur, dovkalv	kula	104	0,050	9,9	35	235	43
NVI ^d	älgfärs	kula	52	0,3	5,6	20	110	31
SLV ^c	älgfärs	kula	54	0,027	0,9	3,0	31	33
IREC ^e	fågel	hagel	128	-	2,55	0,75	-	55
SLV ^c	fågel	hagel	20	0,06	0,78 (111) ^f	1,7	6	45

^a Efsa, 2010a. EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); Scientific opinion on lead in food. EFSA J. 8(4), 1570.

^b Bundesinstitut für Risikobewertung, "Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung", Stellungnahme Nr. 040/2011.

^c Livsmedelsverket, Sverige, 2014. Resultat från denna rapport, tabell 1, 2 och 3 (utan sårkanal och puts) samt bilaga 2.

^d Lindboe, M., et al. Lead concentration in meat from lead-killed moose and predicted human exposure using Monte Carlo simulation. Food Additives and Contaminants (2012) 1-6, iFirst.

^e Mateo, R., et al. 2010. Bioaccessibility of Pb from ammunition in game meat is affected by cooking treatment. PLoS One 6, e15892.

^f Värdet inom parentes, 111 mg/kg, visar blyhalt i oputsade kråkor.

Tabell 5. Analyser av bly i olika sorters kött utförda i Livsmedelsverkets regi år 2011-2013. Analyserna är utförda med ackrediterade rutinmetoder med små delprover (cirka 1 gram). Allt viltkött och det mesta av övrigt kött kommer från vilthanteringsanläggningar i Sverige. Resten är köpt i butik.

Djur	n	Medel mg/kg/kg	Max mg/kg
Älg ^{1,2}	71	0,010	0,143
Vildsvin ^{1,2}	23	< 0,008	
Rådjur ^{1,2}	18	< 0,008	< 0,008
Dovhjort ²	4	< 0,008	< 0,008
Kronhjort ²	1	0,003	
Ren ²	5	< 0,008	< 0,008
Lamm ²	4	< 0,002	< 0,002
Nöt ²	10	< 0,002	< 0,002
Kalkonbröst ²	1	< 0,002	

¹ Proverna har analyserats på ALS Scandinavia i Luleå. Källa: Livsmedelsverkets rapportserie 9/2012. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Uppsala: Livsmedelsverket.

² Alla prov består samlingsprov där 4-10 olika köttprov ingår i varje prov. Analyser utförda på Livsmedelsverket. Källa: Livsmedelsverkets rapportserie 24/2013. Kött - analys av näringsämnen. Uppsala: Livsmedelsverket.

Viltkött från kulskjutna djur

Analyserna av röntgenbilder visade att vilt som skjutits med expanderande kulor med blykärna regelmässigt innehöll hundratals blyfragment av varierande storlek innan skottrensning och haltanalyserna visade att kött från sårkanalen innehöll mycket höga halter bly. Resultaten visar god överensstämmelse med tidigare studier (ex. Dobrowolska & Mellosik 2008, Hunt m.fl. 2009, Knott m.fl. 2010, Lindboe m.fl. 2010).

Hunt m.fl. (2008) lät frakta skjutna och röntgade vitsvanshjortar till olika kommersiella slakterier, som fick i uppdrag att stycka djuren i benfritt kött samt färs. Efter styckningen röntgades alla färspaket; fragment kunde konstateras i 32 procent av alla köttfärspaket totalt, i något paket från 80 procent av slaktkropparna och i genomsnitt i 32 procent av paketen från varje enskild hjort (Hunt m.fl. 2009). Våra undersökningar visar att sårkanalen i rådjur, dovkalvar och vildsvin skjutna med kulor med blykärna innehöll hundratals kulfragment, precis som i undersökningarna av Hunt m.fl (2009) och Knott m.fl. (2010). Färspaketet och styckdetaljer avsedda för konsumtion innehöll färre fragment eller inga fragment alls som kunde urskiljas på röntgen. Gångse skottrensning tar följaktligen bort den absoluta merparten av fragmenten. Enstaka fragment räcker dock för att ge oacceptabla blyhalter, och det krävs ytterligare skottrensning för att få bort allt bly (Hunt m.fl. 2009, resultat ovan).

Sannolikheten att det förekommer blyrester i viltkött avsett för konsumtion kommer i stor utsträckning bero på hur mycket kött som skärs bort vid skottreningen. Hunt m.fl (2009) fann att fragment kunde sitta så långt ifrån varandra som 45 cm, vilket skulle ge en spridning på upp till 22,5 cm från sårkanalen. Dobrowolska & Melosik mätte blyhalter ut till 30 cm från sårkanalen på vildsvin och kronvilt, och fann att köttet fortfarande höll blyhalter över gränsvärdet för bly i nötkött för 8/10 av vildsvinen och 5/10 av kronviltet. Vidare konstaterade författarna att blyhalterna var högre i köttet från ingångssidan jämfört med utgångssidan hos tyngre individer, medan det förhöll sig tvärtom för lättare individer. Skillnaden föreslogs bero på att en kula som träffar en tyngre individ möter ett större motstånd och därmed expanderar snabbare, samtidigt som sårkanalen är längre i ett större och tyngre djur. Därmed avsätts en större andel av fragmenten i den första hälften av sårkanalen (Dobrowolska & Melosik 2008). Studien omfattade tio kronvilt och tio vildsvin som skjutits med okänd ammunition. Stickprovsstorleken är därmed relativt liten, samtidigt som variation i val av ammunition med säkerhet står för en del av variationen i blyhalter. Trots detta visar resultaten tydligt att halter av bly kan vara höga från själva sårkanalen. Dobrowolska & Melosik (2008) drar slutsatsen att det är nödvändigt att skottrensa med marginal utanför det blodsprängda köttet runt sårkanalen.

Våra resultat visar att det förekom mätbara halter av bly i 54 procent av älgfärspaketet, och att det förekom fragment synliga på röntgen i 35 procent av paketen. I vår undersökning samlades dock bara ett färspaket in från varje jägare. Det är sannolikt att det förekom paket med fragment och förhöjda blyhalter även från de älgar där vårt analyserade

prov inte visade på någon förhöjd halt. Vår totala andel paket som innehöll fragment är mycket lik den som Hunt m.fl. (2009) fann (35 jämfört med 32 procent). Resultaten från Hunt m.fl. (2009) kan därmed möjligen ge en fingervisning om hur stor andel av älgarna som inte skottrensats tillräckligt noga för att få bort allt bly. Vitsvanshjortar är dock betydligt mindre än älgar. En kula som träffar en älg möter ett större motstånd och kommer ge en längre sårkanal än en kula som träffar en vitsvanshjort, vilket sannolikt ger en större mängd avsatt bly i form av fragment runt sårkanalen. Samtidigt får man en ”utspädande” effekt av en större mängd viltkött för älgarna vid styckning och malning, vilket ger en minskad sannolikhet att man återfinner fragment i ett givet färspaket. Den relativa betydelsen av de två faktorerna går inte att avgöra, men det framstår som givet att andelen slaktkroppar av älg där minst ett färspaket innehåller fragment eller mätbara halter av bly är klart högre än 35 respektive 54 procent. I en motsvarande norsk undersökning där man undersökte blyhalten i älgfärspaket från jägarkåren fann man förhöjda halter i 80 procent av paketen (Lindboe m.fl. 2012).

Vi fann mätbara halter bly i fem av sex älgfärspaket köpta över disk, och medelhalten var högre än i älgfärsen från jägarkårens frysar. Materialet är dock inte tillräckligt stort för att jämföra färs från privata jägare med färs köpt över disk med någon statistisk säkerhet. Även Lindeboe m.fl. (2012) fann blyhalter över gränsvärdet för nötkött i älgfärs köpt över disk i Norge och i en undersökning av blodblyhalter hos konsumenter av viltkött i Norge hade de som köpt viltköttet över disk högre blodblyhalter än de som ätit av privat viltkött (VKM 2013). Vidare baseras undersökningen av Hunt m.fl. (2009), (se ovan) på professionellt slaktat vilt. Problemet med blyrester från ammunition i viltkött är följaktligen inte isolerat till vilt slaktat privat för egen konsumtion, utan gäller även professionellt hanterat viltkött som saluförs.

Mängden och storleken på fragmenten påverkades av om kulan mött ett hårt motstånd eller inte för vildsvinsbogarna. Skillnaden i mängd och storlek på fragmenten avspeglades även i skillnad i blyhalt för kött från sårkanalen, vilket är ett resultat som man även funnit i tidigare studier (ex. Dobrowolska & Melosik 2008).

Motsvarande mönster saknades dock för rådjur och dovkalvar i vår studie. Det kan finnas flera skäl till detta. För det första så är vårt material litet, vilket innebär att det bara kommer att vara möjligt att statistiskt visa på relativt stora effekter och skillnader. För det andra är överarmsbenet från rådjur och dovhjort mindre kraftigt än överarmsbenet från ett vildsvin, vilket minskar skillnaden i motstånd vid olika skottplacering. För det tredje så lades prover från ingångs- och utgångssidan samman vid analysen av halter för rådjur och dovkalvar. Därmed får man en ”utspädningseffekt” med mindre påverkat kött när kulan bara slagit igenom överarmsbenet på den ena sidan, vilket oftast var fallet.

Blyhalterna från sårkanalerna var betydligt högre för vildsvinsbogarna än för rådjur och dovkalvar. Även de senare innehöll dock i medeltal flera hundra mg bly/kg, samtidigt som det renskurna bogköttet innehöll flera tiotal mg bly/kg.

Blyhalten minskade snabbt från sårkanalen till 10 cm från sårkanalen för vildsvinsbogar, medan det inte fanns några signifikanta skillnader mellan 5-10 cm och 10-15 cm från sårkanalen. Även för rådjur och dovkalvar minskade blyhalten med ökande avstånd från sårkanalen, och minskningstakten avtog även här med ökat avstånd. I styckdetaljerna längst från sårkanalen hittades inga mätbara halter av bly ($< 0,004$ mg/kg).

Tyska Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) har tillsammans med Deutsche Jagdverband genomfört motsvarande studier i Tyskland, men på ett betydligt mer omfattande material av rådjur, vildsvin och kronhjort. Slutrapporten är inte publicerad ännu, men i redovisningar av resultaten anger BfR att man funnit förhöjda blyhalter även i stekarna från rådjur skjutna med kulor med blykärna (Lahrssen-Wiederholt 2014). I stekar analyserade i vår studie finner vi däremot inga förhöjda blyhalter. Här skiljer sig följaktligen våra resultat baserade på ett mycket begränsat antal djur från de tyska resultaten med ett betydligt större material. Det finns många olika faktorer som kan bidra till eventuella skillnader, som exempelvis antalet fällda vilt som studerats, vilka kalibrar som använts, val av ammunitionstyper, skottplacering och avstånd, förfarande vid urtagning och skottrensning samt provtagningsrutiner. Det är inte möjligt att avgöra vad som givit skillnaderna i resultat mellan undersökningarna.

De flesta blyfragmenten är små, platta och mjuka. De kan lätt sköljas med av blodet i brösthålan, vilket var uppenbart vid analysen av röntgenbilderna. Det fanns även rikligt med blyfragment i blodutgjutningarna mellan bogar och bröstkorgen. Detta är något man bör ta hänsyn till vid urtagning och skottrensning. Det är även lätt att sprida blyfragment med kniv eller skärbräda. I några fall föreföll det troligt att fragment kan ha spritts från området runt sårkanalen till andra delar av slaktkroppen, då enstaka fragment hittades 10-15 cm från sårkanalen trots att köttet 5-10 cm från sårkanalen saknat fragment. Det förefaller inte sannolikt att små, lätta fragment förts dit genom tryckvågen av kulan. Även här bör hanteringsrutiner utformas så att man minimerar överföring av fragment mellan olika delar av slaktkroppen.

Faktorer som påverkar mängden fragment från kulor

Hur mycket en kula expanderar och hur mycket blyfragment som lossnar från kulan beror på kulans konstruktion, kulans hastighet och vilket motstånd kulan möter. Kulans hastighet kommer att bestämmas av utgångshastigheten när den lämnar vapnet, och avståndet till målet.

Hunt m.fl (2009) röntgade 30 urtagna vitsvanshjortar, *Odocoileus virginianus*, som skjutits med den vanligast använda kulan med blykärna i Wyoming, USA. Slaktkropparna innehöll i medeltal 136 fragment, som kunde konstateras bestå av bly med samma isotopsammansättning som ammunitionsbly. Knott m.fl. (2010) lät på motsvarande sätt skjuta tio kronvilt och två rådjur. De urtagna slaktkropparna innehöll i genomsnitt 356 fragment som kunde ses på röntgen, och ett genomsnittligt fragment vägde 3,7 mg. Utifrån antalet fragment och fragmentens storlek beräknade Knott m.fl. (2010) att det i genomsnitt avsatte 1,2 gram kulfragment i slaktkropparna (Knott m.fl 2010).

Stokke m.fl. (2010) har undersökt ett stort antal kulor som samlats in från skjutna älgar i Sverige, Norge och Finland. De undersökta kulorna tappade i genomsnitt 2,69 gram vikt, och jägarna som samlat in kulorna uppgav att de i medeltal använt 1,4 skott per älg. Författarna drog slutsatsen att 3,77 gram bly avsatts som fragment i en genomsnittlig älg skjuten i Fennoskandia. De bortser dock då från att delar av viktförlusten hos en kula består av manteln. Denna andel skiljer stort mellan olika kulfabrikat och modeller, men för kulorna som användes i Hunt et al (2009) utgjorde exempelvis blykärnan 68 procent av kulans vikt. Vidare kunde Stokke m.fl. (2010) inte undersöka de kulor som gått igenom älgarna. Genomskott är vanligare än att kulan stannar i älgen, vilket även Stokke m.fl. (2010) visade. Hårda kulor som avger mindre bly har större sannolikhet att ge genomslag, samtidigt som kulor som möter stort motstånd i form av ben avger mer bly och har större sannolikhet att stanna i djuret. Följaktligen kommer en undersökning enbart av de kulor som stannat i älgarna att ge en överskattning av mängden avsatt bly för en genomsnittlig älg. Används metoden att räkna och mäta fragment så sker istället troligen en viss underskattning av mängden avsatta fragment, då riktigt små fragment inte ses på röntgen.

Skillnaden mellan metoderna saknar dock större betydelse för slutsatserna när det gäller hanteringsrekommendationer, med tanke på vilka mängder bly det handlar om. Utgår man från gränsvärdet på 0,1 mg/kg som gäller för bly i kött från nöt, får, svin och fjäderfä som ska saluföras, så räcker den lägre siffran 1,2 gram avsatt bly för att kontaminera 12 ton viltkött till gränsvärdet. Ett enda, genomsnittligt fragment på 3,7 milligram räcker för att kontaminera 37 kilo viltkött. Det motsvarar ungefär tre gånger slaktvikten för ett rådjur eller en dovkalv. Även om man skulle korrigera vikten av de avsatta kulfragmenten för andelen bly av kulvikten så är fortfarande siffrorna mycket höga, sett utifrån gränsvärdet. Det är dock inte hur mycket bly som avsätts som är intressant, utan hur mycket som blir kvar efter skottrensning.

Kaliber

Hunt m.fl. (2009) lät skjuta alla vitsvanshjortar med en standardkula med blykärna i kaliber 7 mm Remington Magnum, medan Knott m.fl (2010) använde samma förfarande men med kaliber .270 Winchester. De rådjur och dovkalvar som analyserades här sköts alla med kaliber .308 Winchester, vilket är en av de vanligaste kalibrarna som används i Sverige. Den räcker med marginal för att uppfylla energikraven för klass 1 vapen, vilket krävs för att skjuta de största viltarterna i Sverige (ex. älg, vildsvin, björn, kronhjort och dovhjort). Kalibern ligger dock i den undre delen av segmentet kalibrar som uppfyller kraven för klass 1. Hade en grövre kaliber (större diameter på kulan) eller en snabbare kaliber (högre utgångshastighet) använts, så hade troligen en större mängd bly avsatts i form av fragment för en given kulkonstruktion, skottplacering och avstånd till viltet. De kalibrar som Hunt m.fl. (2009) och Knott m.fl. (2010) använde är snabbare än .308 Winchester, men resultaten förefaller åtminstone kvalitativt jämförbara.

Avstånd till viltet

Rådjuren och dovkalvarna sköts på 60-130 meter, vilket får sägas vara normala avstånd vid svensk jakt efter dessa villebråd med kulvapen. Samtidigt förekommer såväl kortare som längre skjutavstånd, vilket kommer resultera i högre respektive lägre anslagshastighet. Därmed kommer även sårkanalens storlek och mängden bly i slaktkroppen variera mer än i undersökningen.

Kulans fysiska och kemiska utformning

Hur mycket en kula med blykärna expanderar vid en given hastighet och ett givet motstånd bestäms av mantelns tjocklek, mantelns konstruktion, om blykärnan förenats med manteln (bondad eller ej), samt i vilken utsträckning man tillsatt antimons till blyet i kärnan (se även ovan). Här användes endast tre olika kulor med blykärna för att skjuta rådjuren samt dovkalvarna. Det finns dock hundratals olika kulor bara i kaliber .308 Win., där en del är mjukare (släpper mer bly) medan andra är hårdare (släpper mindre bly) än de som undersöktes. Även här kommer man följaktligen att finna en större variation i sårkanalens storlek och mängden blyfragment vid praktisk jakt än i undersökningen.

Bondade kulor har en större restvikt än obondade och man borde därmed möjligen förvänta sig högre blyhalter i köttet från sårkanalen för konventionella kulor än för bondade. I vår undersökning fanns dock ingen skillnad. Det mycket begränsade materialet gör det svårt att finna annat än mycket tydliga skillnader. En begränsad expansionsskjutning av de kulor som använts visade att skillnaden i restvikt mellan de två kulor som huvudsakligen använts var mycket liten. Vidare är det möjligt att sårkanalen blir större för konventionella kulor än för bondade, vilket gör att mer kött skärs bort. Därmed kommer en större absolut mängd avsatt bly att ”spädas ut” med mer kött, vilket ger en lägre halt än om samma mängd bly avsatts i en mindre sårkanal. Detta skulle kunna förklara avsaknaden av skillnad i halt för sårkanalerna. Ser man till de delar som ska konsumeras behöver självfallet halterna inte skilja alls om man skottensat tillräckligt för bägge kul typerna.

En annan tänkbar förklaring till att vi inte fann några skillnader mellan kul typerna är att allt bly inte lösts ut vid analyserna. När vi röntgade om de urlakade proverna från vildsvinsbögarna kunde vi konstatera att det fortfarande fanns metallfragment kvar, som därmed inte lösts upp helt i en del av proverna. Detta gällde framför allt i sårkanalprover som innehöll fler och större fragment. Det kommer att ta längre tid för stora fragment att lösa ut än för små fragment. Det innebär att det troligen kommer att vara större risk att allt bly inte lösts ut för konventionella än för bondade kulor, vilket också skulle kunna bidra till att vi inte fann någon skillnad i blyhalt för sårkanalerna.

Tyska BfR jämförde också bondade och obondade kulor i sitt mer omfattande material. De fann inte några lägre blyhalter för bondade än för konventionella kulor i styckdetaljerna, och i en del fall till och med högre halter i bondade kulor (Lahrssen-Wiederholt 2014).

Fördelningen av fragmentstorlekar är sannolikt viktig för upptaget om viltkött med blyfragment förtärs. Små fragment har en större yta i förhållande till sin volym, och kommer därmed lösas upp snabbare än större fragment i den sura miljön i magen. Större fragment kommer sannolikt bara att lösas upp delvis, innan de transporteras vidare till tarmarnas mer basiska miljö. Därmed är det möjligt att en mindre mängd bly i form av små fragment kan ge en större mängd upptaget bly än en större totalmängd bly fördelad på stora och små fragment. Det finns dock fall beskrivna i litteraturen där människor blivit blyförgiftade av större partiklar som fastnat i deras mage/tarmsystem (Gustavsson 2005). Efter att blypartikeln avlägsnats har symtomen försvunnit.

Varken de svenska eller de tyska resultaten visar att risken för att få i sig blyrester från ammunition är mindre med bondade än med obondade kulor.

Hantering av kulskjutet vilt

Det finns som synes ovan en mängd olika faktorer som påverkar hur mycket blyfragment som avsätts, vilket gör det svårt att ge entydiga hanteringsrekommendationer. Generellt gäller att en högre hastighet och en större expanderad diameter kommer att ge en större tryckvåg och därmed en större sårkanal. Fler fragment kommer också att bidra till en större sårkanal. Mycket av variationen ligger följaktligen i själva sårkanalens storlek. En rekommendation som bygger på att ta bort allt påverkat kött (sårkanalen), samt en marginal opåverkat kött, fångar troligen bättre den befintliga variationen i spridningen av blyfragment än en rekommendation som enbart säger ”skär bort x cm”. Vidare är en rekommendation som utgår från sårkanalen sannolikt enklare att tillämpa för jägarkåren och vilthanteringsanläggningar, samtidigt som mindre kött skärs bort i onödan.

Hur mycket kött som totalt behöver tas bort kommer att bero på vilket motstånd kulan mött, kaliber, kulkonstruktion och anslagshastigheten. Högre hastighet och högre motstånd kommer att ge fler fragment, vilket innebär att själva sårkanalen kommer att bli större i diameter. I de undersökta djuren omfattade själva sårkanalen definierad som allt påverkat kött normalt 5-15 cm i radie (sårkanal + 10 mm opåverkat kött). Normalt kommer man därmed att tvingas skära bort 15-25 cm i radie runt själva hålet efter kulan, för att nå en acceptabel sannolikhet att viltköttet inte innehåller rester av blykärnan. För mindre klövvilt som rådjur och dovkalvar kan man därmed inte äta bogkött från ett djur som skjutits genom eller precis bakom bogen, utan att man med relativt stor sannolikhet får blyfragment i köttet.

Förhindra spridning av blyfragment vid urtagning och styckning

Blyfragment förekom både spritt i brösthålan, och i blodutgjutningar mellan bogarna och bröstkorgen. För att minimera risken att få med blyrester i viltkött avsett för konsumtion bör man dels vara noga med att putsa bort blodutgjutningar, dels anpassa urtagningen. Traditionellt tas vilt ofta ur i skogen, genom att man skär igenom mellangärdet och tar ur alla inre organ. Blodet från brösthålan sköljer då även bak i bukhålan, och tar med sig en del av eventuella blyfragment. Ett mer lämpligt förfarande är att inte skära igenom mellangärdet om kulan bara gått genom brösthålan, utan bara ta ur organen ur bukhålan. Hjärta och lungor kan tas ur efter att man transporterat viltet ur skogen. Helst bör brösthålan tas ur med viltet hängande i bakbenen, vilket gör att blodet rinner ur kroppen utan att ta med blyrester till bukhålan och bakkroppen. Detta förfarande rekommenderas redan nu som normalt tillvägagångssätt för god slakthygien, men minskad spridning av blyfragment är ytterligare ett skäl att inte skära igenom mellangärdet i onödan. Självfallet är det möjligt att ta ur djuret hängande i bakbenen i skogen om man så önskar och har möjlighet att hissa upp djuret.

Oavsiktlig spridning av fragment kommer att förekomma i jägarnas praktiska köttantering, såvida man inte vidtar åtgärder för att förhindra detta. Skottrensning av hängande vilt minskar risken att fragment sprids mellan styckbitar som hanteras på samma skärbräda. Därutöver är det även nödvändigt att noga torka av eller diska kniven efter man rensat bort själva sårkanalen, samt ännu en gång efter att ha skurit bort en marginal av opåverkat kött.

Brösthålan kommer fortfarande ha en del blyfragment på insidan efter urtagningen. En del av dessa kan torkas bort med papper, eller möjligen sköljas bort med rent vatten med lågt tryck. Det är dock mycket viktigt att se till att man inte sprider fragmenten till andra delar av slaktkroppen, antingen med pappret eller med vattnet. Det finns undersökningar som visar att sköljning av slaktkroppar sprider blyfragment (Cornicelli & Grund 2008). Vidare rekommenderas av hygienska skäl generellt inte att man sköljer slaktkroppar annat än i professionella anläggningar med kontrollerat vatten och där man kan kontrollera luftfuktighet (Svenska Jägareförbundet utbildning i köttantering).

Viltkött från hagelskjutet vilt

Såväl kråkor som rådjur och fälthare uppvisade förhöjda blyhalter i viltköttet och förekomst av hagel och fragment från hagel i styckdetaljer. Det var kraftiga skillnader i blyhalt mellan de kråkor som skjutits med sportskyttepatronen och jaktpatronen. Kråkor skjutna med sportingpatronen innehöll fortfarande jämförelsevis höga halter av bly även efter att alla synliga sårkanaler efter enstaka hagel putsats bort. För jaktpatronen innehöll en av tio kråkor fortfarande halter över gränsvärdet för nötkött till avsalu efter skottrensning, jämfört med tre innan skottrensning. Det är omöjligt att säga om mönstret är representativt för sportskyttepatroner respektive jaktpatroner utifrån en jämförelse av en patron

från vardera kategorin, men det är uppenbart att det finns stora skillnader mellan olika patroner.

Resultaten överensstämmer med Pain m.fl. (2010), som fann hagel eller fragment av hagel i 87 procent av oputsat fågelvilt köpt över disk eller direkt av jägare. Tidigare har flera studier visat på förhöjda blodblyhalter hos grupper som konsumerar mycket hagelskjutet vilt (ex. Tsuji 2008 a,b). Enligt Green & Pain (2012) räcker det med 2-3 portioner hagelskjuten fågel per månad för att få effekter på barns emotionella utveckling. Äter man hagelskjuten fågel flera gånger per vecka kan man få höjd risk för kronisk njursjukdom eller ökad risk för missfall. De genomsnittshalter Green & Pain använde var 1,18 mg/kg, vilket är lägre än medelvärdet både för oputsade (39,2 mg/kg) och för putsade (1,45 mg/kg) kråkor skjutna med Sagaammunitionen i vår undersökning. Däremot låg medelvärdena för oputsade (0,18 mg/kg) och putsade kråkor (0,1 mg/kg) skjutna med jaktammunitionen Gyttopp Grouse klart lägre än halten som Green & Pain (2012) använde, om man bortser från den oputsade bröstfilet som innehöll ett helt hagel.

Undersökningen av hagelskjutet vilt utfördes huvudsakligen på kråkor, som storleksmässigt motsvarar mindre matvilt som exempelvis ringduva. Precis som för kulskjutet vilt så kommer hagel att fragmentera med större sannolikhet om de möter hårt motstånd än om de möter lätt motstånd. Finner man fragment i mindre vilt kan man följaktligen förvänta sig mer fragment i större vilt, för en given patron och hagelstorlek. Pain m.fl. (2010) fann fler fragment och fler hagel i större fågelvilt, vilket både kan vara en effekt av att en större kropp träffas av fler hagel och av att haglen fragmenterar lättare. Samtidigt får man dock en utspädande effekt av den större köttmängden i större vilt, vilket gör att blyhalten per kilo inte behöver bli större. Slutligen kompliceras det hela av att man använder grövre hagel till större vilt, vilket kan påverka sannolikheten att hagel fragmenterar.

I vår studie hade hagel fragmenterat när de träffat ben både för den hagelskjutna haren och för rådjuret, som bägge hade halter som låg 10 till 100 gånger gränsvärdet för bly (0,10 mg/kg) som gäller för bly i kött från nöt, svin, får och fjäderfä som ska saluföras. Materialet för hagelskjutet hårvilt är alltför litet för att dra några säkra kvantitativa slutsatser, men det är uppenbart att det kan förekomma höga blyhalter även i hagelskjutet hårvilt.

Det behövs ytterligare studier av hagelskjutet vilt för att utröna skillnader i fragmentering mellan olika patroner och viltslag.

Hantering av hagelskjutet vilt

Alla jägare skottrensar troligen runt sårkanalen från en kula, om än i olika stor omfattning. För hagelskjutet vilt skär de flesta troligen bort blodutgjutningar, medan få skär bort köttet runt varje sårkanal. Utifrån de skjutna kråkorna förefaller det dock som om man bör putsa bort både blodutgjutningar och kött runt hagelkanalerna för att minska risken att få bly i viltköttet. Det räcker inte med att putsa bort blodutgjutningarna. Putsning av sår-

kanaler minskar samtidigt risken för att man får med hela blyhagel i viltköttet, vilket i sällsynta fall kan få allvarliga konsekvenser i form av akut blyförgiftning (Gustavsson 2005, Treble 2002). Med tanke på att analyserna visar på både fragment och höga halter av bly även för hårviltet bör samma tillvägagångssätt användas här.

Den undersökta patronen Saga Elite Sporting ger mycket höga halter av bly även i putsat kött, men det går inte att säga om detta är ett generellt mönster för sportskyttepatroner.

Andra metaller än bly

Både kulor och hagel innehåller även andra metaller än bly, exempelvis koppar, antimon och zink. Eftersom koppar och zink är naturligt förekommande mineraler i kött förekommer de generellt i betydligt högre halter än bly, 1-3 mg/kg respektive 10-70 mg/kg, (Livsmedelsverkets rapportserie 24/2013) så är det inte lika lätt att se påverkan från ammunitionsrester för dessa metaller. Antimon finns normalt i låga halter i kött och ligger kring något enstaka mg per kg (opublicerade data, Livsmedelsverket 2014) och endast ett prov i denna studie gav en markant högre halt antimon.

Löslighet och upptag av bly i magsäcksmiljö

Resultaten visar att den vaggande rörelsen bidrar till att blypartiklarna löses upp snabbare. Det förhållandevis mjuka lager av blyklorid, som bildas på ytan av blyspånet då det kommer i kontakt med saltsyran, skrapas troligen av vid rörelsen och gör det möjligt för ytterligare bly att lösas upp. När den vaggande rörelsen stoppas avstannar denna avskrapning och leder till att fortsatt utlösning av bly går långsammare. Upplösningstakten blir då lika i alla proverna oavsett om de vaggades från början eller var stillastående. De ojämnheter och dippar som kan ses i några av kurvorna kan tillskrivas att den bildade blykloriden fastnat på provrörets väggar och lossnat olika mycket vid de olika delprovtagningarna. Det finns publikationer som visar att halten bly i blodet ökar vid intag av metalliskt bly både hos människor (Gustavsson 2006, Treble 2002) och djur (ex. Oscarsson 1992, Hunt 2009) vilket tyder på att metalliskt bly i viss mån är tillgängligt för kroppen att ta upp i magsäck och tarm. Det finns också studier som visar att förmågan hos kroppen att ta upp bly påverkas av järnstatus, kalciumstatus, om det intas med annan föda eller på fastande mage (se mer information i *del 3 och 4*). Våra resultat visar endast den kemiska upplösningen av bly i närvaro av svag saltsyra som också finns i magsäcken. Resultaten visar tydligt att metalliskt bly löses upp och att upplösningen går snabbare vid ökad omrörning/rörelse. Exakt hur snabbt en blypartikel av en viss storlek skulle kunna lösas upp i magsäcken tillsammans med intaget viltkött tillagat på ett speciellt sätt tillsammans med annan föda och dryck är svårare att bestämma. Till detta kommer också frågan om hur

storleksfördelningen på blyfragmenten i viltköttet kan se ut och därmed påverka upplösningen.

Kvalitet på analysresultat

Den använda analysmetoden är inte någon vanlig rutinmetod utan speciellt framtagen för analys av rester av blyammunition i viltkött (Lindboe 2012). Metoden är inte ackrediterad och den är behäftad med en viss osäkerhet när viltprov med större blypartiklar analyseras då dessa partiklar eventuellt inte fullständigt hinner lösas upp. Detta leder till en underskattning av halten bly i viltköttet. De kvalitetskontroller som utförts på den använda metoden visar att de blyhalter som uppmätts kommer från viltkött som kontaminerats med bly och att metoden ger en tillräckligt god uppskattning av halten bly i viltkött.

De analystekniker, ICP-AES och ICP-MS som använts i studierna har olika fördelar och nackdelar. Fördelen med ICP-AES är att det förenklar provupparbetningen betydligt då man kan utföra analysen direkt på extraktet. En annan fördel med ICP-AES är att instrumentet klarar av att mäta högre halter av bly utan att instrumentet tar skada. En nackdel är att detektionsgränsen är sämre än för ICP-MS om man önskar mäta låga halter.

Slutkommentar

Det råder inget tvivel om att bly från ammunitionsrester kan finnas i höga halter i viltkött som är avsett för konsumtion. Det råder inte heller något som helst tvivel om att det finns viltkött som inte innehåller förhöjda halter av bly, dvs är helt opåverkat av bly från ammunitionsrester. Med rätt skottrensning är det möjligt att reducera halten bly i kulskjutet viltkött 1 000 gånger. Alternativt kan man använda blyfri ammunition.

Referenser

Axelsson, J. 2009. Bly från ammunition som förgiftningsrisk hos rovfåglar- en kunskapsöversikt. Viltforum 1/2009. Svenska Jägareförbundet.
http://jagareforbundet.se/Documents/Viltforum/Viltforum1_2009_Bly.pdf

AEWA 2009. Phasing Out the Use of Lead Shot for Hunting in Wetlands: Experiences made and Lessons Learned by AEWA Range States. <http://www.unep-aewa.org/en/publication/phasing-out-use-lead-shot-hunting-wetlands-experiences-made-and-lessons-learned-aewa>

Bjeremo, H., Sand, S., Nälsén, C., Lundh, T., Enghardt Barbieri, H., Pearson, M., Lindroos, A.K., Jönsson, B.A.G., Barregård, L., Darnerud, P.O. 2013a. Lead, mercury, and cadmium in blood and their relation to diet among Swedish adults. *Food Chem. Toxicol.* 57, 161-169.

Bly i viltkött – Riskhanteringsrapport, Livsmedelsverket juni 2012, Uppsala, Sverige

Christofferson, S., Karlsson, B., Bengtsson, G. & T. Mörner. Jägarskolan. Svenska Jägareförbundets förlag, Öster Malma.

Cornicelli L. & M. Grund. 2008. Examining variability associated with bullet fragmentation and deposition in white-tailed deer and domestic sheep: preliminary results. http://files.dnr.state.mn.us/fish_wildlife/lead/bulletstudy/resources/publicsummary.pdf

Dobrowolska, A. & M. Melosik. 2008. Bullet-derived lead in tissues of the wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*). *European Journal of Wildlife Research* 54:231–235

European Pharmacopoeia 01/2012:20903, 2.9.3 Dissolution test for solid dosage forms.

EFSA. 2010. EFSA panel on contaminants in the food chain (CONTAM); scientific opinion on lead in food. *The EFSA Journal*, 8(4):1570.

Gremse, C. & S. Rieger. 2014. Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse. http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Wald-Jagd/BLE-Forschungsbericht-Jagdmunition.pdf?__blob=publicationFile

Gustavsson P, Gerhardsson L. Intoxication from an accidentally ingested lead shot retained in the gastrointestinal tract. *Environ Health Perspect.* 2005 Apr;113(4):491-3.

Helander, B., Räikkönen, J., Ågren, E. & H. Borg. 2012. Rapportering från projekt om undersökning av bly i leverprover från havsörn 2005 – 2011. *Naturhistoriska riksmuseets rapport* 16: 2012.

Hunt, W.G., Watson, R. T., Oaks, J.L., Parish, C.N., Burnham, K.K., Tucker, R.L., Belthoff, J.R., & G. Hart. 2009. Lead Bullet Fragments in Venison from Rifle-Killed Deer: Potential for Human Dietary Exposure. *Plos ONE* 4: 1-6.

Hägg, G., Allmän och oorganisk kemi, 1989, Stockholm : Almqvist & Wiksell, ISBN: 9789120090153

Iqbal, S. Blumenthal, W., Kennedy, C., Yip, F. Y., Pickard, S., Flanders, W. D., Loring K., Kruger, K., Caldwell, K.L., Brown, M.J. 2009. Hunting with lead: Association between blood lead levels and wild game consumption. *Environmental Research* 109: 952–959

Jarzyńska, G. & J. Falandysz. 2011. Selenium and 17 other largely essential and toxic metals in muscle and organ meats of Red Deer (*Cervus elaphus*) — Consequences to human health. *Environment International* 37: 882–888.

Jani, P., Halbert, G.W., Langridge, J., Florence, A. 1990. Nanoparticle uptake by the rat gastrointestinal mucosa: Quantitation and particle size dependency. *J. Pharm.Pharmacol.* 199, 42: 821-826

Jordbruksstatistisk årsbok 2010, Sveriges officiella statistik, Jordbruksverket, Statistiska centralbyrån, ISBN 978-91-618-1527-2

von der Kammer, F., Legros, S., Larsen, E.H., Loeschner, K., Hofmann, T. 2011. Separation and characterization of nanoparticles in complex food and environmental samples by field-flow fractionation. *Trends in Analytical Chemistry*, 30:3, 425-436

Knott, J., Gilbert, J., Hoccom, D.G. & R.E. Green. 2010. Implications for wildlife and humans of dietary exposure to lead from fragments of lead rifle bullets in deer shot in the UK. *Science of the Total Environment* 409 (2010) 95–99

Kollander, B., Andersson, M., Pettersson, J.(2010) Fast multielement screening of non-digested biological materials by slurry introduction to ICP-AES. *Talanta* 80:2068-2075

Lahrssen-Wiederholt 2014. "Lebensmittelsicherheit von jagdlich gewonnenem Wildbret". Powerpointpresentation.
<http://www.bfr.bund.de/cm/343/lebensmittelsicherheit-von-jagdlich-gewonnenem-wildbret.pdf>

Lindboe M, Henrichsen EN, Høgåsen HR, Bernhoft A. Lead concentration in meat from lead-killed moose and predicted human exposure using Monte Carlo simulation. *Food Additives and Contaminants Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2012;29(7):1052-7.

Livsmedelsverkets rapportserie 18/2008. Älgkött – analys av näringsämnen. Uppsala: Livsmedelsverket

Livsmedelsverkets rapportserie 9/2012. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel . Uppsala: Livsmedelsverket

Livsmedelsverket. 2012. Bly i viltkött - en riskhanteringsrapport. Bilaga: riskvärdering av bly i älgfärs.

Livsmedelsverkets rapportserie 24/2013. Kött - analys av näringsämnen. Uppsala: Livsmedelsverket

Mateo, R., Baos, A.R., Vidal, D., Camarero, P.R., Martinez-Haro, M., Taggart, M.A., 2010. Bioaccessibility of Pb from ammunition in game meat is affected by cooking treatment. PLoS One 6, e15892.

Mateo R, Vallverdú-Coll N, López-Antia A, Taggart MA, Martínez-Haro M, Guitart R, Ortiz-Santaliestra ME. Reducing Pb poisoning in birds and Pb exposure in game meat consumers: the dual benefit of effective Pb shot regulation. Environ Int. 2014 Feb;63:163-8.

Meltzer HM, Dahl H, Brantsæter AL, Birgisdóttir BE, Knutsen HK, Bernhoft A, Oftedal B, Lande US, Alexander J, Haugen M, Ydersbond TA. 2013. Consumption of lead-shot cervid meat and blood lead concentrations in a group of adult Norwegians. Environmental Research 127:29–39.

NFS 2002: 18, Naturvårdsverkets föreskrifter och Allmänna råd om jakt och statens vilt, ISSN 1403-8234, Naturvårdsverket, Sverige,
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/foreskrifter/nfs2002/NFS2002-18.pdf>

NMKL 186. 2007. Trace elements - As, Cd, Hg, Pb and other elements. Determination by ICP-MS after pressure digestion.

Oskarsson. A., Jorhem, L., Sundberg, J., Nilsson, N-G., Albanus, L., Lead poisoning in cattle – transfer of lead to milk. The Science of the Total Environment. (1992) 111: 83-94.

Pain, D.J, Cromie, R.L., Newth, J., Brown, M.J., Crutcher, E., Hardman, P., Hurst, L., Mateo, R., Meharg, A.A., Moran, A.C., Raab, A., Taggart, M.A. & R.E. Green. 2010. Potential Hazard to Human Health from Exposure to Fragments of Lead Bullets and Shot in the Tissues of Game Animals. Plos ONE 4: 1-17.

Riksmaten - vuxna 2010-11 Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige, © Livsmedelsverket, Uppsala september 2012 ISBN 978 91 7714 216 4

Stokke. S. et al. Blyrester från kulammunition i viltkött – en hälsorisk? Svensk Veterinär-tidning (2010) 15: 21-24

Treble, R.G., Thompson, T.S. Elevated Blood Lead Levels Resulting from the Ingestion of Air Rifle Pellets. *Journal of Analytical Toxicology*, Vol. 26, September 2002

Tsuji LJS, Wainman BC, Martin ID, Sutherland C, Weber J-P, Dumas, P. & E. Nieboer. 2008a. The identification of lead ammunition as a source of lead exposure in First Nations: the use of lead isotope ratios. *Science of the Total Environment* 393: 291–298. DOI:10.1016/j.scitotenv.2008.01.022.

Tsuji LJS, Wainman BC, Martin ID, Sutherland C, Weber J-P, Dumas, P. & E. Nieboer. 2008b. Lead shot contribution to blood lead of First Nations people: the use of lead isotopes to identify the source of exposure. *Science of the Total Environment* 405: 180–185. DOI:10.1016/j.scitotenv.2008.06.048.

Wiklund & Malmfors. Under tryckning. *Viltkött*. Rapport i Naturvårdsverkets rapportserie.

VKM 2013. Risk assessment of lead exposure from cervid meat in Norwegian consumers and in hunting dogs. Vitenskapskommitén for mattrygghet ISBN: 978-82-8259-096-9.

Bilagor

Bilaga 1. Beskrivning av ammunitionstyper

Beskrivande text av ammunitionstyper från Svenska Jägareförbundets hemsida
<http://jagareforbundet.se/jakten/kotthantering/>

Jaktammunition kan delas in i kulammunition, där varje patron innehåller en enda projektil, och hagelammunition, där varje patron innehåller flera projektiler. Ett specialfall av hagelammunition är sk ”slugs” eller Brennekekula, där hagelpatronen innehåller en enda projektil. Dessa är relativt ovanliga, och har därför inte undersökts i detta arbete.

Bly har använts för att framställa kulor och hagel ända sedan man uppfann eldhandvapen, eftersom metallen både är mjuk och har hög densitet (d.v.s. hög vikt per volym). Bägge dessa egenskaper är viktiga i sammanhanget. Projektiler framställda av ett material med hög densitet möjliggör högre anslagsenergi än projektiler i lätta material. Kulor och hagel tillverkade av en mjuk metall formar sig dessutom lättare efter loppet i pipan, vilket gör att mindre av krutgaserna som driver dem ”smiter förbi”. Samtidigt krävs det ett lägre tryck för att skjuta en mjuk, än en hård, projektil genom pipan. Därmed kan vapnet fungera med lägre arbetstryck än annars. Mjuka projektiler avger normalt mer av sin energi när de träffar målet, eftersom de deformeras istället för att bara slå rakt igenom. Detta borgar för en god skottverkan, det vill säga att djuret snabbt dör. Bly har följaktligen ett antal positiva ballistiska egenskaper.

Bly är dock giftigt och akut blyförgiftning ger diffusa symtom som trötthet, förstoppning och dålig aptit. Bly skadar även de röda blodkropparna och det kan leda till blodbrist. En allvarligare förgiftning kan också medföra att man förlorar nervfunktionen i extremiteterna (t.ex. armarna), vilket kan leda till partiell förlamning. Bly anses även vid låga exponeringsnivåer, kunna skada nervsystemet. Särskilt när hjärnan utvecklas hos foster och små barn är känsligheten stor. I epidemiologiska studier på barn har man uppskattat att blodblyhalter kring 12 µg/liter ger populationseffekter i form av ett lägre IQ. Dessa effekter anses vara de som uppträder vid de lägsta exponeringsnivåerna. Det är också välbelagt att bly från ammunition kan orsaka miljöbelastningar (ex. Axelsson 2009, Helander m.fl. 2012, Mateo m.fl. 2014). På senare år har man även konstaterat förekomst av rester av bly från ammunition i viltkött och förhöjda blodblyhalter hos konsumenter av viltkött (Bjeremo 2013, Meltzer 2013). Därmed har man tagit fram olika alternativ till bly, både för kul- och hagelammunition. De alternativa materialen har olika begränsningar jämfört med bly, och man tvingas väga de miljö- och hälsomässiga fördelarna mot de ballistiska nackdelarna. Även när man väljer mellan olika blykulor tvingas man dock till kompromisser; det finns inte några kulor som är bäst i alla lägen.

Kulammunition

Den absoluta majoriteten av de jaktkulor som används idag består av en blykärna, som är omsluten av en mantel gjord av en mässingslegering med en hög andel koppar. Större vilt som älg, hjort, visent, bison, myskoxe, mufflonfår, varg, björn, säl, vildsvin, rådjur, järv, lodjur och bäver får i Sverige endast jagas med kulor som är gjorda för att expandera (rådjur och lodjur får dock även jagas med hagel), (NFS 2002: 18). Med en expanderande kula förs mer av anslagsenergin över till viltet, vilket ger snabbare skottverkan och död. Solida blykulor utan mantel får användas för samma vilt, under förutsättning att de är konstruerade för att expandera. Det är dock mycket ovanligt att använda solida blykulor för större vilt i Sverige idag. Däremot används blykulor utan mantel ibland för mindre matvilt, som exempelvis ripa. Viktmässigt så står vilt som enbart får skjutas med expanderande kula för över 90 procent av mängden viltkött som fås från jakt i Sverige årligen (Wiklund & Malmfors, under tryckning).

De flesta expanderande kulor med blykärna har en mantel som är sluten baktill, men öppen framtill. Ibland är blykärnan exponerad längst fram på kulan, ibland är spetsen istället försedd med en plastspets som behåller formen bättre än bly, ger en mer aerodynamisk form och gör att expansionen påbörjas snabbare. Kulor med blykärna som inte är gjorda för att expandera har en mantel som är sluten framtill, men öppen baktill. Eftersom det inte finns någon öppning i den synliga delen av kulan som sticker ut ur patronen kallas dessa "helmantel". Denna typ av ammunition lämnar normalt inga eller mycket små blyrester i viltköttet, eftersom kulan går rakt igenom viltet utan att expandera och fragmentera.

Hur snabbt kulan expanderar beror på kulans konstruktion, kulans hastighet och hur stort motstånd den möter. Vid jakt efter större vilt är det viktigt att tillräckligt mycket av kulans ursprungliga vikt bibehålls under expansionen, för att säkerställa att kulan når och skadar vitala organ. Ofta strävar man efter att kulan ska slå igenom kroppen, för att öka avblödningen, ge större skottverkan och göra det enklare att återfinna viltet genom att följa blodspåret om viltet inte faller på plats. Samtidigt är det inte önskvärt att kulan bibehåller alltför mycket av sin energi efter att ha slagit igenom kroppen, eftersom den energin inte kommer att bidra till skottverkan. Kulan ska följaktligen inte expandera och fragmentera mer än att man säkerställer att den når vitala organ och slår ut dem, och samtidigt inte fragmentera mindre än att man får en tillfredsställande skottverkan.

Vid konstruktionen av kulor används flera olika metoder för att kontrollera expansionen. Blyet i kulans kärna legeras normalt med någon eller några procent av metallen antimon, för att bli hårdare och hålla samman bättre. Samtidigt konstrueras normalt även manteln för att begränsa expansionen. Mantelns tjocklek har stor betydelse för hur snabbt och mycket kulan expanderar. En del kulor har mekaniska "blylås", för att säkerställa att en del av kulan håller ihop. Ett exempel är att ha två separata blykärnor, där den ena är helt innesluten i manteln och kommer att behållas intakt. Den andra tillåts expandera och fragmentera, vilket säkerställer god skottverkan samtidigt som den bakre delen av kulan

håller samman och säkerställer djupverkan. En enklare variant är att tillverka ett veck på manteln, som går in i blykärnan. Den främre delen av kulan kommer då att expandera, men inte längre än till vecket på manteln.

Den mest effektiva metoden att begränsa expansion och fragmentering är idag att anpassa mantelns tjocklek och att samtidigt kemiskt förena blykärnan med mantel så att de håller samman under expansionen. Sådana kulor kallas "bonded" på engelska, vilket beskriver att mantel och kärnan bundits samman. Idag delas därmed ofta expanderade kulor med blykärna upp i konventionella "obondade" kulor och "bondade" kulor. Bondade kulor håller samman bättre, och släpper därmed inte lika mycket bly vid träffen. Sådana kulor behåller ofta över 90 procent av ursprungsvikten vid expansionen, medan konventionella kulor typiskt tappar 10-40 procent av sin ursprungliga vikt i form av fragment. Det finns dock en stor variation inom grupperna konventionella och bondade kulor, och det finns "hårda" konventionella kulor som har högre restvikt än "mjuka" bondade kulor.

Merparten av blyfragmenten från en expanderande kula är små, mjuka och svåra att se vid skottrensning och slakt. Det gäller framför allt för bondade kulor, där man normalt får många små fragment istället för en blandning av små och stora. För att minimera risken att få blyrester i viltköttet är det viktigt att skottrensa tillräckligt mycket runt sårkanalen.

Det finns även blyfria kulor, som består av homogen koppar eller mässing med ett hålrum i spetsen. När kulan träffar bytesdjuret expanderar den genom att spetsen vrängs ut och in, precis som en halvmantlad blykula. De flesta kopparkulorna är dock tillverkade för att hålla ihop under expansionen. Det saknas därmed fragment som orsakar skada utanför sårkanalen, utöver vad som orsakas av tryckvågen från kulan. Kopparlegeringarna är betydligt hårdare än bly, vilket gör att kulan dessutom ofta inte expanderar till riktigt samma diameter som en motsvarande kula med blykärna. Sammantaget gör detta att skottverkan för expanderande kopparkulor kan vara något mindre än för expanderande blykulor. Genom att kulan är konstruerad för att hålla samman bibehålls dock vikten, vilket ger en säker penetrering till de vitala organen samtidigt som man normalt får genomskott. På senare år har det även kommit kopparkulor som är gjorda för att delvis fragmentera, precis som kulor med blykärna. En ny, stor studie från Tyskland visar att det inte fanns någon skillnad mellan blykulor och blyfria kulor i uppskattad flyktsträcka eller hur nöjda jägarna var med kulans funktion (Gremse & Rieger 2014).

I figur 1 visas de kulor som användes i undersökningen, skjutna in i en plastback fylld med uppblötta telefonkataloger för att simulera träff i vilt. Diametern på de skjutna kulorna skilde inte nämnvärt, medan restvikterna skilde avsevärt. Högst restvikt hade kopparkulorna Lapua Naturalis och Nosler E-tip, följt av Norma Oryx som är en bondad kula med blykärna. Lägst restvikt hade de obondade kulorna med blykärna, där Lapua Mega hade betydligt högre restvikt än Norma Silverblix som inte längre säljs i Sverige. Kulor med en högre restvikt kommer att penetrera djupare, samtidigt som de kulor som tappat mycket vikt vid ett jaktskott hade avsatt detta som blyfragment i slaktkroppen. Skottverkan är en avvägning mellan penetrering och expansion, men kommer vara större för kulor med stor expansion givet att de penetrerar tillräckligt.

Vid en undersökning av kulval hos Fennoskandiska älgjägare uppgav 2,4 procent av de svenska jägarna att de använde kopparkulor, vilket kan jämföras med 4 procent i Norge och 18 procent i Finland (Stokke m.fl. 2010).



Figur 1. De olika kulor som användes i undersökningen, skjutna i kaliber .308 Win., in i plastback fylld med blötlagda telefonkataloger för att simulera träff i vilt. Från vänster Nosler E-tip (homogen kopparkula; restvikt 99,2 procent), Lapua Naturalis (homogen kopparkula; restvikt 99,6 procent), Norma Oryx (bondad kula med blykärna; restvikt 94,1 procent), Lapua Mega (obondad kula med blykärna; restvikt 89,0 procent) och Norma Silverblxt (obondad kula av äldre typ med blykärna; restvikt 60,7 procent).

Hagelammunition

Hagelammunition består till skillnad från kulammunition av flera mindre projektiler. Hagel delar kulammunitionens krav på hög anslagsenergi. Precis som för kulammunition så är bly ballistiskt sett en mycket lämplig metall att tillverka hagel av, och av samma skäl. Hagel skjuts i låga hastigheter och saknar mantel, men kan vara pläterade exempelvis med nickel.

Hagelvapnet är anpassat för jakt på vilt som är i rörelse, till exempel flygande fågel, och för korta skjutavstånd (normalt under 30 meter). Hagelsvärmens diameter växer allt eftersom avståndet från vapnet ökar. Detta skapar en större träffbild och möjligheten att fälla ett mål i rörelse ökar. Samtidigt blir tätheten på hagelsvärmen lägre, och färre hagel träffar ett byte av en given storlek. På grund av den låga vikten i varje projektil blir anslagsenergin för enstaka hagel låg, och effektiv skottverkan säkerställs genom att en mängd hagel träffar bytets vitala delar.

En hagelsvärm som träffar ett vilt skapar många små sårkanaler, till skillnad från kulammunition som skapar en stor. Hagel som träffar ben eller annat hårt material kan bilda splitter när det deformeras. Tidigare jagade man uteslutande med hagel tillverkade av bly, med en liten inblandning av antimon och tenn för att få en lämplig hårdhet på haglen. Under 70-talet började man dock konstatera att änder blev blyförgiftade genom att de plockade upp och åt blyhagel från botten i grunda våtmarker och sjöar (ex. Mateo m fl, 2014). Det finns idag internationella överenskommelser om att införa förbud mot jakt med blyhagel i våtmarker (AEWA 2009), och både Danmark och Norge har infört totalförbud mot blyhagel. Därmed har det uppstått en marknad för hagel tillverkade av andra material än bly.

Det absolut vanligaste alternativet till bly är stålhagel. Dessa är lättare än blyhagel av motsvarande storlek, och hårdare. Stålhagel ger därmed en lägre anslagsenergi, deformeras inte lika väl som bly, ger högre tryck i vapnet och ger en större risk för rikoschetter mot hårda föremål. Försämrad skottverkan kan dock motverkas genom att välja grövre och därmed tyngre hagel, samt att skjuta på kortare avstånd. Stålhagelpatroner kostar ungefär lika mycket som blyhagelpatroner. Det finns även alternativhagel av vismut respektive tungsten (volfram). Dessa metaller är betydligt tyngre än stål, men samtidigt betydligt dyrare. Patroner med hagel av dessa metaller kan kosta upp till tio gånger mer än bly- och stålpatroner, vilket gör att mycket få svenska jägare använder dem idag. Detta skulle möjligen kunna komma att ändras vid ett eventuellt totalförbud mot bly i hagelammunition. Idag använder svenska jägare i huvudsak stålhagel i våtmarker och blyhagel över fast mark.

Bilaga 2. Blyhalter i älgfärs.

Analys utförd med ICP-AES (220.353 nm), detektionsgräns 0,02 mg bly/kg färskvikt.

Art/provtyp	Id	Vikt, gram	Blyhalt, mg/kg
Älgfärs	1e	532	3,40
Älgfärs	2e	233	< 0,02
Älgfärs	3e	735	0,90
Älgfärs	4e	498	0,11
Älgfärs	5e	178	< 0,02
Älgfärs	6e	241	0,18
Älgfärs	7e	1000	0,05
Älgfärs	8e	478	< 0,02
Älgfärs	9e	558	0,30
Älgfärs	10e	534	0,17
Älgfärs	11e	391	< 0,02
Älgfärs	12e	554	< 0,02
Älgfärs	13e	269	< 0,02
Älgfärs	14e	651	< 0,02
Älgfärs	15e	366	< 0,02
Älgfärs	16e	626	0,70
Älgfärs	17e	463	< 0,02
Älgfärs	18e	444	0,11
Älgfärs	19e	420	0,09
Älgfärs	20e	480	0,82
Älgfärs	21e	241	0,02
Älgfärs	22e	422	< 0,02
Älgfärs	23e	501	< 0,02
Älgfärs	24e	468	2,54
Älgfärs	25e	250	31,00
Älgfärs	26e	466	1,45
Älgfärs	27e	432	0,10
Älgfärs	28e	376	< 0,02
Älgfärs	29e	389	< 0,02
Älgfärs	30e	313	< 0,02
Älgfärs	31e	235	< 0,02
Älgfärs	32e	249	0,07
Älgfärs	33e	473	< 0,02
Älgfärs	34e	199	2,54
Älgfärs	35e	261	0,06
Älgfärs	36e	460	0,03
Älgfärs	37e	119	3,40
Älgfärs	38e	78	0,04

Art/provtyp	Id	Vikt, gram	Blyhalt, mg/kg
Älgfärs	39e	420	<0,02
Älgfärs	40e	386	0,05
Älgfärs	41e	291	0,14
Älgfärs	42e	508	0,05
Älgfärs	43e	244	<0,02
Älgfärs	44e	651	<0,02
Älgfärs	45e	509	<0,02
Älgfärs	46e	367	0,88
Älgfärs	47e	571	<0,02
Älgfärs	48e	499	<0,02
Älgfärs	49e	371	0,40
Älgfärs	50e	200	0,06
Älgfärs	51e	583	<0,02
Älgfärs	52e	358	<0,02
Älgfärs	53e	196	0,02
Älgfärs	54e	202	<0,02

Bilaga 3. Blyhalter i vildsvinsbogar från olika individer samt skottplacering.

Analys utförd med ICP-MS, detektionsgräns 0,004 mg bly/kg färskvikt.

Art	Individ	Provtyp	Skottplacering	Blyhalt (mg/kg)
Vildsvin	V1	Sårkanal	Överarmsben	352
Vildsvin	V1	0-5 cm	Överarmsben	24,6
Vildsvin	V1	5-10 cm	Överarmsben	1,07
Vildsvin	V1	10-15 cm	Överarmsben	28,5
Vildsvin	V2	Sårkanal	Överarmsben	356
Vildsvin	V2	0-5 cm	Överarmsben	1,50
Vildsvin	V2	5-10 cm	Överarmsben	0,028
Vildsvin	V2	10-15 cm	Överarmsben	0,067
Vildsvin	V3	Sårkanal	Mjukdelar	69,1
Vildsvin	V3	0-5 cm	Mjukdelar	0,034
Vildsvin	V3	5-10 cm	Mjukdelar	0,050
Vildsvin	V3	10-15 cm	Mjukdelar	0,038
Vildsvin	V4	Sårkanal	Mjukdelar	71,8
Vildsvin	V4	0-5 cm	Mjukdelar	9,41
Vildsvin	V4	5-10 cm	Mjukdelar	0,080
Vildsvin	V4	10-15 cm	Mjukdelar	0,017
Vildsvin	V5	Sårkanal	Överarmsben	131
Vildsvin	V5	0-5 cm	Överarmsben	103
Vildsvin	V5	5-10 cm	Överarmsben	0,153
Vildsvin	V5	10-15 cm	Överarmsben	0,013
Vildsvin	V6	Sårkanal	Överarmsben	880
Vildsvin	V6	0-5 cm	Överarmsben	202

Art	Individ	Provtyp	Skottplacering	Blyhalt (mg/kg)
Vildsvin	V6	5-10 cm	Överarmsben	18,0
Vildsvin	V6	10-15 cm	Överarmsben	0,450
Vildsvin	V7	Sårkanal	Överarmsben	1829
Vildsvin	V7	0-5 cm	Överarmsben	9,71
Vildsvin	V7	5-10 cm	Överarmsben	0,207
Vildsvin	V7	10-15 cm	Överarmsben	0,049
Vildsvin	V8	Sårkanal	Mjukdelar	92,0
Vildsvin	V8	0-5 cm	Mjukdelar	0,821
Vildsvin	V8	5-10 cm	Mjukdelar	0,022
Vildsvin	V8	10-15 cm	Mjukdelar	0,011
Vildsvin	V9	Sårkanal	Bogblad	26,7
Vildsvin	V9	0-5 cm	Bogblad	1,38
Vildsvin	V9	5-10 cm	Bogblad	0,126
Vildsvin	V9	10-15 cm	Bogblad	0,013
Vildsvin	V10	Sårkanal	Bogblad	160
Vildsvin	V10	0-5 cm	Bogblad	1,59
Vildsvin	V10	5-10 cm	Bogblad	0,063
Vildsvin	V10	10-15 cm	Bogblad	0,014
Vildsvin	V11	Sårkanal	Överarmsben	59,0
Vildsvin	V11	0-5 cm	Överarmsben	37,0
Vildsvin	V11	5-10 cm	Överarmsben	0,206
Vildsvin	V11	10-15 cm	Överarmsben	0,004
Vildsvin	V12	Sårkanal	Mjukdelar	0,004
Vildsvin	V12	0-5 cm	Mjukdelar	0,011
Vildsvin	V12	5-10 cm	Mjukdelar	0,007

Art	Individ	Provtyp	Skottplacering	Blyhalt (mg/kg)
Vildsvin	V13	Sårkanal	Överarmsben	242
Vildsvin	V13	0-5 cm	Överarmsben	18,6
Vildsvin	V13	5-10 cm	Överarmsben	0,251
Vildsvin	V13	10-15 cm	Överarmsben	0,036
Vildsvin	V14	Sårkanal	Bogblad	45,3
Vildsvin	V14	0-5 cm	Bogblad	5,09
Vildsvin	V14	5-10 cm	Bogblad	0,0064
Vildsvin	V14	10-15 cm	Bogblad	0,009
Vildsvin	V15	Sårkanal	Mjukdelar	44,8
Vildsvin	V15	0-5 cm	Mjukdelar	0,166
Vildsvin	V15	5-10 cm	Mjukdelar	1,78
Vildsvin	V15	10-15 cm	Mjukdelar	1,58
Vildsvin	V16	Sårkanal	Överarmsben	552
Vildsvin	V16	0-5 cm	Överarmsben	1466
Vildsvin	V16	5-10 cm	Överarmsben	0,523
Vildsvin	V16	10-15 cm	Överarmsben	7,37
Vildsvin	V17	Sårkanal	Överarmsben	250
Vildsvin	V17	0-5 cm	Överarmsben	52,4
Vildsvin	V17	5-10 cm	Överarmsben	0,024
Vildsvin	V18	Sårkanal	Överarmsben	895
Vildsvin	V18	0-5 cm	Överarmsben	9,18
Vildsvin	V18	5-10 cm	Överarmsben	0,089

Bilaga 4. Blyhalter i olika styckdelar från dovkalv och rådjur.

Analys utförd med ICP-MS, detektionsgräns 0,004 mg bly/kg färskvikt.

Art	Individ	Kula	Provtyp	Skottplacering	Blyhalt (mg/kg)	Anmärkning
Dovkalv	A1	Bondad	bog	Bogblad	0,077	
Dovkalv	A1	Bondad	puts	Bogblad	252	
Dovkalv	A1	Bondad	rygg	Bogblad	2,63	
Dovkalv	A2	Bondad	bog	Mjukdelar	1,76	
Dovkalv	A2	Bondad	puts	Mjukdelar	33,6	
Dovkalv	A2	Bondad	rygg	Mjukdelar	0,004	
Dovkalv	A3	Konventionell	bog	Överarmsben	0,126	
Dovkalv	A3	Konventionell	puts	Överarmsben	148	
Dovkalv	A3	Konventionell	rygg	Överarmsben	0,021	
Dovkalv	A4	Bondad	bog	Mjukdelar	0,059	
Dovkalv	A4	Bondad	puts	Mjukdelar	13,3	
Dovkalv	A4	Bondad	rygg	Mjukdelar	0,019	
Dovkalv	A5	Bondad	bog	Mjukdelar	1,51	
Dovkalv	A5	Bondad	puts	Mjukdelar	439	
Dovkalv	A5	Bondad	rygg	Mjukdelar	0,590	
Dovkalv	A6	Bondad	bog	Bogblad	5,28	
Dovkalv	A6	Bondad	puts	Bogblad	147	
Dovkalv	A6	Bondad	rygg	Bogblad	0,149	
Dovkalv	A7	Bondad	bog	Ryggrad	0,007	Skjuten överkant ryggrad
Dovkalv	A7	Bondad	puts	Ryggrad	233	Skjuten överkant ryggrad

Art	Individ	Kula	Provtyp	Skottplacering	Blyhalt (mg/kg)	Anmärkning
Dovkalv	A7	Bondad	rygg	Ryggrad	0,119	Skjuten överkant ryggrad
Dovkalv	A8	Bondad	Bog	Ryggrad	0,005	Skjuten överkant ryggrad
Dovkalv	A8	Bondad	Puts	Ryggrad	85,7	Skjuten överkant ryggrad
Dovkalv	A8	Bondad	Rygg	Ryggrad	0,942	Skjuten överkant ryggrad
Dovkalv	F1	Konventionell	bog	Bogblad	0,019	
Dovkalv	F1	Konventionell	puts	Bogblad	60,1	
Dovkalv	F1	Konventionell	rygg	Bogblad	0,047	
Dovkalv	F2	Bondad	bog	Mjukdelar	0,018	
Dovkalv	F2	Bondad	puts	Mjukdelar	10,4	
Dovkalv	F2	Bondad	rygg	Mjukdelar	< 0,004	
Dovkalv	F3	Konventionell	Bog	Överarmsben	235	
Dovkalv	F3	Konventionell	Puts	Överarmsben	233	
Dovkalv	F3	Konventionell	Rygg	Överarmsben	< 0,004	
Rådjur	R1	Bondad	Puts	Överarmsben	266	
Rådjur	R1	Bondad	Rygg	Överarmsben	< 0,004	
Rådjur	R10	Bondad	Bog	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R10	Bondad	Puts	Mjukdelar	171	
Rådjur	R10	Bondad	Rygg	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R2	Bondad	Bog	Mjukdelar	1,79	
Rådjur	R2	Bondad	Filet	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R2	Bondad	Puts	Mjukdelar	78,1	
Rådjur	R2	Bondad	Rygg	Mjukdelar	3,41	
Rådjur	R2	Bondad	Sadel	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R2	Bondad	Stek	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R3	Koppar	Bog	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R3	Koppar	Filet	Mjukdelar	0,022	

Art	Individ	Kula	Provtyp	Skottplacering	Blyhalt (mg/kg)	Anmärkning
Rådjur	R3	Koppar	Puts	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R3	Koppar	Rygg	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R3	Koppar	Sadel	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R3	Koppar	Stek	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R4	Konventionell	Bog	Överarmsben	0,037	
Rådjur	R4	Konventionell	Filet	Överarmsben	< 0,004	
Rådjur	R4	Konventionell	Puts	Överarmsben	95,3	
Rådjur	R4	Konventionell	Rygg	Överarmsben	0,014	
Rådjur	R4	Konventionell	Sadel	Överarmsben	< 0,004	
Rådjur	R4	Konventionell	Stek	Överarmsben	< 0,004	
Rådjur	R5	Bondad	Bog	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R5	Bondad	Filet	Mjukdelar	0,100	
Rådjur	R5	Bondad	Rygg	Mjukdelar	< 0,004	
Rådjur	R6	Bondad	Bog	Överarmsben	0,039	
Rådjur	R6	Bondad	Filet	Överarmsben	0,014	
Rådjur	R6	Bondad	Puts	Överarmsben	83,2	
Rådjur	R6	Bondad	Rygg	Överarmsben	< 0,004	
Rådjur	R6	Bondad	Sadel	Överarmsben	0,009	
Rådjur	R6	Bondad	Stek	Överarmsben	< 0,004	
Rådjur	R8	Bondad	Bog	Mjukdelar	207	
Rådjur	R8	Bondad	Puts	Mjukdelar	10,2	
Rådjur	R8	Bondad	Rygg	Mjukdelar	0,004	
Rådjur	R9	Bondad	Puts	Mjukdelar	166	

1. Contaminants and minerals in foods for infants and young children – analytical results, Part 1, by V Öhrvik, J Engman, B Kollander and B Sundström.
Contaminants and minerals in foods for infants and young children – risk and benefit assessment, Part 2 by G Concha, H Eneroth, H Hallström and S Sand.
Tungmetaller och mineraler i livsmedel för spädbarn och småbarn. Del 3 Risk- och nyttohantering av R Bjerselius, E Halldin Ankarberg, A Jansson, I Lindeberg, J Sanner Färnstrand och C Wanhainen.
Contaminants and minerals in foods for infants and young children – risk and benefit management, Part 3 by R Bjerselius, E Halldin Ankarberg, A Jansson, I Lindeberg, J Sanner Färnstrand and C Wanhainen.
2. Bedömning och dokumentation av näringsriktiga skolluncher – hanteringsrapport av A-K Quetel.
3. Gluten i maltdrycker av Y Sjögren och M Hallgren.
4. Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2010 av A Wannberg, A Jansson och B-G Ericsson.
5. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Livsmedel, Januari 2013 av L Nachin, C Normark och I Boriak.
6. Från jord till bord – risk- och sårbarhetsanalys. Rapport från nationellt seminarium i Stockholm november 2012.
7. Cryptosporidium i dricksvatten – riskvärdering av R Lindqvist, M Egervärn och T Lindberg.
8. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Livsmedel, April 2013 av L Nachin, C Normark, I Boriak och I Tillander.
9. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Dricksvatten, 2013:1, mars av T Šlapokas och K Mykkänen.
10. Grönsaker och rotfrukter – analys av näringsämnen av M Pearson, J Engman, B Rundberg, A von Malmborg, S Wretling och V Öhrvik. 11. Riskvärdering av perfluorerade alkylsyror i livsmedel och dricksvatten av A Glynn, T Cantilana och H Bjermo.
12. Kommuners och Livsmedelsverkets rapportering av livsmedelskontrollen 2012 av L Eskilsson.
13. Kontroll av rests substanser i levande djur och animaliska livsmedel. Resultat 2011 av I Nordlander, B Aspenström-Fagerlund, A Glynn, I Nilsson, A Törnkvist, A Johansson, T Cantillana, K Neil Persson Livsmedelsverket och K Girma, Jordbruksverket.
14. Norovirus i frysta hallon – riskhantering och vetenskapligt underlag av C Lantz, R Bjerselius, M Lindblad och M Simonsson.
15. Riksprojekt 2012 – Uppföljning av de svensk salmonellagarantierna vid införsel av kött från nöt, gris och fjäderfä samt hönsägg från andra EU-länder av A Brådenmark, Å Kjellgren och M Lindblad.
16. Trends in Cadmium and Certain Other Metal in Swedish Household Wheat and Rye Flours 1983-2009 by L Jorhem, B Sundström and J Engman.
17. Miljöpåverkan från animalieprodukter – kött, mjölk och ägg av M Wallman, M Berglund och C Cederberg, SIK.
18. Matlagningsfettets och bordsfettets betydelse för kostens fettkvalitet och vitamin D-innehåll av A Svensson, E Warensjö Lemming, E Amcoff, C Nälsén och A K Lindroos.
19. Mikrobiologiska risker vid dricksvattendistribution – översikt av händelser, driftstörningar, problem och rutiner av M Säve-Söderbergh, A Malm, R Dryselius och J Toljander.
20. Mikrobiologiska dricksvattenrisker. Behovsanalys för svensk dricksvattenförsörjning – sammanställning av intervjuer och workshop av M Säve-Söderbergh, R Dryselius, M Simonsson och J Toljander.
21. Risk and Benefit Assessment of Herring and Salmonid Fish from the Baltic Sea Area by A Glynn, S Sand and W Becker.
22. Synen på bra matvanor och kostråd – en utvärdering av Livsmedelsverkets råd av H Enghardt Barbieri.
23. Revision av Sveriges livsmedelskontroll 2012 – resultat av länsstyrelsernas och Livsmedelsverkets revisioner av kontrollmyndighete av A Rydin, G Engström och Å Eneroth.
24. Kött – analys av näringsämnen: hjort, lamm, nötdjur, ren, rådjur, vildsvin och kalkon av V Öhrvik.
25. Akrylamid i svenska livsmedel – en riktad undersökning 2011 och 2012 av Av K-E Hellenäs, P Foghberg, U Fäger, L Busk, L Abramsson Zetterberg, C Ionescu, J Sanner Färnstrand.
26. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Livsmedel, oktober 2013 av L Nachin, C Normark och I Boriak.
27. Kompetensprovning: Mikrobiologi – Dricksvatten, september 2013 av T Šlapokas och K Mykkänen.
28. Sammanställning av analysresultat 2008-2013. Halt av polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i livsmedel – matfetter, spannmålsprodukter, kosttillskott, choklad, grillat kött och grönsaker av S Wretling, A Eriksson och L Abramsson Zetterberg.

1. Exponeringsuppskattningar av kemiska ämnen och mikrobiologiska agens – översikt samt rekommendationer om arbetsgång och strategi av S Sand, H Eneroth, B-G Ericsson och M Lindblad.
2. Fusariumsvampar och dess toxiner i svenskodlad vete och havre – rapport från kartlägningsstudie 2009-2011 av E Fredlund och M Lindblad.
3. Colorectal cancer-incidence in relation to consumption of red or processed meat by PO Darnerud and N-G Ilbäck.
4. Kommunala myndigheters kontroll av dricksvattenanläggningar 2012 av C Svärd, C Forslund och M Eberhardson.
5. Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2011 och 2012 av P Fohgelberg, A Jansson och H Omberg.
6. Vad är det som slängs vid utgången hållbarhetsdatum? – en mikrobiologisk kartläggning av utvalda kylvaror av Å Rosengren.
7. Länsstyrelsernas rapportering av livsmedelskontrollen inom primärproduktionen 2012 av L Eskilson och S Sylvén.
8. Riksmaten – vuxna 2010-2011, Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige av E Amcoff, A Edberg, H Enghart Barbieri, A K Lindroos, C Nälsén, M Pearson och E Warensjö Lemming.
9. Matfett och oljor – analys av fettsyror och vitaminer av V Öhrvik, R Grönholm, A Staffas och S Wretling.
10. Revision av Sveriges livsmedelskontroll 2013 – resultat av länsstyrelsernas och Livsmedelsverkets revisioner av kontrollmyndighete av A Rydin, G Engström och Å Eneroth.
11. Kontrollprogrammet för tvåskaliga blötdjur – Årsrapport 2011-2013 – av M Persson, B Karlsson, SMHI, M Hellmér, A Johansson, I Nordlander och M Simonsson.
12. Riskkaraktärisering av exponering för nitrosodimetylamin (NDMA) från kloramin använt vid dricksvattenberedning av K Svensson.
13. Risk- och nyttovärdering av sänkt halt av nitrit och koksalt i charkuteriprodukter – i samband med sänkt temperatur i kylkedjan av P O Darnerud, H Eneroth, A Glynn, N-G Ilbäck, M Lindblad och L Merino.
14. Kommuners och Livsmedelsverkets rapportering av livsmedelskontrollen 2013 av L Eskilsson och M Eberhardson.
15. Rapport från workshop 27-28 november i Stockholm. Risk- och sårbarhetsanalys – från jord till bord. Sammanfattning av presentationer och diskussioner.
16. Risk- och nyttovärdering av nötter – sammanställning av hälsoeffekter av nötkonsumtion av J Bylund, H Eneroth, S Wallin och L Abramsson-Zetterberg.
17. Länsstyrelsernas rapportering av livsmedelskontrollen inom primärproduktionen 2013 av L Eskilson, S Sylvén och M Eberhardson.
18. Bly i viltkött – ammunitionsrester och kemisk analys, del 1 av B Kollander och B Sundström, Livsmedelsverket, F Widemo, Svenska Jägareförbundet och E Ågren, Statens veterinärmedicinska anstalt.