



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Nivåer av tungmetaller og PCB i elgkjøtt fra Sør-Varanger 2020

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 26 | 2023



Paul Eric Aspholm¹, Benedicte Beddari¹, Ingrid Søvik¹, Ida Marie Bardalen Fløistad¹,
Monica Strasser Englund², Ellen Katrin Enge², Marit Vadset², Elbjørg Sofie Heimstad²
og Snorre Hagen¹

¹NIBIO, ²NILU

TITTEL/TITLE

Nivåer av tungmetaller og PCBer i elgkjøtt fra Sør-Varanger 2020

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Paul Eric Aspholm, Benedicte Beddari, Ingrid Søvik, Ida Marie Bardalen Fløistad, Monica Strasser Englund, Ellen Katrin Enge, Marit Vadset, Elbjørg Sofie Heimstad og Snorre Hagen.

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
20.02.2023	9/26/2023	Åpen	8716	20/01509
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03240-3	2464-1162	30		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Statsforvalteren i Troms og Finnmark

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Tiia H. Kalske

STIKKORD/KEYWORDS:Elg, *Alces alces*, kjøttvev, elgkjøtt, konsentrasjoner av tungmetaller og PCB.Moose (*Alces alces*) muscle tissue, concentration of heavy metals, concentration of PCB.**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Naturforvaltning

Environmental management

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Under høstjakta på elg (*Alces alces*) i 2020 ble det tatt vevsprøver til analyser av tungmetaller og PCB. Tungmetallprøver ble tatt av 24 individer; 4 hunnkalver, 4 hannkalver, 3 hanner av åringer og 13 okser (voksne hanner). PCB analyser ble gjort av vevsprøver som ble tatt av 2 hunnkalver, 3 hannkalver, 2 hann-åringer og 9 okser (totalt 16 dyr). De felte dyrene har god geografisk spredning fra sør til nord og nord-øst i kommunen. Tungmetallene som ble analysert var krom (Cr), nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn), arsen (As), sølv (Ag), kadmium (Cd), tinn (Sn), bly (Pb) og kvikksølv (Hg). PCB ble analysert for 34 kongenere pluss sumPCB₆ og sumPCB₇. De fleste konsentrasjonene av tungmetallene var svært lave og flere var under deteksjonsgrensene. Ellers var det bare sporadiske lave forekomster av de 32 PCBene som ble funnet i noen av de undersøkte elgene. Det var bare heksaklorbensen som ble detektert i alle prøvene fra elgene).

During the autumn hunt for moose (*Alces alces*) in 2020, tissue samples were taken for analysis of heavy metals and PCBs. Heavy metal samples were taken from 24 individuals; 4 female calves, 4 male calves, 3 males of yearlings and 13 bulls (adult males). PCB analyses were done using tissue samples taken from 2 female calves, 3 male calves, 2 male year-olds and 9 bulls (a total of 16 animals). The felled animals have a good geographical spread from the south to the north and north-east of the municipality. The heavy metals analysed were chromium (Cr), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), silver (Ag), cadmium (Cd), tin (Sn), lead (Pb) and mercury (Hg). PCBs were analysed for 34 congeners plus sumPCB₆ and sumPCB₇. Most concentrations of heavy metals were very low and several were under the detection limit. Otherwise, there were occasional low incidences

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

of the 32 PCBs analysed in some of the moose investigated. Only the component HexaCB that was detected in all the moose samples.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Troms og Finnmark
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Sør-Varanger
STED/LOKALITET: Sør-Varanger

GODKJENT /APPROVED

Snorre Hagen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Benedicte Beddari (Paul Eric Aspholm)

NAVN/NAME



Forord

Elg er en viktig ressurs i norsk natur. Helleristninger som er mer enn 8000 år viser at folk hatt et forhold til elg i Finnmark. I Finnmark som resten av landet, ble elg sterkt redusert i forbindelse med jakt og spesielt da gevær ble vanligere på midten av 1800 tallet. Bestanden av elg forsvant en gang antageligvis på slutten av 1800 tallet i Finnmark og vendte sakte tilbake på begynnelsen av 1900 tallet. Først i 1980-årene ble den tallrik.

Elg er også viktig ressurs for bjørn, ulv og andre åtseletere. Elgen kan ha stor effekt på habitatene den lever i, og i en del områder kan den utradere store deler av den unge furuskogen under vinterbeiting. Det er da både topp- og skuddbeiting og barkegnag. Elg foretrekker ROS – artene (rogn, osp og vier [*Salix*]) i vinterbeite. Om våren, sommeren og høsten spiser elg en rikt variert meny av ulike planter. Om høsten kan en del elg, spesielt okser, forsyne seg av sopp. Når det er soppår ser vi at det forekommer fettlever hos en del individer som blir felt under jakta.

Elgjakt er et viktig foretakende for mange personer i Finnmark. En ting er selve jakta, men det har også viktige ringvirkninger for grunneier (FeFo), butikker, transportører og andre. Jakta drives etter forvaltningsrettet avskyting, der man høster i henhold til hvor produktiv bestanden er og hvor formålet er å beholde en relativt stor og bærekraftig bestand. Kjøttet fra elgen er for mange hovedgrunnen for å gjennomføre jakta. Kjøttet fordeles mellom medlemmene i jaktlaget som feller elgen. En del elgkjøtt blir videre delt med andre og noe blir omsatt og solgt til bedrifter og private. Så elgkjøtt ligger av og til på tallerkenen til nokså mange i Sør-Varanger.

Langtransportert og regional og lokal forurensing kan bli tatt opp i elgkjøttet, og derfor er det mange i Sør-Varanger som er interessert i hvordan kvaliteten på elgkjøttet i kommunen er. Spesielt har det vært interesse for utslippene av tungmetall fra Nikkelverket og hva disse har å si for kvaliteten på elgkjøttet.

Denne undersøkelsen av tungmetaller og PCB har blitt en realitet fordi mange elgjaktlag i kommunen har valgt å donere kjøttprøver fra byttet sitt til elgprosjektet ved NIBIO Svanhovd. Videre har Statsforvalteren i Troms og Finnmark finansiert arbeidet. NIBIO Svanhovd og NILU har samarbeidet og NILU har analysert elgkjøttprøvene. Vi takker alle som har bidratt i dette prosjektet.

Svanhovd, 30 juli 2022

Paul Eric Aspholm

Innhold

1	Innledning.....	6
1.1	Elgen i Sør-Varanger	6
1.2	Forurensninger i området.....	6
1.2.1	Tungmetaller	6
1.2.2	PCB – polyklorte bifenyler (PolyChlorerte Biphenyls = PCBs)	7
2	Metode	8
2.1	Prøvene av elg	8
2.2	Analyse av tungemetter	9
2.3	Analyse av PCB og andre liknende komponenter	10
3	Resultater	11
3.1	Analyse av tungemetter	11
3.2	Analyse av PCB og andre liknende komponenter	18
4	Diskusjon.....	24
4.1	Nivåene av tungemetter	24
4.2	Sammenlikning av tungemettallkonsentrasjoner med andre undersøkelser	24
4.3	Nivåene av PCBer.....	25
4.4	Sammenlikning av PCBer med andre undersøkelser	25
5	Konklusjoner	26
	Litteraturreferanse	27

1 Innledning

1.1 Elgen i Sør-Varanger

Barskogen i Pasvik var et av områdene i Finnmark hvor elgen etablerte seg som bestand da arten kom tilbake. Den andre plassen var Anarjohka. I etterkrigstiden var det mye nyetableringer av ung furuskog og lauvtrær etter de norskfinske store skoghogstene og Wehrmacht sin hogst i Pasvik til materialforsyninger av fronter og infrastruktur. I 1961 ble det startet med elgjakt i Sør-Varanger. I perioden 1976 til 1980 ble det felt flere elger i Sør-Varanger enn i resten av fylket til sammen. Det ble innført vinterjakt fordi beitetrykket ble veldig stort. Avskytingen var for kraftig og bestanden fikk en kollaps som varte i nesten 20 år. På slutten av 1990-tallet økte bestanden noe og i tillegg var det endringer i vandringer på høsten fra nordligere områder og inn i Pasvik for vinterbeite. I Øvre Pasvik er det mindre snødekke fordi området ligger i en annen mindre snørik klimasone. Det var i hovedsak elg som krysset over fra russisk side i området ved Bjørnsund/Trangsundet. Disse elgene kom antageligvis både fra den russiske sperresonen og fra Jarfjord og Grense Jakobselv. Men også en del elg kom fra nordligere områder av Sør-Varanger og fra områdene oppe ved Varanger. Noen elg vandret også inn og ut over den norskfinske grense. På det meste var det om lag 300 elg som kom vandrende etter at snøen la seg. Hovedtrekket var gjerne i januar februar når snødyppet i nordligere områder ble mer enn 60 -70 cm. Trekket tilbake om våren var mer spredt i tid. Det ble laget jaktfredning i Øvre Pasvik i årene 2002-05 og en modell med moderat avskyting årene etter, har bidratt til at bestanden er på vei oppover igjen. Etter årene med vinterjakt ble trekket fra russisk side etter hvert også kraftig redusert, antakelig også det på grunn av beskatning av elgen på russisk side. I perioden fra 2005 til nå har det vært relativt store variasjoner i antall trekkelg over grensen.

Vårvandringen er mer spredt i tid og skjer ikke langs den samme ruta som høstvandringen. Mildere vintre synes å påvirke vandring og spredning mindre enn snørike og da er det hovedsakelig snødyppet i de nordligere områdene av Sør-Varanger som er avgjørende. Av andre klimaresponser så har elgkalvingen endret seg fra 4. juni med en ukes variasjon til mer enn en måneds variasjon fra begynnelsen av mai til langt uti juli. Nyfødte kalver har blitt observert så sent som i slutten av juli. Dette har mye å si for adferd hos dyrene, diing, parring/brunst, vandring og beitestrategi. Disse forholdene vil da spille inn på hva elg får i seg av forurensningsstoffer og hvorledes nivåene av forurensning vil være i kjøttet når det høstes.

1.2 Forurensninger i området

1.2.1 Tungmetaller

Nikkelverket var et utslippspunkt som spredte relativt store mengder av tungmetaller over et større område. Selv om smelteverket er lagt ned, så er det fortsatt store mengder av tungmetaller som akkumulerer seg opp gjennom næringskjedene. Signaturmetallene fra Nikkelsmelteverket var nikkel (Ni), kobber (Cu), kobolt (Co) og arsen (As). I tillegg kom det utslipp fra produksjonen i Nikel med en lang rekke av andre tungmetaller og stoffer, ikke minst svoveldioksid (SO₂). Svoveldioksid hadde ulike effekter, hvor en av hovedeffektene var at den medførte en forsurening av miljøet (lav pH). NILU (Norsk institutt for luftforskning) har undersøkt luftkvaliteten i Sør-Varanger over lang tid med ukentlig analyser av innhold i lufta av nikkel, kobber, kobolt og arsen, aluminium (Al), kadmium (Cd), krom (Cr), jern (Fe), mangan (Mn), bly (Pb), vanadium (V) og sink (Zn) (Berglen *et.al.*2021). Vindhastighet, vindretning, temperatur og relativ fuktighet, lufttrykk, samt nedbørtype og mengde påvirker både spredning av stoffene fra nikkelverket og hvordan de kunne koble seg sammen til ulike

partikler (Berglen *et.al.*2021). Dermed ble også miljøeffektene og lagringen i miljøet påvirket av jordsmonn (vann), ledningsevne, pH og de organiske og uorganiske komponenter, samt biologisk liv. Nikkelverket ble stengt med 23. desember 2020. Endringen i utslippet og spesielt nedgangen i utslippene av svoveldioksid har rask positiv miljøeffekt.

1.2.2 PCB – polyklorte bifenyler (PolyChlorerte Biphenyls = PCBs)

Polyklorerte bifenyler er giftige og brytes oftest veldig sakte ned i naturen. PCB er syntetisk laget og oppstod på 1920 tallet og er forbudt over nesten hele verden. I Norge og mange andre land ble de forbudt på 1980 tallet. PCB består i utgangspunktet av et oljeliknende materiale. Molekylet ser i utgangspunktet ut som to sammenhengende sekskanter (benzenringer), som det henger en klorforbindelse på en eller flere av hjørnene. Som regel har de 1 til 10 kloratomer festet til de to sekskantene. Alt ettersom hvor klorforbindelsen sitter, så har disse molekyltypene ulike egenskaper og giftighet. Generelt så vil de PCBene som har de to sekskantene mest mulig parallelle (flate) vær mer giftige. Vi kjenner til 209 ulike PCB-forbindelser. Tolv av disse har dioksinliknende effekt. De har blitt vurdert til å ha toksisk styrke og vurderes sammen med dioksiner. Disse kalles dioksinliknende PCB (dl-PCB). De resterende 197 forbindelsene kalles ofte ikke-dioksinliknende PCB og de har annerledes og mindre gift effekter enn de dioksinliknende. Den typen av PCB som er mest potensiell giftig er PCB 126. Det er vanligst å måle innholdet av de seks PCB-forbindelsene (PCB6) som utgjør 40-60 prosent av total mengde PCB i matvarer. I denne gruppen inngår PCB-28, -52, -101, -138, -153 og -180. Av disse er det mest av PCB-153 og PCB-138, som hver utgjør om lag 30 prosent av sumPCB6. I sum PCB7 inngår PCB-118 i tillegg til de kongenerene som inngår i PCB6. PCB-118 utgjør oftest om lag 15 prosent av sumPCB7.

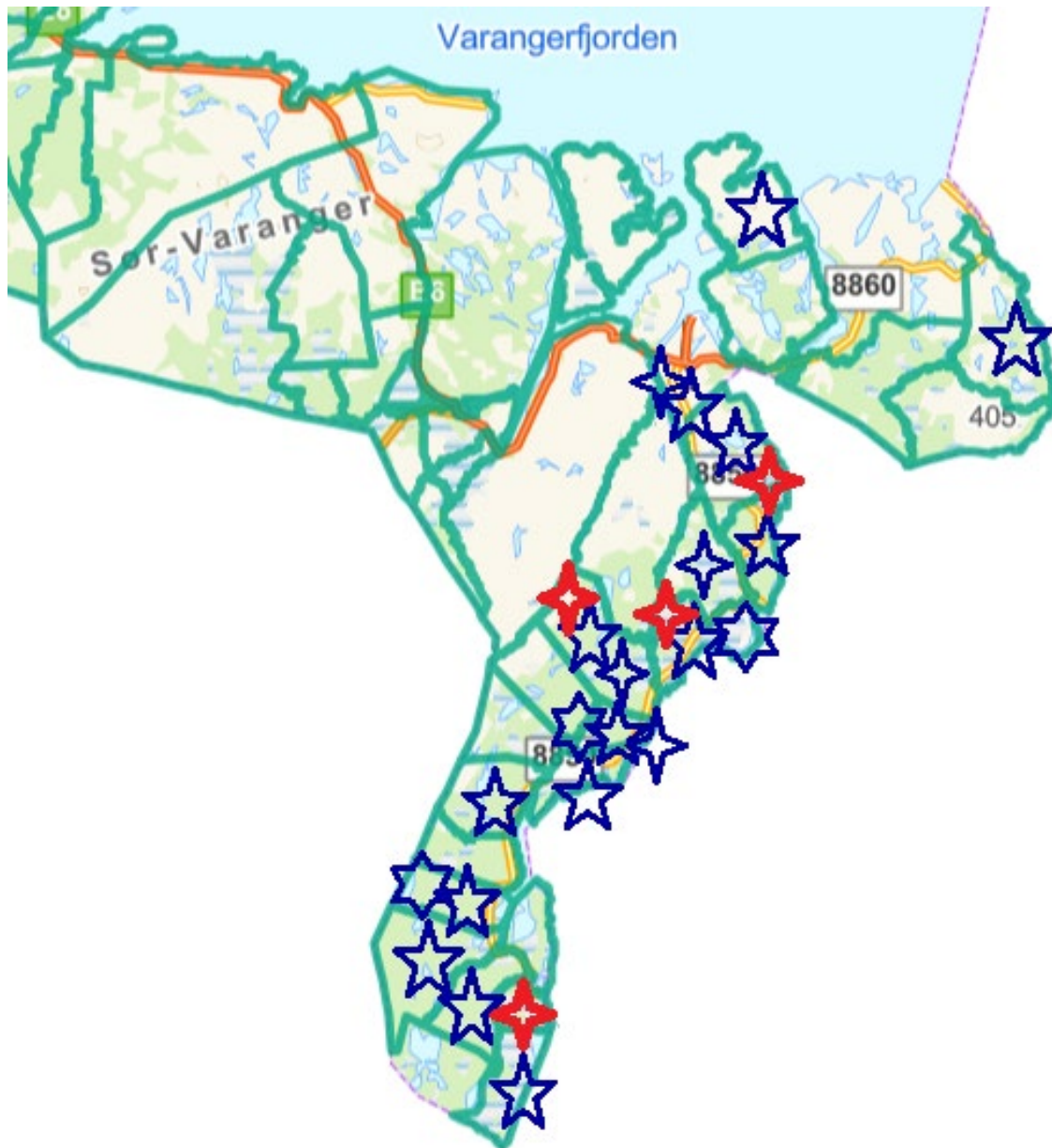
2 Metode

2.1 Prøvene av elg

Kjøttprøven av elgskrotten ble tatt av elgjegerne og levert fersk, nedkjølt eller frossen til NIBIO Svanhovd. I laboratoriet ble prøven videre fordelt og pakket i plast for analyser av tungmetaller og aluminiumsfolie for analyser av PCB. Prøveoversikten ble administrert i en Excel-database ved NIBIO. I alt ble det samlet inn prøver fra 24 elg; 4 hunnkalver og 4 hannkalver, 3 hanner som var åringer og 13 okse, se Tabell 1. Det var altså ingen prøver fra elgkuer. Alderen på disse oksene er ukjent, men kjøttvekt kan indikere noe om alderen. Prøvene ble tatt fra elg gjennom hele Pasvik og ned mot Kirkenes og i fra Grense Jakobselv, se figur 1. Fra NIBIO Svanhovd ble prøven lagret og sendt til NILU Kjeller til analyse ved laboratoriet der.

Tabell 1. Oversikt over elgene som det ble tatt prøver fra. Prøver for tungmetaller ble tatt fra 4 hunnkalver og 4 hannkalver, 3 hanner av åringer (årsdyr= 1,5 år) og 13 okser (voksne hanner). Prøver for PCB ble tatt fra 2 hunnkalver, 3 hannkalver, 2 hann-åringer og 9 okser. X = prøve tatt, 0 = prøve ikke tatt.

Database nr	Jaktfelt	Slaktevekt	Alder	Kjønn	Tungmetall prøve	PCB prøve
20AAL001	Gjøkelv	78	Kalv	Hunn	X	X
20AAL002	Moskvaåsen	78	Kalv	Hann	X	0
20AAL003	Gr. Jakobselv	182	Voksen	Hann	X	X
20AAL004	Sortbrysttjern	180	Voksen	Hann	X	X
20AAL005	Ødevann	215	Voksen	Hann	X	X
20AAL006	Brannfjell	76	Kalv	Hann	X	X
20AAL007	Kobbfoss	252	Voksen	Hann	X	X
20AAL008	Ropelv	215	Voksen	Hann	X	X
20AAL009	Spillåsen	73	Kalv	Hunn	X	0
20AAL010	Lyngklumpen	217	Voksen	Hann	X	X
20AAL011	Trollhaugen	137	Åring	Hann	X	X
20AAL012	Spillåsen	127	Åring	Hann	X	0
20AAL013	Spillåsen	305	Voksen	Hann	X	0
20AAL014	Svartfjell	185	Åring	Hann	X	X
20AAL015	Skrukkebukt	73	Kalv	Hunn	X	X
20AAL016	Skrukkebukt	281	Voksen	Hann	X	X
20AAL017	Bjørnsund	264	Voksen	Hann	X	X
20AAL018	Steinfjell	209	Voksen	Hann	X	X
20AAL019	Bjørnelvdalen	76	Kalv	Hann	X	X
20AAL020	Bjørnelvdalen	198	Voksen	Hann	X	X
20AAL021	Svartfjell	59	Kalv	Hann	X	X
20AAL022	Moskvaåsen	86	Kalv	Hunn	X	0
20AAL023	Spurvann	212	Voksen	Hann	X	0
20AAL024	Moskvaåsen	196	Voksen	Hann	X	0



Figur 1. Kartskisse med fordelingen av individene som har blitt analysert for tungmetaller og PCBer i denne undersøkelsen fra Sør-Varanger i 2020. Rød firtakket stjerne  symboliserer hunnkalv, blå firtakket stjerne  symboliserer hannkalv, blå sekstakket stjerne  symboliserer hann-åring (1,5 år) og blå femtakket stjerne  symboliserer okse.

2.2 Analyse av tungemtaller

Omtrent 0,5 gr vevsprøve ble veid inn i teflonbeholdere og tilsatt 3 ml H₂O og 5 ml konsentrert supra ren destillert salpetersyre. Prøvene ble oppsluttet i UltraClave (Milestone, Italy), en mikrobølgebasert oppslutningsteknikk. Prøvene ble oppsluttet i et fire trinns program opp til 250°C som maksimum temperatur. Etter oppslutning ble prøvene avkjølt til romtemperatur og fortynnet til 50ml med dionisert vann i syrevaskede 50ml polypropylene-rør. Det ble laget laboratorieblank prøver (kontroller) som bare inneholdt ionebyttet vann og salpetersyre. Etter oppslutning ble prøvene splittet, hvor aliquot til kvikksølv ble tilsatt bromklorid. De andre elementene ble analysert med ICP-MS type

Agilent 7700x (Agilent, Santa Clara, CA, USA), med akkreditert metode NS-EN/IEC 17025 (NILU-U-110). Resultatene ble korrigert i henhold til laboratorieblankprøvenes (kontrollprøvenes) resultat.

Ni-konsentrasjon ble målt ved NILU-laboratoriet på Kjeller. Vurdering av alle andre elementer i prøvene ble utført ved Jozef Stefan Institute i Ljubljana, Slovenia. For analyse av Cu-, As-, Pb- og Cd-konsentrasjoner ble 1 g homogenisert prøve plassert i et kvartsrør. Tre milliliter med 65% supra ren HNO₃ og 1 ml 30% supra ren H₂O₂ ble tilsatt, og prøvene ble deretter utsatt for mikrobølge-nedbrytning ved maksimal effekt på 1500 W, trappet til 130 °C i 10 min, trappet til 200 °C i 10 min, holdt i 20 min, og deretter avkjølt i 20 min. Prøvene ble deretter fortynnet til 20 ml. Målinger ble gjort i et Octapole Reaction System ICP-MS (7500ce, Agilent, Tokyo, Japan). Kvikksølv, Hg, konsentrasjon ble bestemt ved hjelp av kald damp atomisk fluorescens spektrometri etter våt dekomponering av prøven. Ett gram homogenisert prøve ble plassert i en 100 ml volumetrisk kolbe, 2 ml av en blanding av 65% HNO₃-HClO₄ (1:1, v / v) og 5 ml 96% H₂SO₄ ble tilsatt. Kolben ble oppvarmet ved 220 °C på en kokeplate i 20 min. Fordøyde prøver ble fortynnet til 100 ml og analysert ved hjelp av Tekran 2600 Instrument (Tekran, Toronto, ON, Canada) (EPA-metode 1630). For kvalitetsforsikrings-/kontrollformål ble det brukt sertifiserte referansmateriale SRM-2976 (Muscle Tissue, NIST). Kvikksølv ble analysert med Tekran 2600 Mercury Analysis System, akkreditert metode NS-EN/IEC 17025 (NILU-U-65).

2.3 Analyse av PCB og andre liknende komponenter

Hver enkelt prøve ble homogenisert, deretter tørket med natriumsulfat, før ekstraksjon med organiske løsemidler. Før ekstraksjonen ble det tilsatt en blanding av isotopmerkete standarder som ble brukt for kvantifisering av analyttene.

Ekstraktene ble oppkonsentrert før de gjennomgikk en renseprosedyre med konsentrert svovelsyre etterfulgt av en silikakolonne. Dette for å fjerne fett og andre interferenser før analyse. Før den instrumentelle analysen ble det tilsatt en gjenfinningsstandard. De ulike PCB ble separert og kvantifisert ved hjelp av GC-HRMS (Waters Autospec). Bruk av høyoppløsende massespektrometri gir best spesifisitet og god følsomhet, som gir liten fare for feilidentifisering pga. interfererende forbindelser.

3 Resultater

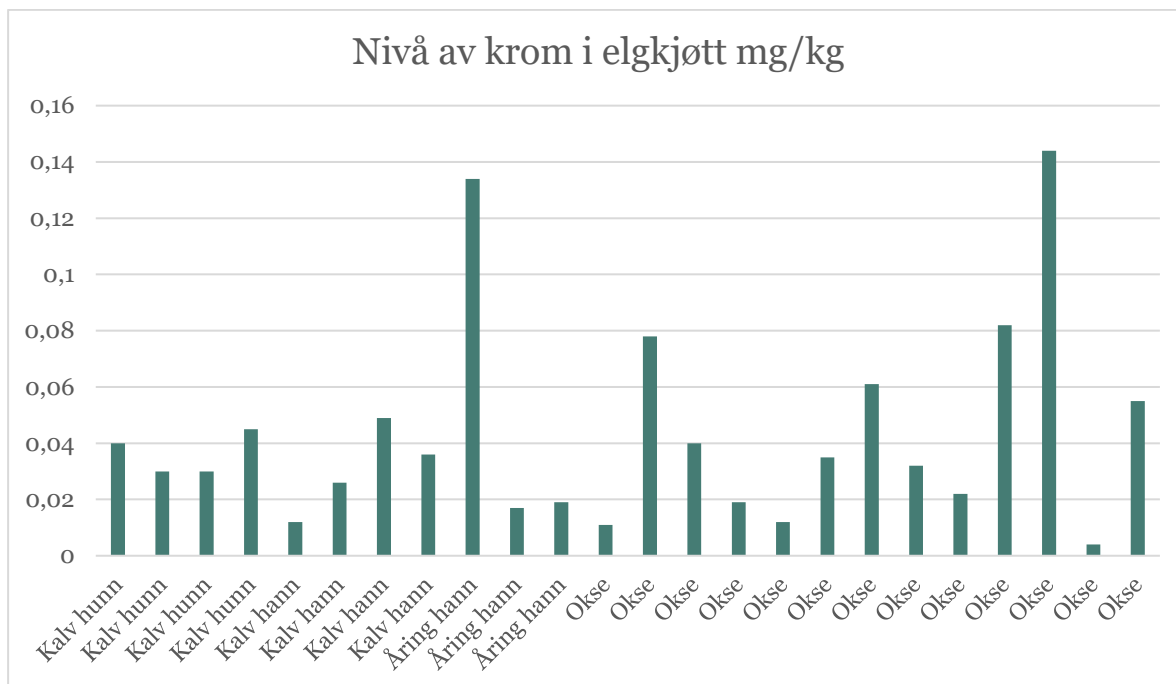
3.1 Analyse av tungemetter

Resultatene av analysene viste at nivåene av de 10 tungmetallene var relativt lave i elgkjøttet fra Sør-Varanger i 2020. Ingen prøver av elgkjøtt viste nivåer over deteksjonsgrensen for kvikksølvanalyser.

Tabell 2. Nivåer av tungmetaller i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020.

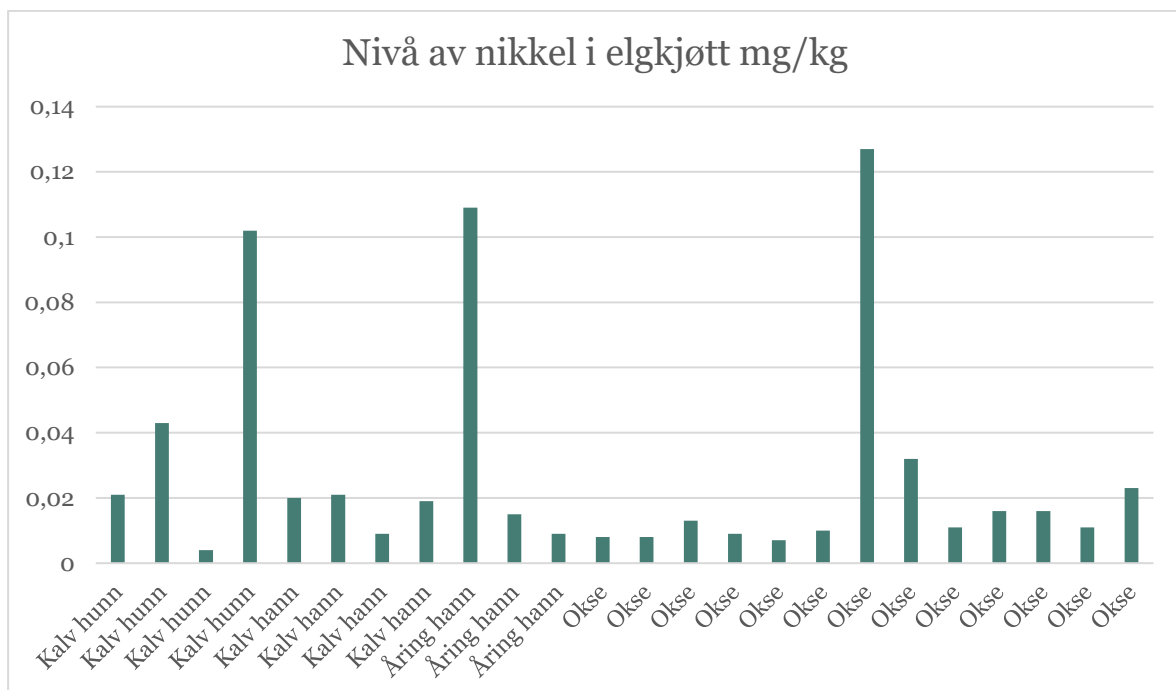
Et minus "-" foran måleresultatet betyr at det er mindre enn deteksjonsgrensen for analysemetoden. Er måleresultatet oppgitt som f.eks. "-0,01", betyr det at deteksjonsgrensen for metoden er 0.01, slik at verdien i kjøttet er mindre enn det analysene kan påvise.

Prøve nr	52 Cr	60 Ni	63 Cu	66 Zn	75 As	107 Ag	111 Cd	120 Sn	208 Pb	Hg
	[He]	[He]	[He]	[He]	[He]	[No Gas]	[No Gas]	[No Gas]	[No Gas]	
	Krom mg/kg	Nikkel mg/kg	Kobber mg/kg	Sink mg/kg	Arsen mg/kg	Sølv mg/kg	Kadmium mg/kg	Tinn mg/kg	Bly mg/kg	Kvikksølv mg/kg
20AAL001	0,04	0,021	2,205	58,8	0,003	0,0004	0,0004	0,003	0,014	0,005
20AAL002	0,012	0,02	0,719	20,4	0,002	0,0002	0,0007	0,002	0,004	-0,005
20AAL003	0,011	0,008	1,818	64,3	0,001	0,0001	0,0008	0,002	0,025	-0,005
20AAL004	0,078	0,008	1,617	50,6	0,002	0,0001	0,0005	-0,002	0,005	-0,005
20AAL005	0,04	0,013	2,48	60,3	-0,001	0,0009	0,0008	-0,002	0,003	-0,005
20AAL006	0,026	0,021	1,675	74,6	0,005	0,0001	0,0007	0,004	0,003	-0,005
20AAL007	0,019	0,009	2,115	91,4	0,004	0,0001	0,0009	-0,002	0,003	-0,005
20AAL008	0,012	0,007	1,476	53,6	0,001	0,0001	0,001	-0,002	0,003	-0,005
20AAL009	0,03	0,043	1,468	85,8	0,006	0,0002	0,0002	0,003	0,044	-0,005
20AAL010	0,035	0,01	1,497	82	0,005	0,0001	0,0021	-0,002	0,001	-0,005
20AAL011	0,134	0,109	1,571	66,7	0,006	0,0003	0,002	0,005	0,009	-0,005
20AAL012	0,017	0,015	0,538	38,1	0,001	0,0002	0,0005	-0,001	0,002	-0,005
20AAL013	0,061	0,127	1,302	61	0,027	0,0004	0,0019	0,008	0,06	-0,005
20AAL014	0,019	0,009	1,254	72,9	0,004	0,0002	0,0002	-0,002	0,001	-0,005
20AAL015	0,03	0,004	1,688	36,1	0,002	0,0001	0,0008	-0,002	0,001	-0,005
20AAL016	0,032	0,032	1,545	83	0,004	0,0002	0,001	-0,002	0,002	-0,005
20AAL017	0,022	0,011	1,795	81,6	0,003	0,0004	0,0023	0,015	0,002	-0,005
20AAL018	0,082	0,016	1,023	46,2	0,001	0,0002	0,0003	0,211	0,008	-0,005
20AAL019	0,049	0,009	1,881	45	0,004	0,0002	0,0007	0,006	0,001	-0,005
20AAL020	0,144	0,016	1,636	50,4	0,002	0,0001	0,0006	-0,002	0,001	-0,005
20AAL021	0,036	0,019	1,469	47,6	0,004	0,0005	0,0003	0,002	0,003	-0,005
20AAL022	0,045	0,102	1,059	27,2	0,003	0,0002	0,0008	0,005	0,003	-0,005
20AAL023	0,004	0,011	2,355	27,2	0,003	0,0001	0,0043	-0,002	0,003	-0,005
20AAL024	0,055	0,023	1,018	94,4	0,001	0,0002	0,0008	0,008	0,002	-0,005



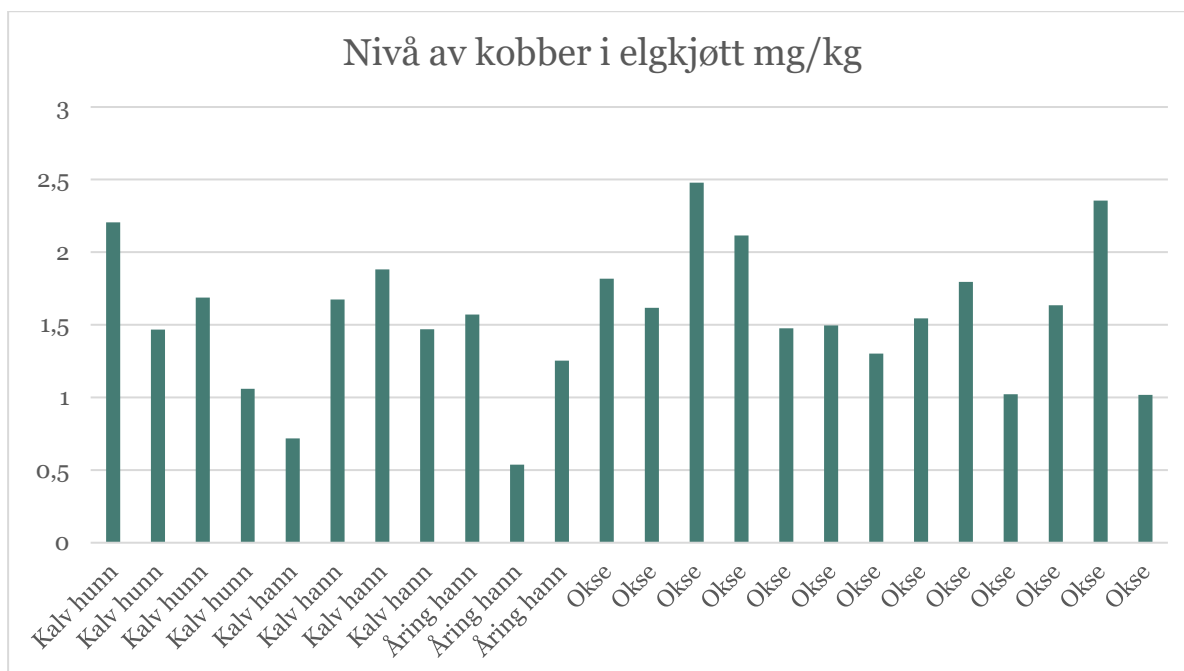
Figur 2. Nivå av krom i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Krom forekommer i alle elgene fra 0,004 til 14,4 mg/kg. Kvigealver og oksealver viser ganske like nivåer av krom. Vi ser også at noen av oksene og åringene har nivåer mindre enn kalvene. Det to dyrene med høyest kromkonsentrasjon er en åring og en eldre okse.



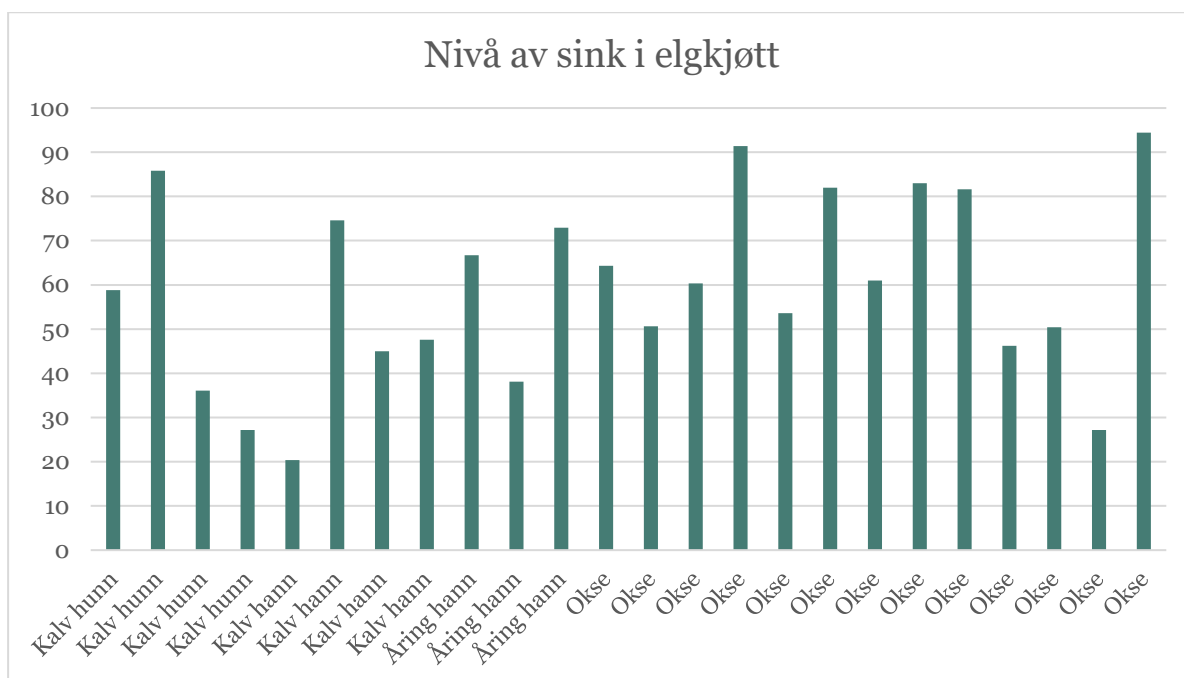
Figur 3. Nivå av nikkel i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Nikkelkonsentrasjonene er mindre enn 0,02 mg/kg for de fleste av prøvene. Imidlertid så er det tre dyr som har vesentlig høyere nivå enn de andre: en kvigealv, en åring hann og en okse. Også en annen kvigealv har noe høyere nivå enn de andre.



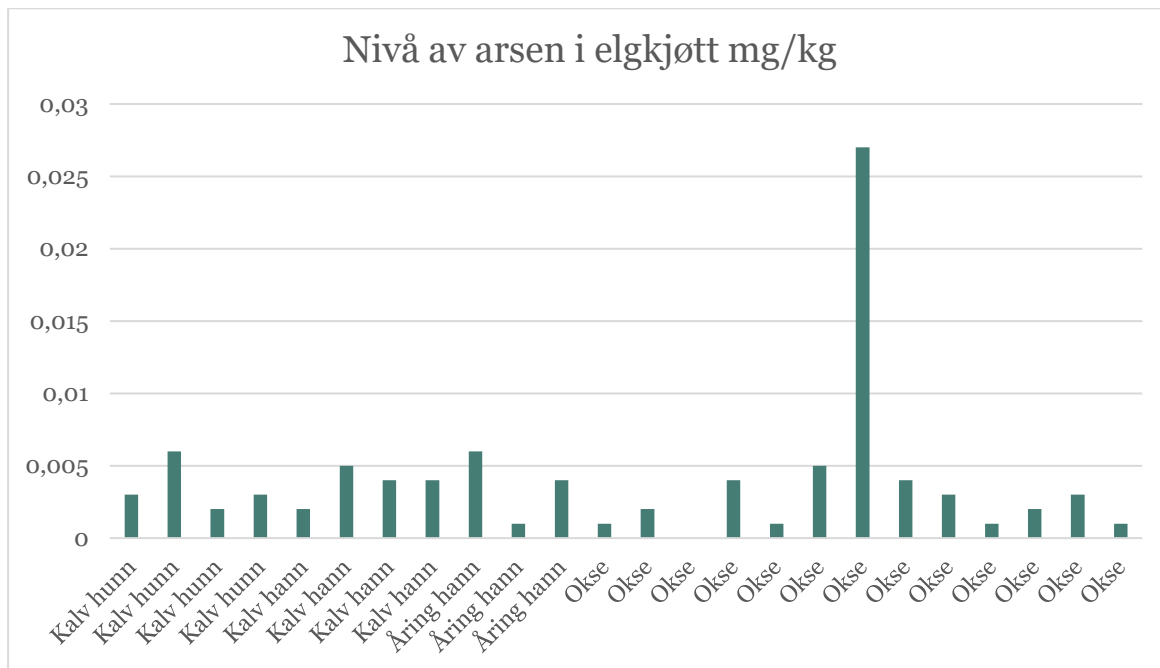
Figur 4. Nivå av kobber i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Nivåene av kobber i elgene fra 2020 er relativt ensartet med et spenn fra 0,538 til 2,355 mg/kg. Vi ser av Figur 4 det ikke er noen sammenheng mellom alder og konsentrasjon av bly.



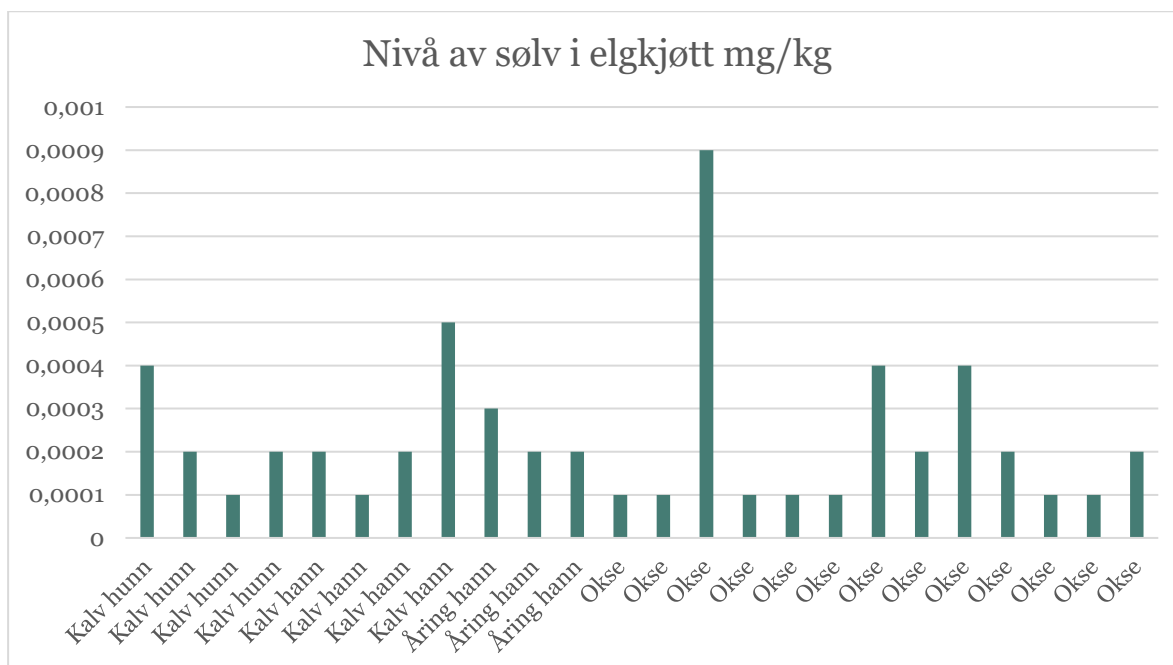
Figur 5. Nivå av sink i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Konsentrasjonene av sink i elgkjøtt er den største konsentrasjonen funnet i denne analysen. Figur 5 viser spredningen av sinkkonsentrasjonene i vevsprøven fra de ulike elgene. Også her varierer nivåene mellom dyrene slik at vi ikke har noen sammenheng mellom alder og sinkkonsentrasjon.



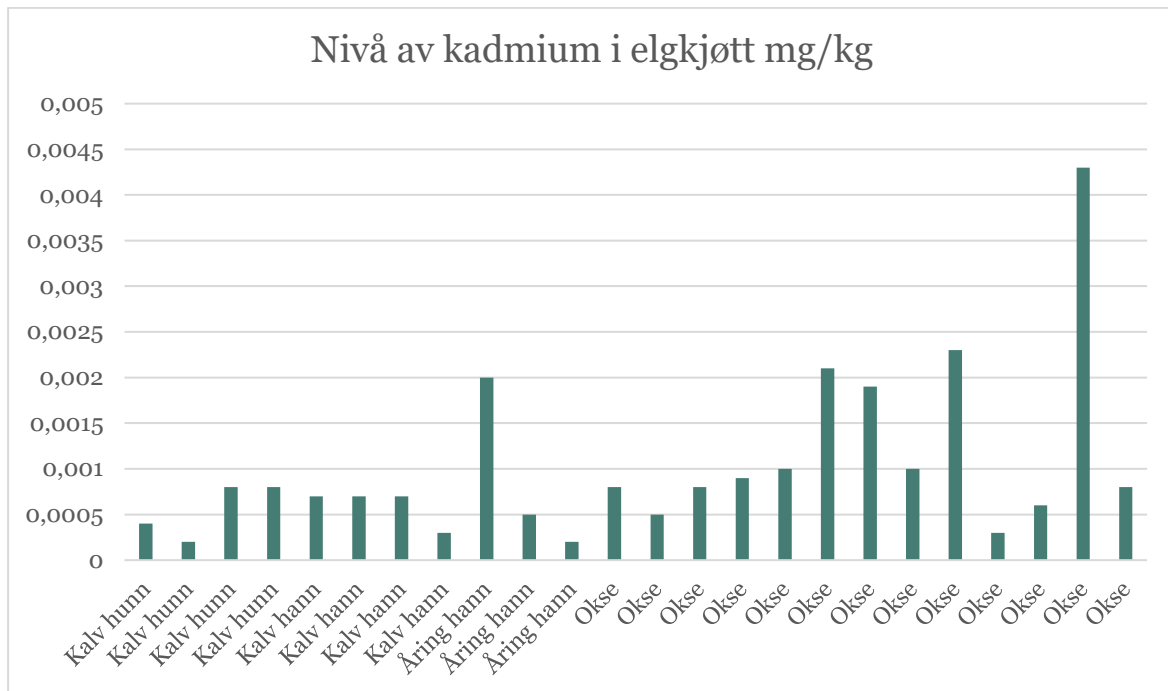
Figur 6. Nivå av arsen i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Som vi ser av Figur 6 og Tabell 2 så er det bare en elg som hadde høyt analyseresultat. Dette var nesten 10 ganger høyere enn de andre elgene. Det var også en prøve som hadde lavere konsentrasjon enn deteksjonsnivået.



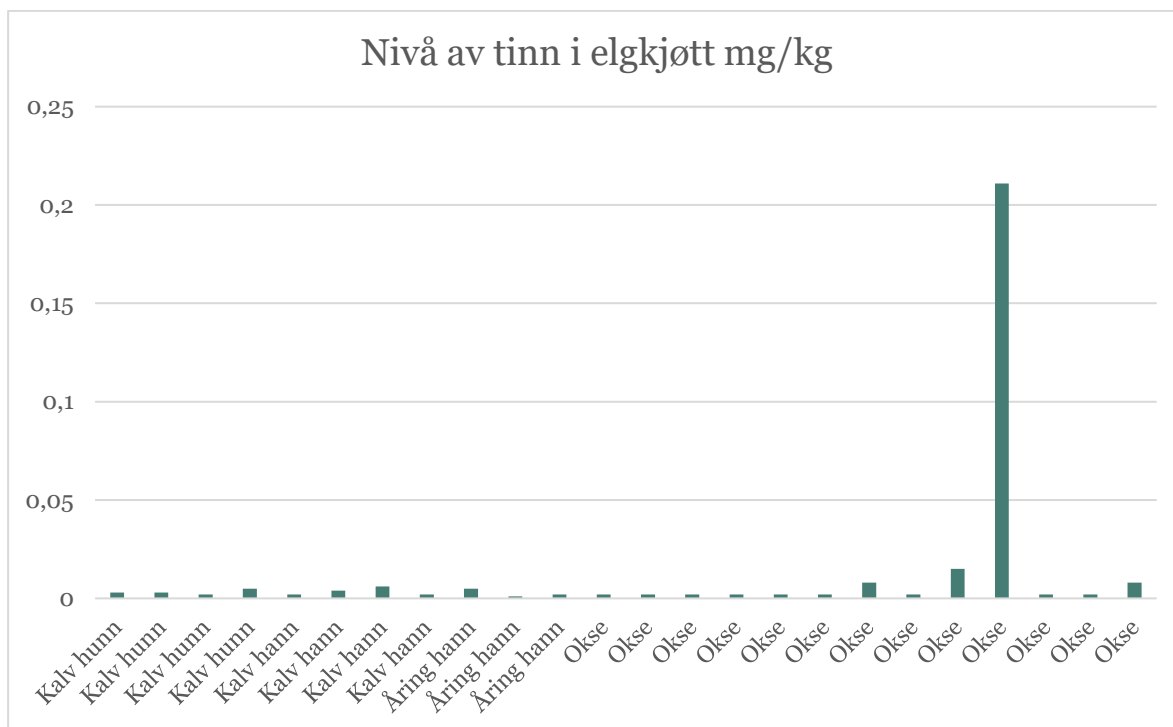
Figur 7. Nivå av sølv i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Nivåene av sølv er vist i Figur 7. Tre av elgene hadde konsentrasjoner som var under deteksjonsnivået for analysen: < 0,0001, se Tabell 2. også for sølvkonsentrasjonene så er det et dyr som hadde vesentlig høyere nivå enn de andre elgene.



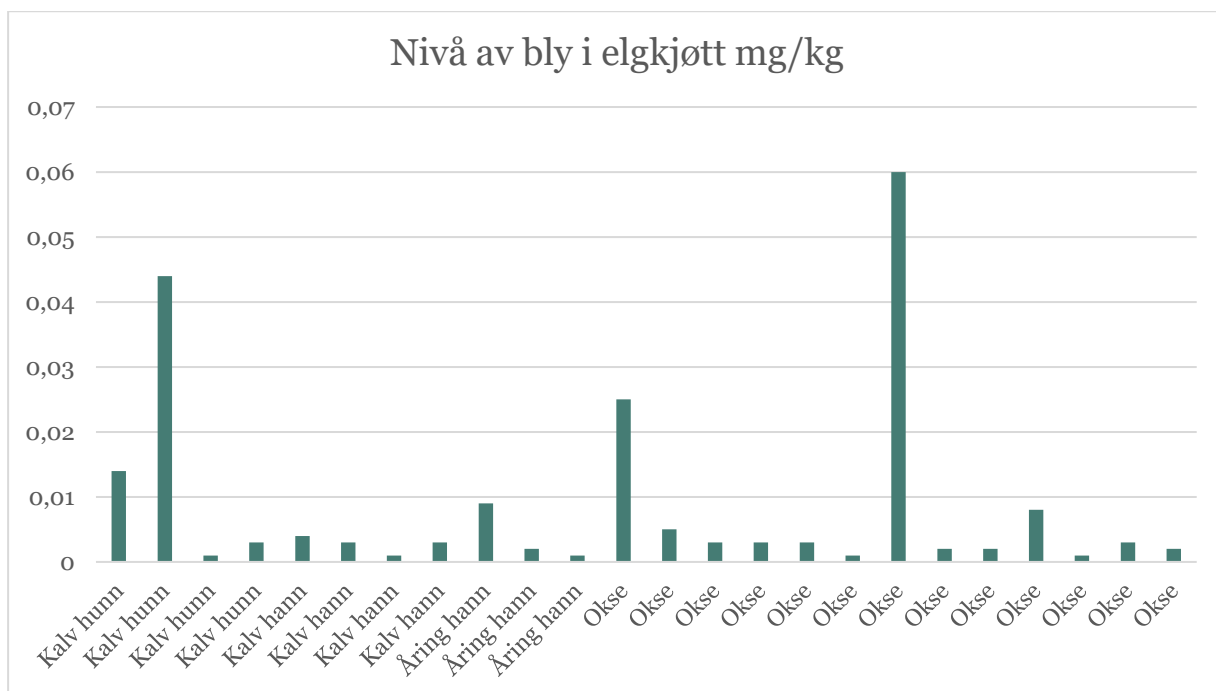
Figur 8. Nivå av kadmium i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Nivåene av kadmiumkonsentrasjonene i elgene er vist i Figur 8. Vi ser at det er en elgokse som har en del høyere nivå enn de andre. Det er en tendens til at okser har generelt litt større konsentrasjoner av kadmium enn kalvene. Men selv blant oksene er det individer med lav kadmiumkonsentrasjon.



Figur 9. Nivå av tinn fra elgkjøtt i Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

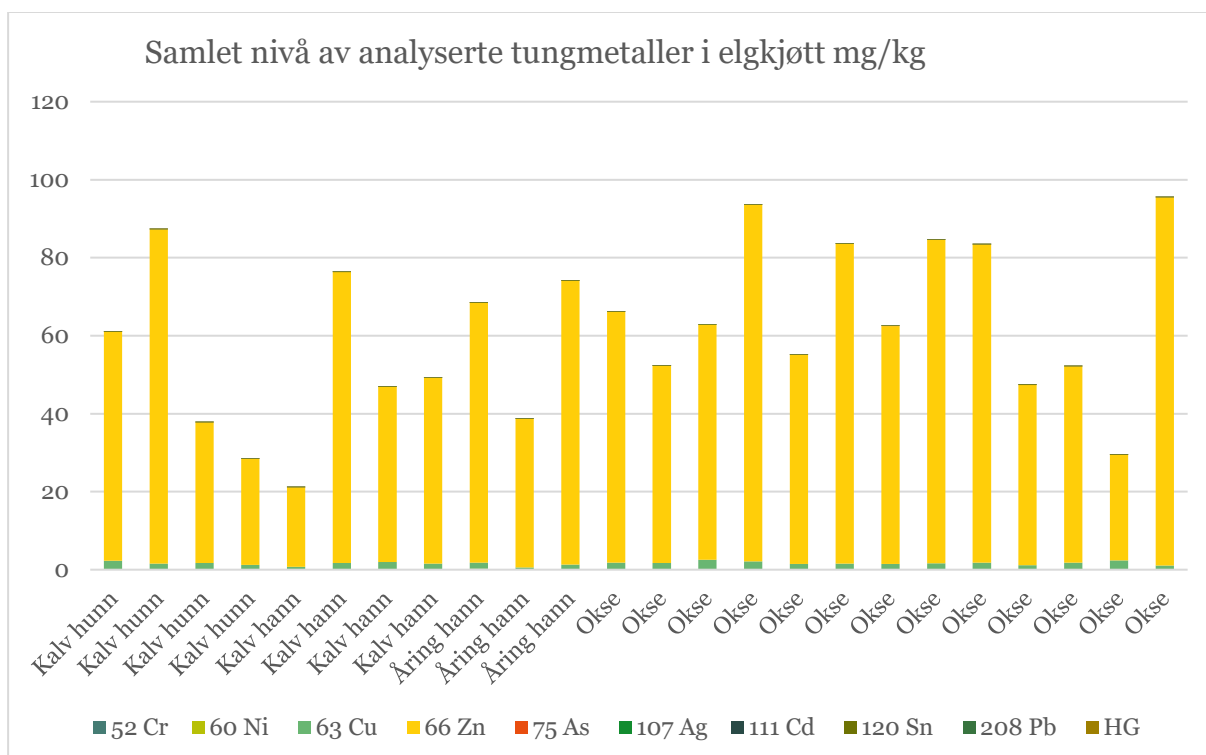
Tinnkonsentrasjonene i elgprøvene fra 2020 er generelt lave med et unntak slik vi ser i Figur 9. De fleste av nivåene ligger nær deteksjonsgrensen for sølv, og hele 10 prøver er under deteksjonsgrensen som er < 0,0001 mg/kg se Tabell 2.



Figur 10. Nivå av bly i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

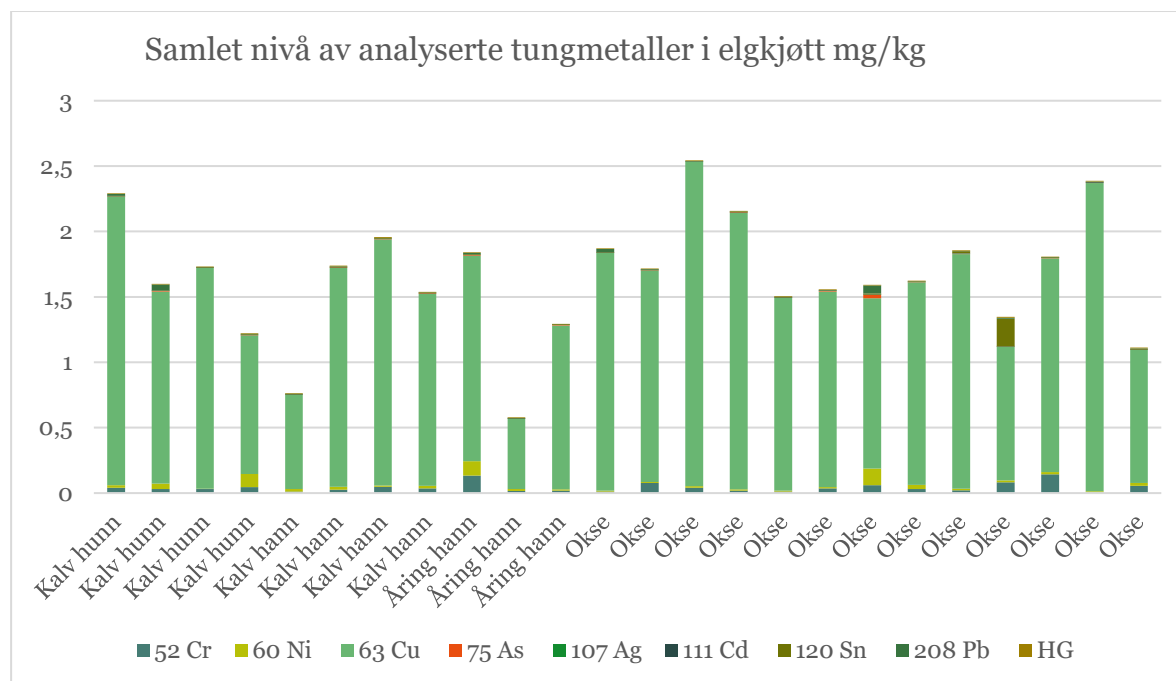
Det mest interessante i Figur 10 er at de to kvigekalvene har relativt høye blykonsentrasjoner sammen med to av oksene. Den ene kvigekalven har nest størst konsentrasjon med 0,044 mot oksen på 0,06 mg/kg. Vi ser nivåene i Tabell 2 og Tabell 3.

I denne undersøkelsen av tungmetaller så viste ingen av elgprøvene konsentrasjoner av kvikksølv som kom opp mot deteksjonsgrensen på 0,005mg/kg. Det er derfor ikke laget videre figur for dette tungmetallets konsentrasjoner.



Figur 11. Samlet nivå av tungmetaller i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020 (mg/kg).

Formålet med Figur 11 er å se på variasjon i samlet nivå av alle metallkonsentrasjonene, og vi ser at det er noe variasjon. Når vi tar bort det metallet som har størst konsentrasjon – sink – så viser Figur 12 noe endring mellom individene, men det overordnede bildet er omtrent det samme. Vi ser at totalmengden tungmetaller har et spenn fra 0,6 mg/kg til 2,6 mg/kg.



Figur 12. Samme figur som Figur 11, men her er sink Zn ikke tatt med.

I Tabell 3 er individene satt opp i samme rekkefølge som de står i figurene 2 til 12 slik at leseren kan sammenlikne stolpene i figurene med verdiene i konsentrasjonene av de ulike tungmetallene.

Tabell 3. Oversikt over nivåene av tungmetaller (mg/kg) i prøver av elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020. Nederst i tabellen oppgis minimum, maksimums og gjennomsnittlig konsentrasjon for de enkelte metallene. NB! Verdiene i kvikksølv er deteksjonsgrensen. Ingen av prøvene hadde kvikksølvkonsentrasjon som kunne måles.

	52 Cr	60 Ni	63Cu	66 Zn	75 As	107 Ag	111 Cd	120Sn	208Pb	Hg
Kalv hunn	0,04	0,021	2,205	58,8	0,003	0,0004	0,0004	0,003	0,014	0,005
Kalv hunn	0,03	0,043	1,468	85,8	0,006	0,0002	0,0002	0,003	0,044	0,005
Kalv hunn	0,03	0,004	1,688	36,1	0,002	0,0001	0,0008	0,002	0,001	0,005
Kalv hunn	0,045	0,102	1,059	27,2	0,003	0,0002	0,0008	0,005	0,003	0,005
Kalv hann	0,012	0,02	0,719	20,4	0,002	0,0002	0,0007	0,002	0,004	0,005
Kalv hann	0,026	0,021	1,675	74,6	0,005	0,0001	0,0007	0,004	0,003	0,005
Kalv hann	0,049	0,009	1,881	45	0,004	0,0002	0,0007	0,006	0,001	0,005
Kalv hann	0,036	0,019	1,469	47,6	0,004	0,0005	0,0003	0,002	0,003	0,005
Åring hann	0,134	0,109	1,571	66,7	0,006	0,0003	0,002	0,005	0,009	0,005
Åring hann	0,017	0,015	0,538	38,1	0,001	0,0002	0,0005	0,001	0,002	0,005
Åring hann	0,019	0,009	1,254	72,9	0,004	0,0002	0,0002	0,002	0,001	0,005
Okse	0,011	0,008	1,818	64,3	0,001	0,0001	0,0008	0,002	0,025	0,005
Okse	0,078	0,008	1,617	50,6	0,002	0,0001	0,0005	0,002	0,005	0,005
Okse	0,04	0,013	2,48	60,3	0	0,0009	0,0008	0,002	0,003	0,005
Okse	0,019	0,009	2,115	91,4	0,004	0,0001	0,0009	0,002	0,003	0,005
Okse	0,012	0,007	1,476	53,6	0,001	0,0001	0,001	0,002	0,003	0,005
Okse	0,035	0,01	1,497	82	0,005	0,0001	0,0021	0,002	0,001	0,005
Okse	0,061	0,127	1,302	61	0,027	0,0004	0,0019	0,008	0,06	0,005
Okse	0,032	0,032	1,545	83	0,004	0,0002	0,001	0,002	0,002	0,005
Okse	0,022	0,011	1,795	81,6	0,003	0,0004	0,0023	0,015	0,002	0,005
Okse	0,082	0,016	1,023	46,2	0,001	0,0002	0,0003	0,211	0,008	0,005
Okse	0,144	0,016	1,636	50,4	0,002	0,0001	0,0006	0,002	0,001	0,005
Okse	0,004	0,011	2,355	27,2	0,003	0,0001	0,0043	0,002	0,003	0,005
Okse	0,055	0,023	1,018	94,4	0,001	0,0002	0,0008	0,008	0,002	0,005
Min	0,004	0,004	0,538	20,4	0	0,0001	0,0002	0,001	0,001	0,005
Max	0,144	0,127	2,355	94,4	0,027	0,0009	0,0043	0,211	0,06	0,005
Gjennomsnitt	0,043	0,028	1,550	59,133	0,004	0,0002	0,001	0,012	0,008	0,005

3.2 Analyse av PCB og andre liknende komponenter

Av de 32 kongenerene av PCB og PentaCB, HexaCB, DecaCB og TE (2005) var det bare 5 stoffer som hadde en konsentrasjon over deteksjonsgrensen i analysen (tabell 4, del 1 og 2). Det var bare HexaCB som viste verdier over deteksjonsgrensen i alle prøvene. For PentaCB hadde kun en okse (nr 20AAL007, jfr Tabell 1) nivå over deteksjonsgrensen. Samme dyr hadde også svakt forhøyet nivå av kongen nr 28. Kongen nr 118 oversteg deteksjonsgrensen i en av kvigekalvene (nr 20AAL001). En annen okse (nr 20AAL016) fikk påvist svakt forhøyet nivå av kongen 194. SUM 7PCB (sumanalyse av 28+52+101+118+138+153+180) og SUM PCB viste forhøyet nivå for de samme tre dyrene (20AAL001,

20AAL003, 20AAL007). I tillegg hadde en annen elgokse (nr 20AAL004) forhøyet nivå av SUM 7 PCB. Hos alle disse dyrene er sum7PCB bare så vidt over deteksjonsgrensen, mens sum PCB er relativt klart over grenseverdiene (tabell 4, del 1 og 2). Merk at verdier over deteksjonsgrensen typisk forekom i elgprøvene med høy fettprosent i kjøttet, nemlig kvigekalven 20AAL001, oksene 20AL003, 20AAL004, 20AAL007 som hadde henholdsvis 10%, 7,7%, 3,4% og 4,7% fett i kjøttprøven. Unntaket var elgoksen 20AAL016, som hadde litt forhøyet nivå av kongen 194 og fettprosent på 1,1, som var under gjennomsnittlig fettprosent (1,35%) av de andre elgene som ikke viste disse PCB- nivåene.

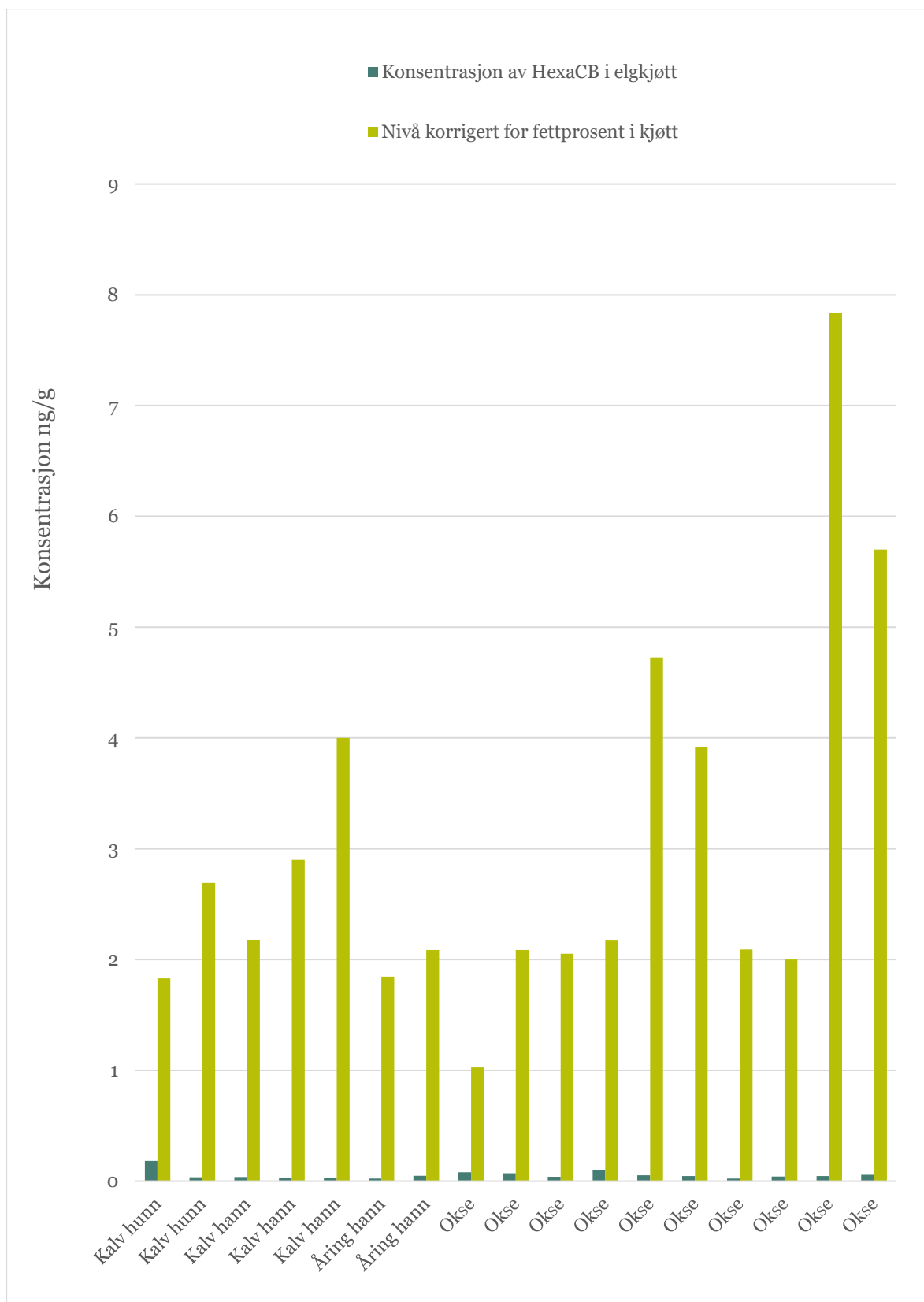
Figurene 13, 14 og 15 sammenlikner målte konsentrasjoner med konsentrasjoner korrigert for fettprosenten, som gir ulike utslag. Kvigekalven i Figur 13 viser høyest nivå av HexaCB, men korrigert for fettprosent så faller kvigekalven ned til samme nivå som de andre. I Figur 14 så ser vi at SUM 7PCB (PCB kongene 28+52+101+118+138+153+180) for alle elgene er omtrent like høye, men når det blir korrigert for fettprosent så ser vi et annet og mere variert bilde. Vi legger merke til at mange av kalvene har relativt høye konsentrasjoner av SUM 7PCB i forhold til de voksne oksene. I Figur 15 så blir det noe endring av SUM PCB som følge av korreksjonen av fettprosent.

Tabell 4, del 1. Nivåer av PCBer i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020. Nesten alle prøvene hadde konsentrasjoner av PCB kongenerer (se raden med tall som er fet-kursiv) som var under deteksjonsgrensen. Det var bare kongenerene nr 18 fra elg nr 20AAL007 og 118 fra 20AAL001 som var over deteksjonsgrensen. De eneste stoffene som gav utslag i prøvene i flere av elgene er PentaCB og HexaCB som ikke er PCBer.

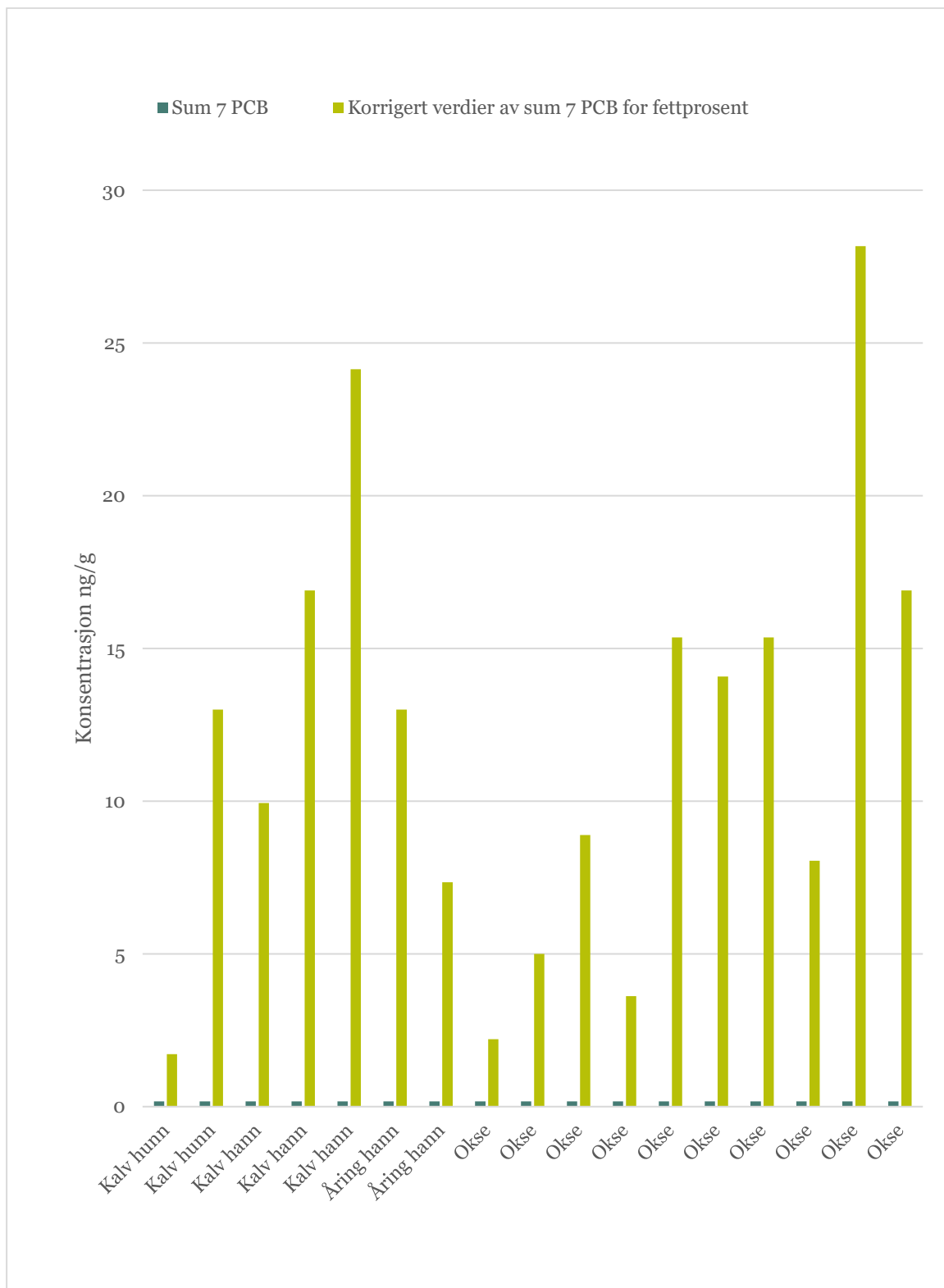
Prøve nr.	fett%	PentaCB	HexaCB	2,2',5'-TriCB	2,4',4'-TriCB	2,4',5'-TriCB	2,3',4'-TriCB	3,4',4'-TriCB	2,2',4',4'-TetCB	2,2',5,5'-TetCB	2,3',4',4'-TetCB	2,4',4',5'-TetCB	2,2',4,4',5'-PenCB	2,2',4,4,5,5'-PenCB	2,3,3',4,4',5'-PenCB	2,3,4,4',5'-PenCB	2,3,3',4,5'-PenCB	2,1,3,3',4,4',5'-HexCB	2,2',3,4,4',5'-HexCB		
				18	28	31	33	37	47	52	66	74	99	101	105	114	118	122	123	128	138
20AAL001	10	0,006	0,183	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,018	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL015	1,3	0,006	0,035	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL006	1,7	0,006	0,037	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL019	1	0,006	0,029	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL021	0,7	0,006	0,028	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL011	1,3	0,006	0,024	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL014	2,3	0,006	0,048	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL003	7,7	0,006	0,079	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL004	3,4	0,006	0,071	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL005	1,9	0,006	0,039	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL007	4,7	0,009	0,102	0,004	0,004	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL008	1,1	0,006	0,052	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL010	1,2	0,006	0,047	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL016	1,1	0,006	0,023	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL017	2,1	0,006	0,042	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL018	0,6	0,006	0,047	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047
20AAL020	1	0,006	0,057	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,007	0,007	0,003	0,019	0,012	0,006	0,001	0,015	0,001	0,001	0,005	0,047

Tabell 4, del 2. Nivåer av PCBer i elgkjøtt fra Sør-Varanger i 2020. I nesten alle prøvene var PCB kongenerene under deteksjonsgrensen, bare kongeneren 194 ble funnet over deteksjonsgrensen i elgprøven fra 20AAL016. Sum7PCB har deteksjonsgrense på 0,169 pg/g og sumPCB har deteksjonsgrense på 0,007 ng/g.

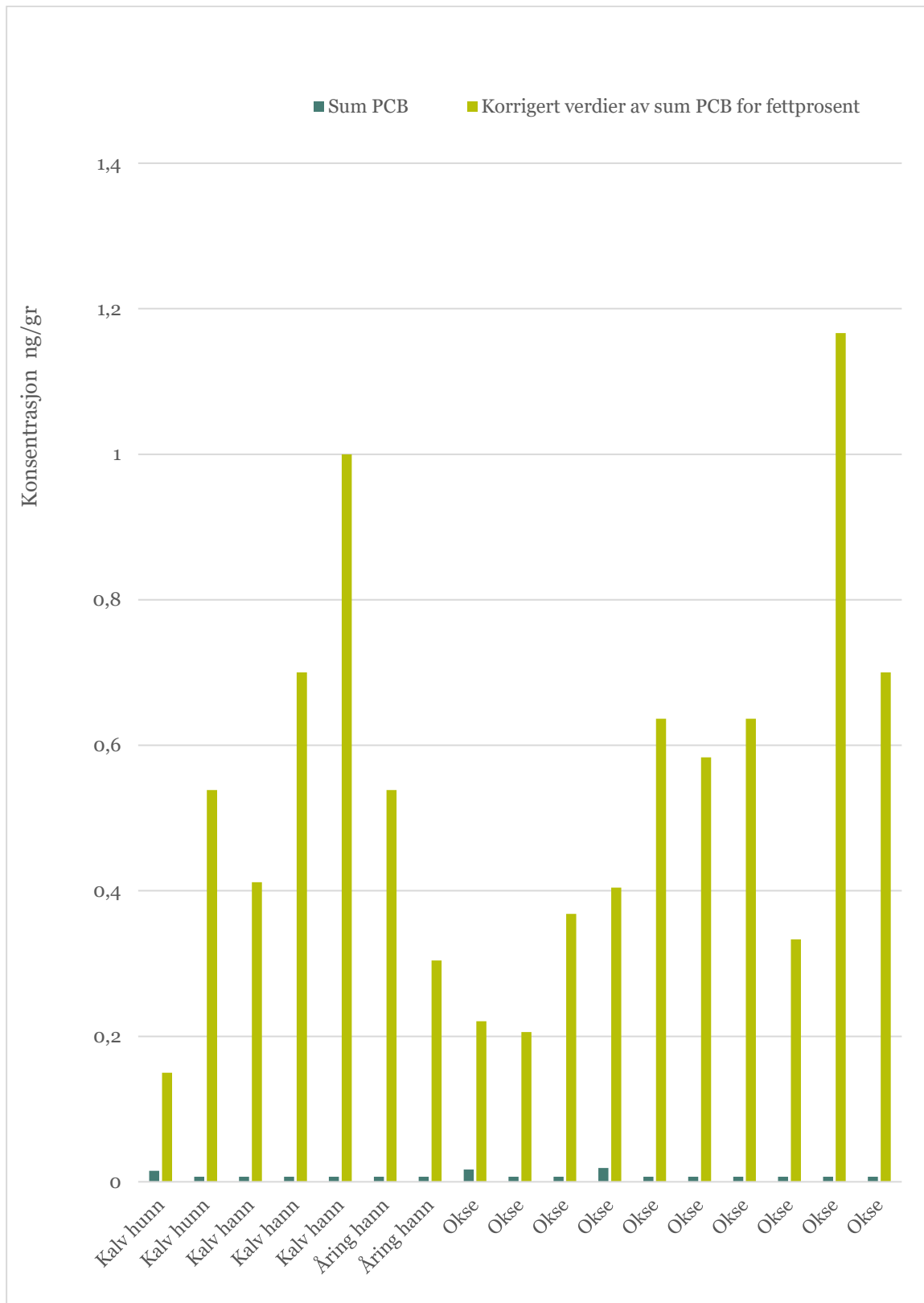
Prøve nr.	2,2',3',4',5',5'-HexCB	2,2',3',4',5',6'-HexCB	2,2',4',4',5',5'-HexCB	2,3',3',4',4',5'-HexCB	2,3',4',4',5',5'-HexCB	2,2',3',3',4',4',5'-HepCB	2,2',3',4',4',5',5'-HepCB	2,2',3',4',4',5',6'-HepCB	2,2',3',4',4',5',5',6'-HepCB	2,3',3',4',4',5',5'-HepCB	2,2',3',3',4',4',5',5'-OctCB	2,2',3',3',4',4',5',5',6'-NonCB	DesaCB	SUM 7 PCB	SUM PCB	TE (2005)	
	141	149	153	156	157	167	170	180	183	187	189	194	206	209		pg/g	
20AAL001	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,172	0,015	0,001
20AAL015	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL006	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL019	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL021	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL011	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL014	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL003	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,17	0,017	0,001
20AAL004	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,17	0,007	0,001
20AAL005	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL007	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,17	0,019	0,001
20AAL008	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL010	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL016	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,003	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL017	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL018	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001
20AAL020	0,003	0,017	0,068	0,002	0,001	0,001	0,005	0,017	0,005	0,013	0,001	0,002	0,004	0,001	0,169	0,007	0,001



Figur 13. Nivåene av HexaCB i prøvene av elgkjøtt fra Sør-Varanger 2020. Mørke stolper viser målte verdier og lyse stolper viser verdier korrigert for fettprosent.



Figur 14. Nivåene av sum 7PCB (PCB kongene 28+52+101+118+138+153+180) i prøvene av elgkjøtt fra Sør-Varanger 2020. Mørke stolper viser målte verdier og lyse stolper viser verdier korrigert for fettprosent.



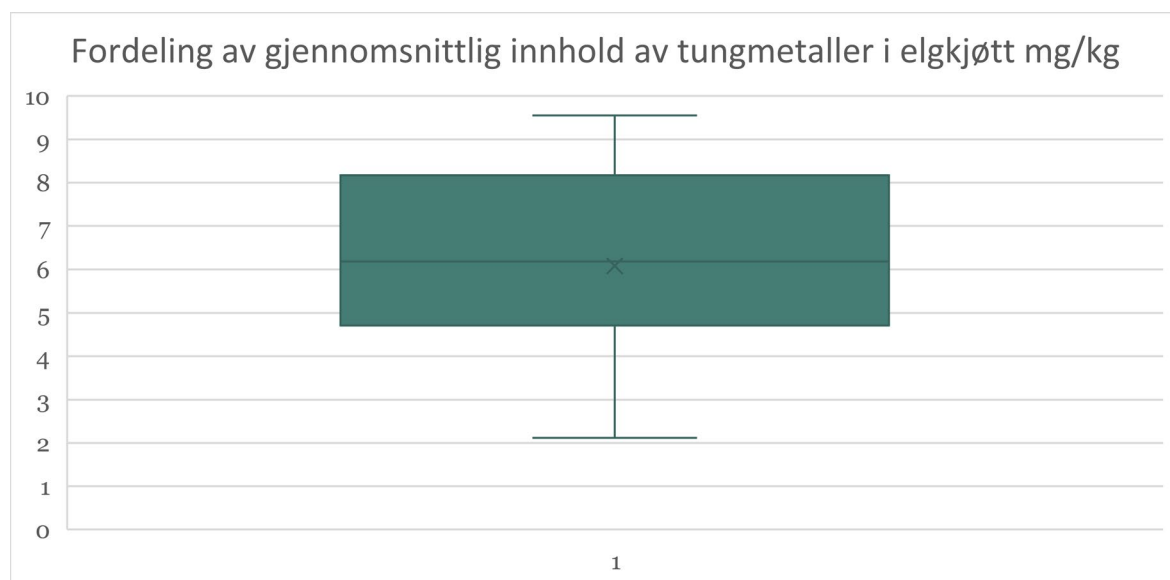
Figur 15. Nivåene av sum PCB (alle kongene) i prøvene av elgjøtt fra Sør-Varanger 2020. Mørke stolper viser målte verdier og lyse stolper viser verdier korrigert for fettprosent.

4 Diskusjon

4.1 Nivåene av tungemetter

Denne undersøkelsen fra 2020 viser at nivåene av tungmetaller i elgkjøtt i Sør-Varanger er relativt lave, men med noe varierende konsentrasjoner av de ulike metallene mellom individer. Det er liten sammenfallenhet mellom tungmetallenes konsentrasjoner på individnivå. Noen dyr kan altså ha lave konsentrasjoner av noen tungmetaller og høyere av andre tungmetaller, mens det for andre elg kan være motsatt. Det mest iøynefallende metallet er sink, som forekom i vesentlig høyere konsentrasjon enn de andre metallene. Omtrent 98 % av total metallkonsentrasjon (mg/kg) ble utgjort av sink.

Boksdigrammet i Figur 16 forteller om fordelingen av verdiene av de undersøkte tungmetallene mellom maksimums- (øverste horisontale streken) og minimumskonsentrasjonene (nederste horisontale streken). Inni boksen er et kryss for gjennomsnittlig nivå blant alle prøvene. Den grønne boksen representerer det som er nivåspennet for 75% av prøvene, det betyr at 75% av elgene befinner seg inni dette spennet av konsentrasjoner.



Figur 16. Fordelingen av gjennomsnittene av sumkonsentrasjon for tungmetaller i hver enkeltprøve av elgkjøtt (individ) fra Sør-Varanger i 2020.

4.2 Sammenlikning av tungemettalkonsentrasjoner med andre undersøkelser

En undersøkelse av muskelvev fra 3 elg fra Sør-Varanger samlet henholdsvis i 2009, 2010 og 2011 av Hansen *et al.* (2017) fant relativt like konsentrasjoner av tungmetaller som i denne undersøkelsen fra 2020. Nikkelkonsentrasjonene i den eldre undersøkelsen viste et gjennomsnitt på 0,034 mg/kg (min <0,011; maks 0,059). Fra vår undersøkelse i 2020 var nivåene gjennomsnittlig 0,028 mg/kg (min 0,004; maks 0,127). Videre viste kobber et gjennomsnittlig nivå på 1,6 mg/kg (minimum 1,2; maksimum 2,0), mens elgene fra 2020 hadde en gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon på 1,550 mg/kg (min 0,538; maks 2,355). I Hansen *et al.* (2017) var arsenkonsentrasjonen gjennomsnittlig 0,0076 mg/kg (min 0,0039; maks 0,012). Våre prøver hadde konsentrasjoner på gjennomsnittet 0,004 mg/kg med et dyr med nivå under påvisningsgrensen og høyeste hadde 0,027 mg/kg. Kadmiumnivået i de tre elgene var 0,0015mg/kg (min 0,0013; maks 0,0018), mens vi fant gjennomsnittlig 0,0010 mg

kadmium/kg (min 0,0002; maks 0,0043). Konsentrasjonene av bly i analysene til Hansen *et al.* (2017) viste et gjennomsnitt på 0,12 mg/kg (min 0,0066; maks 0,34). I våre elger var konsentrasjonen av bly i gjennomsnitt 0,008 mg/kg (min 0,001; maks 0,06). Totalt sett kan det derfor virke som om nivåene av tungmetaller i elgkjøtt har gått litt ned i nyere tid, selv om sammenlikningsgrunnlaget er relativt beskjedent. Ved analysen av kvikksølv viste alle prøvene til Hansen *et al.* (2017) seg å ha nivåer under deteksjonsgrensen for analysen, dvs mindre enn 0,005 mg/kg. Det var også tilfellet for alle elgene fra 2020.

Mattilsynet (2020) rapporterte om kobber som undersøkt i muskelprøve fra en elg med konsentrasjon 3,3 mg/kg. Dette overstiger maksimumskonsentrasjonen vi fant, som var 2,355 mg/kg, og er om lag to ganger gjennomsnittet i prøvene fra Sør-Varanger i 2020, som var 1,55 mg/kg.

I Canada fant man kadmiumnivåene i muskel hos elg i 2015 til å være under deteksjonsgrense for analysene ($< 0,01$ mg/kg våtvekt, Mc Auley *et al.* (2018)) for 18 av 23 elgkjøttprøver. Påviste nivå varierte fra 0,011 til 0,064 mg/kg, altså langt høyere nivå (mer enn 10 ganger) enn i elgeprøvene fra Sør-Varanger i 2020. I likhet med våre prøver var det flere eldre elg som hadde høyere nivåer, men også som i Sør-Varanger, så var det et ungdyr som hadde noe høyt nivå.

4.3 Nivåene av PCBer

PCB kongenerene ble detektert i noen svært få av elgene. Det eneste stoffet som hadde en viss gjennomgående konsentrasjon av nevneverdig grad er HexaCB. Dette stoffet ble tidligere brukt bredt mot muggsopper. Det er imidlertid en viss mulighet for at det som måles er et derivat fra noe annet (en annen PCB form). HexaCB kjent for å ha stor giftvirkning, som klassifiseres på en skala fra 0,001 til 1, der 1 er høyeste og giftigste effekt (Van der Berg 2006). I vår undersøkelse fra 2020 er alle verdiene av HexaCB på 0,001, altså laveste toksiske verdi man kan ha. Det indikerer at nivåene av PCB i elg fra Sør-Varanger utgjør liten risiko for konsum. Men det må her tas hensyn til at alle deler av fetttypene/fettriikt vev på slaktet ikke har blitt analysert.

4.4 Sammenlikning av PCBer med andre undersøkelser

I en studie gjort av Suutari *et al.* 2009, oppgir de konsentrasjon av PCB i elgmuskel fra Finland til å være 1,73, 2,66 og 3,12 ng/g fett for SUM 6PCBs for 3 unge hanner og 3,63, 5,01 og 5,93 ng/g fat for SUM 6PCBs for 3 okser. Dette er omtrent 100 ganger høyere enn våre verdier for både SUM7PCB og SUM PCB for elgene fra Sør-Varanger i 2020.

Elgens vandring vil kunne ha effekt på nivåene ved at de har forskjellig diett fra plass til plass og at de ulike individene ikke spiser samme diett på samme plass.

Usikkerheter er blant annet at prøvetaking blir tatt fra forskjellig kjøtt/vev rundt om på elgskrottene. Ulike mengder med fett i ulike muskelgrupper (bog versus lårsteik) fett er viktig for PCB ulike fettsyrer fra for eksempel bog, ister, ryggspekk, margbein etc vil påvirke både hvilke PCB kongener og konsentrasjon som vi får. Ulike redskaper og behandling av kjøttet i felt vil kunne kontaminere på forskjellige vis og påvirke resultatene.

Denne undersøkelsen ble basert på tilfeldig kjøtt fra slaktet. De fleste hadde tatt en prøve fra steik og noen fra bogen også. Det meste var muskel med moderat mengde fett. Så denne undersøkelsen viser tilfeldig kjøttprøver. Steik er et av produktene som brukes av elgslaktet, videre er ulike typer suppekjøtt populære hvor bein knokler og brusk og fett skjæres i suppekjøttstykker til koking. PCB og en del av tungmetallene anrikes i fettriikt vev, så derfor bør en eventuelt oppfølgende undersøkelse av PCB i elg i Sør-Varanger gjøre en mer systematisk innsamling av ulike vevstyper som brukes i forskjellige retter.

5 Konklusjoner

Prøvene av elgkjøttvevet viser nivåer av tungmetaller og PCBer som er lave, oftest lavere enn andre undersøkelser. Dette gjør at forurensningsbelastningene for elg i området ikke ser ut til å være til stor ulempe for bestanden eller for de som bruker kjøttet til mat.

Litteraturreferanse

- Berglen, T.F., Nilsen A-C, Våler, R.L., Vadset, M., Uggerud, H.T., Hak, C og Andresen, E. 2021. Grenseområdene Norge-Russland: Luft- og nedbørkvalitet 2020, NILU rapport 06/2021. ISBN: 978-82-425-3034-9. 89 sider.
- Hansen, M.D., Nøst, T.H., Heimstad, E.S., Evenset, A., Dudarev, A.A., Rautio, A., Myllynen, P., Dushkina, E.V., Jagodic, M., Christensen, G.N., Anda, E.E., Brustad, M. and Sandanger, T.M. 2017. "The Impact of a Nickel-Copper Smelter on Concentrations of Toxic Elements in Local Wild Food from the Norwegian, Finnish, and Russian Border Regions" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14, no. 7: 694. <https://doi.org/10.3390/ijerph14070694>. og Supplementet til artikkelen, 24 sider.
- Mattilsynet 2020. Overvåking av legemiddelrester og noen forurensende stoffer i animalsk mat og landdyr. OK-rapport 2019. Rapporten er utarbeidet av Mattilsynet, ferdigstilt i mai 2020. Prosjektleder: Waleed Alqaisy. 51 sider. ISBN nummer: 978-82-93607-04-5.
- McAuley, C., Ave, D., Stacey, M-M, Bart, K. and Darryel, S. 2018. Cadmium Tissue Concentrations in Kidney, Liver and Muscle in Moose (*Alces alces*) From First Nations Communities in Northern Alberta. *Front. Sustain. Food Syst.* 2:69. <https://doi: 10.3389/fsufs.2018.00069>
- Suutari, A., Ruokojärvi, P., Hallikainen, A., Kiviranta, H., Laaksonen, S. 2009. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) and wild moose (*Alces alces*) meat in Finland. *Chemosphere* 75 (2009) 617–622.
- Van den Berg, M., Birnbaum, L.S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W., Feeley, M., Fiedler, H., Hakansson, H., Hanberg, A., Haws, L., Rose, M., Safe, S., Schrenk, D., Tohyama, C., Tritscher, A., Tuomisto, J., Tysklind, M., Walker, N., Peterson, R. 2006. The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. *Toxicological Sciences*, Volume 93, Issue 2, October 2006, Pages 223–241, <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfl055>.

Etterord

For å få enda bedre kunnskap om hva som skjer med maten vår, må helten av belastninger forståes. For å oppnå dette må det gjøres videre undersøkelser, Når vi ser på elg som matressurs, så bør alle typer fettvev som vi konsumerer bli analysert. Samtidig utvikles nye metoder for genetiske analyser, som kan sammenstilles med blant annet kjemiske analyser for å forstå hvordan miljøet inkludert med giftstoffer hvordan det vil påvirke naturen og oss på kort og lang sikt. Fra de samme elgene som ble undersøkt i vår undersøkelse, er det samlet prøver for genetiske analyser og det er samlet materiale til undersøkelse av radioaktivitet.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.



Forsidefoto: Paul Eric Aspholm, NIBIO

Baksidefoto: Lars Jensen