

**LYIJYLUOTIEN HIRVENLIHAAN JÄTTÄMÄ LYIJYPITOISUUS –
MAHDOLLINEN TERVEYSRISKI?**

Niklas Holopainen
Pro Gradu -tutkielma
Ympäristöterveys
Itä-Suomen yliopisto, Ympäristötieteen laitos
Huhtikuu 2014

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta

Ympäristöterveys

Niklas Holopainen: Lyijyluotien hirvenlihaan jättämä lyijypitoisuus – mahdollinen terveysriski?

Pro Gradu -tutkielma 56 sivua, 5 liitettä (11 sivua)

Tutkielman ohjaajat: Jonne Naarala (Itä-Suomen yliopisto), Pertti Pasanen (Itä-Suomen yliopisto), Sirpa Peräniemi (Itä-Suomen yliopisto)

Huhtikuu 2014

avainsanat: hirvenliha, hirvenmetsästys, lyijy, lyijyluoti, lyijypitoisuus, terveysriski

Lyijyä esiintyy kaikkialla ympäristössä ja se on haitallinen raskasmetalli ihmisen terveydelle. Sen vaarallisuus tiedostetaan nykyään paremmin ja tästä syystä sen käyttö on vähentynyt. Sen myötä myös lyijypitoisuus on laskenut niin ihmisissä kuin eläimissäkin. Lyijy on kuitenkin edelleen suosittu materiaali ammusteollisuudessa, ja lyijyä sisältäviä ammuksia käytetään myös metsästyksessä, vaikka luoteja tehdään nykyään muistakin materiaaleista. On herännyt keskustelua siitä, onko lyijypatruunoilla ammuttu riistanliha terveysriski sitä syöväälle ihmiselle.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon hirvenlihaan siirtyy lyijyä metsästyksen yhteydessä. Lisäksi oli tarkoitus selvittää, kuinka kauas haavakanavasta lyijyn vaikutus ulottuu. Tutkimus toteutettiin ottamalla näytteitä 23 hirvestä, yhteensä neljä kappaletta jokaisesta eläimestä. Näytteet otettiin takajalasta, 40 cm ja 20 cm etäisyydeltä luodinreiästä, sekä luodinreiästä. Takajalan näytteen pitoisuudella saatiin selville hirvenlihan lyijypitoisuus ennen osumaa. Lisäksi näytteenoton yhteydessä otettiin muistiin erilaisia ampumatilanteeseen liittyviä tietoja, kuten aseiden kaliiperi ja käytetyn patruunan tyyppi. Kaikista lihanäytteistä analysoitiin myös kadmiumpitoisuus. Lihanäytteet esikäsiteltiin Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksella ja analyysit tehtiin ICP-MS -laitteella Helsingissä Elintarviketurvallisuusvirasto Eviralla.

Tulosten perusteella takajalkanäytteiden lyijypitoisuudet olivat odotetusti pieniä ($\leq 0,06$ mg/kg). Lisäksi 40 cm ja 20 cm päästä luodinreiästä otettujen näytteiden lyijypitoisuudet olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta pieniä (40 cm päästä $\leq 0,06$ mg/kg, 20 cm päästä $\leq 0,13$ mg/kg), mutta luodinreikänäytteiden pitoisuudet olivat huomattavia. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että näiden tulosten valossa lyijyluodilla ammuttaessa lyijyä ei leviä huomattavaa määrää 40 cm päähän luodinreiästä ja yleensä ei myöskään 20 cm päähän luodinreiästä, mutta itse haavakanavassa pitoisuudet vaihtelevat ja voivat olla erittäin korkeita. Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet olivat yhtä näytettä lukuun ottamatta välillä 0,12-2400 mg/kg, suurin mitattu pitoisuus oli 63 000 mg/kg. Jos lyijyluodilla ampumisen jälkeen hirvestä leikataan pois kaikki verinen ja sellainen liha, jossa näkyy osuman vaikutuksia, pitäisi jäljelle jäävän lihan olla ihmisen terveyden kannalta turvallista. Asian pohtimiselta vältyttäisiin kuitenkin siten, että kaikki metsästäjät siirtyisivät käyttämään lyijyttömiä luoteja.

ESIPUHE

Tein keväällä 2012 kandidaatintutkielman aiheenani ”Ravinnon ja metsästysluotien vaikutus hirvenlihan lyijypitoisuuteen” ja tämä Pro gradu –työ on jatkoa kyseiselle tutkielmalle. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon lyijyluodit vaikuttavat hirvenlihan lyijypitoisuuteen. Tutkimuksen mahdollisti Elintarviketurvallisuusvirasto Evira osallistumalla näytteiden analysointiin ja niistä syntyviin kustannuksiin, Itä-Suomen yliopisto olemalla mukana näytteiden esikäsittelyssä, sekä metsästysseurat avustamalla näytteenotossa. Näytteiden kerääminen suoritettiin loka-marraskuussa 2013, esikäsittely marras-joulukuussa 2013 ja analysoinnit marras-joulukuussa 2013. Viimeiset analyysit saatiin tehtyä tammikuussa 2014. Itse kirjoitusprosessi ja tulosten tarkastelu tehtiin kevään 2014 aikana.

Haluan kiittää työn ohjaamisesta dosentti Jonne Naaralaa, professori Pertti Pasasta sekä yliopistotutkija Sirpa Peräniemeä Itä-Suomen yliopistolta. Lisäksi haluan kiittää Pertti Pasasta aiheen alkuperäisideasta, Matti Peltosta, joka esitteli aiheen minulle sekä Helena Vepsäläistä, joka oli apuna esikäsittelyvaiheessa. Eviralta haluan kiittää erityisesti Eija-Riitta Venäläistä, joka edesauttoi tutkimusta ja sen rahoitusta, sekä Eeva-Maria Rintalaa analysointien suorittamisesta. Kiitos myös mukaan lähteneille metsästysseuroille; Timolan Riistamiehet ry, Häikiä-Nikkilänmäen Metsästysseura ry, Leppävirran Metsästysseura ry, Petäjämäen-Laitilanniemen Metsästysseura ry, Paukarlahden Jousi ry, Riihirannan Erämiehet ry, Kotalahden Erämiehet ry, Varkauden Erämiehet ry, Markku Juntusen Metsästysseura, Hökösen Erä ry, Lukkarilan Erä ry, Wanhan Pellon Metsästäjät ry, Kallen porukka Palosen yhteislupa-alueelta, Leinolanlahden Metsästysseura ry sekä Puikkokosken metsästäjät ry. Lisäksi haluan kiittää näytteenotossa avustaneita ja yhteyshenkilöinä toimineita Hannu Viitasta, Lauri Itkosta, Veli Röyttää, Olavi Laitista, Jani Kolaria, Seppo Koposta, Helena Koivistoista, Mauri Vääntistä, Kasperi Juntusta, Santeri Juntusta, Vesa Asikaista, Sami Rissasta, Jouko Vepsäläistä, Anne Kekkosta, Antti Ikäheimoa ja Jarko Hyvöstä. Kiitän myös tutkimusprofessori Hannu Komulaista neuvoista tutkimuksen aikana sekä tutkielman tarkastamisesta yhdessä Jonne Naaralan kanssa. Lisäksi kiitän kotiväkeä ja parempaa puoliskoani avusta ja tuesta koko tutkimusprosessin aikana.

23.4.2014 Kuopiossa

Niklas Holopainen

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	8
2. KIRJALLISUUSKATSAUS	10
2.1 LYIJY	10
2.1.1 Lyijyn ominaisuudet ja esiintyminen	10
2.1.1 Lyijyn terveysvaikutukset	12
2.2 HIRVI	13
2.2.1 Hirven elintavat ja ravinto	13
2.2.2 Hirven ravinnostaan saama lyijy ja kadmium.....	14
2.3 HIRVENMETSÄSTYS	15
2.3.1 Hirvenmetsästys Suomessa	15
2.3.2 Hirvenmetsästyksessä käytettävät luodit.....	16
2.3.3 Lyijyluotien vaikutus hirvenlihan lyijypitoisuuteen.....	19
3. TYÖN TAVOITTEET	21
4. AINEISTO JA MENETELMÄT	22
4.1 NÄYTTEIDEN KERÄÄMINEN	22
4.1.1 Yhteistyökumppaneiden valinta	22
4.1.2 Näytteenottolomakkeen sisältö	23
4.1.3 Näytteenotto	24
4.1.4 Analysoitavien näytteiden valinta	25
4.2 NÄYTTEIDEN ESIKÄSITTELY	26
4.3 NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI	28
4.4 TULOSTEN KÄSITTELY	30
5. TULOKSET	32
5.1 HIRVENLIHANÄYTTEIDEN LISÄTIEDOT	32
5.1.1 Käytetyt kaliiperit ja patruunat	32
5.1.2 Ampumaetäisyydet ja -kulmat, sekä hirvien kulkemat matkat ensimmäisen osuman jälkeen.....	34
5.1.3 Ammuttujen hirvien ikä ja sukupuoli.....	35
5.1.4 Osumakohdat ja osumien määrä.....	36
5.1.5 Ruhojen riippumisajat ja lihanpoisto osumakohdasta ennen riiputusta	37
5.2 REFERENSSINÄYTTEIDEN JA REAGENSINOLLIEN TULOKSET	38

5.3 LIHANÄYTTEIDEN LYIJYPITOISUUDET	40
5.3.1 Takajalka- sekä 40 ja 20 senttimetrin päästä luodinreiästä otettujen näytteiden lyijypitoisuudet.....	40
5.3.2 Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet	41
5.4 LIHANÄYTTEIDEN KADMIUMPITOISUUDET	43
6. TULOSTEN TARKASTELU	45
7. VIRHELÄHTEET	50
8. JOHTOPÄÄTÖKSET	51
9. SUOSITUKSET	53
10. LÄHDELUETTELO.....	54
11. LIITTEET	57

1. JOHDANTO

Lyijy on raskasmetalli, jonka myrkyllisyys on tiedostettu jo pitkään. Tästä huolimatta lyijyä käytetään edelleen paljon mm. patruunoiden valmistuksessa. Aika ajoin herää keskustelua siitä, ovatko lyijyä sisältävät metsästyspatruunat terveystriikki riistanlihaa käyttäville. Aiheesta on tehty joitain tutkimuksia, joissa on pyritty mm. selvittämään lyijyä sisältävien metsästysluotien jättämän lyijyjäämän suuruutta, sekä kuinka kauas haavakanavasta lyijyn vaikutus ulottuu. On havaittu, että lyijyä voi levitä jopa useamman kymmenen senttimetrin päähän luodinreiästä (Cornicelli ym, 2008).

Tässä tutkimuksessa keskitytään hirvenlihaan ja hirvenmetsästyksessä käytettävien lyijyä sisältävien metsästysluotien lihaan jättämään lyijypitoisuuteen. Jos ei oteta huomioon mahdollista lyijyruodin osumaa, hirvenliha sisältää nykyisin vähän lyijyä. Tutkimusten mukaan lyijyä sisältävät metsästysluodit nostavat hirvenlihan lyijypitoisuutta, mutta vielä ei ole selkeää käsitystä siitä, kuinka paljon.

Hirvenlihan lyijypitoisuus ei ole kansanterveydellinen ongelma, koska läheskään kaikki suomalaiset eivät käytä paljon hirvenlihaa vuoden aikana (Vahteristo ym, 2003). On kuitenkin myös perheitä, joissa hirvenlihaa kulutetaan ympäri vuoden suurina määriä. Tällaisissa perheissä lyijyjäämiä sisältävällä lihalla voi jo olla joitain terveystriikkuja, varsinkin lapsiin. Lisäksi metsästäjille olisi hyvä saada tietoa siitä, kuinka lyijyruodin käyttö ampumatilanteessa on otettava huomioon lihan paloittelussa. On myös hyvä herättää keskustelua siitä, kannattaisiko lyijyn käytöstä metsästyspatruunoiden valmistuksessa luopua kokonaan.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka suuren lyijyjäämän lyijyruodeilla metsästys jättää elintarvikkeena käytettävään hirvenlihaan. Tutkimuksessa kartoitetaan lyijyn leviämistä osumakohdasta laajemmalle lihaan, lisäksi jokaisesta eläimestä otetaan näyte myös takajalasta, missä mahdollisesti olevan lyijyn katsotaan olevan peräisin hirven ravinnosta. Lisäksi ampumatilanteeseen liittyviä tietoja kysytään näytteenoton yhteydessä. Näillä erilaisilla tekijöillä, kuten ampumaetäisyydellä tai ruodin mallilla voi olla jotain vaikutusta lyijyn kurokseen leviämiseen. Tulosten perusteella voidaan pohtia, onko lyijyruotien hirvenlihaan jättämä lyijyjäämä riski ihmisen terveyden kannalta ja kuinka paljon lihaa tulisi poistaa osumakohdan ympäriltä, jos on käytetty lyijyä sisältävää ruotia. Lyijyn määrittämisen lisäksi lihanäytteistä määritetään myös kadmium, joka on lyijyn ohella raskasmetalli. Kadmium on voi-

makkaasti kertyvä ympäristömyrkky, jota päätyy luontoon teollisuudesta. Esimerkiksi hirvenmaksassa lyijyn ohella ongelma on kadmium.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 LYIJY

2.1.1 Lyijyn ominaisuudet ja esiintyminen

Lyijy, kemialliselta merkiltään Pb, kuuluu jaksollisen järjestelmän hiilir ryhmään. Lyijyllä on suuri tiheys ja se luokitellaan raskasmetalliksi. Ominaisuuksiensa vuoksi sitä on helppo muokata valamalla, ja se ei ole korroosioherkkää (Venäläinen, 2007). Lyijyä on käytetty ennen monissa eri käyttötarkoituksissa, mm. jopa vesijohtoverkostojen rakentamiseen, sekä ruoka-astioihin (Komulainen, 2012). Lyijyn käyttö on kuitenkin vuosien saatossa vähentynyt selkeästi. Tähän on vaikuttanut ymmärrys siitä, kuinka myrkyllinen ja haitallinen alkuaine on kyseessä (Komulainen, 2012). Jälkeenpäin on esitetty arveluja, että esim. antiikin aikaan lyijymyrkytykset olivat suuri ongelma (Komulainen, 2012). Nykyiset lyijyn käyttökohteet ovat pääosin akkuteollisuudessa sekä metsästyspatruunoiden valmistuksessa. Lyijy on edelleen merkittävä raskasmetalli ajoneuvojen akuissa, vaikka muitakin alkuaineita on alettu käyttää. Erityisesti pienakuissa on alettu hyödyntämään lyijyä korvaavaa modernimpaa akkuteknologiaa. Metsästyspatruunoiden valmistukseen lyijy sopii hyvin sen valamisen helppouden ja tiheyden tuoman lentotehokkuuden vuoksi. Lyijyä on käytetty myös bensiinin lisäaineena oktaaniluvun nostamiseksi (tetraetyylilyijy). Suomessa lyijyn käyttö bensiinissä kiellettiin vuonna 1993 (Venäläinen, 2007).

Lyijyä esiintyy kaikkialla ympäristössä (Goyer, 1990). Lisäksi se on luonteeltaan hyvin pysyvä alkuaine. Se sitoutuu esim. maa-ainekseen tiukasti (Komulainen, 2012). Lyijyä päätyy ympäristöön teollisuudesta, ja aiemmin myös liikenteestä. Teollisuudesta tai liikenteestä vapautuva lyijy päätyy esim. hiukkasina ilmaan. Hiukkaset kulkeutuvat ilmassa pitkiäkin matkoja ja laskeutuvat erilaisille pinnoille. Kun lyijyä käytettiin bensiinin lisäaineena, päätyi sitä ilmaan autojen pakokaasuista (Goyer, 1996). Tällöin lyijyä saattoi löytyä teiden ympäristöstä suuriakin määriä. Bensiinistä johtuvat lyijypäästöt on kuitenkin saatu tehokkaasti vähenemään luopumalla lyijyn käytöstä lisäaineena (Goyer, 1996). On tehty havaintoja siitä, että lyijyn määrä ympäristössä ja ihmisen veressä on vähentynyt sen jälkeen, kun lyijyn käytöstä bensiinin lisä-

aineena luovuttiin (Komulainen, 2012). Tässä yhteydessä on kuitenkin muistettava lyijyn pysyvä luonne, josta syystä mm. bensiinistä ympäristöön päätynyt lyijy tulee olemaan ympäristössä vielä pitkään.

Lyijyä voi päätyä elimistöön eri reittejä, esim. hiukkasina hengitysteiden kautta. Lyijyn imeytyminen hengitysteiden kautta on tehokasta, ja jopa 90 prosenttia lyijyhiukkasista jää keuhkoihin (Komulainen, 2012). Tupakoitsijat altistuvat lyijylle tupakan ja sen sivuvirtaussavun sisältämän lyijyn vuoksi (Evira, 2014). Elintarvikkeet sisältävät nykyisin lyijyä hyvin pieniä määriä. Merkittävimmät lyijyn saantilähteet ovat kala ja kalasäilykkeet (3,8 µg/henkilö/vrk) sekä juurekset, kasvikset, hedelmät ja marjat (2,9 µg/henkilö/vrk) (Evira, 2014). Liha ja lihavalmisteista saanti on 1,6 µg (Evira, 2014). Aikuisen suomalaisen arvioitu lyijysaanti elintarvikkeista on 17 µg/vrk (Evira, 2014). Lapsilla lyijyä voi päätyä elimistöön myös ruuansulatuselimistön kautta maa-aineksesta, kun he saattavat ulkona leikkiessään imeskellä likaisia sormiaan ja syödä pieniä määriä maata, jolloin maassa oleva lyijy päätyy elimistöön (Goyer, 1996). Lapsilla lyijyn imeytyminen ruuansulatuselimistön kautta on selkeästi voimakkaampaa kuin aikuisilla (Komulainen, 2012). Eniten lyijylle altistuvat metallisulatoissa ja akkuteollisuudessa työskentelevät henkilöt. Työpaikalla altistumisen lisäksi työntekijät kuljettavat lyijyä vaatteissaan ja kengissään koteihinsa (Goyer, 1996). Maa-aineksen ja ilman lisäksi lyijylle voidaan altistua veden kautta. Lyijyä voi päätyä pohjaveteen mm. kaatopaikoilta (Komulainen, 2012). Lyijyn käytön vähenemisen ja sen vaarallisuuden tiedostamisen seurauksena se ei ole enää merkittävä ongelma kehittyneissä maissa. Sen vaarat tiedostetaan paremman tiedon ja koulutuksen myötä, mutta köyhillä alueilla tilanne on toinen. Tämän vuoksi kehitysmaissa on edelleenkin ongelmia lyijyn kanssa (Komulainen, 2012). Esimerkiksi Intiassa on havaittu, että lyijyä siirtyy ihmisten ruokaan lyijyä sisältävien ruoka-astioiden kautta (Mudipalli, 2007).

Lyijyn pysyvän luonteen takia se ei häviä elimistöstä nopeasti. Elimistöön joutuessaan biologinen puoliintumisaika on pehmytkudoksissa noin yksi kuukausi ja luustossa yli 20 vuotta (Komulainen, 2012). Lyijy on biologisesti tarpeeton ja toksinen aine, mutta sen vaikutusten määrään vaikuttaa altistuksen määrä ja altistuvan kohdehenkilön ikä. Aikuiset eivät ole pienille lyijymäärille herkkiä, mutta lapselle jo pienikin määrä voi olla merkittävä terveysriski. Lisäksi lyijylle ei voida määrittää ”turvallista rajaa”, koska kyseessä on ainoastaan toksinen ja haitallinen aine, josta ei missään tilanteessa ole elimistölle hyötyä. Maailman Terveysjärjestö WHO:lla oli aiemmin määrittänyt lyijylle viikoittaisen maksimiannoksen (25 µg/kg), mutta tästä arvosta luovuttiin, kun tultiin siihen johtopäätökseen, ettei lyijylle voi määrittää terveyden kannalta turvallista rajaa (World Health Organization, 2010).

2.1.2 Lyijyn terveysvaikutukset

Lyijy on toksinen aine, ja se aiheuttaa ainoastaan haitallisia terveysvaikutuksia. Lyijyn vaikutuksia elimistöön on tutkittu paljon ja sillä on useita erilaisia haittavaikutuksia. Lyijy vaikuttaa mm. aivoihin ja verenkuvaan ja lisäksi se on neurotoksinen aine. Verenkierron avulla lyijy leviää elimistössä ja voi vaikuttaa eri elimiin. Verenkierron kautta lyijy kulkeutuu myös aivoihin, joiden toimintaan se vaikuttaa monin eri tavoin. Lyijy säilyy elimistössä pitkään, ja voi aiheuttaa ongelmia vielä kauan altistuksen jälkeen.

Lyijy vaikuttaa helposti aivojen toimintaan, koska se läpäisee veriaivoesteen (Komulainen, 2012). Lyijyn on havaittu vaikuttavan esim. lasten älykkyyteen, sille altistumisella on vaikutusta mm. koulumenestykseen (Needleman ym, 1990). Lisäksi on havaittu muutoksia lasten käytöksessä (Silva ym, 1988). Eläinkokeissa lyijyaltistuksen on havaittu aiheuttavan monia muutoksia eläinten käyttäytymisessä, mm. aggressiivisuutta ja hyperaktiivisuutta (Sauerhoff ym, 1973). Aivosairauksia voi esiintyä aikuisilla ja lapsilla (Goyer, 1996). Jo pienellä lyijymäärällä voi olla negatiivisia vaikutuksia aivojen kannalta; lyijy voi vaikuttaa aivojen toimintaan ilman, että veressä havaitaan muutoksia (Goldstein ym, 1974).

Neurotoksisuuden vuoksi lyijyn vaikutuksia kohdistuu keskushermostoon ja varsinkin kehittyviin aivoihin (Sanders ym, 2009). Lisäksi lyijyllä on vaikutuksia myös ääreishermostoon (Komulainen, 2012). Lyijyn aiheuttamia neurologisia häiriöitä ovat mm. vapina ja huimaus, psykologisia vaikutuksia mm. unettomuus ja ärtyneisyys (Komulainen, 2012). Neurotoksisia vaikutuksia on tutkittu mm. psykologisten testien avulla, ja näissä testeissä on havaittu muutoksia muistissa, tarkkaavaisuudessa ja keskittymisessä (Arnvig, 1980). Melko matalakin lyijyaltistus aiheuttaa pitkäaikaisena monia eri haittavaikutuksia lapsen hermostoon (Finkelstein ym, 1998).

Verenkierron kautta lyijy vaikuttaa myös munuaisiin ja maksaan. Lyijyn on havaittu vaikuttavan munuaisten toimintaan mm. aiheuttamalla niihin erilaisia vaurioita (Komulainen, 2012). Lyijy vaikuttaa myös maksaan. Varsinkin kroonisessa altistuksessa maksa alkaa kärsiä. Rotille tehdyissä kokeissa on havaittu, että lyijyllä on vaikutuksia maksan toimintaan (Sandhir ym, 1994). Lisäksi verenkierron kautta lyijy voi raskaana olevilla naisilla vaikuttaa sikiön terveyteen (Komulainen, 2012). Lyijyaltistus voi aiheuttaa muutoksia myös miesten spermantuotannossa (Assennato ym, 1986).

Lyijyn päädyttyä elimistöön jopa 90 prosenttia siitä sitoutuu luustoon (Barry, 1975). Luustoon sitoutunut lyijy alkaa myöhemmin vapautua elimistöön (Rabinowitz, 1991). Lyijyä päätyy myös vereen, jossa se sitoutuu pääosin (noin 90 %) punasoluihin (Goyer, 1996). Lisäksi se haittaa punasolujen toimintaa ja vähentää niiden elinikää. Lyijyllä on havaittu myös vaikutuksia hemoglobiinin synteesiin (Komulainen, 2012). Lyijyn puoliintumisaika veressä on noin yksi kuukausi (Komulainen, 2012).

Kun pohditaan lyijyn terveysvaikutuksia tämän tutkimuksen kannalta, on ilmeistä, että aikuisen henkilön pitäisi syödä lyijyluodin ”saastuttamaa” lihaa suuria määriä, jotta haitallisia terveysvaikutuksia voisi syntyä. Lisäksi kyseessä ei ole koko kansan ongelma, koska läheskään kaikki eivät syö paljon hirvenlihaa vuoden aikana. Lyijystä puhuttaessa ei voida kuitenkaan unohtaa altistuvan henkilön iän merkitystä. Jo pieni altistus lyijylle lapsen kehitysiässä vaikuttaa älykkyyteen (Komulainen, 2012). Eli jos oletetaan tilanne, jossa hirvenmetsästystä harrastava perhe syö hirvenlihaa ympäri vuoden, ja lapset syövät myös tätä lihaa ja altistuvat lyijylle, voi haitallisia terveysvaikutuksia jo syntyä. Lapsille voi aiheutua lyijystä haitallisia terveysvaikutuksia jo pieninä annoksina, kroonisesta altistuksesta puhumattakaan. Lisäksi lyijyn ja oireiden välistä yhteyttä ei välttämättä havaita, koska jos lapsella on esim. oppimisvaikeuksia, ensimmäisenä eivät tule välttämättä mieleen mahdolliset lyijyn vaikutukset.

2.2 HIRVI

2.2.1 Hirven elintavat ja ravinto

Hirvi (*Alces alces*) on hirvieläimiin kuuluva, suurin suomalainen maanisäkäs (Nygrén, 1983). Täysikasvuisen sonnin pituus on 230-250 senttimetriä (Nygren, 1983). Säkäkorkeus voi olla yli 2 metriä (Leinonen, 2001) ja paino jopa 600 kiloa (Nygrén, 2000). Hirvilehmät ovat kooltaan sonneja pienempiä (Nygren, 1983). Hirvellä on hyvä kuulo ja erinomainen hajuaisti. Hyvä hajuaisti johtuu mm. siitä, että hirvellä on leveän turvan ja pitkän pään vuoksi enemmän hajua aistivaa pintaa kuin monilla muilla hirvieläimillä (Leinonen, 2001). Hirvet lisääntyvät tekemällä 1-2 vasaa keväällä, yleensä toukokuussa (Ruusila, 2005). Kantoaika on noin 8 kuu-

kautta, ja sukukypsäksi hirvi tulee noin 1,5-vuotiaana (Ruusila, 2005). Hirvien kiima sijoittuu syksyyn, syys-lokakuuhun (Ruusila, 2005).

Hirvet ovat sopeutuneet vaihteleviin vuodenaikoihin ja ne käyttävät erilaisia elinympäristöjä, joiden käyttö vaihtelee vuodenaikojen mukaan (Nygren, 2000). Alkukesästä hirvi käyttää suurimman osan päivästä ravinnon hankintaan valon riittäessä pitkälle iltaan (Nygrén, 2000). Kesäisin ne suosivat mm. rantavyöhykkeitä ja erilaisia kosteikoita lihottaen itsensä talvikuntoon (Nygren, 2000). Talviaikaan hirvet elävät laumoissa ja siirtyvät talviravinnon hankintaan paremmin sopiville alueille (Nygren, 2000). Alunperin hirvi on kotoisin pohjoisista havumetsistä, mutta nykyään se sopeutuu lähes kaikenlaisiin metsämaastoihin (Björvall, 1996). Hirvi ei myöskään kaihda asutusta, sillä usein juuri reunavyöhykkeillä ja viljelysten läheisyydessä ravintokasvivalikoima on suurimmillaan (Nygren, 1983).

Hirven pääasialliseen ravintoon kuuluvat pensaats ja puut (Björvall, 1996). Kesäaikaan ravinto on selkeästi monipuolisempi kuin talvisin. Jos hirvi saa valita, se syö mieluiten lehtipuita. Sen suosikkeja lehtipuista ovat varsinkin haapa, pihlaja, raita sekä pajut (Leinonen, 2001). Näiden lajien määrät ovat kuitenkin rajallisia, ja hirvi tarvitsee myös muita lajeja ravinnokseen (Leinonen, 2001). Tällaisia ovat koivu ja mänty, joista etenkin mänty on merkittävin ravinto hirvälle talvella (Leinonen, 2001). Puista hirven hätäravintona toimivat kuusi ja leppä (Nygren, 1983). Puiden ja pensaiden lisäksi maistuvat myös erilaiset varpukasvit, mm. puolukka, kannerva ja mustikka (Nygren, 1983). Kesäaikaan osa hirvistä käy järvissä syömässä lumpeita (Björvall, 1996).

Hirvet syövät kesäaikaan suuria määriä, aikuinen hirvi syö 30-40 kg kasveja päivässä (Ruusila, 2005). Talviaikaan hirven syömän ravinnon määrä on pienempi. Alkutilvella hirvi syö keskimäärin 10-20 kg päivässä (Nygren, 1983). Keskitalven niukkoina aikoina se voi pudota noin 10 kilogrammaan (Nygren, 1983). Suomen talvi on ankara luonnonvaraisille eläimille, mutta osittain suuri ero ruuan määrässä perustuu siihen, että talvisin hirven ravinto sisältää huomattavasti vähemmän vettä kuin kesällä.

2.2.2 Hirven ravinnostaan saama lyijy ja kadmium

Koska hirvet syövät - varsinkin kesäaikaan - suuria määriä kasviravintoa, ne myös altistuvat kasvien sisältämille myrkyille, kuten raskasmetalleille. Näistä raskasmetalleista kaksi merkittävää alkuainetta riistanlihan kohdalla ovat lyijy ja kadmium. Lyijypäästöt ovat vähentyneet huomattavasti lyijyttömään bensiiniin siirtymisen jälkeen, ja tämän myötä myös hirvien sisältämät lyijypitoisuudet ovat laskeneet. Suomessa lyijyllinen bensiini kiellettiin lopullisesti vuonna 1993 (Venäläinen, 2007). Vastaava päätös tehtiin koko EU:n alueella vuonna 2000 (Venäläinen, 2007). Kadmium on erittäin voimakkaasti kertyvä ympäristömyrkky – puoliintumisaika ihmisen kehossa on 20-40 vuotta (Komulainen, 2012). Kadmiumia käytetään mm. paristoissa ja hitsauspuikoissa ja teollisuuden kautta sitä voi levitä myös luontoon (Komulainen, 2012). Yleisin kadmiumin altistuslähde ihmisillä on ravinto; varsinkin maksa, munuaiset ja simpukat (Komulainen, 2012).

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira ottaa vuosittain näytteitä hirvistä, joiden avulla tarkkailaan mm. hirvenlihan lyijypitoisuutta ja nykyisin suomalainen hirvenliha on varsin puhdasta lyijyn suhteen, jos unohdetaan mahdollinen lyijylyönnin vaikutus (henkilökohtainen keskustelu Eija-Riitta Venäläisen kanssa). Nisäkkäillä noin 90 prosenttia lyijystä sitoutuu luuhun, mutta muuten raskasmetallit kertyvät pääosin maksaan ja munuaisiin, ja tämän vuoksi niiden syöminen saattaa olla terveysriski (Venäläinen, 2007). Maksan syöntiä ei suositella raskaana oleville lainkaan (Evira, 2010).

Kun lyijyllistä bensiiniä vielä käytettiin, levisi lyijyä pakokaasujen mukana tiealueelta esim. lähistön metsiin. Lopulta lyijyhiukkaset laskeutuivat kasvien pinnalle, ja kasveja syöneet hirvet altistuivat lyijylle. Mutta kuten edellä on mainittu, tämä altistumistapa ei ole nykyään enää merkittävässä roolissa. Toinen kasvien tapa altistua raskasmetalleille on saastunut maaperä. Mm. putkilokasvit saattavat saada erilaisia aineita sisäänsä imiessään vettä juuriensa kautta (Venäläinen, 2007). Monet raskasmetallit, kuten lyijy, ovat erittäin pysyviä ja sitouduttuaan maaperään pysyvät siellä hyvinkin pitkään, jolloin niiden vaikutukset kasveihin voivat olla todella pitkäikäisiä. Lyijyn lisäksi kasveihin voi kertyä myös kadmiumia. Kadmium on kaikista tehokkaimmin kasveihin kertyvä raskasmetalli (Komulainen, 2012).

2.3 HIRVENMETSÄSTYS

2.3.1 Hirvenmetsästys Suomessa

Hirvi on Suomessa merkittävä riistaeläin ja sen metsästyksellä on pitkät perinteet. Nykyisenlainen seuruetyyppinen hirvenmetsästys alkoi Suomessa jo 1900-luvun alkupuolella (Nurminen, 1981). Ensimmäiset metsästysseurat on perustettu jo 1860-luvulla, mutta varsinainen järjestäytyminen alkoi 1920-luvulla (Halla ym, 2006). Hirvikantoja pidetään kurissa mm. hirvien taimikoille aiheuttamien vahinkojen sekä hirvikolarien määrän vähentämisen vuoksi. Monissa yhteyksissä hirvestä tuodaan esille nimenomaan sen haittavaikutukset, mutta kyseessä on myös hyödyllinen eläin. Hirvi on laji, jota voidaan Suomessa metsästää kestävän käytön säännösten mukaisesti (Härkönen, 2006). Hirvenmetsästyksen taloudellista arvoa on vaikea mitata tarkasti, mutta esim. vuonna 2004 hirvisaalis oli 68 537 hirveä, joka tarkoittaa noin yhdeksää miljoonaa lihakiloa (Härkönen, 2006). Jos kilohinnaksi laitetaan 5 euroa, saaliin arvoksi tulee 45 miljoonaa euroa (Härkönen, 2006).

Pääosin hirviä metsästetään Suomessa ajoketjumetsästyksellä tai koirien avulla, mutta myös jonkin verran väijyntämetsästyksellä (Halla ym, 2006). Hirvenmetsästys on Suomessa luvanvaraista, ja tämän vuoksi se edellyttää pyyntilupaa (Härkönen, 2001). Hirvikannan kehitystä on seurattu Suomessa jo pitkään ja sen suuruuden ja siitä tehtyjen laskelmien perusteella annetaan suosituksia ja rajoituksia, millaisia hirviä tulee ampua. Lisäksi vuosittain myönnetään uudet hirviluvat, määrä riippuu mm. halutusta kannan tiheydestä kyseisellä alueella. Vuodesta 1993 asti yhdellä luvalla on saanut kaataa yhden aikuisen tai kaksi vasaa, jos luvassa ei ole hirven ikää koskevia erityisehtoja (Kairikko, 2006).

Hirvikannan koko on vaihdellut suuresti viime vuosikymmeninä. Hirvenmetsästyksestä on paikoin pidättäytytty vapaaehtoisesti hirvimäärien vähentymisen vuoksi, mutta hirvimäärä on kasvanut nopeasti jälleen suureksi (Kairikko, 2006). Hirvikannan kehitys on välillä varsin ennalta-arvaamatonta (Kairikko, 2006). Erilaisten lakipykäliden ja säädösten avulla hirvenmetsästys on Suomessa toimiva metsästysmuoto niin ihmisen kuin hirvienkin kannalta. Hirvenmetsästys on parhaimmillaan sosiaalinen tapahtuma, jonka huipentuma ovat jokasyksyiset hirtipeijaiset.

2.3.2 Hirvenmetsästyksessä käytettävät luodit

Hirviä metsästetään kivääreillä. Hirvenmetsästyksessä käytettävistä aseista ja patruunoista puhuttaessa hyvänä esimerkkinä toimii Metsästys&Kalastus –lehden ns. Kymppikerhon tilas-

tot. Kymppikerhoon voi ilmoittaa hirven, jolla on vähintään ”kymmenenpiikkiset” sarvet. Hirven kuvan ja tietojen yhteydessä on kerätty myös tietoja mm. aseiden merkistä, kaliiperista sekä ampumamatkasta. Kaikki ammutut hirvet eivät tietenkään ole vähintään kymmenenpiikkisiä, mutta tämän tilaston perusteella saadaan käsitys Suomessa käytettävistä kaliipereista ja panoksista. Vuoden 2004 tilastojen perusteella yleisimpiä kivääreitä suomalaisten hirvenmetsästäjien keskuudessa olivat Tikka ja Sako (Malinen, 2006). Vuoden 2012 tilastojen perusteella suosituin kaliiperi oli .308, joita oli lähes puolella ampujista (Metsästys&Kalastus, 2012). Muita suosittuja kaliipereita olivat .30-06 ja 9,3x62 (Metsästys&Kalastus, 2012). Yleisesti kaliiperin valintaan vaikuttavat omat mielipiteet. On olemassa monia hirvenmetsästyksen sopivia kaliipereita.

Lyijy on sen myrkyllisyydestä huolimatta todella suosittu luotien valmistusmateriaali. Sen käyttöä metsästyksessä on Suomessa rajoitettu ainoastaan sorsastuksessa, jossa lyijyhaalien käyttö on kielletty kokonaan. Tämä rajoitus perustuu sorsien terveyden (sorsat syövät lyijyhaaleja pohjalietteestä) ja ympäristön puhtauden turvaamiseen. Nykyään on saatavilla myös muita kuin lyijyä sisältäviä luoteja, mutta näiden luotien käyttö ei ole vielä yleistä. Lyijyttömien luotien käyttöä rajoittavat mm. pinttyneet asenteet. Lyijyä pidetään varmana ja toimivana ratkaisuna; onhan se toiminut ja ollut käytössä jo pitkään. Lisäksi lyijyttömät luodit ovat lyijyllisiä versioita kalliimpia. Lyijyä sisältävissä luodeissa on joko ns. lyijypää tai lyijysydän. Osumatilanteessa lyijypää leviää, tai vastaavasti luoti aukeaa jolloin lyijysydän tulee näkyviin ja leviää aiheuttaen kudosaivourioita. Kuvassa 1 on esitetty metsästysluoti ennen osumaa ja osuman jälkeen. Luoti on Speer DeepCurl 225 g, aseiden kaliiperi .338. Lyijyttömät luodit valmistetaan esim. kuparista, ja ne käyttäytyvät osuessaan eri tavoin kuin lyijyluodit, mm. painohäviöitä ei ole välttämättä lainkaan.



Kuva 1. Metsästysluoti ennen osumaa ja hirveen osumisen jälkeen. (vasen puoli Midway Suomi, oikea puoli Antti Ikäheimo)

Erialaisten luotien käyttömääristä saa jonkinlaisen käsityksen tutkimalla Kymppikerhon tilastotietoa. Vuonna 2004 Kymppikerhoon ilmoitettiin yli 500 hirveä, joista noin 90 prosenttia ammuttiin tehdaspatriunoilla (Malinen, 2006). Tehdaspatriunoilla tarkoitetaan tehdastuotannossa tuotettuja patriunoita: osa metsästäjistä käyttää itse lataamiensa patriunoita. Vuoden 2004 Kymppikerhon tilastossa suosituimmat tehdaspatriunat olivat Lapua Mega, Lapua Naturalis sekä Sako Hammerhead (Malinen, 2006). Näiden patriunoiden osuus suomalaisista hirvipatriunamarkkinoista on yli 80 prosenttia (Malinen, 2006). Edellä mainituista patriunamalleista Lapua Naturalis on kuparista valmistettu lyijytön luoti. Vuoden 2004 Kymppikerhon tehdaspatriunoilla ammutuista hirvistä 85 kpl ammuttiin Naturaliksella, eli noin 19 prosenttia kokonaismäärästä (Malinen, 2006). Vuonna 2012 Kymppikerhon tehdaspatriunoilla ammutuista hirvistä suurin osa oli ammuttu Sakon patriunoilla, Sako Hammerhead ja Sako Super Hammerhead –patriunoita oli yhteensä lähes kolmannes käytetyistä tehdaspatriunoista (Metsästys&Kalastus, 2012). Muita yleisiä patriunoita olivat Lapua Naturalis, Norma Oryx ja Lapua Mega (Metsästys&Kalastus, 2012). Vuoden 2012 tilastoissa lyijyttömien Lapua Naturalis luotien osuus oli noin 16 % eli niiden käytön määrä ei ole näiden tilastojen valossa muuttunut paljoa viime vuosien aikana (Metsästys&Kalastus, 2012).

Paikoin esim. Naturalista käytetään paljonkin. Joissain hirviporukoissa on luovuttu jopa kokonaan lyijyluotien käytöstä. Tutkimusta valmistellessa ja eri hirviporukoiden yhteyshenkilöiden kanssa keskustellessani sain kuitenkin selkeän käsityksen siitä, että lyijyluodit ovat edelleen selkeästi suositumpia kuin lyijyttömät luodit. Tutkimusten mukaan Pohjoismaissa

suurin osa hirvistä ammutaan käyttäen nimenomaan lyijyllisiä luoteja (Arnemo ym, 2011). Monilla on lyijyttömien luotien toimivuuteen epäilevä asenne ilman todellista tietoa niiden toimivuudesta. Lyijyllisten ja lyijyttömien luotien toimivuutta on vertailtu testeissä. Näissä testeissä on saatu selville mm. että lyijyttömät luodit toimivat jopa paremmin kuin lyijyluodit luusimulaattoriin ammuttaessa (Kivelä, 2011). Myöskään hiekkavalli- tai pehmytkudosteissa ei ole huomattu selkeää eroa luotien välillä (Kivelä, 2011).

2.3.3 Lyijyluotien vaikutus hirvenlihan lyijypitoisuuteen

Tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että osuman yhteydessä lyijylliset luodit levittävät lyijyä ympäröivään kudokseen (Arnemo ym, 2011; Lindboe ym, 2012). Ei ole tarkkaa tietoa siitä, kuinka lyijy ampumatilanteessa leviää ympäröivään kudokseen. Siihen, kuinka paljon ympäröivään kudokseen leviää lyijyä, vaikuttaa mm. aseiden kaliiperi, luotityyppi ja osumakohta (Arnemo ym, 2011). Hirvi ei myöskään aina kaadu yhdellä laukauksella, ja joissain tapauksissa osumakohtia voi olla paljonkin, jolloin voi olettaa että lyijyä on päätyntä hirveen runsaammin.

Vuonna 2008 tehdyn tutkimuksen mukaan lyijyä voi löytyä jopa 45 senttimetrin päästä haavakanavasta (Cornicelli ym, 2008). Iso-Britannian Food Standards Agency:n Skotlannissa tekemän tutkimuksen mukaan henkilöt, jotka syövät usein riistaa, jota on ammuttu lyijyä sisältävillä ammuksilla, voivat altistua haitallisille lyijypitoisuuksille (Food Standards Agency, 2012). Pohjoismaissa tehdyn tutkimuksen mukaan lyijyluotien hirvenlihaan jättämä lyijyjäämä on huomattava (Arnemo ym, 2011). Kyseisessä tutkimuksessa luodit punnittiin ennen ja jälkeen osuman, ja oletettiin että lyijyä oli jäänyt hirveen painohäviön verran (Arnemo ym, 2011). Tutkimuksessa saatiin keskimääräiseksi lyijykadoksi 2,7 grammaa ja hirvissä oli osumia keskimäärin 1,4 (Arnemo ym, 2011). Lisäksi Norjassa tehtiin vuonna 2012 tutkimus, jossa pyrittiin verikokeiden perusteella selvittämään, kuinka paljon riistanlihan syönti vaikuttaa ihmisten veren lyijypitoisuuteen (Meltzer ym, 2013). Tutkimuksessa havaittiin yhteys riistanlihan syönnin ja kohonneen veren lyijypitoisuuden välillä (Meltzer ym, 2013). Kohonneeseen lyijypitoisuuteen huomattiin vaikuttavan kuitenkin muutkin tekijät kuin pelkästään riistanlihan syönti, mm. panoksia itse lataavilla metsästäjillä oli muita korkeampi veren lyijypitoisuus (Meltzer ym, 2013).

Yksi viimeisimmistä tutkimuksista aiheesta tehtiin myös Norjassa, ja siitä uutisoitiin Suomenkin lehdistössä. Tutkimuksen mukaan hirvenlihan lyijypitoisuus on korkea, jopa 110 mg/kg, keskiarvo saaduista tuloksista oli 5,6 mg/kg (Lindboe ym, 2012). Tutkimuksen tulosten perusteella nostettiin esille mahdollisuus, että hirvenlihan syönte on terveysriski, varsinkin lapsille (Lindboe ym, 2012). Kun pohditaan edellä mainitun norjalaistutkimuksen lyijypitoisuuksia, voidaan hyvänä vertailukohtana käyttää EU:n asettamaa raja-arvoa naudanlihan lyijypitoisuudelle, joka on 0,1 mg/kg (EY, 2006). Hirvi on luonnonvarainen eläin, eikä sen lihan lyijypitoisuutta voi verrata suoraan maatalouden tuotteena syntyneeseen lehmään. On kuitenkin muistettava, että nykyisin hirvenlihan lyijypitoisuus on matala, ja ilman lyijylyuotien vaikutusta se kelpaisi myyntiin myös naudanlihan lyijypitoisuudelle asetettujen kriteerien perusteella. Norjalaisessa tutkimuksessa ei tuotu selkeästi esille sitä, mistä kohtaa lihanäytteet on otettu, eli ovatko ne olleet lähellä luodinreikää. Luodinreikien läheisyydessä lyijypitoisuus voi olla hyvinkin korkea.

3. TYÖN TAVOITTEET

Lyijyjuotien vaikutus hirvenlihan lyijypitoisuuteen on herättänyt viime vuosina keskustelua. Erilaiset tutkimukset ovat antaneet viitteitä siitä, että lyijyjuodit nostavat lihan lyijypitoisuutta osumakohdan läheisyydessä. On myös esitetty tuloksia, että lyijyä löytyy lähes puolen metrin päästä haavakanavasta. Kyseisestä aiheesta on kuitenkin melko vähän tutkittua tietoa, ja ei ole selkeää näyttöä siitä, kuinka suuri lyijypitoisuus luodeista voi lihaan aiheutua ja kuinka kauas lyijyjuodin vaikutus osumakohdasta ulottuu.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka suuri vaikutus lyijyjuodeilla on hirvenlihan lyijypitoisuuteen. Asia selvitetään ottamalla lyijyjuodeilla ammutuista hirvistä lihanäytteitä, joista määritetään lihan lyijypitoisuus. Näiden näytteiden avulla pyritään selvittämään, kuinka paljon lihan lyijypitoisuus kasvaa lyijyjuodin vaikutuksesta, ja kuinka kauas tämä vaikutus ulottuu. Eri etäisyyksiltä otettujen näytteiden perusteella saadaan kuva pitoisuuden muutoksesta etäisyyden kasvaessa osumakohdasta. Lyijypitoisuuden lisäksi näytteistä tutkitaan kadmiumpitoisuudet.

Näytteiden analysoinnin jälkeen pohditaan, kuinka suuri terveysriski lyijyjuodin käyttöön voi liittyä. Lisäksi näytteenoton yhteydessä ammutuista hirvistä ja ampumistilanteesta otetaan muistiin tietoja, ja tämän informaation perusteella voidaan selvittää miten eri tekijät vaikuttavat lyijyn leviämisen määrään. Jos tulokset osoittavat lyijyn leviämisen olevan huomattavaa, tehdään ehdotus siitä, kuinka paljon lihaa kannattaisi poistaa osumakohdan ympäriltä, jos halutaan käyttää lyijyjuoteja. Pää tavoitteena on selvittää, löytyykö lyijyä merkittävästi niin kaukaa osumakohdasta, kuin aiemmissa tutkimuksissa on osoitettu ja ovatko pitoisuudet huomattavia. Jos lyijyä löytyy, seuraava askel on paneutua sen mahdollisiin terveysvaikutuksiin. Aiheesta on paljon keskustelua, mutta tutkimustietoa on olemassa vähän, joten tämä tutkimus pyrkii selvittämään asiaa.

Työn tavoitteena on selvittää:

- kuinka paljon hirvenlihan lyijypitoisuus nousee lyijyjuodin vaikutuksesta
- kuinka suurelle etäisyydelle lyijyjuodin vaikutus ulottuu
- kuinka paljon lihaa tulisi poistaa osumakohdan ympäriltä, jos käytetään lyijyjuotia

4. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tämän tutkimuksen aineistoina toimivat hirvenlihanäytteet, joita kerättiin yhteistyökumppaneiden avustuksella pääosin Pohjois-Savon alueelta. Alun perin näytehirsien määräksi päätettiin 20 kpl, mutta lopullinen analysoitava määrä oli 23 kpl. Tämä siitä syystä, että jos joistain näytteistä saataisiin muista selkeästi poikkeavia pitoisuuksia, ne voitaisiin hylätä, ja hirsien kokonaismäärä olisi silti vähintään 20.

Suoritin itse noin puolet näytteenotosta, ja loput hoitivat metsästysseurojen jäsenet. Näytteenoton jälkeen näytteet pakastettiin. Esikäsittely suoritettiin Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksella. Esikäsittelyn tuloksena syntyneet liuokset toimitettiin analysoitavaksi Elintarviketurvallisuusvirastoon (Evira) Helsinkiin.

4.1 NÄYTTEIDEN KERÄÄMINEN

4.1.1 Yhteistyökumppaneiden valinta

Tutkimuksen toteutumisen kannalta merkittävässä roolissa oli Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteen laitoksen lisäksi Evira, joka mahdollisti tutkimuksen osallistumalla näytteiden analysointiin ja niistä syntyviin kustannuksiin. Itse näytteiden hankintaan tarvittiin metsästysseurojen apua. Näytteenotossa avustavia näytteenottajia oli mukana yhteensä seitsemän. Hirvenmetsästysaika on rajallinen, ja ruhojen paloittelu tapahtuu usein jahtiviikonlopun jälkeen alkuvuikosta tai jo jahtiviikonlopun aikana. Tästä syystä, jos yksi henkilö olisi hoitanut kaikki näytteet itse, olisi tullut ongelmia ehtiä joka paikkaan.

Tutkimuksen alussa oltiin yhteydessä Timolan Riistamiehet ry:een (yhteyshenkilö Hannu Viitanen), jonka jälkeen oltiin yhteydessä Leppävirta-Varkaus alueen riistanhoitoyhdistykseen (yhteyshenkilö Lauri Itkonen). Hirviporukoita ei ollut vaikea saada mukaan, vaan kaikki seurojen yhteyshenkilöt vaikuttivat asiasta kiinnostuneilta. Timolan Riistamiehet ry:n lisäksi mukaan lähtivät (yhteyshenkilö suluissa): Häikiä-Nikkilänmäen Metsästysseura ry (Lauri Itkonen), Leppävirran Metsästysseura ry (Veli Röyttä), Petäjämäen-Laitilanniemen Metsästysseura

ry (Olavi Laitinen), Paukarlahden Jousi ry (Jani Kolari), Riihirannan Erämiehet ry (Seppo Koponen) ja Kotalahden Erämiehet ry (Helena Koivistoinen) Leppävirralta, sekä Varkauden Erämiehet ry (Mauri Vääntinen) Varkaudesta. Kyseisiä seuroja lähestyttiin soittamalla seuran yhteyshenkilölle, jonka jälkeen heille lähetettiin postissa tutkimukseen liittyvä informaatiopaketti, joka sisälsi mm. kirjeen (liite 3) tutkimuksen pääkohdista. Muita mukaan lähteneitä metsästysseuroja olivat Markku Juntusen Metsästysseura Iisalmesta (näytteenottaja Santeri Juntunen, yhteyshenkilö Kasper Juntunen), Hökösen Erä ry Siilinjärveltä (näytteenottaja Vesa Asikainen), Lukkarilan Erä ry Varpaisjärveltä (näytteenottaja Sami Rissanen), Wanhan Pellon Metsästäjät ry Suonenjoelta (näytteenottaja Matti Peltonen), Kallen Porukka Palosen yhteislupa-alueelta Kuopiosta (näytteenottaja Jouko Vepsäläinen), Leinolanlahden Metsästysseura ry Maaningalta (yhteyshenkilö Pertti Pasanen) ja Puikkokosken metsästäjät ry Palta-mosta (yhteyshenkilö Jarko Hyvönen). Yhteyshenkilöllä tarkoitetaan henkilöä, johon ollaan oltu yhteydessä näytteenottoon liittyen, mutta joka ei itse ole suorittanut näytteenottoa.

Lihanäytteet otettiin siis pääosin Pohjois-Savon alueelta, mutta tässä tutkimuksessa kyseisellä seikalla ei ollut merkitystä. Syynä tähän on se, että lyijyttömään bensiiniin siirtymisen jälkeen hirvenlihan lyijypitoisuus on laskenut tasaisesti ja se on nykyään alhainen joka puolella Suomea. Seurat valittiin lähialueilta puhtaasti logistisista syistä.

4.1.2 Näytteenottolomakkeen sisältö

Näytteenoton yhteydessä jokaista hirveä kohti täytettiin yksi näytteenottolomake (liite 4). Näytteenottolomakkeen merkittävimpiä tietoja olivat käytetyn aseiden kaliiperi sekä ammutun luodin tyyppi. Ampumistilanteeseen liittyen kysyttiin ampumakulmasta, ampumaetäisyydestä ja hirven liikkumasta matkasta osuman jälkeen. Ammutusta hirvestä tarvittavia tietoja olivat ikä, sukupuoli, osumien määrä ja osumakohdat. Lisäksi otettiin ylös aika, jonka hirvi oli riipunnut ennen näytteenottoa, sekä oliko osumakohtaan ympäriltä poistettu lihaa ennen riiputusta. Näytteenottolomakkeen perusteella pyrittiin saamaan esille tekijöitä, joilla voitaisiin perusteella mahdollisia epäjohdonmukaisuuksia tuloksissa. Kyseisillä tekijöillä voi olla vaikutusta lyijyn leviämiseen kudoksessa, mm. osumakohta voi vaikuttaa luodin hajoamiseen.

Näytteenottolomakkeessa (liite 4) oli takasivuilla osumakohtien merkitsemistä varten kaksi hirven kuvaa, jotta ainoastaan toiseen kuvaan merkitsemällä olisi tiedossa kummalle puolelle

hirveä on ammuttu. Lomakkeiden tulostusvaiheessa kävi kuitenkin virhe, ja suurin osa lomakkeista oli virheellisiä, ja hirvien kuvat olivat samanlaisia eivätkä toistensa peilikuvia. Tämä asia huomattiin näytteenkeruun alkuvaiheessa, kun suurin osa lomakkeista oli jo lähetetty ja käytössä, ja tästä syystä näytteenottolomakkeiden tietoa koottaessa ei olla otettu huomioon kummalle puolelle hirveä on ammuttu, vaan ainoastaan missä kohtaa ruhoa osumakohta on.

4.1.3 Näytteenotto

Näytteitä otettiin lyijyluodilla ammutuista hirvistä. Tavoitteena oli saada näytteet 23-25 hirvestä, mutta varmuuden vuoksi näytteitä otettiin enemmän, loppujen lopuksi näytehirviä oli 36 kappaletta. Näytteenottohirvessä sai olla maksimissaan neljä osumaa, armonlaukaus mukaan lukien. Osumien piti olla mielellään halutulla alueella, eli lavan alueella. Hirveä pyritään yleensä ampumaan lavan alueelle, jolloin osutaan keuhkoihin. Jos joku osuma oli karannut ns. taakse, oli takajalkaan jäätävä etäisyyttä vähintään yksi metri. Kyseinen ohje oli kuitenkin sovellettavissa, jos yksi osuma oli esim. hipaissut toista takajalkaa, pystyttiin takajalan näyte ottamaan toisesta, ilman osumaa jääneestä takajalasta. Näytteitä otettiin kustakin hirvestä 4 kappaletta: luodinreiästä, 20 cm päästä luodinreiästä, 40 cm päästä luodinreiästä sekä takajalasta. Takajalan näytteen pitoisuus kuvaa hirvenlihan lyijypitoisuutta ennen osumaa. Lisäksi näytteet pyydettiin ottamaan siltä puolelta hirveä, josta luoti on mennyt sisään. Tämä siitä syystä, että näytteenottotapa haluttiin pitää mahdollisimman yhdenmukaisena jokaisen hirven kohdalla; kaikissa hirvissä ei ole luodin ulostuloreikää luodin jäädessä hirven sisälle.

Näytteenotto suoritettiin sitä varten tehdyn ohjeen mukaisesti (liite 5). Lihanäytteen koko oli ohjeen mukaisesti noin pullonkorkin kokoinen 10-20 g lihapala. Näytteitä otettaessa yksi tärkeimmistä seikoista oli hygienian merkityksen muistaminen kontaminaatoriskin vuoksi. Jos näytteenottaja on esim. ennen lihapalan leikkaamista hypistellyt käsissään lyijyä sisältäviä luoteja, siirtyy lyijy helposti sormista näytteeseen ja vääristää tulosta. Tämän vuoksi näytteenottotarvikkeisiin sai koskea ainoastaan puhtain käsin. Näytteenottotarvikkeisiin kuului steriili skalpelli, kertakäyttöhanskoja, viivoitin, näytepusseja, sekä nippusiteitä ja numerolappuja. Jokainen näytteenottaja sai uuden skalpellin, joka huuhdeltiin hanavedellä jokaisen näytteen välissä, ja pestiin tarkemmin jokaisen näytehirven välissä. Kertakäyttöhanskoja käytettiin yksi pari per hirvi, olettaen että kesken näytteenoton ei koskettu käsillä muuhun kuin näyte-

pussiin, hirveen tai skalpelliin. Vahinkojen varalta oli mukana ylimääräisiä kertakäyttöhanskoja. Viivoitin oli mukana etäisyyksien mittaamista varten. Kun mitattiin etäisyyttä luodinreiästä pois päin, pyrittiin siihen, että nämä näytteet olisivat mahdollisista muista luodinreiästä pois päin. Tällä menetelmällä pyrittiin välttämään vierekkäisten osumien vaikutusta toisiinsa. Näytepusseja olivat uudelleen suljettavia muovipusseja, jotka oli numeroitu valmiiksi. Nippusiteet ja numerolaput olivat ruhojen järjestyksen merkitsemistä varten. Ruhojen merkitseminen oli tärkeää siitä syystä, että jos jahtiviikonlopun aikana saatiin useampi hirvi, piti ruhot jälkeensä vielä pystyä jollain tavoin erottamaan toisistaan. Tällöin pystyttiin mm. yhdistämään oikea luoti oikeaan hirveen, sekä erottamaan lyijyllisellä ja lyijyttömällä luodilla ammutut hirvet toisistaan. Näytteenoton jälkeen näytteet siirrettiin pakastimeen.

4.1.4 Analysoitavien näytteiden valinta

Näytteitä kerättiin varmuuden ja valinnanvaran vuoksi yli 23 kpl ja näytteenoton päätyttyä näytteitä oli kasassa 36 kappaletta. Tässä vaiheessa näytteistä poistettiin ns. epävarmat tapaukset. Tällaisia tapauksia olivat mm. suoraan edestä rintaan ammutut hirvet. Jos vasahirveä ammutaan keskellä rintaa, on vaikea ottaa näyte 40 senttimetrin päästä luodinreiästä vasan rinnan riittämättömän leveyden vuoksi. Lisäksi pakastusvaiheessa joidenkin näytteiden kohdalla heräsi epäily siitä, että näytteet on otettu väärässä järjestyksessä. Yleensä luodinreiän näyte on verinen ja takajalan näyte puolestaan ei ole, osassa näytteistä tilanne oli juuri päinvastoin. Näytteenotto-ohjeiden mukaisesti takajalan näyte oli numero 1 ja luodinreiän näyte numero 4, mutta luultavasti kyseinen numerointitapa oli mennyt pieleen joissain näytteissä. Tällaiset näytteet hylättiin.

Analyysiin meneviä näytteitä otettaessa pyrittiin valitsemaan sellaiset näytteet, joista saataisiin mahdollisimman edustava otos. Esimerkiksi kaliiperit otettiin huomioon, suurin osa analyysiin menevistä näytteistä oli otettu hirvistä, joita oli ammuttu Suomessa hirvenmetsästyksessä eniten käytetyillä asekaliipereilla. Tällaisia kaliipereja ovat .308, .30-06 ja 9,3x62 (Mäkinen, 2006; Metsästys&Kalastus, 2012). Lisäksi mukaan otettiin muutamia vähemmän käytettyjä kaliipereja. Osumakohtien suhteen valittiin pääosin lapaosumia. Tämä siitä syystä, että yleensä hirveä pyritään ampumaan lavan kohdalle, ja tällä tavoin ammutuista hirvistä näytteiden otto onnistui helpoiten. Mukaan otettiin kuitenkin myös muutamia esimerkkejä muista

osumakohdista, kuten päähän/kaulaan ja rintaan ammutuista hirvistä. Osumakulmat olivat pääosin tasamaalta, mutta kaikki torneista ammutut hirvet otettiin mukaan analyysiin. Kun analyysiin menevät hirvet oli valittu, näytepusseja pussitettiin uudestaan toisiin pusseihin, jotka oli numeroitu juoksevalla numerolla. Tämä sen vuoksi, että näytteistä oli helpompi pitää kirjaa esikäsittely- ja analyysivaiheessa, kun ne oli merkitty juoksevalla numeroinnilla. Tässä vaiheessa näytteet myös lajiteltiin siten, että mm. takajalan näytteet käsiteltiin peräkkäin, samoin esim. luodinreiän näytteet. Tämä siitä syystä, että oletettavasti takajalan näytteiden lyijypitoisuudet tulisivat olemaan pieniä, kun taas luodinreiän näytteessä lyijyä saattaisi olla hyvinkin paljon. Jos eri kohdista otettuja näytteitä olisi käsitelty sekaisin, olisi ollut riski että vähemmän lyijypitoiset näytteet olisivat kontaminoituneet enemmän lyijyä sisältävien näytteiden toimesta.

4.2 NÄYTTEIDEN ESIKÄSITTELY

Esikäsittelyssä käytetyt liuokset, laitteet, tarvikkeet ja referenssiaines:

- MilliQ-vesi
- typpihappo, suprapur-laatu 65 %
Valmistaja: Merck
Valmistusmaa: Saksa
- mikroaaltouuni
Malli: MDS-2000
Valmistaja: CEM Corporation
Valmistusmaa: Yhdysvallat
- vaaka
Malli: Quintix 124
Valmistaja: Sartorius
Valmistusmaa: Saksa
- referenssiaines
Standard Reference Material 1557b, Bovine Liver
Valmistaja: National Institute of Standards & Technology
Valmistusmaa: Yhdysvallat

Näytteiden esikäsittely suoritettiin Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksella. Esikäsitellyssä lihanäyte hajotettiin liuoksessa, jossa oli kolme millilitraa 65 % -typpihappoa ja yksi millilitra MilliQ-vettä, mikroaaltouunin avulla liukoiseen muotoon analyysia varten. Mikroaaltouuniin mahtui kerrallaan 12 näytettä, ja jokaiseen hajotussarjaan laitettiin yksi nolla- sekä referenssinäyte. Esikäsitelyn aikana oli huolehdittava riittävästä puhtaudesta kontaminaatio-riskin vuoksi. Tämä tarkoitti mm. sitä, että kertakäyttöhanskoja oli käytettävä ja niitä oli vaihdettava tarpeen vaatiessa ja turhaa pintojen tai muiden välineiden koskemista oli vältettävä. Lisäksi kaikkien käytettävien astioiden piti olla happopestyjä.

Esikäsitelyn alussa lihanäytettä punnittiin noin puoli grammaa kolmen desimaalin tarkkuudella. Käytännössä näytettä punnittiin vähintään 0,4 grammaa ja alle 0,5 grammaa. Kun punnitustiedot oli kirjattu ylös, siirrettiin lihapalat polttopulloihiin. Lihapaloja leikattaessa jokaisen näytteen välissä hanskat puhdistettiin veden ja paperin avulla, lisäksi muutaman näytteen välein hanskat vaihdettiin uusiin. Leikkausvälineenä toiminut skalpelli huuhdottiin MilliQ-vedellä ennen jokaista näytettä. Lisäksi yhteen polttopulloon punnittiin referenssiainesta. Käytetty referenssiaines oli naudanmaksasta valmistettua jauhetta, ja sen lyijypitoisuus oli $0,129 \pm 0,004 \mu\text{g/g}$. Referenssiainesta punnittiin noin 0,25 grammaa, koska aineen tietojen mukaan sitä olisi hajotettava vähintään kyseinen määrä luotettavan tuloksen saamiseksi. Nollanäytteelle varattuun polttopulloon ei tässä vaiheessa lisätty mitään.

Seuraavaksi jokaiseen polttopulloon laitettiin 1 ml MilliQ-vettä ja tämän jälkeen 3 ml 65-prosenttista typpihappoa. Referenssiaines huuhdottiin polttopulloon kyseisten aineiden avulla ja nollanäytteen polttopullossa oli siis ainoastaan MilliQ-vettä ja typpihappoa. Polttopullot suljettiin tämän jälkeen tiiviillä korkilla. Jokaiseen korkkiin vaihdettiin jokaisen hajotuksen yhteydessä uusi ns. membraanikalvo. Polttopullossa on ideana, että hajotettava aines pysyy hapon kanssa pullon sisällä koko hajotusohjelman ajan, mutta jos paine nousee jostain syystä liikaa, membraanikalvo hajoaa ja päästää ylimääräisen paineen ulos. Tällaisessa tilanteessa näyte yleensä menetetään polttoputkesta lähtevän letkun kautta.

Polttopullot siirrettiin mikroaaltouuniin, ja hajotusohjelma käynnistettiin. Uuniin oli valmiiksi ohjelmoitu hajotusohjelmia, joista käytettiin ”kurssityö”-nimistä hajotusohjelmaa. Kyseisen ohjelman kesto oli yhteensä 52 minuuttia. Mikroaaltouunin kokonaisteho oli 630 ± 50 wattia. Kyseisessä hajotusohjelmassa uuni toimi aluksi 20 minuuttia 40 prosentin teholla, sen jälkeen 20 minuuttia 50 prosentin teholla ja vielä 12 minuuttia 70 prosentin teholla. Itse hajotusohjelma kesti siis alle tunnin, mutta tämän jälkeen paineen annettiin tasaantua rauhassa ja polt-

topullot otettiin pois uunista yleensä aikaisintaan noin kolme tuntia hajotuksen aloittamisen jälkeen.

Hajotuksen jälkeen polttopullot avattiin ja saadut tuotokset siirrettiin 10 millilitran näyteputkiin. Hajotuksen tuloksena syntyi kellertävää tai vihertävää nestettä. Neste kaadettiin näyteputkeen ja polttopullo huuhdottiin vielä 2-3 kertaa pienellä määrällä MilliQ-vettä. Lopuksi näyteputkeen lisättiin MilliQ-vettä siten, että lopullinen tilavuus oli 10 millilitraa. Näytepullon korkki suljettiin tiukasti ja varmistettiin vielä parafilmiä käyttäen.

Näytteet lähetettiin Eviralle analysoitavaksi muutamassa erässä. Ensimmäisen erän kanssa ilmeni ongelmia, kun näytteiden lyijypitoisuudet olivat oletettuja korkeampia. Eviran kokemusten mukaan hirvenlihanäytteiden lyijypitoisuudet olivat liian korkeita ja nollanäytteestäkin löytyi lyijyä. Oletettavasti polttopullot eivät olleet riittävän puhtaita, jolloin lyijyä siirtyi hapon vaikutuksesta polttopullon seinämistä liuokseen. Polttopullot on valmistettu teflonista, ja niissä on pieniä huokosia joihin lyijyä voi jäädä. Ensimmäiset Eviralle toimitetut näyteliuokset hylättiin, ja kyseisessä erässä olleet lihanäytteet hajotettiin uudestaan. Lisäksi toimintatapoja, kuten polttopullojen pesutyyliä muutettiin ja kontaminaatoriskin vähentämiseen kiinnitettiin vieläkin enemmän huomiota. Polttopullot olivat käyneet läpi ensin ns. Deconex-pesun (liotus yön yli), sitten happopesun (liotus yön yli) ja lopuksi Milli-Q-vesihuuhtelun Itä-Suomen yliopiston välinehuollossa, mutta Eviralta saatujen ohjeiden mukaisesti polttopullot pestiin uudella tavalla. Aluksi pullot huuhdeltiin muutaman kerran MilliQ-vedellä, jonka jälkeen niihin laitettiin 8 millilitraa typpihappoa. Tämän jälkeen pullot laitettiin mikroaaltouuniin käymään läpi saman hajotusohjelman kuin näytteetkin, jonka jälkeen pullot vielä huuhdeltiin MilliQ-vedellä ja laitettiin kuivamaan. Lisäksi polttopullojen tiiviiden kanssa oli alkuun ongelmia, mutta ongelmat poistui kun siirryttiin käyttämään uusia pulloja ja korkeja. Jokaiseen hajotussarjaan sijoitettiin aina yksi nolla- sekä yksi referenssinäyte.

4.3 NÄYTTEIDEN ANALYSOINTI

Näytteiden analysoinnissa käytetyt liuokset ja laitteet:

- sisäinen standardiliuos rhodium (Rh), pitoisuus 1 mg/l

Rhodium 1000 ppm PrimAg-Plus Element Reference Solution

Valmistaja: Romil

Valmistusmaa: Iso-Britannia

- Induktiivisesti kytketty plasma-massaspektrometri (ICP-MS)

Malli: Thermo Fisher Scientific XSeries II –ICP-MS, Thermo Electron Corporation Neslab Merlin M100 -vesikiertolaite

Valmistaja: Thermo Fisher Scientific

Valmistusmaa: Yhdysvallat

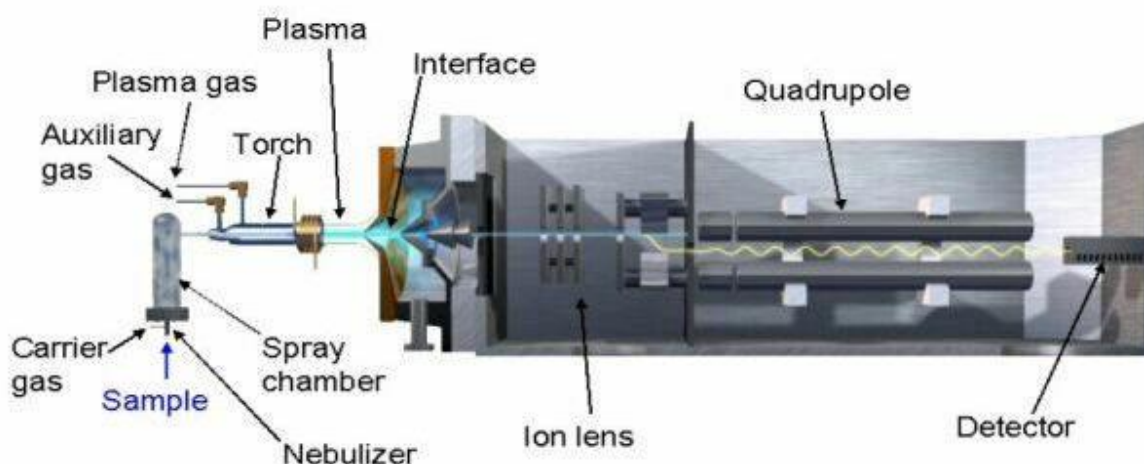
Lisäksi käytössä Dell OptiPlex 745 –PC -tietokone, HP LaserJet 1018 -tulostin sekä PlasmaLab -ohjelmisto

- MilliQ-vesi

Näytteiden analysointi suoritettiin Helsingissä Eviran Kemian ja toksikologian yksikössä käyttäen ICP-MS-laitetta. ICP-MS on lyhenne sanoista ”*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*” eli induktiivisesti kytketty plasma-massaspektrometria. ICP-MS valikoitui tähän tutkimukseen sen riittävän herkkyuden vuoksi. Jos mahdollista lyijylyuodin vaikutusta ei oteta huomioon, hirvenlihan lyijypitoisuus on nykyisin niin pieni, että kaikki laitteet eivät sitä edes havaitse. Esimerkiksi liekki-AAS- (atomiabsorptiospektrometri) tai ICP-OES-menettelmillä (inductively coupled plasma optical emission spectrometer) näytteiden analysointi olisi tullut halvemmaksi, mutta kyseisen laitteen tarkkuus ei riitä lihanäytteiden lyijypitoisuuden määrittämiseen. ICP-MS-laitteen etuihin kuuluu sen mittausalueen laajuus ja sillä voidaan analysoida useita eri alkuaineita yhtä aikaa. Lisäksi analysointi on nopeaa. Kyseisen laitteen huonoihin puoliin voidaan vastaavasti lukea sen käytön kalleus. Lisäksi laitteen herkkyys on tärkeää esimerkiksi tällaisten näytteiden kohdalla, mutta se tarkoittaa myös sitä, että näytteiden tuloksiin tulee helposti virheitä mm. kontaminaation vuoksi. Jo pienikin kontaminaatio näkyy tuloksissa.

ICP-MS-laitteet eroavat tietyiltä toiminnoiltaan toisistaan mallista riippuen, mutta perusperiaate on sama. ICP-MS –laitteen rakenne on esitetty kuvassa 2. Alussa näyte imetään sumuttimen (nebulizer) avulla sumutuskammioon (spray chamber) ja muutetaan aerosoliksi kaasuvirtauksen (esim. argon) avulla. Syntynyt aerosoli johdetaan kuumaan, noin 10 000 K argonplasmaan, jossa näyte atomisoituu ja lopulta ionisoituu. Ionisoituminen tarkoittaa näytteen muuttumista ionimuotoon. Syntyneet ionit ohjataan liitinosan (interface) kautta massaspektrometriyksikköön, jossa ionit kulkevat ionilinssien (ion lens) kautta kvadrupolimassaan (quadrupole). Seuraavaksi massa-analysointori erottelee ionit niiden massan ja varauksen pe-

rusteella toisistaan. Massa-analyysin jälkeen näyte siirtyy detektoriin (detector), jossa saapuvat ionit muutetaan sähköisiksi signaaleiksi. Signaalit prosessoimalla saadaan massaspektri, jossa signaalin intensiteetti on suoraan verrannollinen konsentraatioon. Laite kalibroidaan standardiliuosten avulla, ja määritettävien alkuaineiden pitoisuudet saadaan selville näytesignaalin intensiteeteistä kalibraatiokuvaajien avulla.



Kuva 2. ICP-MS laitteen rakenne (Washington University in St.Louis)

Kuten edellä on mainittu, näytteet toimitettiin Eviralle 10 millilitran näyteputkissa. Eviralla näytteet huuhdeltiin MilliQ-vedellä 100 millilitran mittapulloihin, joihin lisättiin myös 1 millilitra sisäistä standardia. Tämän jälkeen pulloon lisättiin MilliQ-vettä aina sataan millilitraan saakka ja sisältö sekoitettiin. Sekoituksen jälkeen näyteliuokset siirrettiin putkiin odottamaan analysointia. Laite imi liuokset sisään suoraan putkista ja suoritti analyysin.

4.4 TULOSTEN KÄSITTELY

ICP-MS –laitteen analysoimat tulokset saadaan näkyviin laitteen yhteydessä olevalle tietokoneelle. Laite laskee itse näytteen sisältämän pitoisuuden yksikössä mg/kg, kun ohjelmaan syötetään näytteen laimennuskerroin. Näytteen laimennuskerroin saadaan selville oheisella kaavalla:

$$X = [(Z \times V) / m] \times \text{laimennos}$$

, jossa X= metallipitoisuus, mg/kg
Z= metallipitoisuus, µg/l
V= kokonaistilavuus, l
m= punnitun näytteen määrä, g

Näytteiden punnitustiedot lähetettiin aina näytteiden yhteydessä. Punnitun näytteen painon ollessa noin puoli grammaa, tuli lyijyn ja kadmiumin määritysrajaksi 0,05 mg/kg.

5. TULOKSET

Analyysit tehtiin 23 hirven näytteistä, joista kahden hirven näytteet hylättiin. Yhden hirven näytteet hylättiin, koska lyijyä oli todella vähän jokaisessa näytteessä, mukaan lukien luodinreikänäytteessä, joten todennäköisesti näytteenotto on jollain tavoin epäonnistunut. On myös mahdollista, että kyseessä oli lyijytön luoti, sillä kaikissa muissa näytteissä lyijyä oli vähintäänkin luodinreiässä. Toisen hylätyn näytehirven takajalkanäyte oli selkeästi kontaminoitunut. Näytehirvet on numeroitu juoksevilla numerolla (1-21).

5.1 HIRVENLIHANÄYTTEIDEN LISÄTIEDOT

5.1.1 Käytetyt kaliiperit ja patruunat

Hirvenlihanäytteen lisätiedot –lomakkeeseen merkittiin ampumisessa käytetyn aseiden kaliiperi. Eniten käytetty kaliiperi oli .308, jota käytti yhteensä seitsemän ampujaa. Toisena tuli kaliiperi .30-06 (viisi ampujaa) ja kolmantena 9,3x62mm (neljä ampujaa). Kaliipereita koottaessa on tehty oletus, että yhdessä lomakkeessa ilmoitettu kaliiperi ”9,3 mm” tarkoittaa kaliiperia ”9,3x62”. Muut käytetyt kaliiperit olivat 8,2 mm; 8,2x53R, .458, 375H&H sekä .338. Taulukossa 1 on esitetty näytehirvien ampumisessa käytetyt kaliiperit.

Taulukko 1. Käytetyt aseiden kaliiperit

Hirvi nro	Kaliiperi	Hirvi nro	Kaliiperi	Hirvi nro	Kaliiperi
1	.308	8	.308	15	.30-06
2	9,3x62	9	8,2x53R	16	.308
3	.30-06	10	.308	17	375 H&H
4	.30-06	11	.458	18	9,3x62
5	.30-06	12	.308	19	.308
6	9,3 mm	13	9,3x62	20	.338
7	8,2 mm	14	.30-06	21	.308

Lomakkeeseen kirjoitettiin ylös myös käytetyn luodin merkki ja malli. Patruunan grammamäärää ei pyydetty, mutta osa ampujista ilmoitti myös sen. Joiltain osin tuloksissa on puutteita, kaikki eivät esimerkiksi ilmoittaneet luodin mallia, vaan ainoastaan merkin. Taulukossa 2 on esitetty käytettyjen patruunoiden merkit, osassa myös mallit ja patruunoiden grammamäärät. Tähdellä merkittyjen patruunoiden kohdalla g-kirjain ei tarkoita grammaa, vaan vanhempaa massan mittayksikköä graania. Luotien käytettävissä olevissa valmistajatiedoissa ei ollut tietoa siitä, kuinka paljon lyijyä kukin luoti sisälsi.

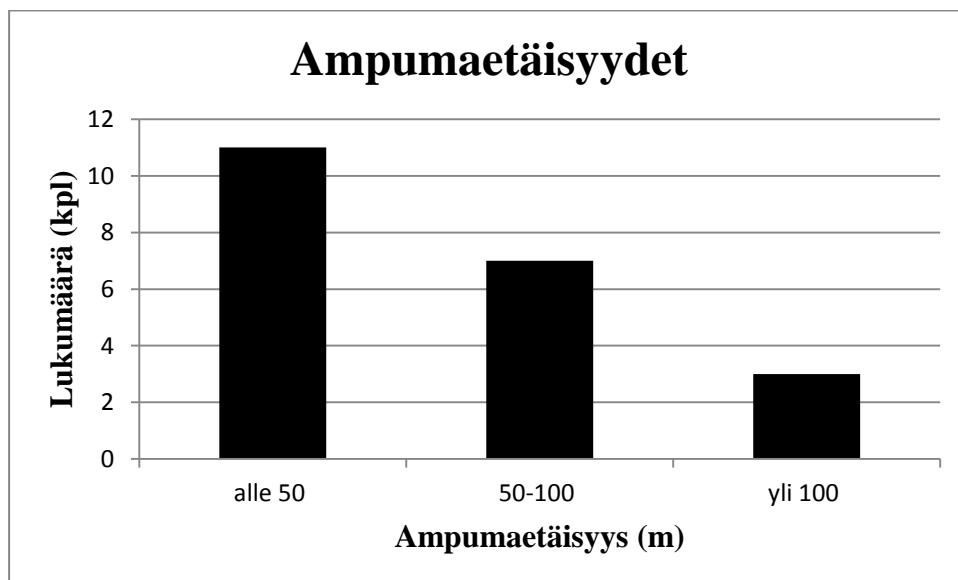
Taulukko 2. Käytetyt patruunat

Hirven numero	Patruuna
1	Sako Hammerhead 13 g
2	Sako Hammerhead 18,5 g
3	Sako Hammerhead 11,7 g
4	Sako Hammerhead 14,3 g
5	Sako Hammerhead 14,3 g
6	Woodleigh
7	Sako Hammerhead
8	Lapua Mega 12 g
9	Sako Hammerhead
10	Sako Hammerhead
11	Woodleigh
12	Sako 11,7 g
13	Norma Oryx 21,1 g
14	Lapua Mega 13 g
15	Sako Hammerhead 11,7 g
16	Lapua 12 g
17	Rhino 380 g*
18	RWS 16,5 g
19	Sako
20	Speer DeepCurl 225 g*
21	Sako Hammerhead 13 g

Suurin osa patruunoista – 11 kappaletta – oli Sakon patruunoita. Lähes kaikissa Sakon panoksissa malliksi oli ilmoitettu Hammerhead, joka on luultavasti malli myös muissa Sakon patruunoissa, joissa mallia ei oltu annettu. Kolme ampujaa oli käyttänyt Lapua Mega:a, olettaen, että pelkkä ”Lapua 12 g” tarkoittaa kyseistä mallia. Kaksi ampujaa oli käyttänyt Woodleighin panoksia. Muut käytetyt patruunat olivat Norma Oryx 21,1 g, Rhino 380 g, RWS 16,5 g sekä Speer DeepCurl 225 g.

5.1.2 Ampumaetäisyydet ja –kulmat, sekä hirvien kulkema matka ensimmäisen osuman jälkeen

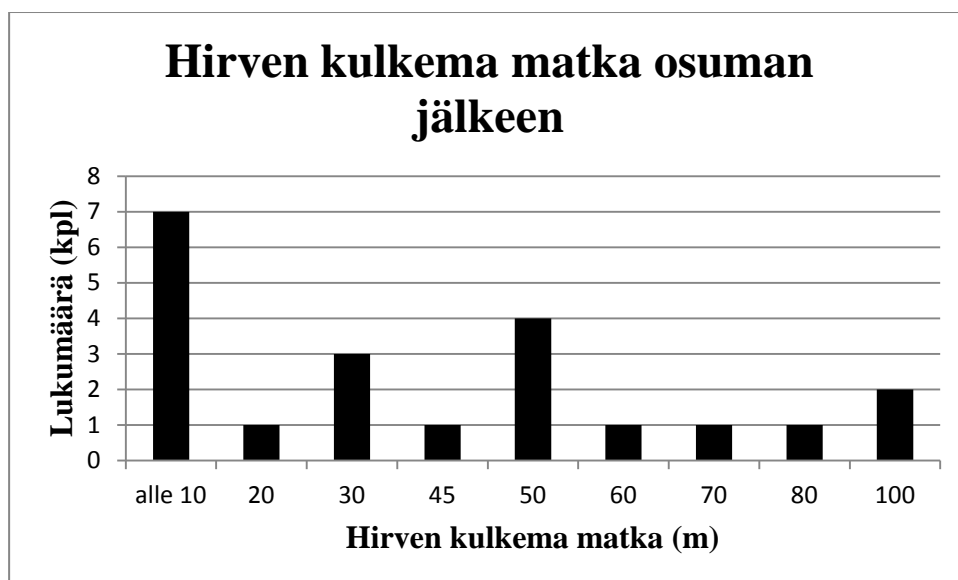
Ampumaetäisyys tilastoiitiin valitsemalla jokin kolmesta seuraavasta vaihtoehdosta: alle 50 metriä, 50-100 metriä ja yli 100 metriä. Suurin osa hirvistä ammuttiin alle 100 metristä, ja näistäkin hirvistä yli puolet alle 50 metristä. Kuvassa 3 on esitetty, kuinka monta hirveä on ammuttu kultakin etäisyydeltä.



Kuva 3. Hirvien ampumaetäisyydet

Ampumakulma ilmoitettiin siten, että oliko hirvi ammuttu tasamaalta vai tornista. Näytehivistä neljä kappaletta oli ammuttu tornista ja loput 17 tasamaalta.

Hirven kulkema matka osuman jälkeen ilmoitettiin metreinä. Osuman jälkeen alle kymmenen metriä liikkuneiden hirvien kohdalla merkittiin lomakkeeseen ”ei” ja matkaa ei tarvinnut arvioida. Yli kymmenen metriä kulkeneiden hirvien matka arvioitiin metreissä. Seitsemän hirveä oli liikkunut ensimmäisen osuman jälkeen alle kymmenen metriä, neljä 50 metriä ja kaksi 100 metriä. Muut arviot hirvien liikkumista matkoista vaihtelivat 20-80 metriin. Hirvien kulkevat matkat ensimmäisen osuman jälkeen on esitetty kuvassa 4.

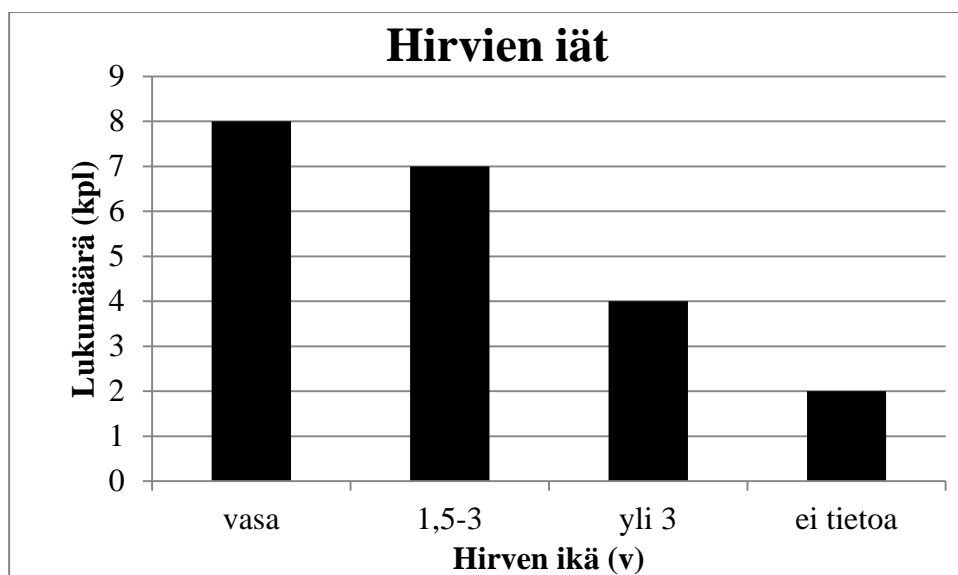


Kuva 4. Hirvien kulkema matka ensimmäisen osuman jälkeen

5.1.3 Ammuttujen hirvien ikä ja sukupuoli

Ammutuista hirvistä tilastoitiin ikäarvio, jonka antoi yleensä ampuja tai muu seuran henkilö. Vasahirviä (noin puolen vuoden ikäisiä) ammuttiin eniten, kahdeksan kappaletta. Muut ammuttujen hirvien arvioidut iät olivat 1,5 v (kolme hirveä), 2 v, 3 v (kaksi hirveä), 3,5 v, 4,5 v ja 5 v. Kahden hirven ikää ei oltu ilmoitettu. Ammutuista hirvistä naaraita oli yhdeksän ja uroksia 11, yhden hirven sukupuolta ei oltu ilmoitettu.

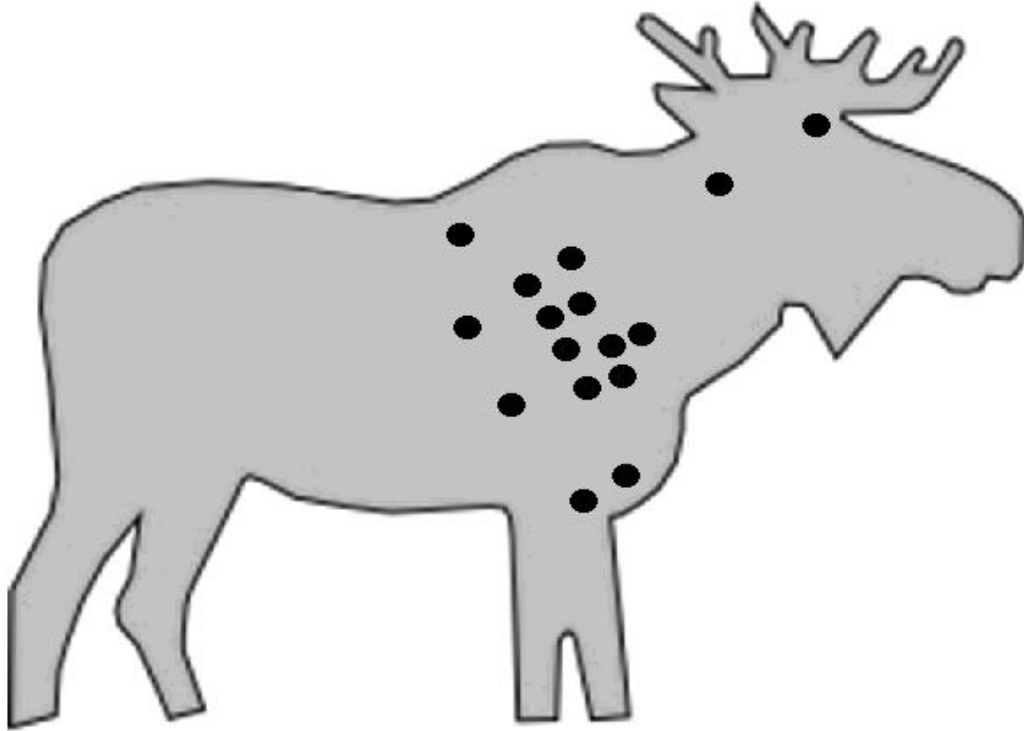
Ammuttujen hirvien iät on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Hirvien iät

5.1.4 Osumakohdat ja osumien määrä

Luotien osumakohdat merkittiin lomakkeessa olevaan kuvaan. Kuvaan merkittiin kaikki osumat, mutta niskaan ammuttavaa ns. armonlaukausta ei aina merkitty. Analysoitaviin näyteherviin valittiin osumakohtien perusteella hirviä siten, että mukana oli mahdollisimman paljon erilaisia osumia. Hirveä pyritään ampumaan yleensä lavan alueelle, mutta osaa näytehivistä on ammuttu suoraan edestä rintaan tai pään/kaulan alueelle. Näytehivistä suurinta osaa oli ammuttu lavan alueelle, yhteensä tällaisia hirviä oli 17 kappaletta. Suoraan rintaan ammuttuja oli kaksi kappaletta ja pään tai kaulan seudulle ammuttuja kaksi kappaletta. Luotien osumakohdat on esitetty kuvassa 6, kuvaan ei ole merkitty armonlaukauksia. Kuvassa olevien pisteiden määrä ei täsmää näytehervien määrän kanssa siitä syystä, että osaa hivistä on ammuttu useammin kuin kerran ja jotkin eri hirvien osumakohdat ovat niin lähellä toisiaan, että ne on merkattu samalla pisteellä, osittain päällekkäisten pisteiden sijaan. Rintaan ammuttujen hirvien osumakohdat puuttuvat kuvasta.



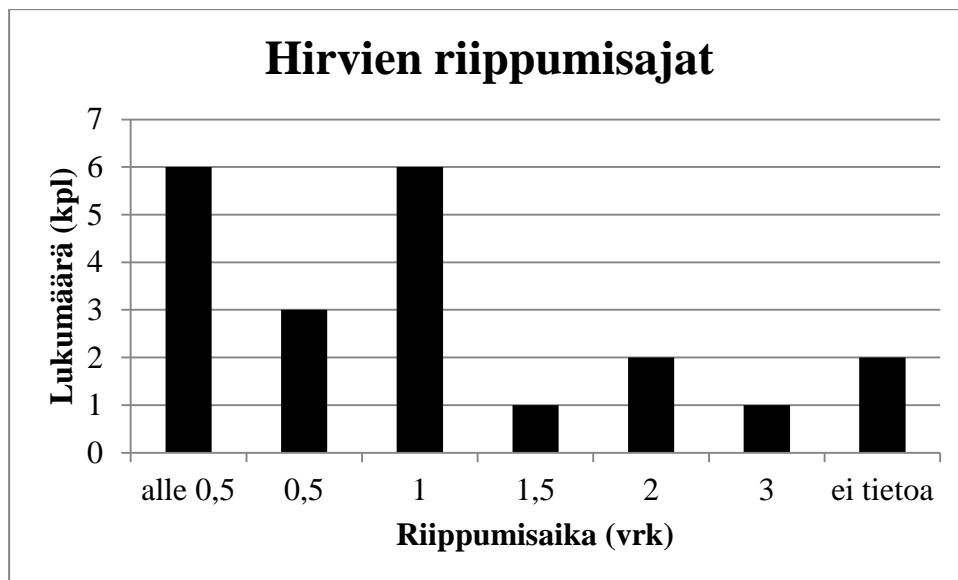
Kuva 6. Luotien osumakohdat

Hirvessä olevien osumien kokonaismäärä tilastoitiin ja tähän määrään lukeutui myös mahdollinen armonlaukaus. Tutkimuksen edetessä selvisi, että lomakkeeseen olisi pitänyt laittaa lisätieto siitä, että armonlaukaus otetaan myös huomioon, sillä osa ei laskenut osumien määrään mukaan armonlaukausta. Ilmoitettujen osumien kokonaismäärien perusteella näytehivistä kuudessa oli kaksi osumaa ja lopuissa viidessätoista yksi osuma.

5.1.5 Ruhojen riippumisajat ja lihan poisto osumakohdasta ennen riiputusta

Ruhojen riippumisajat pyydettiin ilmoittamaan puolen vuorokauden tarkkuudella. Osa ilmoitti tuloksen tarkemminkin, mutta tulokset käsitellään samalla tarkkuudella kuin on pyydetty. Kuusi hirveä oli riippunut ennen näytteenottoa alle puoli vuorokautta, kolme kappaletta noin puoli vuorokautta ja kuusi kappaletta yhden vuorokauden, muut riippumisajat olivat 1-3 vuo-

rokautta. Kahden hirven riippumisaikaa ei ollut ilmoitettu. Hirvien riippumisajat on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Hirvien riippumisajat

Riippumisajan lisäksi lomakkeessa pyydettiin tietoa siitä, onko lihaa poistettu osumakohdasta ennen riiputusta. Näytehivistä 9 kappaletta oli sellaisia, joista ei oltu poistettu lihaa osumakohdasta ennen riiputusta. 12 hirvestä puolestaan oltiin poistettu lihaa osumakohdasta ennen riiputusta. Tiedot lihanpoistosta ennen riiputusta ovat hirvikohtaisesti taulukossa 6 (sivu 42).

5.2 REFERENSSINÄYTTEIDEN JA REAGENSINOLLIEN TULOKSET

Referenssimateriaalin (NIST1557b) lyijypitoisuudeksi oli ilmoitettu $0,129 \pm 0,004 \mu\text{g/g}$ ja kadmiumpitoisuudeksi $0,50 \pm 0,03 \mu\text{g/g}$. Tulokset ovat yksikössä mg/kg, ja kyseiset pitoisuudet ovat tässä yksikössä samat, sillä $\mu\text{g/g} = \text{mg/kg}$. Tulokset on ilmoitettu kahden desimaalin tarkkuudella. Referenssiaineksesta saadut lyijy- ja kadmiumpitoisuudet olivat lähellä referenssiaineksen ilmoitettuja pitoisuuksia, keskiarvon ollessa 0,13 mg/kg lyijyä ja 0,48 mg/kg

kadmiumia. Referenssinäytteiden lyijy- ja kadmiumpitoisuudet ja näiden keskiarvot sekä keskihajonnat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Referenssinäytteiden lyijy- ja kadmiumpitoisuudet

Numero	Lyijypitoisuus (mg/kg)	Kadmiumpitoisuus (mg/kg)
1	0,11	0,48
2	0,17	0,46
3	0,17	0,47
4	0,12	0,48
5	0,11	0,50
6	0,12	0,51
7	0,14	0,51
8	0,14	0,46
9	0,11	0,46
10	0,13	0,50
11	0,13	0,49
Keskiarvo	0,13	0,48
Keskihajonta	0,022	0,020

Myös reagenssinollista määritettiin sekä lyijy- että kadmiumpitoisuus. Reagenssinollissa oli ainoastaan MilliQ-vettä ja typpihappoa. Niiden pitoisuudet ovat yksikössä µg/l, havaitsemisrajan ollessa 0,1 µg/l. Havaitsemisrajalla tarkoitetaan pienintä standardipitoisuutta, joka pystytään varmuudella toteamaan. Kuuden reagenssinollan lyijypitoisuus oli alle havaitsemisrajan ja muiden pitoisuudet olivat pääosin vähän sen yläpuolella. Korkein mitattu lyijypitoisuus reagenssinollasta oli 0,60 µg/l. Kaikkien reagenssinollien kadmiumpitoisuus oli alle havaitsemisrajan. Reagenssinollien lyijy- ja kadmiumpitoisuudet on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Reagenssinollien lyijy- ja kadmiumpitoisuudet

Numero	Lyijypitoisuus ($\mu\text{g/l}$)	Kadmiumpitoisuus ($\mu\text{g/l}$)
1	0,08	<0,05
2	0,14	<0,05
3	0,24	<0,05
4	0,06	<0,05
5	<0,05	<0,05
6	<0,05	<0,05
7	0,14	<0,05
8	0,6	<0,05
9	<0,05	<0,05
10	0,08	<0,05
11	0,08	<0,05

5.3 LIHANÄYTTEIDEN LYIJYPITOISUUDET

5.3.1 Takajalasta sekä 40 ja 20 senttimetrin päästä luodinreiästä otettujen lihanäytteiden lyijypitoisuudet

Näytteiden määrittämissä raja oli 0,05 mg/kg. Lähes kaikkien takajalkanäytteiden pitoisuudet olivat alle määrittämissä rajan, yhteensä 20 kappaletta. Yhden takajalkanäytteen lyijypitoisuus oli 0,05 mg/kg ja yhden 0,06 mg/kg.

40 senttimetrin päästä luodinreiästä otetuista näytteistä 18 kappaletta oli alle määrittämissä rajan (<0,05 mg/kg). Muiden näytteiden lyijypitoisuudet olivat 0,05 mg/kg ja 0,06 mg/kg (kaksi kappaletta).

20 senttimetrin päästä luodinreiästä otetuista näytteistä 18 kappaletta oli alle määrittämissä rajan (<0,05 mg/kg). Muiden näytteiden lyijypitoisuudet olivat 0,05; 0,09 ja 0,13 mg/kg.

Taulukossa 5 on esitetty takajalka- sekä 40 ja 20 cm päästä luodinreiästä otettujen näytteiden lyijypitoisuudet. Näytteet, joiden pitoisuus oli määrittämissä rajan suuruinen tai sitä korkeampi, ovat taulukossa vahvennettuina.

Taulukko 5. Takajalka- ja 40 ja 20 cm päästä luodinreiästä otettujen lihanäytteiden lyijypitoisuudet

Hirvi nro	Takajalka	40 cm luodinreiästä	20 cm luodinreiästä
1	<0,05	<0,05	0,05
2	<0,05	0,06	0,13
3	<0,05	<0,05	<0,05
4	<0,05	<0,05	<0,05
5	<0,05	<0,05	0,09
6	<0,05	<0,05	<0,05
7	<0,05	<0,05	<0,05
8	<0,05	<0,05	<0,05
9	<0,05	<0,05	<0,05
10	<0,05	<0,05	<0,05
11	<0,05	<0,05	<0,05
12	<0,05	<0,05	<0,05
13	<0,05	<0,05	<0,05
14	<0,05	<0,05	<0,05
15	<0,05	0,06	<0,05
16	<0,05	0,05	<0,05
17	<0,05	<0,05	<0,05
18	0,06	<0,05	<0,05
19	<0,05	<0,05	<0,05
20	0,05	<0,05	<0,05
21	<0,05	<0,05	<0,05

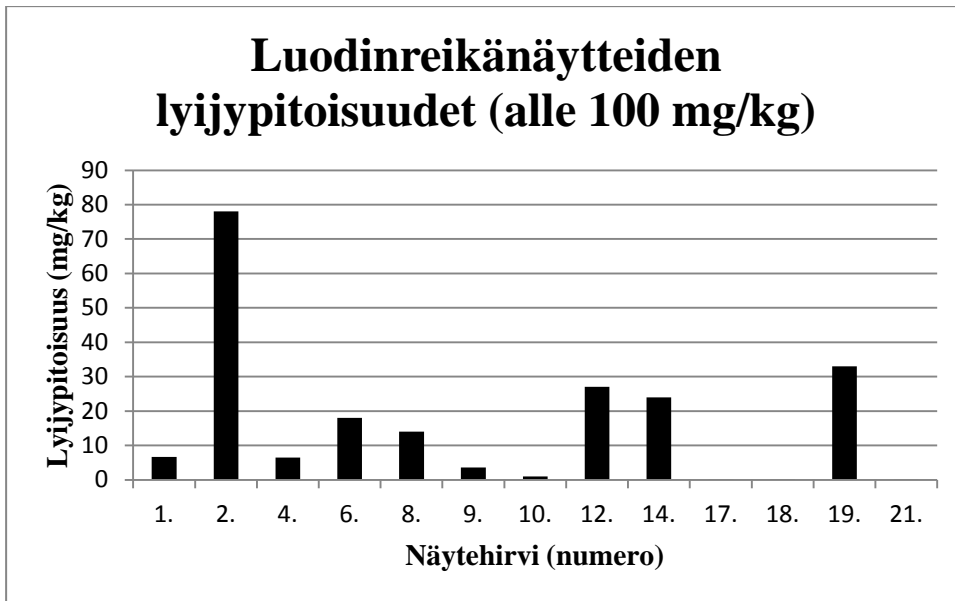
5.3.2 Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet

Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta suuria. Pitoisuuden suuruus vaihteli paljon, alle yhdestä tuhansiin milligrammisiin kilogrammassa hirvenlihaa. Kaikkien näytehirsien luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet on esitetty taulukossa 5. Saatujen pitoisuuksien suuren vaihtelun vuoksi tulokset on esitetty kahdessa eri kuvassa: kuvassa 8 alle 100 mg/kg pitoisuudet ja kuvassa 9 yli 100 mg/kg pitoisuudet. Kaikkiaan 12 hirven luodinreikänäytteessä lyijypitoisuus oli korkeintaan 33 mg/kg (kuva 8, taulukko 6). Seitsemän hirven luodinreikänäytteen pitoisuus oli useita satoja tai yli tuhat mg/kg (360-

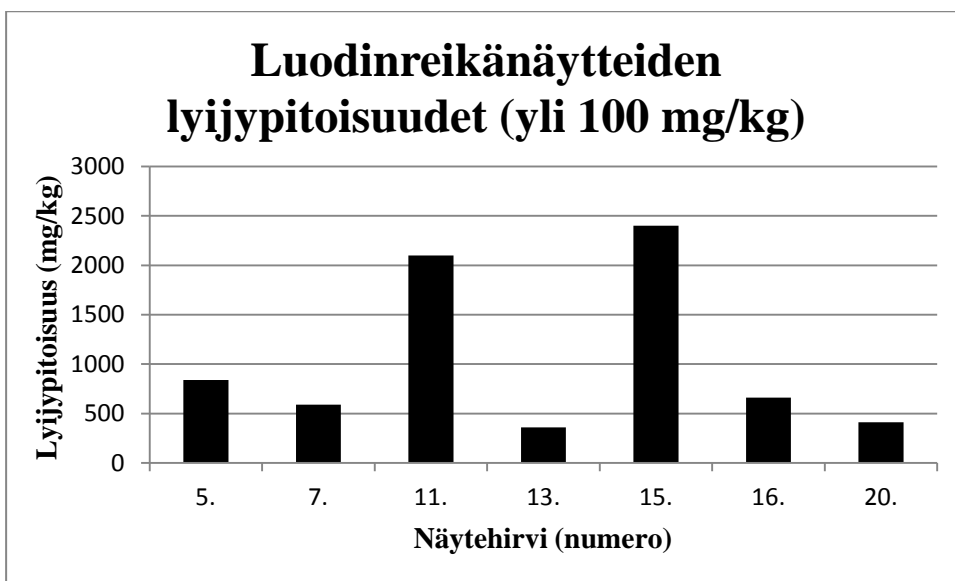
2400 mg/kg). Näytehirven numero 3 lyijypitoisuus 63 000 mg/kg on jätetty kuvista pois, koska sen suuruus eroaa huomattavasti muista tuloksista. Taulukossa 6 on esitetty myös tiedot siitä, mistä hirvistä on tai ei ole poistettu lihaa ennen riiputusta. On otettava huomioon, että tämä tieto ei kerro sitä, onko lihaa poistettu ennen näytteenottoa vai sen jälkeen. Osassa tapauksia näytteenotto suoritettiin jo ennen riiputusta. Lisäksi näyte on voitu ottaa juuri paloitte-
lun alkaessa, eli riiputuksen päätyttyä ja kun verisin liha on jo poistettu. Taulukossa on merkitty tähdellä ne hirvet, joiden näytteenoton olen suorittanut itse, ja ”kyllä” tai ”ei” vastaus kertoo varmuudella myös sen, onko lihaa poistettu ennen näytteenottoa. Itse suoritin näytteenoton aina silloin, kun hirvi oli jo riippumassa.

Taulukko 6. Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet

Näytehirvi nro	Lyijypitoisuus (mg/kg)	Onko lihaa poistettu?
1	6,7	kyllä*
2	78	kyllä*
3	63000	kyllä*
4	6,5	kyllä*
5	840	ei
6	18	ei
7	590	ei
8	14	kyllä*
9	3,6	ei
10	0,99	ei
11	2100	kyllä*
12	27	ei*
13	360	kyllä
14	24	ei*
15	2400	ei*
16	660	kyllä*
17	0,12	ei
18	0,2	ei
19	33	ei*
20	410	ei
21	0,16	ei



Kuva 8. Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet (alle 100 mg/kg)



Kuva 9. Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet (yli 100 mg/kg)

5.4 LIHANÄYTTEIDEN KADMIUMPITOISUUDET

Kaikista lihanäytteistä määritettiin lyijypitoisuuden lisäksi myös kadmiumpitoisuus. Jokaisesta hirvestä määritettiin kadmiumpitoisuus siis neljä kertaa, vaikka luodilla ei ole vaikutusta

hirvenlihan kadmiumpitoisuuteen. ICP-MS –menetelmällä saadaan määritettyä samalla useiden eri metallien pitoisuudet, ja tästä syystä kadmiumpitoisuus saatiin joka näytteestä lyijyn määrittämisen yhteydessä. Kaikkien lihanäytteiden kadmiumpitoisuudet olivat alle määrittämiskrajan, eli $<0,05$ mg/kg.

6. TULOSTEN TARKASTELU

Hirvenlihanäytteiden lisätietolomakkeisiin kerätyistä tiedoista ei löytynyt suuria yllätyksiä. Yhtenä syynä tähän on se, että analysoitavat 23 näytettä valittiin itse 36 vaihtoehdon joukosta. Yleisimmät kaliiperit olivat .308, .30-06 ja 9,3x62 (taulukko 1). Käytettyjen patruunoiden kohdalla selkeästi yleisin patruunatyyppe oli Sako Hammerhead (taulukko 2). Ampumaetäisyyksiä tarkasteltaessa kuvasta 3 voi huomata, että suurin osa hirvistä on ammuttu melko läheltä (11 kpl), alle 50 metrin etäisyydeltä tai 50-100 metristä (7 kpl). Pitää muistaa, että näihin tuloksiin vaikuttaa huomattavasti etäisyyden arvioijan oma tarkkuus. Osa arvioista oli tarkempia, esim. 45 metriä, kun puolestaan osa ei niinkään tarkkoja, ”se oli varmaan suurin piirtein 50 metriä”. Jatkoa ajatellen etäisyysasteikkoa (0-50, 50-100, yli 100 m) voisi jollain tavoin muuttaa. Osa arvioijista sanoi etäisyydeksi helposti 50 tai 100 metriä, jolloin piti esittää uusintakysymys etäisyyden tarkentamiseksi.

Kuten ampumaetäisyyden arvioinnissa, myös hirven ensimmäisen osuman jälkeen kulkeman matkan arvioinnissa tarkkuuteen vaikutti jälleen paljon arvioijan tarkkuus. Suurin osa hirvistä (7 kpl) ei liikkunut osuman jälkeen yhtään tai alle kymmenen metriä (kuva 4). Muuten etäisyydet sijoittuvat melko tasaisesti 10-100 metrin välille. 50 metrin matkan kulkeneita hirviä on eniten, mutta tässä luultavasti vaikuttaa se, että 50 metriä on sellainen etäisyys, jonka moni helposti sanoo arvioksi jos kyse on muutaman kymmenen metrin matkasta. Ampumakulma tilastoitiin siten, oliko hirvi ammuttu maan tasalta vai tornista. Lähes kaikki näytehirvet ammuttiin tasamaalta, ainoastaan neljä oli ammuttu tornista. Ampumaetäisyydellä tai -kulmalla ei ole tulosten perusteella vaikutusta hirvenlihan lyijypitoisuuteen.

Näytehirvet olivat iältään nuoria, yli puolet (15 kpl) oli alle kolmevuotiaita, ja näistäkin kahdeksan oli vasahirviä (kuva 5). Näissäkin arvioissa vaikutti paljon arvioinnin tarkkuus, osa arvioi iän ”karkeasti”, ja osa tarkemmin, jopa hirven hampaiden perusteella. Ammuttujen hirvien sukupuolijakauma oli melko tasainen, uroksia oli 11 ja naaraita 9.

Luotien osumakohdat olivat pääosin halutulla eli lavan alueella (kuva 6). Näytehirvissä olevien osumien määrä oli varsin pieni, 15 hirvessä oli yksi osuma ja kuudessa kaksi. Tutkimuksen edetessä havaitsin, että lomakkeeseen olisi pitänyt tämän kysymyksen kohdalle merkitä lisätieto, että myös mahdollinen ns. armonlaukaus kuuluu osumiin. Ei ole täyttä varmuutta, että kaikki lomakkeen täyttäjät ovat ymmärtäneet tämän seikan. Armonlaukauksella ei kuitenkaan ole näiden tulosten perusteella vaikutusta syötävän hirvenlihan lyijypitoisuuteen. Armonlau-

kaus ammutaan niskaan, ja tästä syystä se ei vaikuta syötävän hirvenlihan lyijypitoisuuteen, sillä tulosten perusteella lyijyä ei leviä kauas osumakohdasta. Lisäksi niskan alueelta ei oteta paljoa lihaa syötäväksi.

Ruhojen riippumisaikoja ilmoitettiin eri tarkkuuksilla – jopa tuntien tarkkuudella – mutta ne tilastoitiin lopulta pyydetyllä eli puolen vuorokauden tarkkuudella (kuva 7). Kuvasta voidaan havaita, että suurin osa ruhoista riippui korkeintaan yhden vuorokauden ja pisinkin riippumisaika oli kolme vuorokautta. Näytteet pyrittiin ottamaan hirvistä joko samana tai seuraavana päivänä kuin milloin ampuminen oli tapahtunut. Useassa tapauksessa tämä oli välttämätöntä, koska kaikilla hirviporukoilla ei ole käytössään kylmiä tiloja ruhojen säilytystä varten. Osa näytteenotosta siirrettiin myöhemmäksi kireän aikataulun vuoksi, jos ruhoa riiputettiin pidempi aika käytössä olevien kylmätilojen vuoksi. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella riippumisajalla ei kuitenkaan ole vaikutusta hirvenlihan lyijypitoisuuteen. Riippumisajan lisäksi ilmoitettiin, oliko ruhosta poistettu lihaa osumakohdasta ennen riiputusta. 12 hirvestä oltiin poistettu lihaa ennen riiputusta, ja yhdeksästä ei. Tähän kysymykseen olisi pitänyt vielä laittaa lisätieto, että suoritettiin näytteenotto ennen mahdollista lihan poistoa vai sen jälkeen. Itse ottamieni näytteiden kohdalla hirvet olivat jo riippumassa ennen näytteenottoa, mutta osa otti näytteitä ilmeisesti jo ennen riiputusta. Jos lihaa on poistettu osumakohdasta ennen näytteenottoa, on tässä vaiheessa todennäköisesti poistettu eniten lyijyä sisältävä liha. Kuten taulukosta 6 nähdään, ei lihanpoistolla ole selkeää yhteyttä luodinreikänäytteen lyijypitoisuuteen. Edellä mainittujen asioiden lisäksi yhtenä syynä tähän voi pitää sitä, että poistetun lihan määrää vaihtelee. Sitä, kuinka paljon lihaa kukin poisti, ei ole tilastoitu.

Näytteiden esikäsittelyn ja analysoinnin alkuvaiheessa ilmenneiden ongelmien vuoksi polttopullojen pesutapaa muutettiin, mutta uusista toimenpiteistä huolimatta reagenssinollien lyijypitoisuudet olivat uusissakin ajoissa edelleen koholla (taulukko 4), ja syytä tähän ei tiedetä. Reagenssinollien kohonneista lyijypitoisuuksista huolimatta referenssinäytteiden lyijy- ja kadmiumpitoisuudet olivat kohdallaan (taulukko 3). Vaikka nollanäytteille saatiin mittauksissa pieniä lyijypitoisuuksia, on referenssinäytteille saatujen määritystulosten perusteella (taulukko 2) epätodennäköistä, että polttopulloista tulisi hirvenlihanäytteisiin kontaminaatiota. Sen sijaan todennäköisesti typpihappo kykenee liuottamaan mikroaltohajotuksen aikana absorboitunutta lyijyä vain sellaisten polttopullojen seinämistä, joissa ei ole hirvenlihanäytettä. Korkein mitattu reagenssinollan lyijypitoisuus oli 0,60 µg/l, mutta kyseisessä hajotussarjassa referenssinäytteen lyijypitoisuus oli kohdallaan ja lihanäytteiden pitoisuudet eivät olleet muista näytteistä poikkeavia, joten näyte-erää ei hylätty. Referenssinäytteistä mitattujen lyijypitoi-

suuksien keskiarvo oli 0,13 mg/kg, pitoisuuden pitäisi olla noin 0,129 mg/kg. Vastaava kadmiumpitoisuuksien keskiarvo oli 0,48 mg/kg, referenssiaineen tiedoissa ilmoitetun pitoisuuden ollessa noin 0,50 mg/kg. Lisäksi saatujen kadmium- ja lyijypitoisuuksien keskihajonnat olivat pieniä ja kaikki yksittäisetkin määrittystulokset olivat referenssimateriaalin ilmoitettujen pitoisuusalueiden rajoissa. Referenssinäytteiden hyvistä tuloksista johtuen näytteiden tuloksia pidettiin hyväksyttävänä, määrittäysrajan ollessa 0,05 mg/kg. Määrittäysrajaa oltaisiin saatu laskehtua punnitsemalla lihaa noin 0,5 g sijasta vähintään 2 grammaa. Näytteiden tulosten tarkkuutta sekä määrittäysrajaa pidettiin kuitenkin riittävänä, sillä EU:n naudanlihan (sovelletaan myös riistanlihaan) lyijypitoisuudelle säätämä raja-arvo on 0,1 mg/kg (EY, 2006).

Takajalkanäytteiden sekä 40 cm päästä luodinreiästä otettujen näytteiden lyijypitoisuudet olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta alle määrittäysrajan (taulukko 5). Yhden takajalkanäytteen pitoisuus oli 0,05 mg/kg ja yhden 0,06 mg/kg. Eviran kokemusten mukaan hirvenlihan lyijypitoisuus ilman lyijyluodin mahdollista vaikutusta on hyvin alhainen ja näiden kahden korkeamman lyijypitoisuuden kohdalla voi olla kyse kontaminaatiosta (henkilökohtainen keskustelu Eija-Riitta Venäläisen kanssa). Voidaan kuitenkin todeta, että näytteenotto on onnistunut hyvin, sillä lyijyn kontaminaatioherkkyyden vuoksi jo takajalkanäytteissä olisi suuria heittoja pitoisuuksissa, jos merkittäviä virheitä olisi tapahtunut. 40 cm päästä luodinreiästä otetuista näytteistä 18 oli alle määrittäysrajan ja yli määrittäysrajan olevat pitoisuudet olivat korkeintaan 0,06 mg/kg. Kaksi määrittäysrajan ylittäneistä näytteistä oli sellaisia, että 20 cm päästä luodinreiästä otetun näytteen pitoisuus oli alle määrittäysrajan 40 cm päästä luodinreiästä otetun näytteen kohonneesta pitoisuudesta huolimatta. Tästä syystä herää epäily, että kyseisissä näytteissä kohonnut pitoisuus johtuu kontaminaatiosta. Yhden 40 cm päästä otetun näytteen pitoisuus oli 0,06 mg/kg, ja samasta hirvestä 20 cm päästä luodinreiästä otetun näytteen pitoisuus oli 0,13 mg/kg. Tämän näytteen kohdalla on mahdollista, että kohonnut pitoisuus 40 cm päästä luodinreiästä johtuu lyijyluodista. Kyseinen hirvi liikkui ampumisen jälkeen alle 10 metriä, eli kohonnut pitoisuus 40 cm päässä luodinreiästä ei johdu siitä, että lyijyä olisi kulkeutunut kauemmas haavakanavasta hirven liikkumisen seurauksena. Joka tapauksessa, kaikki 40 cm päästä luodinreiästä otettujen näytteiden pitoisuudet olivat alle lyijylle asetetun raja-arvon (0,1 mg/kg).

20 cm päästä luodinreiästä otetuista näytteistä 18 oli sellaisia, että lyijypitoisuus oli alle määrittäysrajan (taulukko 5). Kolmesta muusta näytteestä yksi (0,09 mg/kg) oli melko lähellä raja-arvoa ja yksi (0,13 mg/kg) ylitti raja-arvon. Luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet olivat puolestaan korkeita (taulukko 6, kuvat 8 ja 9). Suurin yksittäinen pitoisuus oli 63 000 mg/kg. Ky-

seistä hirveä oli ammuttu päähän ja luoti on mahdollisesti hajonnut kalloon osuessaan, jolloin näytteessä on mahdollisesti ollut luodin hajoamisen yhteydessä syntynyttä lyijyjauhetta suurempi määrä. Pääosin luodinreikänäytteiden lyijypitoisuudet vaihtelivat muutamasta kymmenestä muutamaa sataan milligrammaan lyijyä kilossa hirvenlihaa. Tällaiset pitoisuudet ovat 100- ja 1000 -kertaisia lyijyn raja-arvoon nähden. Kolmen näytteen kohdalla lyijypitoisuus on muihin pitoisuuksiin verrattuna pieni, korkeintaan 0,2 mg/kg. Kaksi näistä näytteistä ovat saman näytteenottajan ottamia, joten herää epäily, onko näytteenotto tehty muista näytteistä poikkeavalla tavalla.

Lihanäytteiden kadmiumpitoisuudet olivat alhaisia, sillä kaikkien 84 lihanäytteen kadmiumpitoisuus oli alle määritysrajan. EU:n lihalle säättämä kadmiumpitoisuuden raja-arvo on 0,05 mg/kg, joten tältä osin voidaan todeta, että hirvenliha on kadmiumin osalta näiden näytteiden perusteella syömäkelpoista (EY, 2006).

Yhteenvetona voidaan sanoa, että näytteenottolomakkeisiin tilastoitujen tietojen ja lihanäytteiden lyijypitoisuuksien suhteen ei ole havaittavissa selkeitä yhteyksiä. Yhteenvetotaulukoista (liite 1 ja 2) voidaan havaita, että luodinreiän suuri lyijypitoisuus ei tarkoita automaattisesti sitä, että lyijyä olisi paljon myös 20 senttimetrin päässä luodinreiästä. Tähän asiaan vaikuttaa luultavasti mm. se, onko luodinreiästä otettuun näytteeseen sattunut lyijyä paljon vai vähän. Todennäköisesti luodin osuessa kohteeseen siitä irtoava lyijy leviää epätasaisesti. Lyijyn määrää luodinreiässä ei pysty tietämään varmuudella, ja tästä syystä tätä lihaa ei pitäisi syödä. Ainoastaan kolmessa hirvessä lyijyä oli levinnyt 20 senttimetrin päähän siten, että pitoisuus ylitti määritysrajan, mutta näistä yhdessä lyijyä löytyi myös 40 senttimetrin päästä luodinreiästä.

Tämän tutkimuksen tuloksissa on joitain eroavaisuuksia aiemmin aiheesta tehtyihin tutkimuksiin verrattuna. On saatu tutkimustuloksia, joiden mukaan lyijyä voi olla pieninä pitoisuuksina jopa 45 senttimetrin päässä haavakanavasta (Cornicelli ym, 2008). Pro gradu -työni tulosten perusteella lyijyä ei leviä tälle etäisyydelle saakka, tai jos leviää, niin hyvin vähän. Pohjoismaisen tutkimuksen mukaan lyijyluotien hirvenlihaan jättämä lyijyjäämä on huomattava, keskimäärin 3,8 grammaa lyijyä per hirvi (Arnemo ym, 2011). Pro gradu -työni perusteella luodinreiän läheisyydessä olevat pitoisuudet voivat olla hyvin korkeita, mutta jos tämä liha leikataan pois, käytännössä lyijyä päätyy ihmisten ruokaan vain vähän. Norjassa tehdyn tutkimuksen mukaan hirvenlihan lyijypitoisuus voi olla hyvinkin korkea, jopa 110 mg/kg (Lindboe ym, 2012). Pro gradu -työni tuloksissa on samanlaisia viitteitä, mutta kyseisessä norjalaistutki-

muksessa ei tuotu ilmi, mistä kohtaa hirveä näytteet on otettu, esim. mikä on ollut etäisyys luodinreikään.

Hirvenlihan sisältämää lyijyä ja sen mahdollisia terveysvaikutuksia voidaan pohtia myös Maailman Terveysjärjestön (WHO, World Health Organization) antamien ohjeiden mukaan. Aiemmin WHO:n suositus on ollut, että turvallinen viikoittainen annosraja (PTWI = provisional tolerable weekly intake) lyijylle on 25 µg/kg (World Health Organization, 2010). Kyseisen arvon käytöstä on luovuttu, mutta jo sitä käytetään esimerkkinä, se tarkoittaisi sitä, että 75-kiloinen henkilö saa altistua lyijylle viikossa 1875 µg eli noin 1,9 mg. Luodinreiän ympärillä olevassa lihassa lyijyä voi olla esim. 100 mg/kg, eli tällaista lihaa tarvitsisi syödä ainoastaan 19 grammaa, ja henkilö olisi jo altistunut lyijyn viikoittaisen sallitun maksimiannoksen verran. Vertailun vuoksi, lihaa joka sisältää lyijyä EU:n raja-arvon verran (0,1 mg/kg), pitäisi syödä vastaavasti 19 kiloa.

7. VIRHELÄHTEET

Tässä tutkimuksessa on monia mahdollisia virhelähteitä. Kuten näytteiden esikäsittely ja analysointi osoitti, lyijy on helposti pintoihin tarttuva ja herkästi kontaminoiva alkuaine. Tästä syystä niin näytteenottovaiheessa, kuin esikäsittelyssä ja analysoinnissa on monia eri työvaiheita, joissa lyijy on voinut kontaminoida näytteitä. Tätä pyrittiin kuitenkin tietoisesti välttämään, mm. huolehtimalla välineiden riittävästä puhtaudesta.

Lisäksi ei ole tarkkaa varmuutta siitä, kuinka tarkasti kukin näytteenottaja on näytteenottovaiheessa mitannut etäisyydet luodinreiästä, vaikka näytteenottajille annettiin käyttöön viivoitin. Näytteenottovaihe on kuitenkin takajalkanäytteiden perusteella onnistunut hyvin, koska lyijypitoisuuksissa ei ole havaittavissa suuria eroja. Näytteenottoon liittyen on muistettava, että näytteet pyydettiin ottamaan siltä puolelta hirveä, josta luoti on mennyt sisään. Lisäksi näytteet otettiin melko pinnasta, riippuen toki siitä, oliko lihaa poistettu osumakohdasta ennen näytteenottoa. Ei voida varmaksi tietää, onko lyijy levinnyt samalla tavalla luodinreiästä pois päin myös ruhon keskiosissa tai toisella puolella hirveä. Toki läheskään aina luoti ei mene hirvestä läpi. Mahdollisia jatkotutkimuksia ajatellen, pitäisi ohjeistaa tarkasti, otetaanko lihanäyte ennen lihanpoistoa, vai sen jälkeen. Lisäksi olisi kiinnitettävä huomiota siihen, miltä syvyydeltä näyte on otettu. Myös käytettyjen patruunoiden tiedot on hyvä tilastoida mahdollisimman tarkasti.

Analysoinnit ovat onnistuneet reagenssinollien kanssa ilmenneistä ongelmista huolimatta varsin hyvin, kun katsotaan referenssinäytteiden tuloksia. Erilaiset lisätietolomakkeessa esiintyvät arviot, kuten ampumamatkat, riippuvat hyvin paljon arvioijan tarkkuudesta ja tämän vuoksi virhemarginaali on melko suuri. Myös eri työvaiheissa ilmenevät inhimilliset virheet ovat aina mahdollisia.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulosten perusteella lyijyluodit vaikuttavat hirvenlihan lyijypitoisuuteen, mutta ainoastaan melko lähellä haavakanavaa. Takajalkanäytteiden perusteella hirvenlihan lyijypitoisuus ennen osunaa on odotetusti alhainen. 40 senttimetrin päässä haavakanavasta oli muutamia kohoaneita lyijypitoisuuksia, mutta ne olivat alle lyijylle asetetun raja-arvon. 20 senttimetrin päästä otettujen näytteiden perusteella voidaan sanoa, että lyijy leviää joissain tapauksissa 20 senttimetriin asti siten, että lyijyn raja-arvo ylittyy. Näiden tulosten valossa tämä on kuitenkin melko harvinaista, sillä ainoastaan yksi 20 cm päästä otettu näyte ylitti raja-arvon. Luodinreiänäytteiden perusteella lihan lyijypitoisuus haavakanavassa voi olla erittäin korkea, jopa 10 000-kertainen 0,1 mg/kg raja-arvoon verrattuna. Voidaan tietenkin spekuloida, että jos määrittäjä olisi ollut pienempi kuin 0,05 mg/kg, olisiko esim. 40 senttimetrin päässä olevissa näytteissä ollut korkeampia lyijypitoisuuksia kuin takajalkanäytteissä. Tässä tutkimuksessa asiaa pohditaan ihmisen terveyden kannalta, eli vaikka 40 senttimetrin päässä olisi korkeampi lyijypitoisuus kuin takajalassa, on se kuitenkin näiden tulosten perusteella selkeästi alle 0,1 mg/kg. Eli jos lyijyluodi kohottaa lyijypitoisuutta 40 senttimetrin etäisyydelle saakka, on kohoaminen niin pientä, ettei sillä ole merkittävää vaikutusta tällaista lihaa syövän ihmisen lyijyn saantiin.

Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että luodin aiheuttama lyijypitoisuuden kohoaminen on havaittavissa parhaiten luodinreiän välittömässä läheisyydessä, mutta joissain tapauksissa lyijyä voi levitä raja-arvon ylittävä määrä 20 senttimetrin päähän luodinreiästä. Näiden tulosten perusteella lyijypitoisuuden kohoaminen ei ole huomattavaa tai terveyden kannalta merkittävää yli 20 senttimetrin päässä luodinreiästä. Hirviporukoiden käytännöt lihaa leikattaessa vaihtelevat, mutta suurin osa poistaa luodinreiän ympärillä olevan verisen lihan ennen paloittelua. Näytteenoton yhteydessä asiasta keskusteltuani voi kuitenkin sanoa, että kaikki eivät ota lihaa yhtä tarkasti pois, vaan varsinkin ”hyvän lihan” kohdalle sattunut haavakanava leikataan siistiksi melko ”karkealla” otteella. Tulosten perusteella olisi suotavaa, että lyijyluodilla ammutusta hirvestä poistetaan haavakanavan ympäriltä kaikki verinen ja luodin vaikutuksesta selkeästi hajonnut ja revennyt liha.

Hirvenlihan kadmiumpitoisuus ei ylittänyt EU:n kadmiumille asettamaa raja-arvoa (0,05 mg/kg) kertaakaan 21 näytehirven eli yhteensä 84 näytteen tuloksissa (EY, 2006). Voidaan

todeta, että hirvenlihan kadmiumpitoisuudet ovat matalia ja kadmiumin suhteen hirvenlihan syönti on täysin turvallista.

On huomioitava, että hirvenlihan lyijypitoisuus ei ole koko kansan ongelma. Osa suomalaisista ei syö hirvenlihaa ollenkaan, ja osa vain pieniä määriä vuoden aikana. Tämän tutkimuksen tulokset koskevatkin eniten metsästäjiä ja heidän perheitään, sekä paljon riistanlihaa käyttäviä. Hirvenlihaa käyttävien on muistettava, että lyijyyn ei pidä suhtautua kevyesti, vaan on muistettava sen haitallisuus ihmisen terveydelle. Näytteenoton yhteydessä eteen tuli tapaus, jossa lyijyluoti oli lävistänyt aikuisen hirven sydämen pitkittäissuunnassa. Sydämessä oli havaittavissa haavakanava, ja se kuinka luoti oli repinyt sydänekudosta. Tästä huolimatta ampuja halusi ottaa sydämen mukaansa valmistaakseen maittavan aterian. Tällaisesta ateriasta saatu lyijymäärä on voinut olla hyvinkin huomattava.

Tästä aiheesta keskustelu ja lyijyn leviämisen pohtiminen loppuisi sillä, että hirvenmetsästyksessä siirryttäisiin lyijyttömiin luoteihin. Markkinoilla on saatavissa hyviä vaihtoehtoja lyijyluotien tilalle. Lyijyttömien luotien hinnat ovat tällä hetkellä melko korkeita verrattuna lyijyllisiin luoteihin, mutta niiden hinnat luultavasti tulisivat alaspäin käytön yleistyessä. Metsästysluoteja ei myöskään kulu määrällisesti paljon, usein vain muutama jahtikauden aikana. Lisäksi verottaja voisi tulla tässä asiassa vastaan keventämällä lyijyttömien luotien verotusta ja nostamalla puolestaan lyijyllisten luotien veroa. Tutkimusta tehdessä kuitenkin selvisi, että yhä useampi metsästäjä käyttää lyijyttömiä luoteja, yleensä Lapuan Naturalista. Tutkimusta aloittaessa useimmat hirviporukoiden johtajat sekä patruunoiden myyjät olivat sitä mieltä, että suurin osa hirvenmetsästäjistä käyttää lyijyllisiä luoteja. Tältä vaikuttaa myös Metsästys&Kalastus -lehden Kymppikerhon tilastojen perusteella, vuonna 2012 Naturalista käytti vain noin 16 prosenttia metsästäjistä (Metsästys&Kalastus, 2012). Kuitenkin yhden mukaan lähteneen hirviporukan kanssa kävi niin, että yhtään lihanäytettä ei lopulta otettu, koska kaikki näytteenkeruun aikana ammutut hirvet oli ammuttu lyijyttömällä luodilla.

9. SUOSITUKSET

Lyijypitoisuuden suuruus luodinreiässä vaihtelee paljon, lyijypitoisuus voi olla melko pieni tai erittäin suuri. Tästä syystä luodinreian läheisyydessä olevaa lihaa on leikattava pois ja pidettävä syömäkelvottomana, jotta vältetään riskiltä altistua lyijylle. Lyijyluodilla ammutusta hirvestä tulisikin poistaa luodinreian ympäriltä kaikki revennyt ja verinen liha siten, että jäljelle jää vain puhdasta ja ehjää lihaa, eli sellaista jossa ei ole nähtävissä luodin aiheuttamia muutoksia.

Lihaa voidaan poistaa haavakanavan ympäriltä esimerkiksi noin 10 senttimetrin säteellä, mutta etäisyys vaihtelee tapauskohtaisesti. Jos luoti hajoaa osuessaan esim. luuhun, voi veristä ja luodista vaurioitunutta lihaa olla enemmän. Tällaisessa tilanteessa oletettavasti myös lihan lyijypitoisuus voi olla korkeampi. Jos luoti on puolestaan mennyt ”siististi” sisään ja pysynyt melko ehjänä, se ei välttämättä aiheuta yhtä selkeitä vaurioita lihaan. Tällöin lihaa ei tarvitse poistaa niin paljoa. Kun lihaa poistetaan tapauskohtaisesti riittävältä etäisyydeltä siten, että kaikki verinen ja revennyt liha on poistettu, pitäisi jäljelle jäävän lihan olla syömäkelpoista.

10. LÄHDELUETTELO

Arnemo J.M., Botten L. ja Stokke S., suom. Wedul S.J.: Metsästysluotien lyijyjäämät hirvenlihassa – terveystarve? Metsästäjä, s. 42-44, 2011.

Arnvig E., Beckmann J., Grandjean P.: Neurotoxic effects of heavy lead exposure determined with psychological tests. Toxicology Letters, vol. 5, s. 399-404, 1980.

Assennato G., Altamura B.M., Baser M.E., Candela R.C., Giorgino R., Molinini R., Paci C.: Sperm Count Suppression without Endocrine Dysfunction in Lead-Exposed Men. Archives of Environmental Health, vol. 41, s. 387-390, 1986.

Barry P.S.: A comparison of concentrations of lead in human tissues. British Journal of Industrial Medicine, vol. 32, s. 119-139, 1975.

Bjärwall A., suom. Pöyhönen O.: Hirvi. Bjärwall A. ja Ullström, suom. Pöyhönen O. Euroopan nisäkkäät, s. 227-231. Tammi, Italia, 1996.

Cornicelli L., Grund M.: Examining variability associated with bullet fragmentation and deposition in white-tailed deer and domestic sheep: Preliminary results. Minnesota Department of Natural Resources, 2008.

EY (Euroopan yhteisöjen komissio): (EY) N:o 1881/2006. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:FI:PDF> (luettu 10.4.2014)

Evira. Maksan ja maksaruokien käyttö: ”Maksan ja maksaruokien käyttö raskauden aikana”, 2010.

http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa_elintarvikkeista/elintarvikevaarat/elintarvikkeiden_kayton_rajotukset/maksan_ja_maksaruokien_kaytto/maksan_kaytto_raskauden_aikana/ (luettu 01.02.2014)

Evira: Kadmium ja lyijy. Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat. Eviran julkaisuja 2/2013, 2014 (uudistettu painos).

http://www.evira.fi/files/products/1392184896160_eviran_julkaisuja_2_2013_120214.pdf (luettu 18.4.2014)

Finkelstein Y., Markowitz M.E., Rosen J.F.: Low-level lead-induced neurotoxicity in children: an update on central nervous system effects. Brain Research Reviews, vol. 27, s. 168-176, 1998.

Goyer, A.: Lead Toxicity: From Overt to Subclinical to Subtle Health Effects. Environmental Health Perspectives, vol. 86, s. 177-198, 1990.

Goyer R.A.: Toxic effects of metals. Klaassen C.D., Amdur M.O. ja Doull J. (toim.). Casarett and Doull's Toxicology, The basic science of poisons, s. 703-709. McGraw-Hill, New York, 1996.

Goldstein G.W., Asbury A.K., Diamond I.: Pathogenesis of Lead Encephalopathy – Uptake of Lead and Reaction of Brain Capillaries. Archives of neurology, vol. 31, s. 382-389, 1974.

Food Standards Agency: Habits and behaviours of high-level consumers of lead-shot wild-game meat in Scotland. Food Standards Agency in Scotland, 2012. http://www.foodbase.org.uk//admintools/reportdocuments/776-1-1353_FS421005_Habits_and_behaviours_of_high-level_consumers_of_lead-shot_wild-game_meat_in_Scotland_FINAL.pdf (luettu 3.4.2014)

Halla T., Leppäniemi J. Hirvenmetsästys käytännössä. Halla T., Leppäniemi J. Hirvieläimet ja metsästys, s. 41-50, Kustannusosakeyhtiö Perhemediat Oy, Helsinki, 2006.

Härkönen S.: Hirvi ja ihminen. Malinen J. (päätoim.). Hirvenmetsästyksen käsikirja, s. 81-84, Otava, Keuruu, 2006.

Kairikko J-K.: Hirvijahti 2000-luvulla. Malinen J. (päätoim.). Hirvenmetsästyksen käsikirja, s. 25-31, Otava, Keuruu, 2006.

Kivelä M.: Lyijyttömällä hirvijahtiin. Metsästys&Kalastus, s. 76-77, 2011.

Komulainen H.: Lyijy (Pb). Koulu M. ja Tuomisto J. (toim.). Farmakologia ja toksikologia, s. 1154-1157, Kustannusosakeyhtiö Medicina, Kuopio, 2012.

Komulainen H.: Kadmium (Cd). Koulu M. ja Tuomisto J. (toim.). Farmakologia ja toksikologia, s. 1161-1162, Kustannusosakeyhtiö Medicina, Kuopio, 2012.

Leinonen M.: Taigan kruunupää, Metsä lapsensa ruokkii. Hämäläinen A., Leinonen M., Mandart P. Hirvi – Pohjolan kuningaseläin, s. 39-67, 95-103. WSOY, Porvoo, 2001.

Lindboe M., Bernhoft A., Henrichsen E.N., Høgasen H.R.: Lead concentration in meat from lead-killed moose and predicted human exposure using Monte Carlo simulation. Food additives and contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment, vol. 29, s. 1052-1057, 2012.

Malinen J.: Hirvikivääri. Malinen J. (päätoim.). Hirvenmetsästyksen käsikirja, s. 147-158, Otava, Keuruu, 2006.

Meltzer H.M., Alexander J., Bernhoft A., Birgisdottir B.E., Brantsæter A.L., Dahl H., Haugen M., Knutsen H.K, Lande U.S., Oftedal B., Ydersbond T.A.: Consumption of lead-shot cervid meat and blood lead concentrations in a group of adult Norwegians. Environmental Research, vol. 127, s. 29-39, 2013.

Metsästys&Kalastus. Kymppikerhon tilastot, 2012. (Saatu käyttöön excel-tiedosto Metsästys&Kalastus lehdeltä)

Midway Suomi. Speer DeepCurl Bullets 338 Caliber (338 Diameter) 225 Grain Bonded Soft Point Box of 50. <http://www.midway.fi/Speer-Gold-Dot-Bullets-338-Caliber-338-Diameter-225-Grain-Soft-Point-Box-of-100> (luettu 14.02.2014)

- Mudipalli A.: Lead hepatotoxicity & potential health effects. *Indian Journal of Medical Research*, vol 126, s. 518-527, 2007.
- Needleman H., Allred E., Bellinger D., Leviton A., Schell A.: The long-term effects of exposure to low doses of lead in childhood. *The New England Journal of Medicine*, vol 322, s. 83-88, 1990.
- Nurminen M: Hirvenmetsästyksen historiaa. Haakana V., Juntunen I., Kairikko J.K., Nurminen M., Nygrén K., Raila U., Raitis T., Reenpää O., Reinikka P., Rissanen M., Sarparanta H., Savolainen M. *Hirvenmetsästäjän käsikirja*, s. 52-56, Otava, Keuruu, 1981.
- Nygren K.: Hirvi. Koivisto I. (päätoim.), *Suomen eläimet 1*, s. 287-295, Weilin+Göös, Espoo, 1983.
- Nygren T.: Hirvi. Lindén H. (päätoim.), *Suomalainen riista*, s. 103-108, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Oy Edita Ab, Helsinki, 2000.
- Rabinowitz M. B. Toxicokinetics of bone lead. *Environmental Health Perspectives*, vol. 91, s. 33-37, 1991.
- Ruusila Vesa.: Hirvi – nuorten metsien laji. Nummi P. (päätoim.), Väänänen V-M. (päätoim.), *Jahtimailla – Riistanisäkkäät*, s. 78-84. Weilin+Göös, Suomi, 2005.
- Sanders T., Buchner V., Liu Y., Tchouwou P.B.: Neurotoxic Effects and Biomarkers of Lead Exposure. *Reviews of Environmental Health*, vol. 24, s. 15-46, 2009.
- Sandhir R., Gill K.D.: Effect of lead on lipid peroxidation in liver of rats. *Biological Trace Element Research*, vol. 48, s. 91-97, 1995.
- Sauerhoff M.W., Michaelson I.A.: Hyperactivity and brain catecholamines in lead-exposed developing rats. *Science*, vol. 182, s. 1022-1024, 1973.
- Silva P.A., Faed J.M., Hughes P., Silva P.A., Williams S.: Blood lead, intelligence, reading attainment, and behavior in eleven year old children in Dunedin, New Zealand. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, vol. 29, s. 43-52, 1988.
- Vahteristo L., Lyytikäinen T., Venäläinen E-R., Eskola M., Lindfors E., Pohjanvirta R., Majjala R.: Cadmium intake of moose hunters in Finland from consumption of moose meat, liver and kidney. *Food Additives and Contaminants*, vol. 20, s. 453-463, 2003.
- Venäläinen E-R. The levels of heavy metals in moose, reindeer and hares in Finland – Results of twenty years monitoring (väitöskirja). Kuopion yliopisto, 2007.
- Washington University of St.Louis. Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer. <http://eecelabs.seas.wustl.edu/ICP-MS.aspx> Luettu 01.02.2014.
- World Health Organization. Exposure to lead: Major public health concern, 2010. http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/ (luettu 05.03.2014)

11. LIITTEET

Sisältää:

- yhteenvedotaulukot hirvenlihanäytteiden lyijypitoisuuksista ja näytelomakkeiden lisätiedoista (liite 1 ja 2)
- metsästysseuroille lähetetyn kirjeen (liite 3)
- näytteenottolomakkeen (liite 4)
- näytteenottajien ohjeen (liite 5)

Liite 1 Yhteenvetotaulukko (1 sivu)

Hirvi nro	Lyijy (mg/kg) Takajalka	Lyijy (mg/kg) 40 cm päässä	Lyijy (mg/kg) 20 cm päässä	Lyijy (mg/kg) Luodinreikä	Kaliiperi	Patruuna	Ampumakulma	Ampumamatka
1	<0,05	<0,05	0,05	6,7	.308	Sako Hammerhead 13 g	tornista	alle 50 m
2	<0,05	0,06	0,13	78	9,3x62	Sako Hammerhead 18,5 g	tasamaalta	alle 50 m
3	<0,05	<0,05	<0,05	63000	.30-06	Sako Hammerhead 11,7 g	tasamaalta	alle 50 m
4	<0,05	<0,05	<0,05	6,5	.30-06	Sako Hammerhead 14,3 g	tasamaalta	alle 50 m
5	<0,05	<0,05	0,09	840	.30-06	Sako Hammerhead 14,3 g	tasamaalta	alle 50 m
6	<0,05	<0,05	<0,05	18	9,3	Woodleigh	tasamaalta	yli 100 m
7	<0,05	<0,05	<0,05	590	8,2	Sako Hammerhead	tasamaalta	50-100 m
8	<0,05	<0,05	<0,05	14	.308	Lapua Mega 12 g	tasamaalta	alle 50 m
9	<0,05	<0,05	<0,05	3,6	8,2x53R	Sako Hammerhead	tornista	alle 50 m
10	<0,05	<0,05	<0,05	0,99	.308	Sako Hammerhead	tasamaalta	50-100 m
11	<0,05	<0,05	<0,05	2100	.458	Woodleigh	tasamaalta	50-100 m
12	<0,05	<0,05	<0,05	27	.308	Sako 11,7 g	tasamaalta	alle 50 m
13	<0,05	<0,05	<0,05	360	9,3x62	Norma Oryx 21,1 g	tasamaalta	50-100 m
14	<0,05	<0,05	<0,05	24	.30-06	Lapua Mega 13 g	tasamaalta	50-100 m
15	<0,05	0,06	<0,05	2400	.30-06	Sako Hammerhead 11,7 g	tasamaalta	50-100 m
16	<0,05	0,05	<0,05	660	.308	Lapua 12 g	tornista	alle 50 m
17	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	375 H&H	Rhino 380 g	tasamaalta	alle 50 m
18	0,06	<0,05	<0,05	0,2	9,3x62	RWS 16,5 g	tasamaalta	yli 100 m
19	<0,05	<0,05	<0,05	33	.308	Sako	tasamaalta	50-100 m
20	0,05	<0,05	<0,05	410	.338	Speer DeepCurl 225 g	tornista	yli 100 m
21	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	.308	Sako Hammerhead 13 g	tasamaalta	alle 50 m

Liite 2 Yhteenvertotaulukko (1 sivu)

Hirvi nro	Lyijy (mg/kg) Takajalka	Lyijy (mg/kg) 40 cm päässä	Lyijy (mg/kg) 20 cm päässä	Lyijy (mg/kg) Luodin-reikä	Osumakohta	Hirven kulkema matka	Ikä	Sukupuoli	Osumien määrä	Riippumis-aika (vrk)	Onko lihaa poistettu?
1	<0,05	<0,05	0,05	6,7	Lapa	50 m	3,5	uros	2	1	kyllä
2	<0,05	0,06	0,13	78	Lapa	alle 10 m	vasa	uros	1	1	kyllä
3	<0,05	<0,05	<0,05	63000	Pää	alle 10 m	vasa	uros	1	0,5	kyllä
4	<0,05	<0,05	<0,05	6,5	Rinta	50 m	1,5	uros	1	0,5	kyllä
5	<0,05	<0,05	0,09	840	Lapa	80 m	vasa	uros	1	0	ei
6	<0,05	<0,05	<0,05	18	Lapa	30 m	2	naaras	1	1,5	ei
7	<0,05	<0,05	<0,05	590	Lapa	50 m	vasa	uros	1	0,5	ei
8	<0,05	<0,05	<0,05	14	Kaula	alle 10 m	1,5	naaras	2	1	kyllä
9	<0,05	<0,05	<0,05	3,6	Lapa	20 m	vasa	uros	2	0	ei
10	<0,05	<0,05	<0,05	0,99	Lapa	alle 10 m	5	naaras	1	1	ei
11	<0,05	<0,05	<0,05	2100	Lapa	70 m	1,5	uros	1	2	kyllä
12	<0,05	<0,05	<0,05	27	Lapa	60 m	3	uros	2	1	ei
13	<0,05	<0,05	<0,05	360	Lapa	alle 10 m	-	naaras	1	0	kyllä
14	<0,05	<0,05	<0,05	24	Lapa	100 m	2,5	naaras	2	2	ei
15	<0,05	0,06	<0,05	2400	Lapa	alle 10 m	vasa	naaras	1	-	ei
16	<0,05	0,05	<0,05	660	Lapa	alle 10 m	vasa	naaras	1	0	kyllä
17	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	Lapa	30 m	5	naaras	1	0	ei
18	0,06	<0,05	<0,05	0,2	Lapa	50 m	4-5.	naaras	1	0	ei
19	<0,05	<0,05	<0,05	33	Rinta	30 m	3	uros	1	1	ei
20	0,05	<0,05	<0,05	410	Lapa	100 m	vasa	-	1	-	ei
21	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	Lapa	45 m	-	uros	2	3	ei

Liite 3 Kirje metsästysseuroille (3 sivua)

Pro gradu tutkielma:

LYIJYLUOTIEN HIRVENLIHAAN JÄTTÄMÄ LYIJYPITOISUUS – MAHDOLLINEN TERVEYSHAITTA?

Olen 23-vuotias 5. vuosikurssin ympäristötieteen opiskelija Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampukselta. Vuonna 2012 tein luonnontieteiden kandidatin opintoihin liittyen LuK-tutkielman aiheenani ”Ravinnon ja metsästysluotien vaikutus hirvenlihan lyijypitoisuuteen”. Tässä tutkielmassa tarkastelin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja tutkimustietoa, jonka perusteella voi sanoa, että nykyään hirvenlihan lyijypitoisuus on ennen mahdollista lyijyluodin osumaa alhainen. Lihan lyijypitoisuus on pudonnut selkeästi vuoden 1986 jälkeen, jolloin luovuttiin lyijyn käytöstä bensiinin lisäaineena. Nykyään hirvenlihan lyijypitoisuutta nostaa metsästyksessä käytettävät lyijyluodit.

Joidenkin tutkimusten mukaan lyijyluodit vaikuttavat lihan lyijypitoisuuteen ja lyijyä löytyy jopa puolen metrin päästä haavakanavasta. Asiasta ei kuitenkaan ole paljon tutkimustietoa saatavilla, ja LuK-tutkielman aiheen jatkaminen pro gradu -työksi alkoi kiinnostaa. Viime syksynä otin vasasta pilottinäytteet ja aloin hakea tutkimukselle rahoitusta. Pilottinäytteet otettiin luodinreiästä, 10 cm päästä luodinreiästä, 20 cm päästä luodinreiästä ja takajalasta. Lyijyjäämiä löytyi 20 cm:n päästä, ja tämä pitoisuus oli selkeästi suurempi kuin takajalan näytteen lyijypitoisuus. Näiden tulosten perusteella asiaa kannattaa tutkia.

Tänä syksynä tämä tutkimus on tosiasia. Tutkimus tehdään Itä-Suomen yliopiston ja Evira:n välisenä yhteistyönä. Ohjaajina toimivat dosentti Jonne Naarala, professori Pertti Pasanen sekä yliopistotutkija Sirpa Peräniemi. Evira:n puolelta yhteyshenkilönä toimii erikoistutkija Eija-Riitta Venäläinen. Minä vastaan pääosin näytteiden keruusta, Itä-Suomen yliopistolla tehdään näytteiden esikäsittely ja itse analysointi Evira:lla. Pääosin minun hoidettavakseni jää tulosten analysointi ja tarkastelu, ammattitaitoisten ihmisten avustuksella. Gradu valmistuu toukokuun 2014 loppuun mennessä.

Näytteitä on tarkoitus ottaa loka-marraskuun aikana yhteensä 23-25 hirvestä. Näytteenottohiviksi käyvät hirvet, joita on ammuttu lyijyä sisältävällä luodilla. Hirvessä saa olla maksimissaan neljä osumaa (armonlaukaus mukaan lukien). Lisäksi osumien on oltava mielellään haluttualla alueella, mutta jos esim. yksi laukaus on ’karannut taakse’, se ei haittaa kunhan tästä osumasta jää matkaa takajalkoihin yli metri. Näytteitä otetaan neljä kappaletta: luodinreiästä,

20 cm päästä luodinreiästä, 40 cm päästä luodinreiästä ja takajalasta. Takajalan näyte kuvaa pitoisuutta ennen osumaa.

Näytteet otetaan nyljetystä riippumassa olevasta hirvestä mielellään esim. sunnuntai-iltana tai maanantaina, kuitenkin viimeistään ennen paloittelun aloittamista. Näytteet, joiden keruun hoidan itse, tulen ottamaan seurojen yhteyshenkilöiden kanssa sovitun aikataulun mukaisesti. Aikatauluja voi sopia esim. puhelimitse. Hyvä systeemi on mm. siten, että sunnuntai-iltapäivänä metsästyksen päätyttyä joko minä tai te otatte yhteyttä, riippuen siitä kumpi ehtii ensin. Tämän jälkeen voidaan sopia ajankohta näytteidenotolle. Itse olen Timolan Riistamiehet ry:n jäsen, ja käyn hakemassa näytteitä Varkaus-Leppävirta-Kuopio akselilla. Tällä alueella voin hoitaa näytteiden oton itse, mutta se vaatii tietenkin vähän aikataulujen sovittelua, että joudan käymään kaikissa paikoissa. Käytännössä riittää että joku on aukaisemassa minulle oven hirviliiteriin ja että saan mahdollisesti esitetyt lomakkeet haltuuni. Tämän kirjeen lopussa vielä pääasiat näytteenottoon liittyen.

Lisätietoja saa kysymällä.

Niklas Holopainen, puh. 040 964 4499, s-posti. nkholopa@student.uef.fi

OHJEITA

1. Näytehirveksi kelpaavaa hirveä on ammuttu lyijyä sisältävällä luodilla. Osumia saa olla maksimissaan neljä (armonlaukaus mukaan lukien). Jos joku osuma on 'karannut taakse', on takajalkaan jäätävä etäisyyttä yli metri.
2. Jos viikonlopun aikana saadaan useampi hirvi, niiden järjestys olisi suositeltavaa merkitä jollain tavoin. Tätä helpottaakseni kirjeen mukana on tullut numerolappuja ja nipusiteitä ruhojen merkkäämistä varten. Tämä siitä syystä, että näytteitä otettaessa minun on erotettava hirvet toisistaan, jotta voin mm. yhdistää oikean luodin oikeaan hirveen, sekä erottaa lyijyllisellä ja lyijyttömällä luodilla ammutut hirvet toisistaan.
3. Ampujalta tarvitaan tietoja näytehirveen liittyen. Nämä tarvittavat tiedot löytyvät liitteenä olevasta lomakkeesta, joita olen laittanut varmuuden vuoksi mukaan useamman. Jos mahdollista, ampuja voi täyttää lomakkeen omalta osaltaan jo jahtipäivänä. Toinen mahdollisuus on, että lomakkeeseen merkitään ampujan yhteystiedot ja kysyn tarvittavia tietoja jälkikäteen.

4. Tutkimuksessa on mukana useita metsästysseuroja ja kun tarvittava näytemäärä on kassassa, ilmoitan henkilökohtaisesti kaikille mukana olleiden metsästysseurojen yhteishenkilöille.

HIRVENLIHANÄYTTEEN LISÄTIEDOT

Hirvi nro:

Päivämäärä (näytteenotto):

Paikka (kunta):

Metsästysseura:

Ampujalta tarvittavat tiedot

Luodin merkki/malli: _____

Kaliiperi: _____

Ampumisetäisyys: alle 50 metriä

50-100 metriä

yli 100 metriä

Ampumiskulma: tornista

tasamaalta

Onko liikkunut ensimmäisen osuman jälkeen?

ei

kyllä, arvio kuinka paljon:

Ammuttu hirvi

Ikä (arvio) :

Sukupuoli:

Osumien määrä:

Osumakohdat (kuva liitteenä)

Riippumisaika: _____ vrk (puolen vrk:n tarkkuus)

Onko lihaa poistettu osumakohdasta ennen riiputusta? ei
 kyllä

Lisäksi jos mahdollista, ottakaa kuva ruhosta ja osumakohdasta.

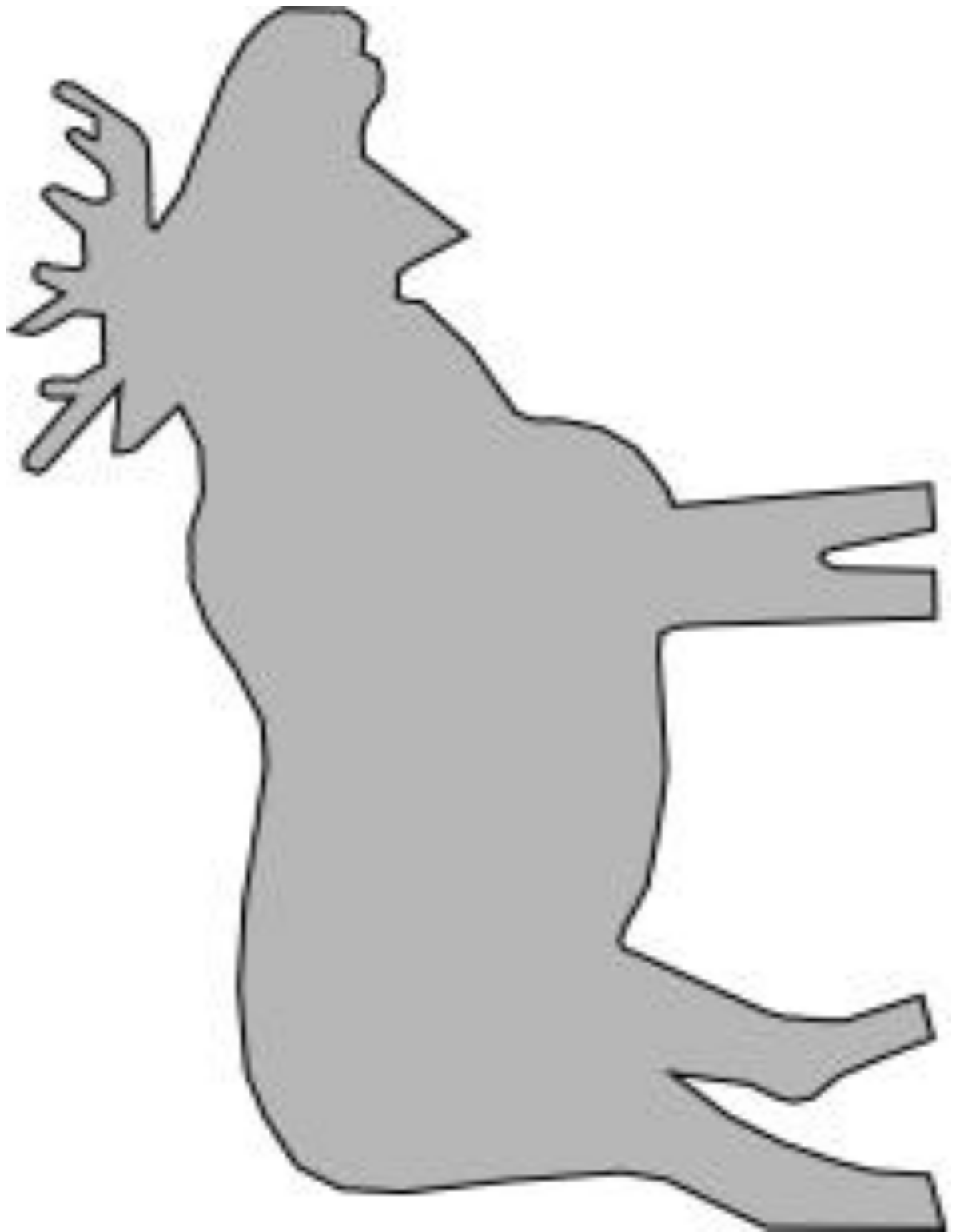
Lisätietoja

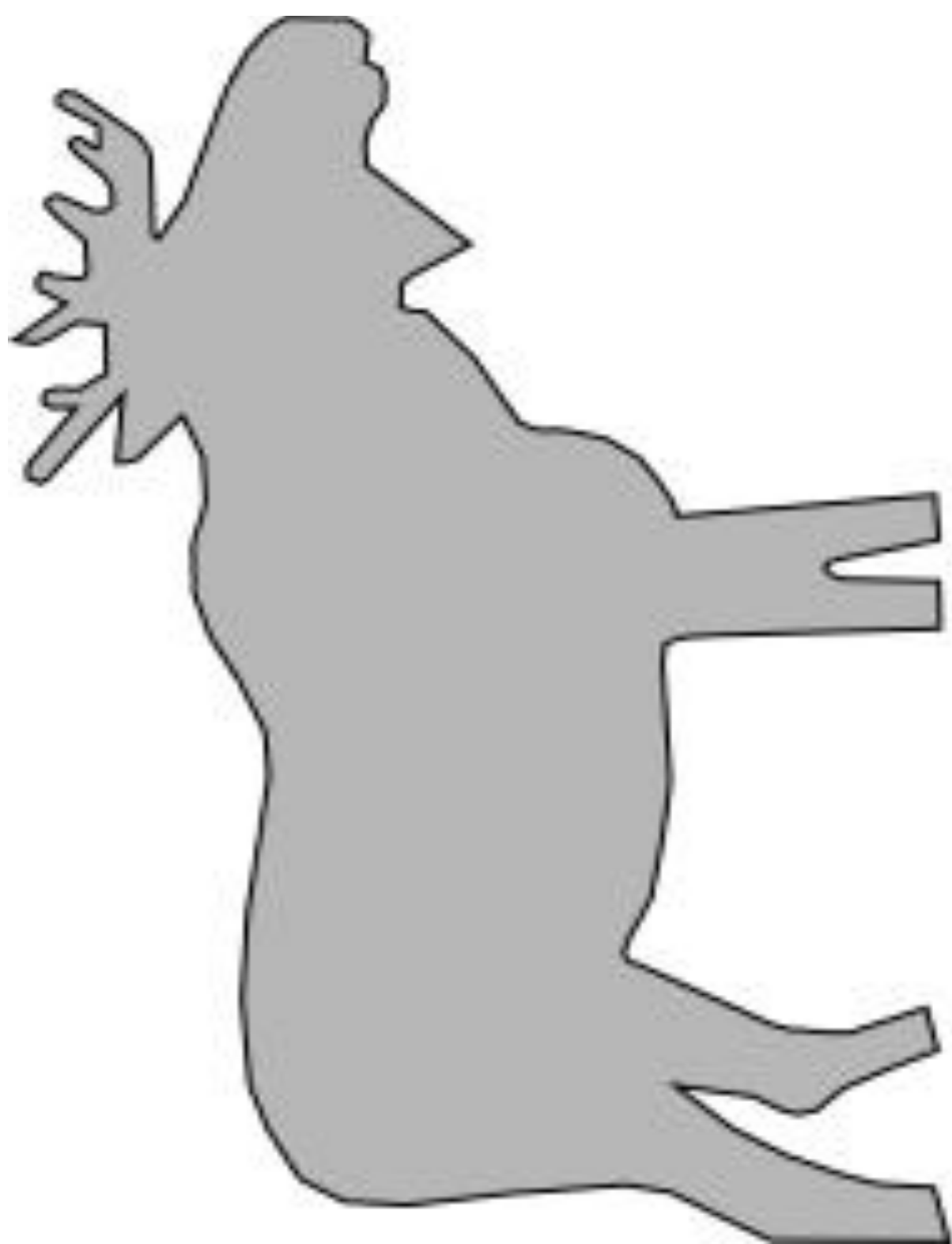
Näytteenottajan yhteystiedot (Jos ampujalta tarvittavia tietoja ei ole, myös ampujan yhteystiedot)

Nimi: _____

Puhelinnumero: _____

LUOTIEN OSUMAKOHDAT (merkitse ruksilla toiseen kuvaan, sen mukaan kummalta puolelta luoti on mennyt sisään)





OHJEITA NÄYTTEENOTTAJALLE

Näytteenoton yhteydessä täytettäviin lomakkeisiin kannattaa tutustua jo etukäteen, mutta seuraavaksi perusohjeet näytteenottoon liittyen.

- 1. Hirvessä saa olla maksimissaan neljä osunaa, ja jos joku osumista on 'karannut taakse', sen etäisyyden takajalkaan on oltava vähintään 1 metri. Osumakohdat merkitään lomakkeen liitteenä olevaan kuvaan.**
- 2. Näytteitä otetaan neljä kappaletta. Näytepalan ei tarvitse olla iso, esim. noin pullokorkin kokoinen 10-20 gramman lihapala riittää. Näytteet otetaan:**
 - 1. Takajalasta**
 - 2. 40 cm:n päästä luodinreiästä**
 - 3. 20 cm:n päästä luodinreiästä**
 - 4. Luodinreiästä**

Lisäksi näytteet on mahdollisuuksien mukaan otettava muista osumista pois päin. Jotta näytteet olisivat yhdenmukaiset, tulee luodinreiästä otettava näyte ottaa siltä puolelta, josta luoti on mennyt sisään. Tämä sen vuoksi, että kaikissa hirvissä ei ole luodin ulosmenoreikää.

- 3. Näytteenottoa varten annettu steriili preparointiveitsi kannattaa huuhtoa puhtaalla vedellä näytteiden välissä. Näytteet otetaan puhtaasta likaiseen päin, eli alkaen takajalasta edellisen kohdan numerojärjestyksen mukaisesti. Näytepusseihin on numeroitu valmiiksi, yhteen pussiin tulee yksi näyte. Jos otatte näytteitä useammasta hirvestä, muistakaa merkitä selkeästi, mitkä näytteet ovat mistäkin hirvestä. Näytepusseihin on merkitty hirvet juoksevalla numerolla, laittakaa sama numero kyse-lylomakkeen oikeaan yläkulmaan.**
- 4. Yleisesti ottaen näytteitä otettaessa on muistettava hygienia, koska jos lihanäytteet kontaminoituvat esim. muilla metalleilla tai vaikkapa luodeista peräisin olevalla lyijyllä, ei lyijyn määrittäminen onnistu luotettavasti. Näytteitä otettaessa on käytettävä kertakäyttöhanskoja. Jos toimitaan edellä mainitun järjestyksen mukaisesti, riittää yksi hanskapari per hirvi. On kannattavaa ottaa näytepusseihin valmiiksi esille ja näytteenoton aikana koskea vain lihaan, veitseen ja pussiin. Vahinkojen varalta pusseja ja hanskoja on laitettu ylimääräisiä.**
- 5. Pakastakaa näytteet. Kun tarvittava näytemäärä on kasassa, käyn keräämässä näytteet kaikilta näytteenottajilta, ja pussit siirretään yliopistolle pakastimeen.**