

TERÄSHAULIEN VAIKUTUKSET SAHATEOLLISUUDESSA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Evo, Metsätalous

Kevät 2023

Bruno Nuhkola

Samuel Seppälä

Koulutus	Metsätalousinsinööri (AMK)	Tiivistelmä
Tekijät	Bruno Nuhkola, Samuel Seppälä	Vuosi 2023
Työn nimi	Teräshaulien vaikutukset sahateollisuudessa	
Ohjaaja	Miika Näsi	

Suomalaisessa pienriistan metsästyksessä käytetään yleisesti aseena lyijyhaukipatruunoilla ladattua haulikkoa. Euroopan unionin päätös koskien lyijyhaukien käyttökieltoa kosteikkoalueilla ja niiden suojavaikuteilla tulee voimakkaasti rajoittamaan lyijyn käyttöä. Tästä johtuen metsästyksessä joudutaan siirtymään korvaaviin haulimateriaaleihin, yleisimmin teräkseen.

Tämä EU:n päätös oli opinnäytetyötä tehdessä astumassa voimaan, jonka myötä oli tarve toteuttaa selvitys teräshaulien mahdollisista vaikutuksista sahateollisuudessa. Tavoitteet jaettiin suoritettujen maastokokeiden tavoin kahteen eri pääkohtaan. Ensimmäisen maastokokeen tavoitteena oli selvittää teräshaulien vaikutukset sahalaitoksen sahanteriin. Toisen maastokokeen tavoitteena oli selvittää lyijy- ja teräshaulien mahdollisia tarttuvuus- ja uppoumaeroja puihin tukkiröntgenin avulla.

Maastokokeilla hankittiin aineistot, joita käsittelemällä saatiin tuotettua tulokset työlle. Sahauskokeen perusteella ja huomioon ottaen pölkkyjen sisältämä suuri teräshaulimäärä, terien kunto olisi sallinut sahauksen jatkumisen teräshaulien jäljiltä. Röntgenkokeen perusteella lyijy- ja teräshaulit tarttuivat jokaiselta käytössä olleelta ampumamatkalta.

Selvitys toteutettiin Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK:n sekä Suomen Metsästäjäliiton pyynnöstä yhteistyössä Tornator Oyj:n kanssa. Sahauskokeen tulokset yllättivät, sillä terien voittuminen oli ennakoitua vähäisempää etenkin suhteutettuna teräshaulien valtaisaan määrään. Tämän myötä toivottaisiin, että teräshaulien käyttö sallittaisiin kaikissa metsästysvuokrasopimuksissa.

Avainsanat Teräshaulit, sahateollisuus, maastokokeet, sahanterät, tukkiröntgen
Sivut 52 sivua

In Finnish small game hunting, shotgun is usually loaded with lead shot cartridges. The decision by the European Union related to lead shot ban on wetlands and on their protection areas will strongly limit the use of lead. Because of this, shot materials in hunting must be switched to replacement materials such as steel.

This decision made by the European Union was about to take effect when writing this thesis and because of that, there was a need for carrying out an examination of possible effects of steel shots in the sawmill industry. The aims of thesis were divided into two different main points, similarly to the completed field tests. The aim of the first field testing was to examine effects of steel shots to the saw blades in sawmills. The goal of the second field test was to find out the possible differences in the adhesion and immersion of lead and steel shots shot towards wood logs with the help of a log X-ray.

By conducting the field tests, the data needed for the analysis was produced. Even though the logs contained a large amount of steel shots, the sawing test results revealed that the sawblades were not impacted by the steel shots, and hence the condition of the blades would have allowed continuing the sawing of the logs. The results of the second field test and the X-ray test revealed that both steel and lead shots hit the logs from every shooting distance.

The thesis was carried out by request of The Central Union of Agricultural Producers and Forest Owners MTK together with the Finnish Hunters' Association in cooperation with Tornator Oyj. The results of the sawing test are surprising because blade damage was less severe than expected, especially in proportion to the huge amount of steel shots. Based on this information, the use of steel shots in all hunting leases would be a welcome development.

Keywords Steel shots, sawmill industry, field tests, saw blades, log X-ray

Pages 52 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Tavoitteet	1
3	Lyijyhaulien käyttökielto kosteikkoalueilla.....	2
3.1	Ramsarin sopimus	3
3.2	Korvaavat haulimateriaalit.....	4
4	Puun käsittely sahalaitoksilla.....	4
5	Testipäivä Hyvinkään ampumaradalla	5
5.1	Käytettävät patruunat.....	8
5.2	Supistusasteen hakeminen	12
5.3	Ampumaetäisyydet ja -menetelmät	15
5.4	Uppoumat	17
6	Teräshauleja sisältävien puiden sahaus ja vaikutukset sahalaitoksen terien kuntoon	19
6.1	Valmistelut ennen koesahausta.....	24
6.1.1	Kuorinta.....	25
6.1.2	Teräasete.....	27
6.2	Sahaus	29
6.3	Sahanterien irroitus ja kunnan analysoiminen	32
6.4	Terähuollon haastattelu.....	34
6.5	Maastokokeen tulokset ja johtopäätökset	35
7	Maastokoe lyijy- ja teräshaulien tarttuvuudesta puihin	36
7.1.1	Koepuiden kriteerit sekä -valinta	37
7.1.2	Koepuiden ampuminen.....	38
7.1.3	Ammunnan jälkeiset toimenpiteet	39
7.2	Puiden toimittaminen tukkiröntgeniin	40
7.2.1	Koepuiden ajaminen metallinilmaisimen sekä tukkiröntgenin läpi... 41	
7.2.2	Röntgenkuvaus.....	41
7.3	Röntgenkuvien käsittely.....	43

7.4	Maastokokeen tulokset	44
7.5	Historitietoa haulien esiintymisestä nykytukkisumassa	48
7.6	Johtopäätökset.....	48
8	Yhteenveto	49
	Lähteet.....	51

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on teräshaulien mahdolliset vaikutukset sahateollisuudessa. Lyijyhaulien käyttökielto kosteikkoalueilla astui voimaan 16. helmikuuta vuonna 2023. Todennäköisesti yleisimmäksi korvaavaksi haulimateriaaliksi tulee teräs sen saatavuutensa sekä edullisuutensa vuoksi. On olemassa riski, että metsästysvuokrasopimuksissa kielletään korvaavat haulimateriaalit niiden materiaalin kovuuden takia. Työn tavoitteena oli pyrkiä selvittämään onko kovempi haulimateriaali todellisuudessa haitaksi. Esimerkiksi metsäyhtiöissä pohditaan mahdollisia uhkakuvia puun jatkokäsittelyä ajatellen. Opinnäytetyön toteutuksessa päästiin käytännössä näkemään mitä tapahtui, kun sahailoksen terät kohtasivat teräshauleilla ammuttuja puita.

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK sekä Suomen Metsästäjäliitto ja Tornator Oyj päättivät syksyllä 2022 tuottaa tutkimuksen teräshaulien mahdollisista vaikutuksista sahateollisuudelle. Teräshaulien käytöstä on vielä varsin vähän kokemusta vesilinnustusta lukuunottamatta. Opinnäytetyön toteutuksella lähdettiin hakemaan vastauksia esitettyihin ongelmakohtiin.

Opinnäytetyössä toteutettiin kaksi maastokoetta, joista kerättiin aineisto ja vastauksia kahteen tutkimuskysymyksen. Ensimmäisessä haetiin tietoa, mitä tapahtuu teräshaulien kohdatessa sahailoksen sahanterät. Toisessa haetiin vertailutietoa nykytilanteen ja tulevan välillä. Aiemmin tukkisumassa esiintyneet haulit olivat pitkälti lyijyä, mutta tulevaisuudessa se tulee olemaan terästä. Tukkiröntgenillä pyrittiin selvittämään näiden mahdollisia eroja. Maastokokeiden suorittamiseen oli varattu viisi vuorokautta.

2 Tavoitteet

Ensimmäisen maastokokeen tavoitteena oli saada selville teräshaulien vaikutus sahanteriin. Sen toteutuksessa ammuttiin teräshauleja kahdeksaan pölkkyyn, jotka olivat ensiksi itse kaadettu ja katkottu. Tämän jälkeen ne toimitettiin yhteistyösahalle sahattavaksi. Sahauksen tarkoituksena oli saada selville, mitä terille tapahtui niiden osuessa teräshauleihin. Kokeen jäljiltä sahanterien kuntoa analysoitiin ja arvioitiin millainen vaikutus teräshauleilla

mahdollisesti oli. Lopputulokset perustuivat yhdessä tehtyihin havaintoihin sekä toteutuksessa mukana olleiden tahojen ja asiantuntijoiden lausuntoihin.

Toisen maastokokeen tavoitteena oli selvittää lyijy- ja teräshaulien tarttuvuutta sekä mahdollisesti niiden uppoumaa ammuttuna leimikon pystypuihin. Koneellisen harvennuksen ja korjuun jälkeen ne toimitettiin eri yhteistyökumppanin sahalaitokselle tukkiröntgenin analysoitavaksi. Tästä saatuja röntgenkuvia tutkittiin ja käsiteltiin, jotta toiselle opinnäytetyön pääkohdalle saatiin aineisto. Tässä kokeessa lopputulokset perustuivat röntgenaineistoon ja mukana olleiden tahojen sekä asiantuntijoiden lausuntoihin.

Teräshaulien mahdollisista vaikutuksista sahateollisuudessa tiedettiin vielä varsin vähän, mutta ilmoilla oli kuitenkin paljon kysymyksiä siihen liittyen. Opinnäytetyön tuloksilla pyrittiin löytämään vastaus kysymykseen, ovatko teräshaulit niin haitallisia puiden jatkokäsittelyssä, kuin on pelätty. Samalla selvitettiin, onko joissain metsästysvuokrasopimuksissa esiintyvät teräshaulien käyttökiellot tarpeellisia sahateollisuuden kannalta.

3 Lyijyhaulien käyttökielto kosteikkoalueilla

Suomessa lyijyhaulit ovat olleet kiellettyjä vesilinnustuksessa jo vuodesta 1996. Syynä tähän olivat vesilinnuilla todetut lyijyn aiheuttamat haittavaikutukset. Etenkin matalissa vesissä puolisukeltajille aiheutui lyijymyrkytyksiä, kun ne syövät hauleja jauhinkiviksiin. Myöhemmin on esitetty lyijyn laajamittaisempaa käyttökieltoa koskemaan kosteikkoalueita, jota on mietitty jo useiden vuosien ajan Euroopan unionissa. Laajamittaisemman käyttökiellon syynä oli erityisesti tarve suojella vesilintuja lyijyhaulien aiheuttamilta myrkytyksiltä kansainvälisen vesilintujen suojelusopimuksen (AEWA) mukaisesti. (”Lyijyn korvaajat testissä”, 2019, s. 49; Tukes, 2022)

Euroopan kemikaalivirasto ECHA sai vuonna 2015 pyynnön EU:n komissiolta valmistella rajoitusehdotuksen koskien lyijyhaulien käyttöä kosteikkoalueilla. Viisi vuotta myöhemmin vuonna 2020 EU:n jäsenmaat äänestivät lyijyhaurajoituksesta. Suomi äänesti komission ehdotusta vastaan, koska Suomen kaltaisessa kosteikkovaltaisessa maassa rajoituksen

toteuttaminen katsottiin todella hankalaksi. Määräenemmistö äänesti kuitenkin ehdotuksen puolesta, jonka myötä se hyväksyttiin REACH-komiteassa. Tämä komitea vastaa EU:n kemikaalilainsäädännön täytäntöönpanosta REACH-asetuksen mukaisesti. Tämä asetus koskee kemikaalien rekisteröintiä, arviointia, lupamenettelyjä sekä rajoituksia. (Metsästäjäliitto, 2023, ss. 4-5; STM, 2020; ECHA, n.d.)

Lopulta rajoitus hyväksyttiin EU:ssa, jonka myötä se astui voimaan 15.2.2021. Tästä alkoi kahden vuoden siirtymäaika. Lopullinen lyijyhaukien käyttö- ja hallussapitokielto kosteikkoalueilla astui voimaan 16.2.2023. Kosteikkoalueet määritellään Ramsar-sopimuksen mukaisesti. (Metsästäjäliitto, 2023, ss. 3-4)

3.1 Ramsarin sopimus

Ramsarin sopimus on kansainvälinen kosteikko- ja vesialueiden suojelua koskeva sopimus. Sen avulla pyritään säilyttämään vesiperäiset maat nyt ja tulevaisuudessa, erityisesti suojellen vesilintujen elinympäristöjä. Sopimus allekirjoitettiin vuonna 1971 Ramsarin kaupungissa Iranissa, mistä se on saanut nimensä. Se astui voimaan vuonna 1975. (Ympäristöministeriö, 2016, s. 9)

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston Tukesin määritelmän mukaan vesilintujen elinympäristöiksi luokiteltavia kosteikkoalueita ovat meret syvyydeltään kuusi metriä tai alle, järvet, joet, lammet, kanavat, tekojärvet, altaat ja muut vastaavat suuremmat vesialueet. Maastokartoilla viivoina kuvatut ojat ja purot eivät ole tällaisia vesialueita. Niityt, jotka rajautuvat edellä mainittuihin vesialueisiin sekä vesikivet ja vesikivikot. Myös maatuvat vesialueet, tulva-alueet, matalikot, avoimet vesijättöalueet ja vaikeakulkuiset puuttomat suot. Näiden lisäksi kaikki 100 metrin säteellä edellä mainituista alueista luokitellaan mukaan suojavyöhykkeinä. Kosteikkoalueiden ollessa vielä suhteellisen uusi määritelmä, tarkentaa Tukes sitä tarvittaessa. (Tukes, 2023)

3.2 Korvaavat haulimateriaalit

Kosteikkoalueiden lyijyhaulikiellon astuessa voimaan, astuu teräs todennäköisimmäksi korvaavaksi haulimateriaaliksi. Tämä johtuu siitä syystä, että se on edullinen materiaali ja sillä on hyvä saatavuus. Näin ollen teräshaulipatruunat ovat melkein pä samanhintaisia kuin lyijypatruunat. Teräksen suurimpana haasteena on kuitenkin sen kevyempi ominaispaino verrattuna samankokoiseen lyijyhauliiin. Teräksen kevyemmästä painosta johtuen haulien teho hiipuu paljon nopeammin kuin lyijyn. Tästä syystä teräshaulipatruunan haulien läpimitta tulee olla noin 0,5 millimetriä suurempi kuin lyijyhauleja käytettäessä saman upotuksen saavuttamiseksi. Lisäksi teräksen haasteena on sen vaikeampi työstettävyys, koska se on kova materiaali. Näin ollen sillä on korkea sulamislämpötila, joka on 1 200 asteessa. ("Lyijyn korvaajat testissä", 2019, s. 49) Lyijyllä sulamislämpötila puolestaan on 327 astetta (Sotkamo Silver, n.d.).

Markkinoilta löytyy myös muitakin korvaavia materiaaleja sisältäviä patruunoita, esimerkiksi volframi eli tungsten, sinkki-tina, vismutti ja kupari. Nämä ovat kuitenkin harvinaisempia materiaaleja, jolloin niiden ongelmaksi muodostuu niiden huomattavasti kalliimpi hinta. Esimerkiksi kymmenen patruunan rasia 12/70 B&P MG2 Tungstenia 35 grammaisena maksaa 75 euroa. Vertailun vuoksi 25 teräshaulipatruunan rasia 12/70 B&P Valle Steelia 32 grammaisena maksaa 14 euroa. ("Lyijyn korvaajat testissä", 2019, s. 49; Ruoto, 2022)

4 Puun käsittely sahalaitoksilla

Tässä luvussa tehdään lyhyt katsaus puun käsittelyn vaiheisiin sahalaitoksilla, kertoen olennaisimmat vaiheet opinnäytetyön toteutuksen kannalta. Ensimmäinen vaihe riippuu sahalaitoksen koosta. Suomen mittakaavaassa on pienempiä sahalaitoksia, joilla ei välttämättä ole käytössä tukkiröntgeniä eikä edes metallinilmaisinta. Tällöin prosessi alkaa kuorinnasta, jolloin kuoritut puut menevät suoraan sahanteriin. Suuremmilla sahalaitoksilla on puolestaan käytössä tarkempaa teknologiaa puun laatuluokittelussa. Tätä toteutetaan metallinilmaisimella sekä tukkiröntgenillä.

Tukkiröntgeneitä käytetään pääasiassa vain isoimmilla sahoilla. Röntgenkuvaamista hyödynnetään tukkien laatuluokittelussa, jotta sahausasetteet saadaan optimoituja. Sahausasetteen mukaan tukki sahataan sahatavaraksi huomioon ottaen läpimitta- ja laatuluokat. Röntgenin avulla tukit voidaan sahata entistä tehokkaammin, jonka myötä hukkapuun määrä vähenee. Sahauksessa merkittävä osa lopputuotteen hinnasta koostuu raaka-aineen kustannuksista. Tästä johtuen tukkiaine pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi röntgeniä käytetään vierasesineiden havainnoinnissa, joita ovat esimerkiksi naulat, piikkilanka, kranaatinsirpaleet ja haulit. (Puuhuolto, 2018; Koskisen, 2018)

Sahalaitoksien kuorintamenetelmänä käytetään koneellista kuorintaa. Kuorinnan ideana on varmistaa, että puut menevät sahaukseen mahdollisimman puhtaina. Tällöin minimoidaan terien kulumista ja näin ollen terähuollon kustannuksia. Tämän vaiheen jälkeen puut jatkavat kohti sahausta. Sahateollisuudessa yleisimpänä raaka-aineena toimii kuusi ja mänty. Näistä sahataan laajamittaisesti kaikenkokoista lautta ja lankkua jatkojalostukseen lähteväksi. (Sahateollisuuskirja, n.d.; Valonkone, n.d.).

5 Testipäivä Hyvinkään ampumaradalla

Maastokokeiden järjestelyt aloitettiin pitämällä testipäivä Hyvinkään Ampumaurheilukeskuksella. Ennakkoon oli mietitty, mitä tulisi selvittää ja tehdä ennen reissua Itä-Suomeen. Päivän tavoitteena oli oikeiden asetusten löytäminen ampumisen osalta.

Ensimmäisenä tutustuttiin tuleviin työkaluihin. Ammuntoja varten käyttöön saatiin Suomen Metsästäjäliiton päällekkäispiippuinen Beretta-haulikko. Tähän oli kiinnitettynä Ampoint Micro S-1 punapistetähtäin ja tehtävänä oli kohdistaa se tulevia maastokokeita varten (Kuva 1). Niissä ideana oli ampua useilta eri etäisyyksiltä kahdessa erillisessä kokeessa.

Kohdistus tapahtui 35 metristä, jota pidetään yleisesti maksimiampumamatkana haulikolle. Tarkoituksena oli mallintaa realistista metsästystilannetta, vaikka kenttäkokeessa ammutaan

myös epärealistisen pitkille matkoille. Niiden avulla on tarkoitus selvittää tarttuvatko haulit puihin maksimiampumamatkan jälkeen, mutta kuitenkin vielä hauliparven kantaman sisällä.

Kuva 1. Ammunnan valmistelut.



Raakakohdistuksen tavoitteena oli kohdistaa silmämääräisesti aseennippuysikkö sekä punapistetähtäin. Tämä tarkoitti siis aseennipurkamista ja nippuysikkön asettamista hiekkapussien päälle. Tällä tavoin nippujen läpi näki parhaiten maalia kohden, kun taas kokonaisen avatun aseenniperä olisi vaikeuttanut kohdistamista pöydältä. Maalikuviota katseltiin nippun läpi ja sitä mukaan punapistettä säädettiin samaan tähtäyskohtaan (Kuva 2). Lopullinen kohdistus tapahtui laittamalla ase kasaan ja ampumalla testilaukaukset osumakuvion testaukseen tarkoitettuun haulikkotauluun (Kuva 3). Laukausten pohjalta punapistettä korkeus- ja sivuttaissäädettiin, jotta haulikuvio saatiin keskitettyä taulun mukaan.

Kuva 2. Raakakohdistaessa tähtäimen läpi näkyi haulikkotaulun sorsakuvio, johon punapiste osoittaa.



Kuva 3. Käytössä ollut Metsästäjäliiton virallinen haulikkotaulu.

parannettu sylinteri, IC 40%
 puolisuppea, M 50%
 kolmeneläsosasuppea, IM 60%
 täyssuppea, F 65%
 70%

Katso video haulikon osumakuvion testaamisesta www.metsastajaliitto.fi/haulikonosumakuvio

-Tilaa haulikkotauluja www.erakontti.fi/haulikkotaulu

HAULIKKOTAULU®


METSÄSTÄJÄLIITTO
 KOTI KAIKILLE METSÄSTÄJILLE

Haulikon merkki ja malli
 Haulikon kaliperi
 Ampumamätkä metriä
 Patruunan merkki
 Patruunan pituus
 Lataus grammaa
 Patruunan lähtönopeus m/s
 Haulimateriaali
 Haulikoko mm
 Haulikon supistusaste

Haulien kokonaismäärä patruunassa kpl
 katso www.metsastajaliitto.fi/haulilaskuri
 Haulien määrä sisäkehällä (0- 50 cm) kpl
 Haulien määrä ulkokehällä (50- 75 cm) kpl
 Haulien määrä yhteensä (0- 75 cm) kpl
 Aukkojen määrä (12,5 cm) kpl
 Supistusaste %
 Keskitihentymä %



Supistus ja sen merkintätapoja
 Supistusasteen määrittely = 75cm osumakuviossa
 olevien haulien määrä (%) suhteessa patruunan
 haulien kokonaismäärään 35m päästä ammuttuna.

sylinteri, C 40%
 parannettu sylinteri, IC 55%
 puolisuppea, M 60%
 kolmeneläsosasuppea, IM 65%
 täyssuppea, F 70%

Katso video haulikon osumakuvion testaamisesta www.metsastajaliitto.fi/haulikonosumakuvio

-Tilaa haulikkotauluja www.erakontti.fi/haulikkotaulu

Muita huomioita
 Lämpötila
 Päivämäärä

5.1 Käytettävät patruunat

Maastokokeessa käytettiin lyijy- ja teräshauleilla ladattuja patruunoita. Tällä haettiin eroa nykyisten ja tulevaisuudessa käytettävien haulimateriaalien välille. Tällä hetkellä yleisimpänä

haulimateriaalina käytössä on vielä lyijy, jolla tapahtuu valtaosa pienriistan metsästyksessä. Toiseksi haulimateriaaliksi valikoitui teräs, koska kosteikkoalueiden lyijyhaulikiellon myötä se tulee olemaan todennäköisin lyijyn korvike.

Lyijypatruunaksi valikoitui Saga Export kaliiperissä 12/70, 3 millimetrin haulikoolla ja 32 gramman latauksella. Teräspatruunaksi valikoitui Baschieri&Pellagrin Mythos Valle Steel kaliiperissä 12/70, 3,5 millimetrin haulikoolla ja 34 gramman latauksella (Kuva 4). Kyseiset patruunat edustavat keskimääräisiä markkinoilla olevia normaaleja metsästyksessä käytettäviä teräs- ja lyijyhaulipatruunoita. Patruunoiden valinta tapahtui kanalintujahtia ajatellen. Siinä ammutaan usein lentävää tai puussa istuvaa lintua, jolloin osa hauleista väistämättä osuu runkoon.

Kuva 4. Käytössä olleet patruunat. Vasemmalla teräspatruuna 12/70 B&P Mythos Valle Steel 34 g 3,5 mm ja oikealla lyijypatruuna 12/70 Saga Export 32 g 3 mm.



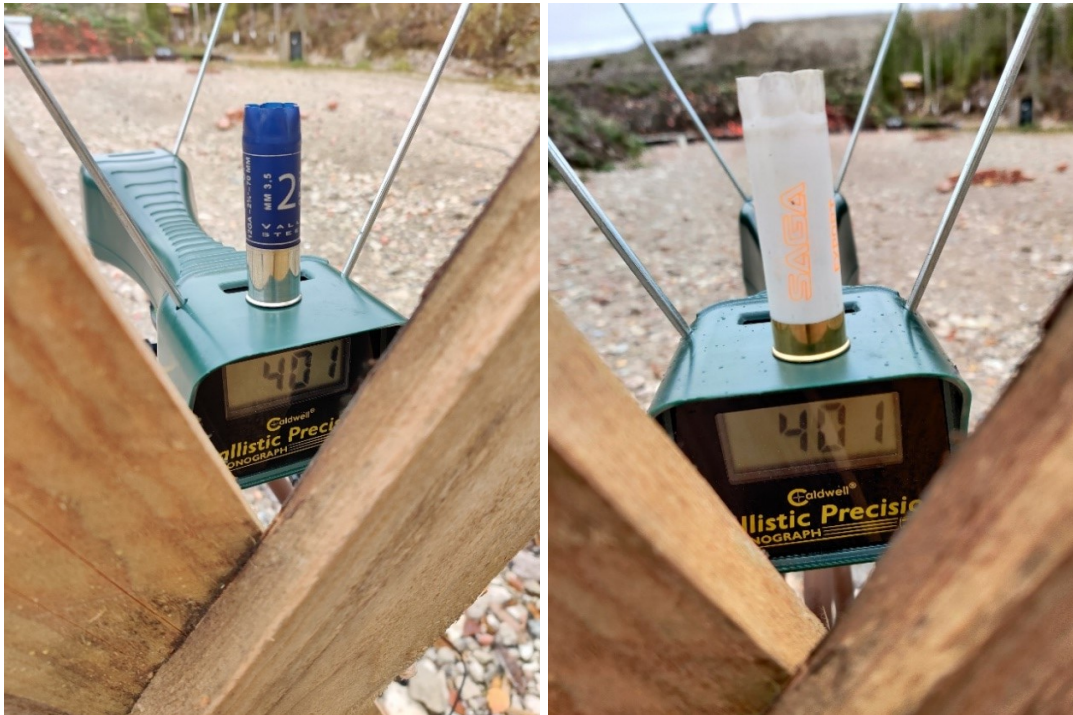
Patruunoiden tasalaatuisuuden ja vertailukelpoisuuden varmistamiseksi niiden lähtönopeudet testattiin. Tässä apuna käytettiin Caldwellin valmistamaa nopeustutkaa (Kuva 5). Kyseinen laite mittaa nopeuden valon avulla. ("Lyijyn korvaajat testissä", 2019, s. 53)

Nopeustutka asetettiin ampumapenkin etupuolelle noin kahden metrin päähän piipusta. Tarkoituksena oli ampua tutkan lävitse, jolloin se mittaa lähtönopeuden yksikössä metriä sekunnissa. Lyijypatruunan Saga Exportin lähtönopeuksiksi saatiin kahden testilaukauksen jälkeen 401 m/s ja 408 m/s. Näiden keskiarvoksi tuli 405 m/s. Teräspatruunan Baschieri&Pellagrin Mythos Valle Steelin lähtönopeuksiksi saatiin neljän testilaukauksen jälkeen 388 m/s, 400 m/s, 401 m/s ja 405 m/s. Näiden keskiarvoksi tuli 399 m/s. Tuloksista havaittiin, että kaikki saman merkin patruunat eivät aina ole tasalaatuisia. Esimerkiksi teräksellä ammuttaessa yhden patruunan lähtönopeus oli selvästi kolmea muuta patruunaa alhaisempi. Testilaukausten perusteella lähtönopeuksien osalta voitiin todeta kyseessä olevan vertailukelpoiset patruunat maastokokeita varten (Kuvat 6 ja 7).

Kuva 5. Lähtönopeuksien selvittämisessä käytettyä tutkaa suojaasi laudoista kasattu kehikko, etteivät haulit vahingoittaisi laitetta.



Kuvat 6 ja 7. Vasemmalla olevan teräspatruunan ja oikealla olevan lyijypatruunan lähtönopeudet olivat joillain laukauksilla samat ja keskiarvoltaankin hyvin lähellä toisiaan.



5.2 Supistusasteen hakeminen

Yksi olennaisin osa-alue maastokokeiden valmistelujen kannalta oli löytää oikea supistusaste kokeissa käytettävään haulikkoon. Haulikon piipun ollessa suora putki, pyritään supistamalla vaikuttamaan hauliparven osumakuvion kokoon eri matkoilla. Näin ollen hauliparvi ei leviä liian nopeasti, jolloin on mahdollista ampua hieman pidemmälle matkalle. Toisin sanoen haulikon piipun/piippujen suulla käytetään erilaisia vaihtosupistajia. Näitä ovat sylinteri, paranneltu sylinteri, puolisuppea, kolmeneljäsosasuppea ja täyssuppea (Taulukko 1 vasen puoli).

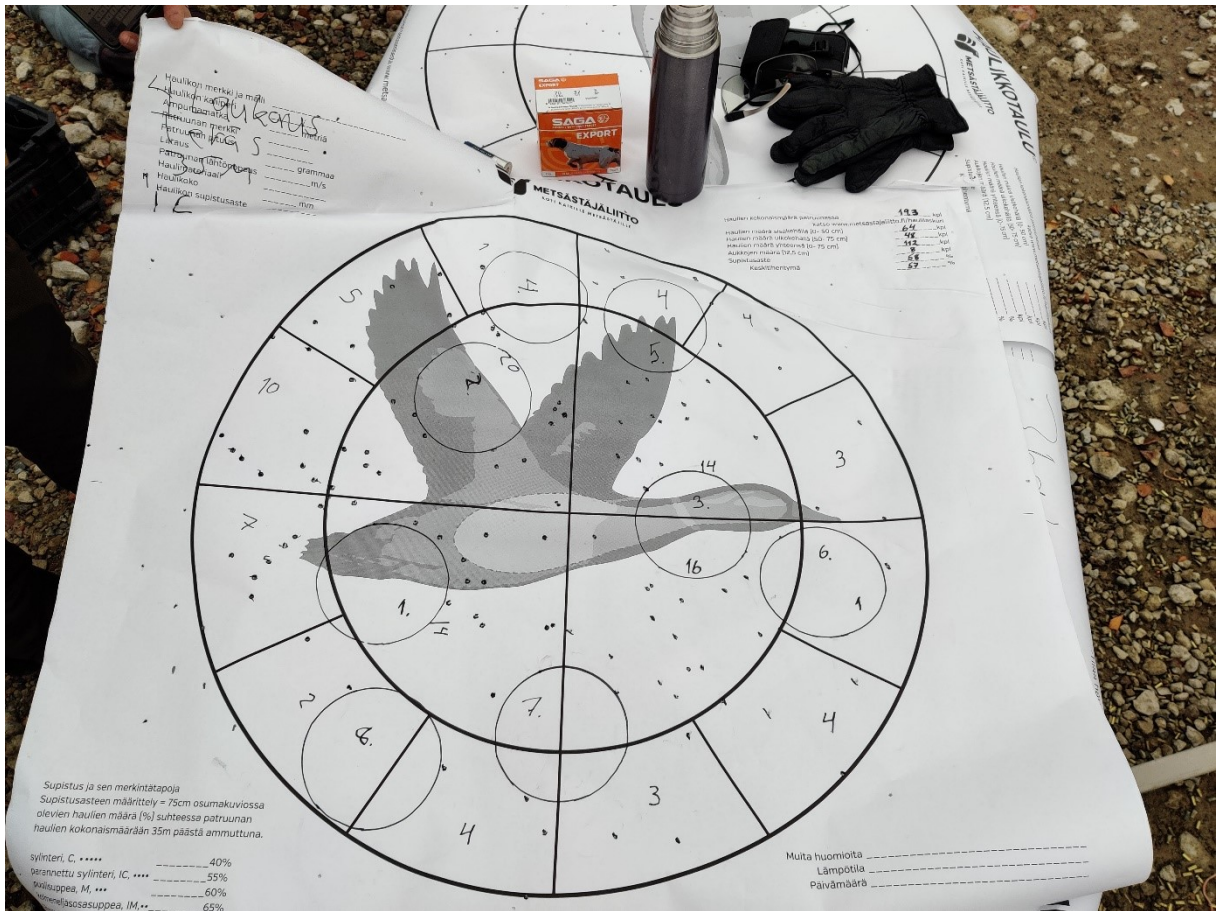
Etenkin maastokokeiden kannalta oli tärkeää löytää kultainen keskitie supistusasteen suhteen, joka toimi riittävästi molemmille panoksille ja kaikille ampumamatkoille. Kolmeneljäsosa- ja täyssuppea supistaja jätettiin pois, koska teräshauleja ei saa ampua puolikasta tiukemman supistajan läpi. Tämä johtuu materiaalin kovuudesta, sillä teräs rasittaa asetta ja supistajia enemmän kuin lyijy. Myöskään sylinterisupistaja ei ole mahdollinen, koska sillä ammuttuna hauliparvi tulisi olemaan toista metriä halkaisijaltaan

pitkiltä etäisyyksiltä, joita käytössä oli paljon. Testilaukauksissa vertailtiin paranneltua sylinteriä ja puolisupeaa supistusastetta. Parannellulla sylinterillä ammuttaessa saatiin puolisupea supistusaste käytössä olleella aseella. Teräksellä supistusasteeksi laskettiin 58 % (Kuva 8) ja lyijyllä 61 % (Kuva 9), jotka vastasivat puolisupean supistusastetta (Taulukko 1 oikea puoli). Toisin sanoen käyttöön ei siis tulisi puolisupeaa, koska se antaisi liian tiuhan kuvion lähemmille etäisyyksille ajateltaessa realistista metsästystilannetta. Supistusaste laskettiin patruunan kokonaishaulimäärän, taulun sektoreiden haulimäärien ja ympyröityjen aukkojen mukaan. Laskelmat tehtiin Suomen Metsästäjäliiton haulilaskurilla.

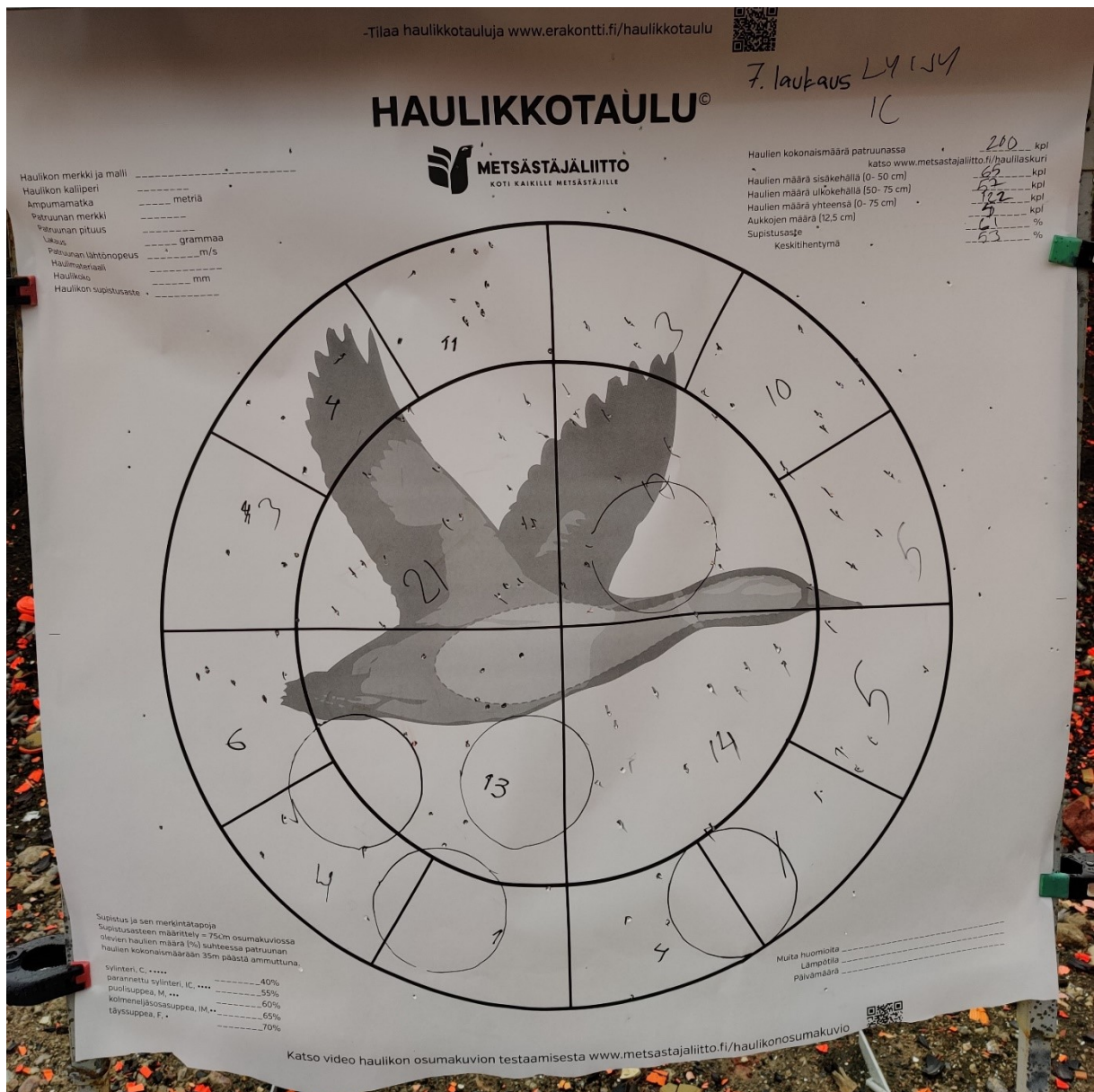
Taulukko 1. Taulukossa vasemmalla havainnollistus supistusmerkinnöistä ja niiden vaikutuksesta ampumamatkkaan. Taulukosta oikealta nähdään, että parannellulla sylinterillä saatiin puolisupean supistusaste. (Metsästäjäliitto, 2012, s. 16)

kaliiperi 12, lyijyhauli	ampumamatka metreinä					Supistusasteen määrittely = 75 cm osumakuviossa olevien haulien määrä suhteessa patruunan haulien kokonaismäärään 35 m päästä ammutuna
	supistus ja sen merkintä	15 m	20 m	25 m	30 m	
sylinteri, C,.....	60 cm	75 cm	+75 cm	+75 cm		sylinteri 40 %
parannettu sylinteri, IC,.....	40 cm	60 cm	75 cm	+75 cm	+75 cm	parannettu sylinteri 55 %
puolisuppea, M,...	30 cm	45 cm	60 cm	70 cm	+75 cm	puolisuppea 60 %
kolmeneljäsosasuppea, IM,...	28 cm	40 cm	50 cm	60 cm	75 cm	kolmeneljäsosasuppea 65 %
täyssuppea, F,·	25 cm	35 cm	43 cm	50 cm	65 cm	täyssuppea 70 %

Kuva 8. Teräksen supistusasteeksi laskettiin 58%.



Kuva 9. Lyijyllä supistusasteeksi laskettiin 61 %.



5.3 Ampumaetäisyydet ja -menetelmät

Patruunat testattua ja punapistetähtäin saatua kohdilleen siirryttiin seuraavaan vaiheeseen eli ampumaetäisyyksien hahmottamiseen. Tavoitteena oli selvittää alustavasti, miten haulit tarttuvat ja paljonko ne uppoavat koepölkkyihin etäisyyden muuttuessa. Koepölkkyinä käytettiin kuusesta sekä männystä sahattuja tuoreita metrin mittaisia pölkkyjä. Käytössä oli sekä tyvestä, että rungosta ylempää sahattuja pölkkyjä. Ideana oli testata uppoumaa eri

kuoren- sekä kaarnanpaksuuksilla. Koepölkkyt sahattiin puista, jotka olivat rinnankorkeusläpimitaltaan 25 senttimetrin luokkaa.

Etäisyyksinä käytettiin 20, 30, 40, 50, 60 ja 70 metriä. Etäisyyksien 20, 30 ja 40 metrin ideana oli mallintaa realistista riistalaukausta. Pisimmät matka 50, 60 ja 70 metriä eivät edusta enään metsästystilannetta. Niiden ideana oli hakea maksimietäisyyksiä, joissa haulit vielä tarttuvat tai uppoavat puuhun. Jokaiselta matkalta ammuttiin kaksi laukausta, joista toinen lyijyhaulipatruunalla ja toinen teräshaulipatruunalla. Näin pystyttiin vertailemaan millaisia eroja teräksen ja lyijyn käyttäytymisen välillä olisi mahdollisesti havaittavissa.

Testaaminen aloitettiin kantamalla männyn tyvipölkky ampumapaikalle. Se nostettiin pystyasentoon ampumavallia vasten ja kahta puolen pölkkyä pystytettiin parimetriset rimat. Näiden rimojen väliin nidottiin ampumapaperi siten, että testipölkky jäi paperin taakse. Näin pystyttiin havainnoimaan runkoon osuneet haulit.

Jokaisen laukauksen jälkeen paperi vaihdettiin, jotta tulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja. Pölkkyistä arvioitiin haulien uppoumaa eri matkoilta. Paperista paikannettiin pölkkyyn osuneet haulit ja haulireikien kohdilta mitattiin upotusta työntömitan avulla. Tämän jälkeen hauli veistettiin puukolla näkyviin, jotta mittaustulosta saatiin tarkennettua. Yhteen pölkkyyn ammuttiin aina neljä laukausta. Sitä pyöräytettiin laukausten välillä, jotta ammunta tapahtui aina puhtaalle pinnalle.

Ammunta suoritettiin reppujakkaralla istuen apuna käyttäen säädettävää kaksijalkaista ampumatukea (Kuva 10). Tällä menetelmällä ammutaan myös tulevissa maastokokeissa, jolla saadaan varmistettua tukeva ja varma laukaus. Ampumaetäisyydet määritettiin etäisyysmittarilla.

Kuva 10. Tämä ampumatyyli todettiin hyväksi tulevia maastokokeita varten.



5.4 Uppoumat

Uppoumia määritettiin jokaiselta ampumaetäisyydeltä aina laukausten välissä. Tarkkojen tulosten saaminen oli haastavaa, sillä mittaukset toteutettiin kenttäolosuhteissa ja olivat enemmänkin suuntaa-antavia. Uppoumien määrittämisessä muuttujina olivat muun muassa pölkkyjen välinen kuoren paksuuden vaihtelu, joka suurimpana tekijänä muuttaa laukauskohdaisia tuloksia. Kuoren paksuuden vaihtelua esiintyi myös yhdessä ja samassa pölkkyssäkin, josta hyvänä esimerkkinä toimi männyn tyvipala. Siinä huomattiin, että pölkyn alaosassa haulit olivat hädän tuskin edes päässeet kilpikaarnan lävitse itse puuainekseen asti. Pölkyn yläpäässä puolestaan uppouma saattoi yltyä vähän puuainekseen.

Haulien tehon havaittiin hiipuneen 70 metristä sen verran, että ne jäivät ainoastaan kuoreen kiinni. 60 metristä haulit olivat hieman syvemmillä, mutta eivät vielä puuaineksessa asti.

Ampumaetäisyyden siirryessä 50 metriin, havaittiin ensimmäisten haulien saavuttaneen puuaineksen. Uppouma siihen oli vielä melko vähäistä, noin yhden millimetrin luokkaa (Kuva 11). Tässä vaiheessa saatiin ensimmäisiä havaintoja siitä, että lyijyn upotus olisi aavistuksen suurempi kuin teräksen.

Kuva 11. Teräshaulipatruunalla 50 metristä ammuttuna hauli oli heti kuoren jälkeen millimetrin verran puuaineksessa.



Seuraavat kaksi laukausta ammuttiin 40 metristä. Tältä matkalta haulit olivat jo selvästi puuaineksessa, upotuksen ollessa noin kolmen millimetrin luokkaa. Ampumamatkan muututtua 30 metriin, oli haulien upotus neljän millimetrin luokkaa puuaineksessa. Lyijyllä oli edelleen pieni etumatka uppoumassa. Lisäksi tältä matkalta saatiin ensimmäistä kertaa lyijyn hauliparvelle oikeaoppinen kuvio. Viimeiset kaksi laukausta ammuttiin 20 metristä.

Paperista arvioitiin, että tältä matkalta pölkkyssä olisi yli sata lyijyhaulia yhdeltä laukaukselta. Vastaavasti teräksen kohdalla haulimäärä oli hieman yli 50:n kappaleen. Tuloksesta näkyi käytetty supistusaste, jolla oli merkittävä vaikutus syntyvään haulikuvioon. Lyhimmältä matkalta lyijy- ja teräshaulit olivat uponneet arviolta viiden-kuuden millimetrin verran puuainekseen.

Yhteenvetona tultiin siihen tulokseen, että patruunat käyttäytyivät hyvin samalla tavalla ja lähtönopeudet vastasivat toisiaan. Upotuksen suhteen patruunoiden käyttäytyminen oli hyvin oletettavaa ja loogista. Ampumamatkan kasvaessa aina kymmenellä metrillä oli upotus millimetrin tai kahden heikompa, johtuen suoraan haulien tehon hiipumisesta. Ampumamatkojen suhteen oltiin löydetty sopivat etäisyydet maastokokeita varten. Käytössä olleet patruunat olivat testitulosten perusteella vertailukelpoiset, jonka myötä oli hyvä lähteä tuleviin maastokokeisiin.

6 Teräshauleja sisältävien puiden sahaus ja vaikutukset sahalaitoksen terien kuntoon

Ensimmäisessä maastokokeessa tarkoituksena oli suorittaa törmäytys teräshaulien ja sahanterien välillä. Suoritusajankohta sijoittui vuoden 2022 marraskuun alkuun. Maastossa valmistelut aloitettiin valitsemalla kohdekuvion männiköstä kahdeksan rinnankorkeusläpimitaltaan noin 22 senttimetristä runkoa. Valitut rungot kaadettiin moottorisahalla ja niistä jokaisesta otettiin yksi kolmen metrin mittainen pölkky. Kokeen kannalta haettiin mahdollisimman ohutkuorista pölkkyä, jonka seurauksena rungoista jätettiin aina tyvitukki metsään (Kuva 12). Kuviolle oli tulossa harvennus, jolloin loppuosat rungoista menivät hyötykäyttöön. Tyvitukin jälkeiselle pätkälle tavoiteltiin latvaläpimitaksi 15-18 senttimetriä kuoren päältä mitattuna. Nämä läpimitat valittiin yhteistyösahan pyynnöstä, sillä kyseinen sahalaitos käyttää maksimissaan 19 senttimetrisiä pölkkyjä. Lisäksi ohuempikuoriseen puuhun haulien oletettiin uppoavan syvemmälle.

Kahdeksaan koepölkkyyn päädyttiin siitä syystä, koska tällainen määrä todennäköisesti antaisi jo riittävän määrän dataa. Vähäisempi koepölkkyjen määrä olisi saattanut jättää

edelleen kysymyksiä ilmoille. Kokeen tarkoituksena oli saada sahanterät varmuudella kohtaamaan teräshauleja.

Kuva 12. Oikean katkaisukohdan valitseminen koepölkkyä varten.



Näihin pölkkyihin tarkoituksena oli ampua 3,5 millimetriä sisältävillä teräshaulipatruunoilla. Rungot valmisteltiin ammuntaa varten kietomalla ne nurinperin olevan haulikkotaulupaperin sisään, mistä pystyttiin laskemaan osuneiden haulien määrä. Tämän avulla saatiin selville, millaisen määrän hauleja sahanterät saavat vastaan. Huomioitavaa oli, että kuorikerroksessa mahdollisesti olevat haulit putoavat pois kuorinnassa.

Seuraavassa vaiheessa siirryttiin valmistelemaan itse ammutaprosessia. Tavoitteena oli ampua pölkkyihin viideltä eri etäisyydeltä, jotka olivat 40, 30, 20, 15 sekä 10 metriä.

Matkoilta 40, 30 ja 20 metriä ammuttiin neljä laukausta siten, että pölkkyä käännettiin laukausten välillä aina 90 astetta. Lisäksi näiltä matkoilta ammuttiin vielä toistosarja. Näin varmistuttiin siitä, että koepölkkyissä olisi varmuudella runsas määrä hauloja. Matkoilta 15 ja 10 metriä ammuttiin vain yksi laukaus hauliparven ollessa hyvin suppea, jolloin valtaosa haulaista päätyi runkoihin pienelle alueelle. Näin varmistuttiin, että sahanterät todella joutuisivat koetukselle. Kaikkiaan tässä maastokokeessa ammuttiin yhteensä 26 laukausta. Itse ammunta tapahtui reppujakkaralla istuen kaksijalkaista ampumatukea hyödyntäen.

Puut kaadettiin ensiksi siitä syystä, että pystypuiden ampuminen olisi ollut mahdotonta ilman hajahaulien osumista ympärillä oleviin puihin. Seuraavana haasteena oli keksiä, miten koepölkkyt saatiin pystytettyä ammuntaa varten. Pölkkyt haluttiin ampua pystyasennossa, koska tämä vastaisi realistista metsästystilannetta. Tämän myötä niihin oli myös helpointa osua. Ongelma ratkaistiin kuvion laidassa olevan vanhan kelon avulla, jota vasten koepölkkyt saatiin pystytettyä (Kuva 13). Tällöin päästiin myös ampumaan takana olleeseen hakkuuaukkoon, jolloin hajahaulit päätyivät turvalliseen suuntaan. Lisäksi etuna oli mahdollisuus ampua rinteestä, jolloin laukaukset kohdistuivat siis lopulta maata vasten (Kuva 14).

Paperiin käärityt pölkkyt asetettiin yksi kerrallaan keloja vasten. Keskelle paperia maalattiin tähtäyspiste spraymaalilla, johon ammuttiin. Ensimmäiseksi ampumamatkaksi mitattiin etäisyysmittarilla 40 metriä. Tältä matkalta ammuttiin yhteensä kahdeksan laukausta kahteen eri pölkkyyn, eli neljä kumpaankin. Aina kun yksi pölkky saatiin ammuttua valmiiksi, se nostettiin peräkärjelle osuneiden haulien määrän laskentaa varten. Ampumapaikalle vaihdettiin ampumaton pölkky ja sama kaava jatkui kaikilta matkoilta. Poikkeuksena olivat 15 ja 10 metriä, joilta kummaltakin ammuttiin vain yhden laukauksen per pölkky.

Kuva 13. Ammuttavat pölkkyt pystytettiin keloja vasten.



Kuva 14. Ammuntaprosessi.



Maastokokeen aikana ammuttiin yhteensä 26 laukausta. Laukausten perusteella tehtiin havainnollistava taulukko saaduista tuloksista (Taulukko 2.). Haulimääriä laskiessa merkattiin osumakohta aina tussilla (Kuva 15). Paperissa saattoi olla päällekkäisiä laukauksia pölkyn reunasta katsottuna, joka hankaloitti laskentaa. Laskelmien mukaan kahdeksassa ammutussa pölkyssä oli 1 183 teräshaulia.

Taulukko 2. Pölkkykohtaiset haulimäärät kappaleittain sekä prosentteina.

Sahapuut 1.11.2022								
					Supistusaste	Yhden patruunan haulimäärä		
					Paranneltu sylinteri, IC	198		
Haulimateriaali	Puun numero	Ampumamatka, m	Laukausten määrä, kpl	Haulimäärä rungossa, kpl	Kokonaishaulimäärä, kpl	Haulimäärä rungossa %		
Teräs	1	40	4	112	792	14,14 %		
Teräs	2	40	4	122	792	15,40 %		
Teräs	3	30	4	160	792	20,20 %		
Teräs	4	30	4	161	792	20,33 %		
Teräs	5	20	4	236	792	29,80 %		
Teräs	6	20	4	248	792	31,31 %		
Teräs	7	15	1	74	198	37,37 %		
Teräs	8	10	1	70	198	35,35 %		
Yhteensä			26	1183	5148	22,98 %		

Kuva 15. Haulien laskennassa paperiin kirjattiin puun numero, ampumamatka, haulien määrä sekä laukasten määrä matkalta.



6.1 Valmistelut ennen koesahausta

Pölkkyjen ammunnan ja haulien laskennan jälkeen ne kuormattiin peräkärriyn. Seuraavaksi lähdettiin ajamaan kohti yhteistyösahaa, missä koeput sahattiin sahatavaraksi. Paikan päällä koko prosessia päästiin seuraamaan vaihe vaiheelta. Puut sahattiin sahalaitoksella käytössä olleella Veisto R115-sahalla.

6.1.1 Kuorinta

Perille päästyä kuorma purettiin sahan pihaan. Siitä koeput siirrettiin pyöräkuormaajan tukkikouralla prosessin alkupäähän, eli sisäänotettavaksi kuorintaa varten. Valvomosta käsin seurattiin, kun linjasto käynnistettiin ja pölkyt kierähtivät yksi kerrallaan liukuhihnalle kohti kuorintaa. Pölkyt kuorittiin sahalaitoksen kuorintalinjan prosessissa.

Kuorinnan jälkeen ne putosivat ohjelmoinnin tuloksena yhteen ja samaan lokeroon. Tämän jälkeen lokeroilla tehtiin silmämääräinen tarkastelu, että näkyisikö kuorituissa puissa merkkejä hauleista. Pölkyjen pinnoissa huomattiin olleen runsaasti haulien sisäänmenoreikiä vielä kuorinnan jälkeenkin (Kuva 16). Koe vaikutti tähän asti lupaavalta, kun saatiin varmistus haulien päätymisestä myös sahaukseen asti. Ennakoon oltiin pohdittu pidempien ampumamatkojen vaikutusta kuorintaan. Tällöin uppouman ollessa vähäisempää osa hauleista saattaa pudota pois jo kuorinnassa, ollessaan liian pinnassa.

Kuva 16. Puissa oli runsaasti hauleja vielä kuorinnan jälkeenkin.



Upotus näytti vaihtelevan ampumamatkan mukaan. Osassa pölkyissä haulit eivät näkyneet yhtään sisäänmenorei'istä, saati olleet koholla tunnusteltaessa. Osassa pölkyissä puolestaan osumakohtien puuaines oli vähän koholla, mikä kertoi haulien uppoumaa vähäisemmäksi. Joissain pölkyistä hauli oli osittain näkyvissäkin.

Silmämääräisen tarkastelun jälkeen tutkittiin tarkemmin haulien upotusta. Niistä muutama veistettiin esille puukkoa apuna käyttäen (Kuva 17). Hauli oli uponnut puuainekseen 8-10 millimetriä lyhimmältä ampumamatkalta kymmenestä metristä. Uppouma väheni noin 1-2 millimetriä sitä mukaan, kun ampumamatkan tuli 10 metriä lisää.

Kuva 17. Uppouman selvitys puukolla veistäen.



6.1.2 Teräasete

Seuraavaksi pölkyt nostettiin lokerosta pyöräkuormaajalla sisäänotettavaksi sahalinjalle. Sahalaitoksessa päästiin tutustumaan käytettävään Veisto R115-sahaan. Siihen oli juuri meneillään terien vaihto sahaustarpeen mukaisesti. Siinä käytettiin neljää kappaletta otsateriä, kahta kappaletta jakoteriä sekä kahdeksaa kappaletta talttateriä (Kuva 18).

Otsaterä sahasi tukista pinnan, josta muodostuneesta vajasärmästä talttaterät hakettivat ensimmäisen siivun haketta. Koukkuterät hakettivat siitä lopun. Otsaterien ja talttaterien työnkuvan vuoksi ne joutuivat kaikista kovimmalle rasitukselle, koska kokeen myötä haulit olivat hyvin pinnassa kuorinnan jäljiltä. Jakoterien tehtävänä oli asetteen mukaisesti sahata kappale tietyn kokoiseksi. Tämän vuoksi jakoteriin kohdistui pienempi riski osua epäpuhtauksiin, koska ne sahasivat syvempää puuainesta.

Sahalle saapuminen oli ajoitettu siten, että koesahaus tapahtui vuoronvaihdon yhteydessä. Se aloitettiin juuri vaihdetuilla teroitetuilla terillä, joilla sahattiin vain nämä koepölkyt. Kokeen kannalta oli erittäin tärkeää, että terät olivat virheettömät ja kohtasivat ainoastaan koepölkyt. Tällöin nähtiin ja pystyttiin yksilöimään, minkä verran uudet ja virheettömät terät mahdollisesti kuluivat. Terät irroitettiin heti puiden sahauksen jäljiltä, jolloin niitä saatiin itse tutkia. Tämän jälkeen ne toimitettiin ammattilaisten arvioitavaksi ja teroitettavaksi.

Terien vaihtoväli on aina joka vuoron päätteeksi, jolloin uusi vuoro päästään aloittamaan teroitetuilla terillä. Välillä tosin terät joutuu vaihtamaan kesken vuoronkin, jos sahattava puu on poikkeuksellisen paljon teriä kuluttavaa. Tällaisia kuluttavia tekijöitä ovat etenkin kivet, maantiepöly ja kurakelit. Vallankin kelirikkokelien aikaan terät joutuvat kovemmalle koetukselle.

Kuva 18. Teräasetteesta näkyy kaksi otsaterää sekä talttateriä.



6.2 Sahaus

Teräasetteessa ne oli säädetty sahaamaan 120x120 millimetristä sahatavaraa. Ennakkoon oli arvioitu koepuiden läpimitta huomioon ottaen, että tämän kokoisen asetteen myötä terät varmasti kohtaisivat hauleja. Haulien tiedettiin olleen melko pinnassa kuoritussa puussa, joten ensimmäinen pölkky koesahattiin vain poistamalla vajaat särmät. Tämän mallin sahasta ei otettu talteen vajaasärmäistä sivulautaa, vaan pelkkajyrsimet ja talttareät hakettivat nämä sivulautoiksi kutsutut osat pois.

Ensimmäinen koepölkky oli sahattu, joka oli numeroinniltaan viides pölkky (Kuva 19). Se oli ammuttu siis 20 metristä, jolloin siinä tiedettiin olleen paljon hauleja tehokkaalta ampumaetäisyydeltä. Ensimmäisen sahauksen tuloksia mentiin tarkistamaan, jonka myötä sahauspinnoissa huomattiin hauleja. Heti ensimmäisen koepölkyn sahauksen myötä oltiin varmuudella onnistuttu tavoitteessa; sahanterät ja haulit olivat todellakin kohdanneet. Tarkastelun perusteella haulit näyttivät olleen kokonaisia, sillä vastaan ei tullut yhtäkään puolittunutta haulia (Kuva 20). Terän kohdanneessa haulin pinnassa saattoi näkyä lievä jälki, kun terä oli tavallaan kiillottanut pinnan. Sahauspinoista irtosi myös joitain hauleja, joka varmisti niiden olevan kokonaisia sahauksen jäljiltä.

Ensimmäisten sahaustulosten myötä tultiin siihen tulokseen, että teräshaulien kovuuden vuoksi ne liikahtavat kuopassaan puuaineksessa terän edellä. Materiaalina lyijy puolestaan olisi niin pehmeää, että sellaiseen hauliin jäisi helpommin jälki terän kohdatessaan. Haulien pyöreän muodon ja suhteellisen pienen koon vuoksi ne herkemmin saattavat elää puuaineksessa terän pakottamana. Vallankin haulien sisäänmenoreiän kanava saattaa mahdollistaa tällaisen liikahtamisen. Verratessa esimerkiksi naulojen, pulttien ja kranaatinsirpaleiden muotoon, niillä ei ole mahdollisuutta liikahtaa terän edellä. Tällöin terä joutuu kovemmalle koetukselle.

Kuva 19. Ensimmäinen pölkky sahattuna.



Kuva 20. Sahauspinnassa näkyviä hauleja.



Valmis sahatavara nostettiin sivuun ja koe jatkui. Ensimmäisen koepölkyn sahaamisen jälkeen päädyttiin muuttamaan sahausasetetta. Tämän uuden asetteen myötä jakoterät otettiin käyttöön ja sahatavara tuli 60x120 millimetrinen ulos sahasta. Tämän avulla haluttiin selvittää, ovatko haulit päässeet uppoumaltaan syvemmälle kohti ydinpuuta.

Uusi asete otettiin käyttöön sahaamalla järjestyksessään toinen pölkky. Numeroinniltaan kyseessä oli pölkky numero kolme, joka oli ammuttu siis 30 metristä. Sahauksen jälkeen tarkasteltiin uuden asetteen lopputulosta. Ulkopinnoissa näkyi edelleen hauleja, mutta ydinpinnoissa ei. Tämä oli hyvin oletettavaakin, sillä olihan sahatavara 60 millimetriä paksua. Loput pölkyt sahattiin tällä samalla asetteella ilman välitarkasteluja. Puut oli hetkessä sahattu ja nostettu linjastolta sivuun omaan pinoonsa. Lopuksi pino pannoitettiin ulosnostoa varten. Ulkona sahaus tuloksia tutkittiin lisää, kun sahatut puut oltiin nostettu peräkärryn kyytiin. Ampumamatkan mukaan vaihteli, minkä verran sahatavarassa näkyi enää hauleja.

Osassa sahauspinnoissa näkyi vain yksittäisiä hauleja, kun puolestaan jossain saattoi olla paljonkin hauleja pienellä alueella (Kuva 21).

Kuva 21. Pienellä alueella näkyvissä useita hauleja.



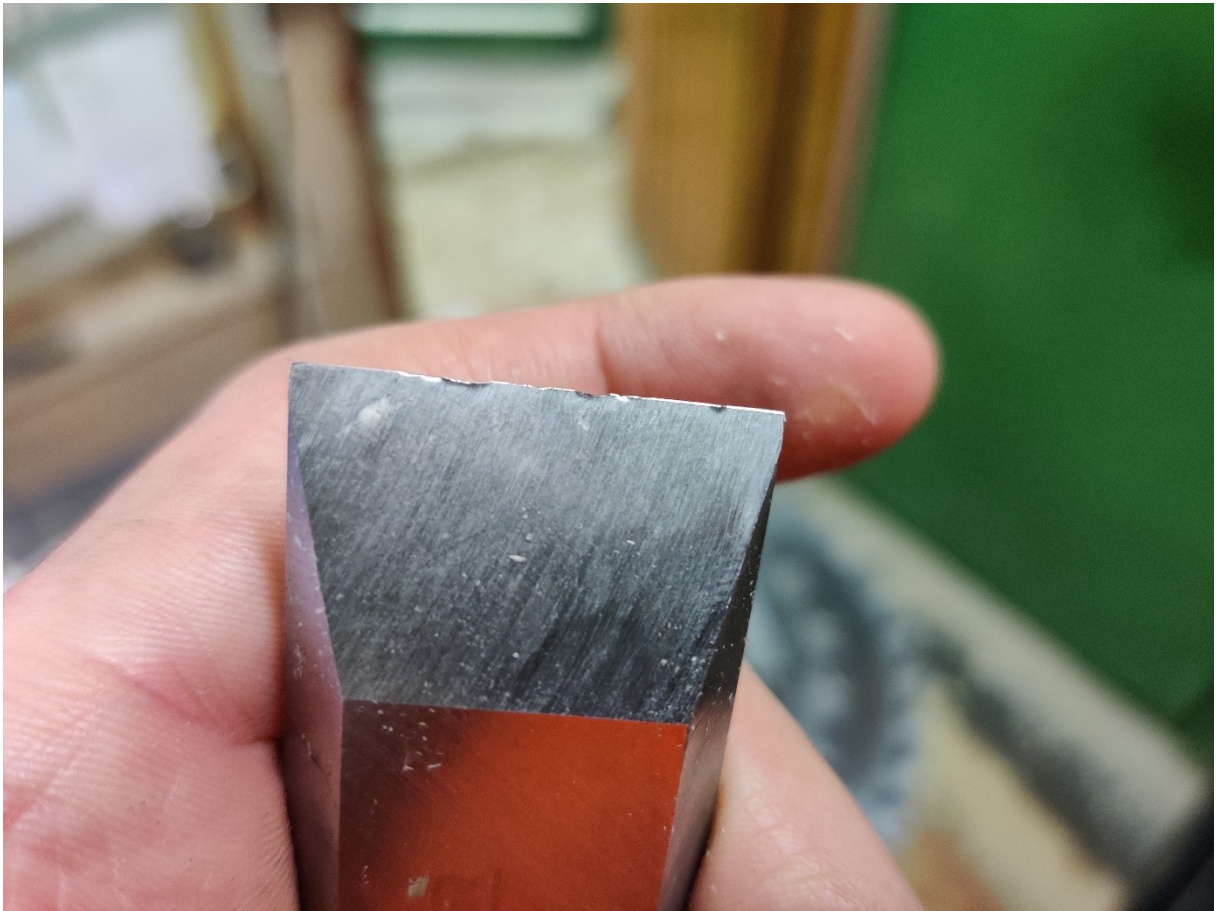
6.3 Sahanterien irroitus ja kunnon analysoiminen

Heti sahauksen jälkeen teräsetteet paljastettiin sahan uumenista terien irroittamista varten. Kokeessa käytössä olleet neljä otsaterää, kaksi jakoterää ja kahdeksan talttaterää irroitettiin kiinnikepulteistaan pulttipyssyllä. Teriä tarkasteltiin silmämääräisesti heti irroittamisen jälkeen. Tämän tuloksena niissä huomattiin selvää kulumaa. Otsaterissä ja jakoterissä näkyi joitain kovapalahampaiden kulmien lohkeiluja (Kuva 22). Talttaterät olivat puolestaan painanteilla (Kuva 23).

Kuva 22. Otsaterässä sormien välissä oleva hampaan kulma lohjennut, toinen hammas ehjä.



Kuva 23. Talttaterässä näkyy selvää kulumaa.



On otettava huomioon, että kokeen sisältämä teräshaulimäärä ei ole millään lailla realistinen aitoon metsästystilanteeseen verrattuna. Siinä puihin saattaa päätyä yksittäisiä hajahauleja, mutta tässä kokeessa liian vähäinen haulimäärä olisi aiheuttanut ongelmia saada luotettavaa tulosta. Aiemmin havainnollistetun taulukon perusteella esimerkiksi 40 metristä tämän kokoiseen puuhun päätyy ainoastaan noin 30 haulia yhdellä laukauksella. Mikäli oltaisiin mallinnettu tällaista realistista riistalaukausta, kuorinnan jälkeen sahattavaksi menevässä puussa ei välttämättä olisi ollut enää paljoakaan hauleja. Tällöin terät eivät olisi kohdanneet riittävässä määrin teräshauleja.

6.4 Terähuollon haastattelu

Pyöröterien eli tässä tapauksessa otsa- ja jakoterien kunnostus tapahtuu pääsääntöisesti koneellisella teroittamisella. Kulumasta riippuen terän saattaa joutua teroittamaan

enemmän kuin yhden kerran. Kovapalahampaan ollessa tarpeeksi huonossa kunnossa, se vaihdetaan kokonaan. Mikäli lähemmäs puolet hampaiden kovapaloista alkaa olla huonossa kunnossa, vaihdetaan kaikki terän kovapalahampaat kerralla. Talttaterien kohdalla kunnostus tapahtuu siten, että talttaosaa teroitetaan kunnes painauma teroituu pois.

Koepuiden sahaamisen jäljiltä neljään otsaterään vaihdettiin 13 kovapalahammasta. Yhdessä otsaterässä oli 36 kovapalahammasta, joten käytössä olleissa neljässä otsaterässä niitä oli yhteensä 144 kappaletta. Vaihdeettavien kovapalojen prosentuaalinen määrä oli silloin 9% kokonaishammasmäärästä. Yhtä otsateristä tarvitsi teroittaa kahteen kertaan. Käytössä olleiden kahden jakoterän osalta toista tarvitsi teroittaa kahteen kertaan. Yhdessä jakoterässä kovapalahampaita oli 18 kappaletta. Talttateriä teroitettiin koneellisesti niin kauan, kunnes kuluma teroitui pois.

Normaalin sahausken jäljiltä syntyvää kulumaa selvitettiin, jonka myötä otsateriin vaihdetaan yleensä 1-2 kovapalaa per terä. Tämän perusteella teräshaulikokeen kuluma oli suurempaa, mutta poikkeuksellisen suuri teräshaulimäärä vaikutti tuloksiin. Muutoin sahaamisen aikana syntyvä normaalikuluma on otsaterissä hieman pienempää. Talttaterissä puolestaan ei ollut huomattavaa eroa kulumisessa eikä sen enempää lohkeamiakaan, kuin ajettaessa hiekkaisia puuta. Terähuollon mukaan sahauskoe oli näin ollen verrattavissa täyden kahdeksan tunnin vuoron aikana syntyneeseen kulumaan, kun sahataan hiekkaista puuta. Realistisessa tilanteessa teräshauleja tulee esiintymään satunnaisesti, paljon vähemmän kuin tämän kokeen myötä. Näin ollen kukaan ei huomaa mitään eroa kivien ja muiden epäpuhtauksien aiheuttamasta normaalista kulumasta.

6.5 Maastokokeen tulokset ja johtopäätökset

Teräshaulien ja terien välinen törmäytyskoe ei olisi keskeyttänyt sahaamista, sillä terien kuluminen ei ollut niin vakavaa. Kokeen myötä tultiin siihen tulokseen, että käytettyjen terien kuluma oli verrattavissa epäpuhtauksia sisältävän puun sahaamiseen kokonaisen vuoron ajalta. Tavallisimpia epäpuhtauksia ovat hiekka, kivet ja kura. Näin ollen todellisuudessa ei pystytä sanomaan, johtuuko terien kuluma näistä epäpuhtauksista, vaiko yksittäisistä teräshauleista.

Teräshaulien esiintyminen ei aiheuta muutoksia sahaukseen, etenkin kun otetaan huomioon kokeessa käytetty suuri teräshaulimäärä. Kahdeksassa koepölkkyssä oli 1 183 haulia, joka vastasi painoltaan 210 grammaa terästä. Todellisuudessa sahattavien puiden sisältämä teräshaulimäärä tulee olemaan satunnaista ja paljon vähäisempää, kuin tässä kokeessa.

Kokeessa tehtyjen havaintojen perusteella teräshaulien pieni koko ja pyöreä muoto aiheuttivat sen, että haulit väistivät terää tai irtosivat kokonaisena puusta. Esimerkiksi pulteilla, nauloilla ja kranaatinsirpaleilla ei ole mahdollisuutta liikkua terän edellä. Kokeen perusteella teräshaulit eivät aiheuta merkittäviä haittoja sahatavaran tuotannossa.

7 Maastokoe lyijy- ja teräshaulien tarttuvuudesta puihin

Toisessa maastokokeessa ideana oli vertailla eroja tarttuvuuden osalta lyijy- ja teräshaulien välillä. Tavoitteena oli myös selvittää eri etäisyyksiltä ammutuista laukauksista tukkirunkoon uppoutuvia haulimääriä. Lisäksi selvitettiin, miten männyn ja kuusen erilaiset kuorikerrokset vaikuttivat haulien tarttuvuuteen sekä uppoumaan.

Maastokokeen toinen osio suoritettiin ensimmäisen tavoin Itä-Suomessa. Kokeeseen sopiva leimikko löytyi yhteistyökumppanin kautta (Kuva 24). Leimikolla suoritettiin koneellinen harvennus sekä korjuu ammuntojen valmistuttua. Tavoitteena oli ampua lyijy- sekä teräshauleilla yhteensä 48 koerunkoa, jotka toimitettiin toiselle yhteistyösahalla röntgenkuvattavaksi. Siellä tarkoituksena oli ajaa koepuut pelkästään tukkiröntgenin sekä metallinilmaisimen lävitse. Näitä tukkeja ei siis ollut tarkoitus sahata. Puolet rungoista ammuttiin lyijyhauleilla ja puolet teräshauleilla. Röntgenkuvien avulla tarkasteltiin lyijy- ja teräshaulien mahdollisia tarttuvuuseroja.

Koepuille suunniteltiin numerointi maastokoetta varten, josta selvisi puukohtaiset tiedot. Kokeen loppuun asti jokaiselle numeroidulle puulle piti olla selvillä puulaji, käytetyn patruunan haulimateriaali ja ampumamatka. Ennakkoon numeroiduista koepuista tehtiin Excel-taulukko, jota pystyi seuraamaan maastossa suorittaessa ammuntoja. Tämän avulla pidettiin kirjaa, että jokainen koepuu tuli ammuttua.

7.1.1 Koepuiden kriteerit sekä -valinta

Koerungot koostuivat männyistä sekä kuusista, niiden ollessa yleisimmät sahattavat puulajit. Kokeessa rungot oli jaettu kahteen eri läpimittaluokkaan, jotka olivat rinnankorkeusläpimitoiltaan päätehakkuukohteella 27-29 cm ja harvennushakkuukohteella 19-21 cm. Kyseiset läpimittaluokat valittiin, jotta koerungot mallinsivat realistista harvennustarvetta. Päätehakkuuluokassa ei valittu kaikista suurimpia runkoja. Siihen vaikutti järeämpien puiden saatavuus leimikoilta, jotta tulokset olivat vertailukelpoisia. Kuusikkokohteelta oli haastavampaa löytää järeämpiä puita. Alueen ollessa mäntypainotteista, se aiheutti haasteita löytää sopivat kohteet järkeviltä etäisyyksiltä. Tästäkin syystä päädyttiin pienempään läpimittaluokkaan, joka mahdollisti vierekkäisten kuvioiden hyödyntämisen.

Kuva 24. Männikkökuvio.



7.1.2 Koepuiden ampuminen

Koerungoista hyödynnettiin 5,5 metrinen tyvitukki. Siihen ammuttiin sekä tyvi- että latvapäähän. Tyvellä ammuttiin rinnankorkeudelle 1,5 metrin korkeudelle. Tällä lauksella mallinnettiin maan tasalle kohdistuvaa riistalaukausta esimerkiksi jäniksen metsästyksessä. Latvapään ammunta tapahtui 4 metrin korkeudelle. Tällä laukauksella tarkoituksena oli mallintaa metsäkanalintujahdissa tapahtuvaa riistalaukausta.

Ylempi laukaus ammuttiin neljään metriin, ettei hauliparvi yltäisi 5,5 metrin katkaisukohtaan yläpuolelle. Loppuosa rungosta hyödynnettiin leimikon harvennuksen mukana. Tästä johtuen yritettiin varmistua siitä, että hauleja ei päätyisi hyödynnettävien puiden mukana sahanteriin.

Ampumakorkeuksien hahmottamisessa hyödynnettiin itsetehtyjä mittakeppejä. Tällä tavoin ampumakorkeudet saatiin pysymään vakiona, mikä oli olennaista kokeen kannalta. Tyvipään tähtäyspiste maalattiin spraymaalilla käyttäen apuna 1,5 metrin korkuista mittakeppiä. Latvapään tähtäyspisteen hahmottamisessa hyödynnettiin 4 metrin mittakeppiä, jonka pää oli maalattu oranssiksi. Mittakeppi nostettiin rungon viereen pystyyn ammunnan ajaksi. Oranssi väri helpotti ampumakohdan hahmottamista oksien seasta.

Ampumamatkoiksi oli valittu 20, 30, 40, 50, 60 ja 70 metriä. Nämä kyseiset ampumamatkat määriteltiin tarttuvuustestin perusteella, joka suoritettiin ennakkoon Hyvinkään ampumaradalla. Matkojen 20, 30 ja 40 metriä tarkoituksena oli mallintaa realistista metsästystilannetta. Matkoilta 50, 60 ja 70 metriä haettiin tietoa, miten hajahaulit vielä tarttuisivat tai uppoaisivat runkoihin pidemmiltä matkoilta maasto-olosuhteissa. Etenkin näiltä matkoilta ammunnan toteuttaminen oli hankalaa. Varsinkin kuusikkokohteella puusto oli hyvin tiuhaa ja oksat todennäköisesti estivät osan hauleista päätymisen kohderunkoon.

Jokaiselta matkalta ammuttiin kaksi laukausta eli yhteensä 96 patruunaa. Näistä 48 kappaletta oli teräshauleilla ja 48 kappaletta lyijyhauleilla. Itse ammunta tapahtui samalla tavalla, kuin ensimmäisessä maastokokeessa reppujakkaralla istuen sekä kaksijalkaista ampumatukea hyödyntäen. Ampumamatkat mitattiin etäisyysmittarilla. Näissä

ammunnoissa korostui punapistetähtäimen hyöty. Etenkin pitkät matkat olisivat olleet entistä vaikeampia ampua ilman sitä.

7.1.3 Ammunnan jälkeiset toimenpiteet

Aina yhden rungon ammunnan jälkeen siihen tehtiin ensimmäisenä silmämääräinen tarkastelu. Tällä menetelmällä analysoitiin, kuinka laukaukset olivat onnistuneet. Etenkin pitkiltä ampumamatkoilta kiinnosti tutkia, onko hauloja päätyneet runkoihin ja kuinka paljon mahdollinen uppouma oli. Ampumamatkoilta 20-50 metriä haulien arvioitiin uppoavan puuainekseen asti (Kuva 25). Pisimmiltä ampumamatkoilta 60 ja 70 metristä yksittäisten haulien havaittiin jäävän kuoren pintaan näkyviin (Kuva 26).

Kuvat 25 ja 26. Puuainekseen uponneet haulit ja kuoren pintaan jäänyt hauli.



Seuraavaksi koerunkoihin tehtiin selvä numerointi, jotta tunnistettavuus säilyi moton käsittelyn jälkeenkin. Kokeen kannalta oli olennaista, että rungot pysyivät tunnistettavina röntgenkäsittelyyn asti. Tällä varmistettiin, että jokaiselle numeroidulle puulle saatiin haulimäärä selville. Puiden numerointi tapahtui veistämällä puun kyljet auki kahdelta kantilta, jotka olivat 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Näihin veistopintoihin merkittiin

puun numero tukkiliidulla sekä maalikynällä (Kuvat 27 ja 28). Tällä menetelmällä varmistettiin, että numerointi säilyi tunnistettavana moton käsittelyn jälkeenkin. Lisäksi korjuuyrittäjä oli ohjeistettu siirtämään numeromerkinnät tukin molempiin päihin katkonnan jälkeen. Koepuut ajettiin varastopaikalle omaan erilliseen pinoonsa odottamaan kaukokuljetusta. Toteutuksen suunnittelussa eniten vaikeuksia tuotti puiden numeroinnin tunnistettavuuden varmistaminen, koska koko maastokoe oli riippuvainen siitä.

Kuvat 27 ja 28. Käytetty merkkaustyöli



Lisäksi koerungot merkittiin neonvihreällä spraymaalilla, jotta motokuskin oli helpompi havaita ammutut rungot leimikon muiden puiden seasta. Numeroitujen puiden sijainnit merkittiin Tracker-paikannusohjelman kartalle. Nämä merkinnät välitettiin leimikkokartan ja korjuuohjeen lisäksi korjuuyrittäjälle.

7.2 Puiden toimittaminen tukkiröntgeniin

Korjuun jälkeen oli sovittu, että kuljetusyrittäjä toimittaa puut määräaikaan mennessä yhteistyösahalle. Tässä maastokokeessa yhteistyökumppanina oli eri sahalaitos, kuin ensimmäisessä maastokokeessa. Toinen reissu Itä-Suomeen suoritettiin pari viikkoa ammuntojen jälkeen. Tarkoituksena oli käydä paikan päällä seuraamassa puiden ajattaminen metallinilmaisimen ja tukkiröntgenin lävitse. Tästä saatavan röntgendatan avulla tarkoituksena oli vertailla mahdollisia eroja lyijy- ja teräshaulien tarttuvuudesta puihin. Näitä

kyseisiä koetukkeja ei ollut tarkoitus sahata röntgenkuvaamisen jälkeen. Yhteistyösahan kanssa oli sovittu pelkästä röntgendatan saamisesta.

7.2.1 Koepuiden ajaminen metallinilmaisimen sekä tukkiröntgenin läpi

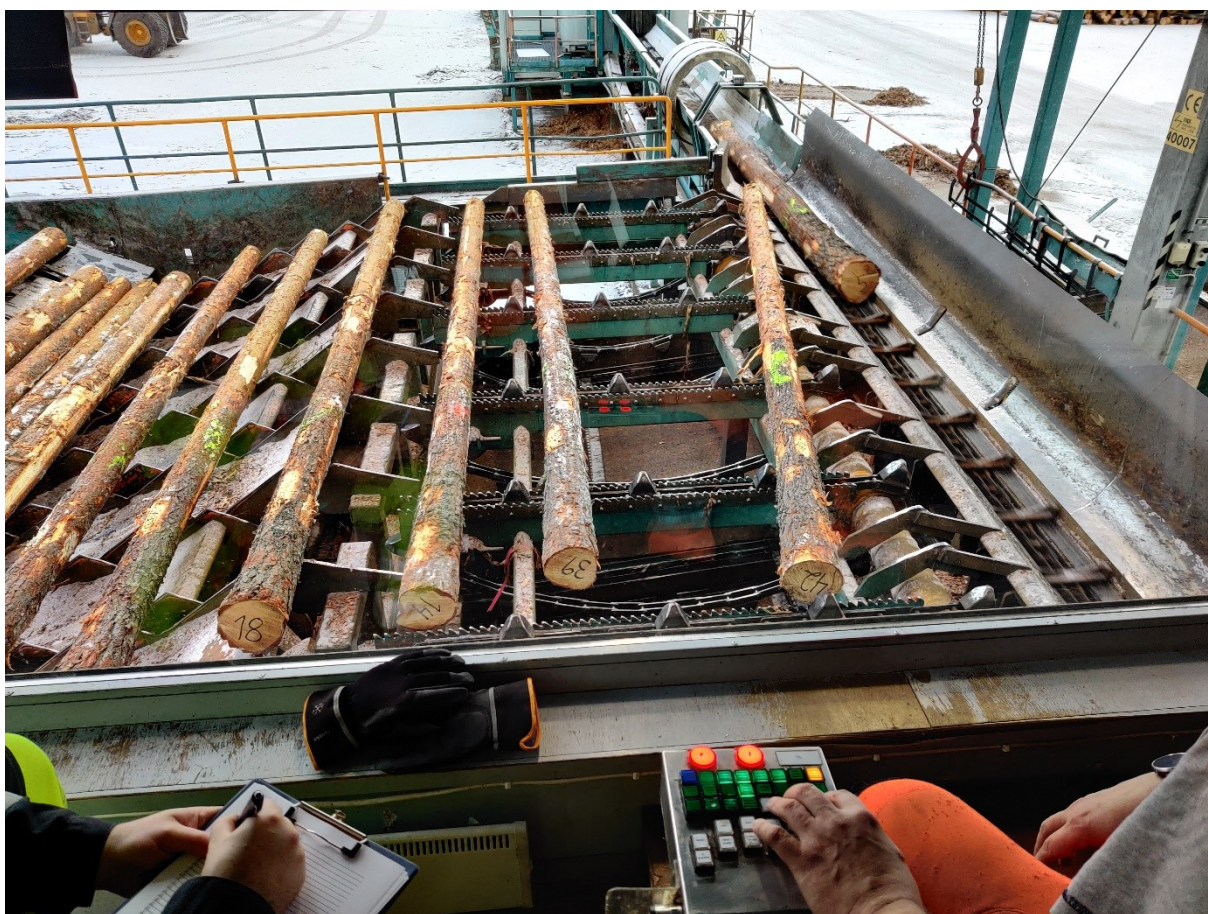
Perillä koepuut odottivat kentän laidalla tulevaa käsittelyä. Ennakkoon oli sovittu, että koepuut ajetaan neljään kertaan metallinilmaisimen sekä tukkiröntgenin lävitse riittävän tarkan datan saamiseksi. Sisäänottoa seurattiin valvomosta käsin (Kuva 29). Ensimmäisenä käsittelyyn otettiin mäntytykit. Ne ajettiin kaksi kertaa tyvipää edellä ja kaksi kertaa latvapää edellä. Tykit oli ohjelmoitu putoamaan samaan lokeroon prosessin päätteeksi. Lokerosta puut nostettiin pyöräkuormaajalla takaisin tukkipöydälle uutta kuvausta varten. Mäntyjen osalta metallinilmaisimen merkkasi rautapuun kolmen saman tukin kohdalla. Nämä olivat lyhimpien matkojen teräshauliammuntoja, jolloin niiden haulimäärä oli riittävä metallinilmaisimelle.

Kuusien osalta toistui sama kaava. Tykit ajettiin kaksi kertaa tyvipää edellä ja kaksi kertaa latvapää edellä. Kuusella metallinilmaisimen ilmaisi neljän ajokerran aikana samat kolme rautapuuta. Myös nämä rautapuut olivat lyhimpien matkojen teräshauliammuntoja. Kaikki puut ajettua, ne nostettiin sivuun kentänlaidalle (Kuva 30).

7.2.2 Röntgenkuvaus

Röntgenkuvaus tapahtui kuorellisesta puusta, niin kuin yleensäkin menetellään sahalaitoksilla. Tukkiröntgen kuvasi tykit kahdelta eri kantilta, jolloin niistä saatiin tarkempi data. Tykit ajettiin neljään kertaan tukkiröntgenin lävitse, jolloin niistä saatiin käsiteltäväksi neljä kuvaa per tykki. Tämän ideana oli, että voitiin valita paras kuva käsiteltäväksi. Numerojärjestyksestä pidettiin kirjaa, jossa tykit ajettiin röntgenin lävitse. Tämän avulla röntgenvalmistaja pystyi yhdistämään ja filtteröimään kaikki neljä kuvaa yhdestä ja samasta puusta. Näitä tietoja vertaamalla Excel-taulukkoon, saatiin selville numerokohtaiset ampumatiedot. Niitä olivat puulaji, läpimittaluokka, ampumamatka ja haulimateriaali.

Kuva 29. Koepuiden ajo metallinilmaisimen ja tukkiröntgenin lävitse.



Kuva 30. Koepuut röntgenkuvauksen jälkeen.



7.3 Röntgenkuvien käsittely

Röntgenkuviin aloitettiin merkkailemaan hauleja, kun saatiin ohjeet käsittelyä varten. Tukit filteröitiin numerokohtaisesti, jolloin niitä oli helppo vertailla ja valita paras. Parhaasta kuvasta tehtävänä oli rajata manuaalisesti jokainen hauli yksi kerallaan. Röntgenkuvasta haulit erottuivat zoomauksen myötä suorakulmion muotoisina. Merkkkaus tapahtui klikkaamalla jokaista nurkkaa, jolloin haulille muodostui kuvasta erottuva sinisenä näkyvä laatikko.

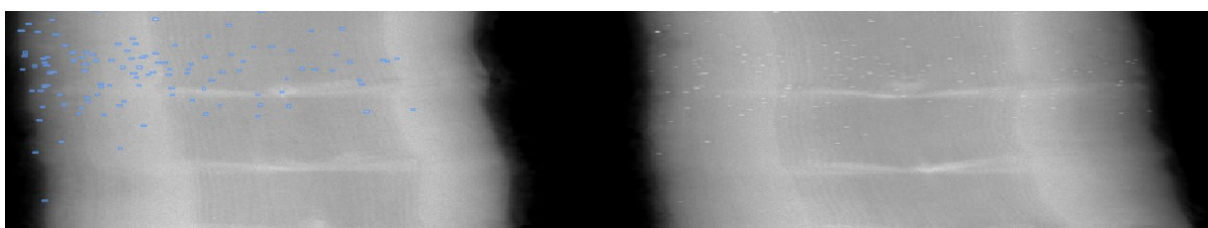
Koko projektin työläin vaihe oli merkata haulit 48 röntgenkuvasta, jossa meni useita viikkoja aikaa. Röntgenin kuvattua tukit kahdelta kantilta, yhdessä kuvassa oli aina sama tukki kahdesta suunnasta kuvattuna. Käsittelyvaiheessa eri suunnista otetut kuvat olivat rinnakkain (Kuva 31). Tästä johtuen käsiteltävänä oli 96 tukkia, vaikka numeroituja tukkeja

oli 48 kappaletta. Kaikki kuvat käsiteltyä, röntgenvalmistajalta saatiin tulokset merkkailujen perusteella. Niistä saatiin selville, paljonko yksittäisessä koetukissa oli hauloja.

Haulien merkkailun yhteydessä huomattiin, että osumisen suhteen oli onnistuttu. Varsinkin 70 metrin ampumamatkalta ampumalinjan löytäminen oli haastavaa etenkin tiheässä kuusikossa. Tästä huolimatta haulimäärät saatiin selville myös näille pisimpien matkojen koetukeille.

Tukkien haulimäärien havaittiin olleen suoraan verrannollisia suhteessa ampumamatkaan. Loogisestikin ajateltuna matkan kasvaessa hauliparvi laajenee, jolloin haulimäärä vähenee koerungoissa. Puolestaan 20 metrin ampumamatkoilta olevissa röntgenkuvissa hauloja oli hyvin runsaasti, koska hauliparvi oli vielä tiuha. Tästä jouhtuen niiden merkitseminen kuviin oli erittäin työlästä. Haulien erittäin tarkka rajaaminen edellytti kuvan monituhatkertaista zoomaamista. Parhaimmillaan 20 metristä ammutussa päätehakkuumäntytukissa oli 222 lyijyhaulia. Pienimmillään 70 metristä ammutussa harvennushakkuumäntytukissa oli 5 teräshaulia. Lisäksi lyhimpien matkojen kuvissa haulien havaittiin näkyvän epätarkemmin, johtuen haulien suuremmasta uppoumasta. Pisimmiltä matkoilta haulien uppouman oltua vähäisempää, ne näkyivät kuvissa paremmin.

Kuva 31. Röntgenkuvassa vasemmalla näkyvät merkatut haulit ja oikealla merkkeamattomat. Kuvaan rajattu ainoastaan osuma-alue, eikä koko tukkia näy.



7.4 Maastokokeen tulokset

Tuloksista havaittiin tukkien sisältämän haulimäärän olleen suoraan verrannollinen ampumamatkaan. Matkan kasvettua haulimäärä siis väheni. Röntgendatasta tehtyjen laskelmien perusteella lyijyhaulien määrä oli 2 030 kappaletta esiintyneessä tukkisumassa.

Tämä vastasi painoltaan 325 grammaa lyijyä. Prosentuaalisesti tukkeihin päätyi kaikkiaan 21 % ammutusta haulimäärästä. Teräshauleja puolestaan esiintyi tukkisumassa 1 890 kappaletta. Tämä vastasi painoltaan 333 grammaa terästä. Prosentuaalisesti tukkeihin päätyi kaikkiaan 20 % ammutusta haulimäärästä (Taulukko 3).

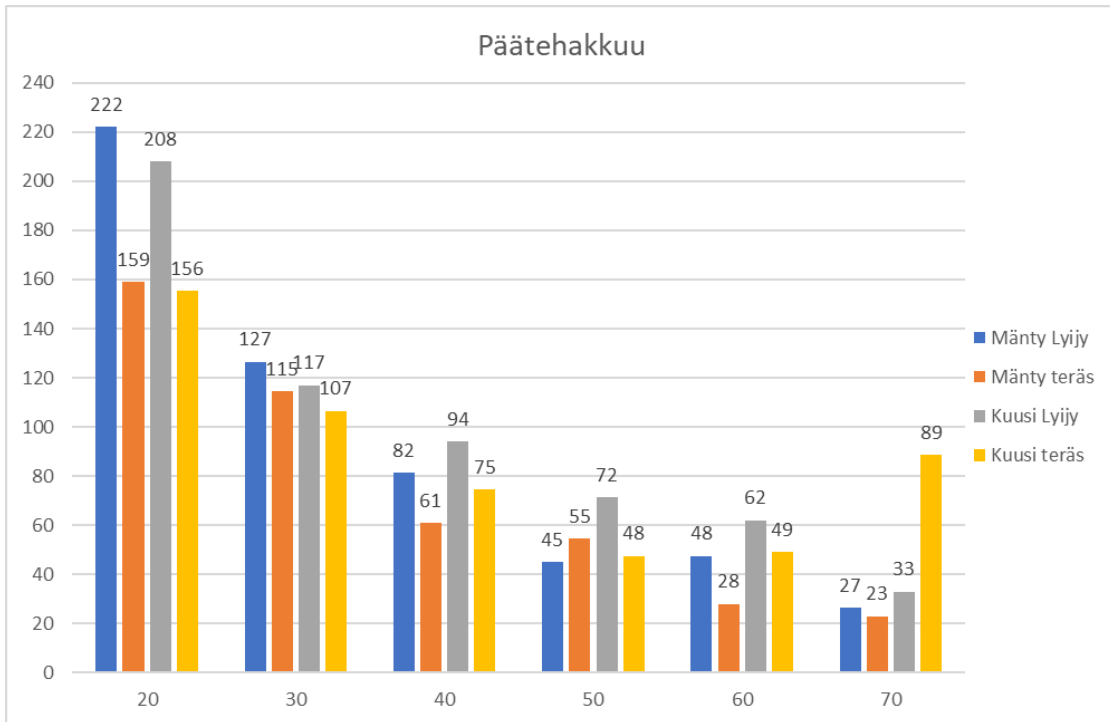
Taulukko 3. Maastokokeen tulosten laskukaavat selityksineen.

Lähtöarvot				
Haulimateriaali	Lataus g	Patruunan haulimäärä kpl	Ammuttujen patruunoiden määrä kpl	Ammutun haulimäärän lähtöpaino *
Lyijy	32	200	48	1 536
Teräs	34	193	48	1 632
* Lataus x Ammuttujen patruunoiden määrä				
Lopputulokset				
Haulimateriaali	Tukkisuman kokonaishaulimäärä röntgentuloksista kpl	Runkoihin päätyneet haulien paino g *	Runkoihin päätyneet haulien paino % **	
Lyijy	2 030	325	21 %	
Teräs	1 890	333	20 %	
* Tukkisuman kokonaishaulimäärä röntgentuloksista / patruunan haulimäärä x lataus				
** Runkoihin päätyneet haulien paino / Ammutun haulimäärän lähtöpaino x 100				

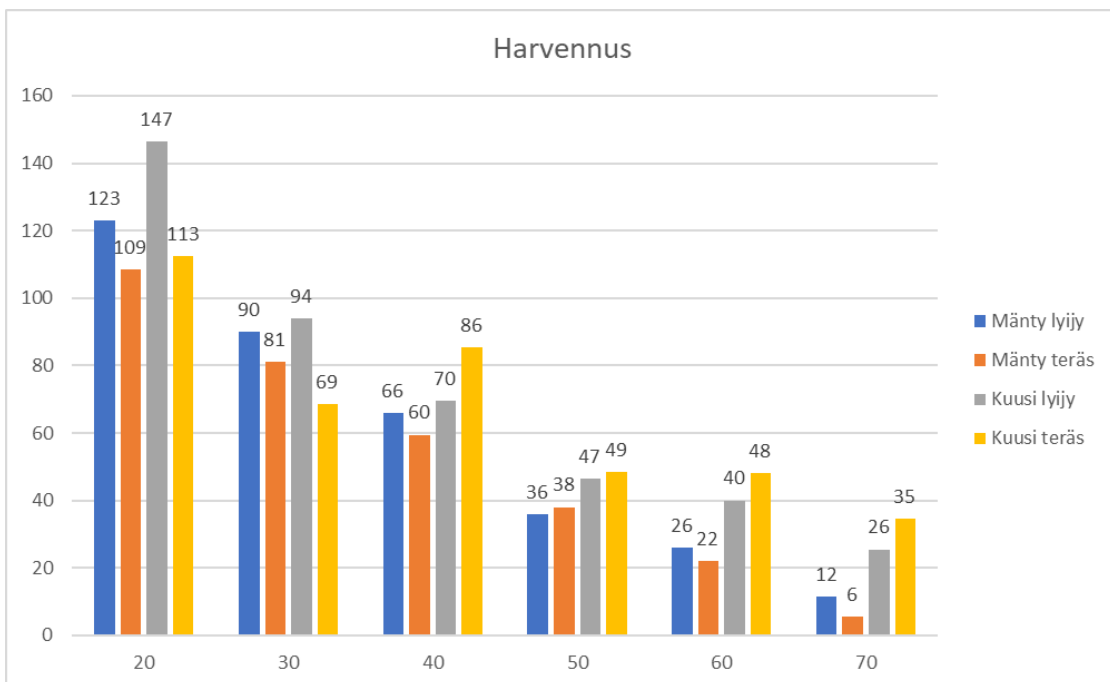
Fysikaalisesti ajateltuna materiaalina lyijy vaimentaa enemmän säteilyä kuin teräs.

Röntgenvalmistajan kanssa pohdittiin asiaa, että oliko haulimateriaaleilla selkeää eroa niiden tunnistettavuuden osalta. Röntgenkuvia tarkasteltua haulimateriaalien välillä ei kuitenkaan havaittu tällaista eroa. Kokeen aikana pohdittiin myös voisiko röntgenkuvien avulla saada selville haulien uppoumia tukkeihin. Näistä kuvista sitä ei kuitenkaan pystynyt määrittelemään.

Taulukko 4. Päätehakuuläpimittaluokassa 27-29 cm haulimäärät esitettyinä suhteessa ampumamatkaan.



Taulukko 5. Harvennusläpimittaluokassa 19-21 cm haulimäärät esitettyinä suhteessa ampumamatkaan.



Edellisen sivun kaavioissa on esitettyä saadut tulokset haulimääristä päätehakkuuläpimitalluokassa 27-29 cm (Taulukko 4) sekä harvennushakkuuläpimitalluokassa 19-21 cm (Taulukko 5). Tukkien haulimäärä oli suoraan verrannollinen suhteessa ampumamatkaan. Matkan kasvaessa haulimäärä väheni. Tämän lisäksi kaavion perusteella voitiin sanoa, että haulit olivat tarttuneet jokaiselta ampumamatkalta. Lyijy- ja teräshaulien tarttuvuudessa ei havaittu merkittävää eroa. Tuloksen tarkastelussa on syytä ottaa huomioon myös lyijyhaulipatruunoiden hieman suurempi haulimäärä.

Kaaviosta ilmeneviä eroja ei pystytä varmuudella selittämään tai todistamaan. Ampumamatkan kasvaessa yli 40 metriin mennään haulikon optimaalisen kantavuuden ulkopuolelle. Toisin sanoen haulikolla ei ole suunniteltu ammuttavan näin pitkiltä matkoilta, joita oli kokeessa käytössä. Pelkästään tästä syystä tuloksissa oli joitakin eroja. Kokeessa käytetyt patruunat olivat tehdasladatauja ja niissä saattaa olla patruunakohtaisia eroja. Oletettavasti 70 metristä ammutun teräspatruunan haulikuppi ei ollut auennut kunnolla, jolloin päätehakkuukuusen kohdalla näkyy huomattava tuloserä.

Kokeen rajallisen toteutusmahdollisuuden takia kaavion tulosten esittäminen on vaikeaa. Tarkempia tuloksia haettaessa olisi pitänyt testata asekohtaisesti parhaiten toimiva patruunalaatu. Patruunoiden toimivuuden välillä saattaa ilmetä suuriakin asekohtaisia eroja. Lisäksi jokaiselta ampumamatkalta olisi pitänyt hakea optimaalisin supistusaste ampumalla kuvio haulikkotaulupaperiin.

Yksi merkittävimmistä tuloksiin vaikuttavista tekijöistä olivat kokeen toteuttamisessa vallinneet olosuhteet. Ensinnäkin saadut kuviot eivät olleet vertailukelpoisia. Männikössä ampumalinjat olivat esteettömiä johtuen männyn oksattomista rungoista sekä vähäisestä aliskasvoksesta. Kuusikko puolestaan oli paljon tiheämpi ja oksisto ulottui aina rungon alaosiin asti. Tästä syystä esteettömän ampumalinjan löytäminen oli erittäin haasteellista. Lisäksi pisimmillä ampumamatkoilla vaikeissa maasto-olosuhteissa korostui hauliparven ennakoimaton ja epävarma käyttäytyminen.

7.5 Historiatietoa haulien esiintymisestä nykytukkisumassa

Haulien nykytilanteen osalta käyttöön saatiin vähän historiatietoa. Tämä tieto perustui nimenomaan tukkiröntgeneistä saatuun kirjalliseen dataan, joka saatiin alan toimijan kautta. Tämän historiatiedon mukaan suomalaisten sahojen nykytukkisumassa lyijyhauleja esiintyi vaihtelevissa määrin suhteessa maantieteelliseen sijaintiin.

Etelä-Suomeen sijoittuneessa 90 000 tukin aineistossa lyijyhauleja oli 0,09 prosentissa tukeista. Vastaavasti Pohjois- ja Itä-Suomeen sijoittuneessa aineistossa haulipuiden osuus oli 0,23 prosenttia 100 000 tukista. Haulien todellisen kokonaismäärän selvittäminen nykytukkisumasta olisi vaatinut oman erillisen tutkimuksen. Tämä edellyttäisi historiatiedon laajamittaisempaa hakemista eri puolilta Suomea toimivilta sahoilta riittävän pitkällä aikavälillä tarkasteltuna.

7.6 Johtopäätökset

Lopullisten tulosten perusteella tavoitteessa onnistuttiin. Röntgendatan myötä varmistuttiin siitä, että jokaiselle ammutulle koetukille saatiin selville haulimäärät. Kokeen myötä havaittiin, että lyijy sekä teräs haulimateriaaleina tarttuvat jokaiselta käytössä olleelta ampumamatkalta. Haulimateriaalit vastasivat tarttuvuudeltaan hyvin lähelle toisiaan, eikä niiden välillä ollut havaittavissa selvää eroa.

Tukkiröntgenillä pystyi havaitsemaan erittäin tarkastikin haulit. Röntgenkuvien käsittelystä ei kuitenkaan saatu selville haulien uppoumaa. Metallinilmaisin puolestaan reagoi ainoastaan kolmeen tukkiin per puulaji. Näin ollen yllättävän pieni määrä haulikolla ammutuista kohdennetuista laukauksista tuli selville rautapuuna tässä vaiheessa. On otettava huomioon, että tähän vaikuttaa olennaisesti sahalla käytetty metallinilmaisin herkkyyden säätö.

Kokeen tuloksista havaittiin, että olosuhteilla ja muilla tekijöillä oli erittäin suuri vaikutus. Muilla tekijöillä tarkoitetaan asetta, patruunoiden toimivuutta ja ampumamatkoja. Saadut tulokset olivat suuntaa-antavia, sillä sattuman vaikutus oli liian suuri näin suppealla

otannalla. Tulevaisuudessa tulee korostumaan tukkiröntgenien säätäminen siten, että hauleja sisältävät tukit tullaan hyödyntämään mahdollisimman tarkasti.

8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön toteutuksen kannalta tärkeimpiä olivat toimeksiantajat ja yhteistyökumppanit. Toteutuksen aikana pääsimme toimimaan monien eri tahojen kanssa, jotka auttoivat meitä eteenpäin. Heidän kiinnostuksensa aihetta kohtaan on innostanut entisestään selvittämään näin ajankohtaista asiaa. Ilman heidän apuaan, työn toteuttaminen ei olisi ollut mahdollista. Näin ollen haluamme kiittää kaikkia työn toteutuksessa mukana olleita. Lisäksi erityiskiitokset Timo Leskiselälle Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK:sta ja Jussi Partaselle Suomen Metsästäjäliitosta.

Aiheen ajankohtaisuuden vuoksi tarkasteltiin erityisesti sahauskokeesta saatuja tuloksia. Opinnäytetyön tulosten mukaan teräshaulien vaikutukset sahateollisuudelle olivat vähäisiä, koska suurikaan määrä hauleja ei aiheuttanut sahauksen keskeytymistä. Terien vioittuminen ei ollut niin vakavaa, että se olisi keskeyttänyt saahamista. Selvityksen toivotaan auttavan myönteisempään suhtautumiseen teräshaulien ja metsästysvuokrasopimusten välillä.

Aihetta on kuitenkin tutkittu toistaiseksi vähän ja siitä saisi tehtyä myös jatkotutkimuksiakin. Näille hyvänä pohjana toimii tästä opinnäytetyöstä saadut tulokset. Tässä opinnäytetyössä on lyhyesti esitetty haulien esiintyvyyttä nykytukkisumassa. Tulevaisuudessa voisi tutkia teräshaulien esiintyvyyttä tukkisumassa pitkällä aikavälillä tarkasteltuna. Lisäksi voisi selvittää kuinka paljon alueellisia eroja olisi havaittavissa.

Vaikka työn määrä oli suuri ja aikataulut olivat tiukkoja, onnistuimme työn toteutuksessa hyvin. Pääsimme yhdistämään osaamista opinnoistamme sekä harrastuksistamme, jolloin työn toteuttaminen oli erittäin miellyttävää. Koko prosessin aikana on saanut lisää käytännön kokemusta haulikon toiminnasta eri tilanteissa, joka on ollut erittäin opettavaista. On ollut hienoa päästä seuraamaan vierestä, miten tukkien jatkokäsittely etenee korjuun jälkeen. Tämä tukee hyvin opintoja sekä laajentaa metsällistä osaamista. Opinnäytetyönä

tämä on ollut todella opettavainen ja olemme saaneet paljon uutta tietoa mielekkästä aiheesta. Näin ollen emme olisi voineet kuvitellakaan tämän parempaa aihetta.

Lähteet

ECHA. (n.d.). *REACH*. Reach-asetus tutuksi.

<https://echa.europa.eu/fi/regulations/reach/understanding-reach>

Koskisen. (7.9.2018). *Tietoa meistä*. Investointi tukkiröntgeniin parantaa puuraaka-aineen tehokasta hyödyntämistä.

<https://koskisen.fi/investointi-tukkirontgeniin-parantaa-puuraaka-aineen-tehokasta-hyodyntamista/>

Lyijyn korvaajat testissä. (2/2019). *Jahti*.

<https://metsastajaliitto.fi/system/files/inline-files/Jahti-02-19.pdf>

Metsästäjälitto. (14.2.2023). *Ajankohtaista lyijystä*. Tulevaisuus ammusmateriaaleissa-webinaari.

https://metsastajaliitto.fi/sites/default/files/2023-02/Ajankohtaista%20lyijysta%CC%88_14022023.pdf

Metsästäjälitto. (3.5.2022). *Ajankohtaista lyijystä*.

<https://metsastajaliitto.fi/metsastajaliitto/vahva-vaikuttaja/ajankohtaista-lyijysta#Lue%20lis%C3%A4%C3%A4>

Metsästäjälitto. (2012). *Metsästysammunnan ABC*

https://metsastajaliitto.fi/system/files/inline-files/Metsa%CC%88stysammunnan_ABC_opas.pdf

Puuhuolto. (8.5.2018). *Mittaus ja laatu*. Tukkiröntgenit

<https://puuhuolto.fi/mittaus-ja-laatu/mittaus-tehtaalla/tukkirontgenit/>

Ruoto. (12.2022). *Metsästyspatruunat*. Haulikon patruunat.

<https://www.ruoto.fi/fi/metsastys/metsastyspatruunat/haulikon-patruunat/c/6110/>

Sahateollisuuskirja. (n.d.). *Sahatavaran valmistus*. Tukkien kuorinta.

https://sahateollisuuskirja.fi/sahatavaran-valmistus/tukkien-kuorinta/?_gl=1*5g24um*_ga*NDc5NTg5Njc5LjE2Nzc2Njg4Mzg.*_up*MQ..

Sotkamo Silver. (n.d.). *Tietoa lyijystä*.

<https://www.silver.fi/fi/23-investors-2/229-tietoa-lyijysta>

STM. (3.9.2020). *Komission esitys lyijyhaulirajoituksesta hyväksyttiin tänään*. Sosiaali- ja terveysministeriö.

<https://stm.fi/-/komission-esitys-lyijyhaulirajoituksesta-hyvakstyttiin-tanaan-suomi-aanesti-esitysta-vastaa>

Tukes. (18.8.2022). *Lyijyhaulien käyttö kielletään kosteikkoalueilla*.

<https://tukes.fi/-/lyijyhaulien-kaytto-kielletaan-kosteikkoalueilla>

Tukes. (10.2.2023). *Lyijyhaulien käyttö kielletään kosteikkoalueilla-Tukes tarkentaa kosteikkoalueen määritelmää*.

<https://tukes.fi/-/lyijyhaulien-kaytto-kielletaan-kosteikkoalueilla-tukes-tarkentaa-kosteikkoalueen-maaritelmaa>

Valonkone. (n.d.). *Roottorikuorinta*.

<https://valonkone.com/fi/kuorinnan-osaaja/roottorikuorinta>

Ympäristöministeriö. (2016). *Ramsar-alueet*. Suomen Ramsar -kosteikkotoimintaohjelma 2016-2020.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75329/YMra_21_2016.pdf