

Hauliparven ja kiekon lentoratojen kohtaaminen haulikkoammunnassa

Jani Talkkari¹, Riku Valleala¹, Harri Kapustamäki¹, Matti Salonen¹, Jukka Viitasalo¹, Erkki Rintakoski², Leena Paavolainen², Lauri Siltavirta² ja Heikki Laasanen³

¹ Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU

² Suomen ampumaurheiluliitto

³ Keski-Suomen ampujat

Copyright © 2007 KIHU

Kaikki oikeudet pidätetään. Tämän julkaisun tai sen osan jäljentäminen ilman tekijän kirjallista lupaa painamalla, monistamalla, äänittämällä tai muulla tavoin on tekijänoikeuslain mukaisesti kielletty.

Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU, Jyväskylä 2007

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ	2
TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	4
2 MENETELMÄT	5
2.1 Mittaus- ja analyysivälineistö	5
2.2 Mittausasetelma 1: hauliparven kuvaus	7
2.3 Mittausasetelma 2: hauliparven kuvaus kiekon kanssa	11
2.4 Mittausasetelma 3: patruuna- ja asetestit	12
3 TULOKSET	15
3.1 Hauliparven kuvaus	15
3.2 Hauliparven kuvaus kiekon kanssa	19
3.3 Patruuna- ja asetestit	21
4 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25
LÄHDELUETTELO	28
LIITE A: HAULIPARVEN MITAT ERI ASEILLA	29
LIITE B: HAULIPARVEN JAKAUMA SEKTOREIHIN	37

TIIVISTELMÄ

Haulikkolajien valmennuksessa on tärkeää saada tietoa hauliparven ja kiekon kohtaamisesta. Aiemmin ei ole kyetty havainnoimaan särkykö kiekko reunahauleilla vai osuuko hauliparven keskiosa kiekkoon. Tarpeena on ollut myös selvittää millaisen hauliparven erilaiset panokset ja aseet muodostavat. Aiemmilla mittauslaitteistoilla ja menetelmillä havainnointi ei ole ollut mahdollista. Tähän ongelmaan haettiin ratkaisua Kihun uudella suurnopeuskameralaitteistolla. Tämän projektin tavoitteena oli tukea haulikkovalmennusta kehittämällä menetelmä haulien ja kiekon lentoradan havainnointiin. Tavoitteena oli myös luoda menetelmä haulikonpanoksien testaamiseksi ja valitsemiseksi. Lisäksi tarkoituksena oli antaa välitöntä ja havainnollista palautetta ampujalle ja valmentajalle uudella sekä jo aikaisemmin haulikkolajeille kehitetyillä mittausjärjestelmillä.

Tutkimusprojektin toteutus jakautui esitutkimuksen jälkeen kolmeen osaan: hauliparven kuvausmenetelmän, hauliparven ja kiekon kohtaamisen kuvausmenetelmän sekä ase- ja patruunatestimenetelmän kehittämiseen. Tutkimus toteutettiin kevään 2007 aikana Keski-Suomen ampujien radalla ja Jyväskylän Hipposhallissa. Kakkien kolmen osa-alueen asetelmat olivat samankaltaiset. Kuvaukset tehtiin kahdella NAC Memerecam fx K4 suurnopeus-kameralla. Kamerat asetettiin kuvaamaan hauliparvea kalibroidulla kuva-alueella kahdesta suunnasta: lentoradan alta sekä lentoradan suuntaisesti takaa. Poikkeuksena patruunatesteissä alakameran sijaan käytettiin sivulla olevaa kameraa. Takakamera sijoitettiin ampujan viereen kun taas alakamera sijoitettiin asetelmasta riippuen 15 - 20 metrin päähän ampujasta. Kameroihin taltioitiin 1000 kuvaa sekunnissa 1/2000 - 1/200000 sekunnin suljinnopeuksilla. Patruuna- ja asetestien yhteydessä kehitettiin myös analyysiohjelma, jolla hauliparven mittoja ja jakaumaa tarkasteltiin erikseen taka- ja sivukuvista 2D-analyysinä.

Tutkimuksen tuloksena järjestelmä sopii hauliparven kuvaamiseen ja valmennuskäyttöön. Kehitetyillä asetelmilla pystytään sen rajoitteet huomioimalla kuvaamaan ja havainnoimaan hauliparven ja kiekon kohtaaminen sekä selvittää eri aseiden- ja patruunoiden vaikutusta parven malliin. Asetelma on herkkä keliolosuhteille ja paras tausta kuvaamiseen on tasainen pilvitaivas. Patruuna- ja asetestit pystytään toteuttamaan vakioidummin sisätiloissa. Kuvanopeutena 1000 kuvaa sekunnissa on riittävä hauliparven havainnointiin. Kuvausasetelmassa toimiva alakameran etäisyys hauliparven lentoradasta on 3,5 - 5,0 metriä suljinnopeudella 1/50000 s. Toimiva takakameran paikka on puolestaan suoraan ampumalinjassa 15,0 -17,5 metrin ampujaetäisyydellä suljinnopeudella 1/2000 - 1/5000 s.

Tulevaisuuden kehitystyössä tulisi painottaa kuvaamisen luotettavuutta parantavia tekijöitä ja apukeinoja. Jatkotutkimusten tehtäväksi jää myös valmennustilanteessa annettavan nopean kuvapalautteen kehittäminen sekä aiemmin Kihulla kehitettyjen mittausmenetelmien yhdistäminen uuteen järjestelmään. Tulevaisuudessa lisäarvoa antaisi parvessa olevien aukkojen laskennallinen hahmotus sekä parven 3D-malli. Tätä ennen tutkimustyössä tulisi selvittää ja arvioida tarkemmin asetelman mittaustarkkuus, johon analyysillä keskimäärin pystytään. Jatkossa asetelmaa tulee edelleen kehittää taustojen, valaistuksen ja kameroiden asettelun osalta.

1 JOHDANTO

Projektin lähtökohdista oli uusien visuaalisten apuvälineiden ja menetelmien kehittäminen haulikkolajeihin sekä niiden yhdistäminen aiemmin käytössä olleisiin menetelmiin. Valmennuksessa olisi tärkeää saada tietoa hauliparven ja kiekon kohtaamisesta. Tapahtuma ei kuitenkaan ole havaittavissa normaalisti ihmissilmällä eikä myöskään normaaleilla videokuvauksivälineillä. Hauliparven ja kiekon lentoratojen kohtaaminen on edellytys kiekon särkymiselle. Hauliparven poikittais- ja syvyysuuntainen (lentoradansuuntainen) hajonta riippuvat aseiden piipun supistuksesta, panoksesta itsestään sekä etäisyydestä, jolla hauliparvi tavoittaa lentävän kiekon. Hyvän osuman varmistamiseksi on oleellista, että mahdollisimman monta haulia iskeytyy kiekkoon. Osuman laatu on kuitenkin ollut arvailujen varassa. Aiemmin ei ole kyetty havainnoimaan särkykö kiekko reunahauleilla vai osuuko hauliparven keskiosa kiekkoon. Tämä olisi kuitenkin valmennuksen kannalta varsin oleellinen tieto, sillä systemaattisesti reunahauleilla toteutettu kiekkojen pudotus on luonnollisesti paljon virhealttiimpaa kuin, jos pudotus tapahtuu hauliparven keskiosalla. Toinen oleellinen tieto valmennukselle olisi erilaisten panosten ja aseiden tuottamien hauliparvienv kuvaaminen. Tämän tiedon avulla voitaisiin valita kullekin ampujalle sopivat panokset.

Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU on tehnyt monia vuosia yhteistyötä Suomen ampumaurheiluiliiton kanssa. Yhteistyöhön on sisällynyt mittauksia mm. skeetissä ja trapissa. Toteutetuilla projekteilla on luotu järjestelmä, jolla voidaan mitata haulikkoampujan tasapainoa sekä aseiden perään ja liipaisimeen kohdistettuja voimia tähtäyksen ja liipaisun aikana normaalissa lajisuorituksessa ulkoradoilla. Mittasignaalit voidaan yhdistää ampujasta otettuihin videoihin tai aseiden piippuun kiinnitetyllä pienoiskameralla kuvattuun materiaaliin käyttäen KIHULOOK TM multimediapalautejärjestelmää. Piippuun kiinnitetyn kameran videokuvasta voidaan ajoitusmerkkien avulla etsiä pysäytyskuva, jossa näkyy liipaisuhetkellä sekä tähtäyspiste että kiekon sijainti. Ongelmana mittausasetelmassa on se, että missään vaiheessa kameran kuvasta ei ole voitu paikantaa itse haulien sijaintia lentoradan eri vaiheissa. Tämä ei ole onnistunut myöskään aikaisemmalla KIHUn suurnopeuskamerajärjestelmällä. Ongelmaan oli kuitenkin löydettävissä ratkaisu KIHUn syksyllä 2006 hankkimalla uudella suurnopeuskameralaitteistolla. Uudella järjestelmällä oli teoriassa mahdollista rekisteröidä hauliparven ja kiekon lentoradat kahdesta suunnasta ja muodostaa malli haulien ja kiekon kohtaamisesta. Vastaavaa suurnopeuskuvaukseen perustuvaa järjestelmää ei ole raportoitu. Aiemmat tutkimukset ovat kuvanneet hauliparvea tauluun ammutun hajontakuvion (Torniainen 2000) ja tietokonepohjaisen 3D- mallinnuksen avulla (Davidson, Thomson & Birkbeck 2002).

Näistä lähtökohdista tämän projektin tavoitteena oli tukea haulikkovalmennusta kehittämällä menetelmä haulien ja kiekon lentoradan havainnointiin. Projektin toteutus oli ehdollinen. Esitutkimuksella testattiin voidaanko uudella kuvausjärjestelmällä vangita hauliparvi oletusten mukaisesti. Tämän perusteella päätettiin projektin jatkosta. Jatkotavoitteena oli myös luoda menetelmä haulikon panoksien testaamiseksi ja valitsemiseksi. Lisäksi tarkoituksena oli antaa välitöntä ja havainnollista palautetta ampujalle ja valmentajalle uudella sekä jo aikaisemmin haulikkolajeille kehitetyillä mittausjärjestelmillä.

2 MENETELMÄT

2.1 Mittaus- ja analyysivälineistö

2.1.1 NAC suurnopeuskuvauskalusto

Tutkimuksessa käytettiin kahta NAC Memrecam fx K4 suurnopeus (highspeed) -kameraa. Kamerat mahdollistavat 100 - 168000 kuvaa sekunnissa tallennettavat kuvanopeudet. Kameran suljinnopeutta on mahdollista säätää täysin auki olevasta kolmeen mikrosekuntiin asti. Täydellä resoluutiolla kuvattaessa suurin kuvanopeus on 1000 kuvaa sekunnissa. Tällöin kuva koko on 1280*1024 pikseliä. Kuvat taltioidiin kameroiden 4 Gb kiintolevyille, joista ne suorituksen päätteeksi siirrettiin ethernet-kaapelin avulla kannettaville tietokoneille NAC -järjestelmän Memrecam FxLink -ohjelmistolla. Tutkimuksessa käytettiin pääsääntöisesti täyttä resoluutiota ja 1000 kuvaa sekunnissa. Tarkemmat arvot on raportoitu kuvausasetelmien kohdalla.

Kameroiden keskinäinen synkronointi tehtiin laukauksesta lähtevällä triggerisignaalilla. Laukausääni vastaanotettiin mikrofoniin, jonka avulla luotiin triggeripulssi kameroille. Triggerikohta sijaitsi tallennetun otoksen keskellä eli kuvamateriaalia otettiin talteen yhtä paljon ennen ja jälkeen triggerin. Täydellä resoluutiolla ja 1000 kuvan kuvanopeudella otoksen kokonaiskestoksi tuli 2,4 sekuntia. Tästä kokonaisotoksesta leikattiin 100 - 200 kuvan otos koneelle tallentamisen nopeuttamiseksi.

Kameran linssinä käytettiin kahta Nikonin Nikkor 50 mm f 1,2 kiinteää linssiä. Zoom-linssinä käytettiin loppukevään mittauksissa Sigman 28 - 300 mm f 3,5 - 6,3 macro-linssiä.

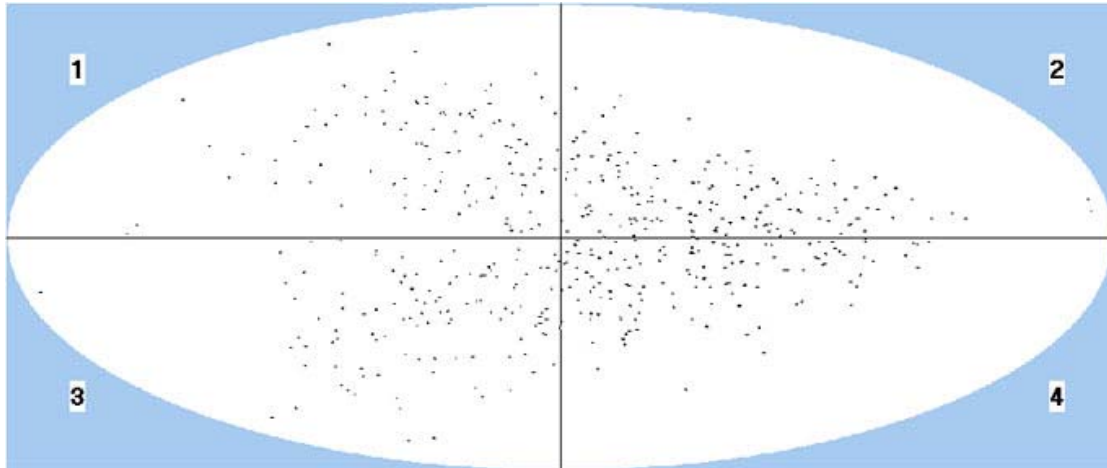
2.1.2 Kuvankäsittely- ja analyysiohjelmit

Kameroiden kuvamateriaali työstettiin hauliparven havainnoimiseksi useammalla editointi-, kuvankäsittely- ja analyysiohjelmalla. Käytetyt ohjelmat olivat NAC Memrecam FxLink, Adobe Premiere Pro, Adobe Photoshop CS, Hauli.exe sekä Microsoft Office Excel 2003.

NAC -järjestelmän oma FxLink-ohjelmisto toimi keruuvaiheessa ja alkuanalyysissä. Ohjelmistossa muokattiin kuvamateriaalin kontrasti ja valoisuus sekä valkotasapaino ja värit. Ohjelmiston avulla tuotettiin jatkokäsittelyä varten pysäytys- ja videokuvia. Videokuvia käsiteltiin edelleen Adobe Premiere Pro -ohjelmalla. Ohjelmisto mahdollisti yksityiskohtaisemmat kuvasäädöt ja pakkausmuodot jakeluun. Yksittäisten pysäytyskuvien muokkauksessa käytettiin Adobe Photoshop CS -ohjelmistoa. Ohjelman levels-työkalulla, high pass -filterillä ja kontrastin sekä valoisuuden säädöillä kuvasta oli mahdollista erottaa haulit mustina pisteinä taustastaan. Jatkoanalyysijä varten oli tärkeää saada tummuusasteeltaan hauleista erottuva tausta. Photoshopilla yhdistettiin myös kaksi peräkkäistä sivukuvaa yhdeksi kuvaksi hauliparven pituuden analysoimiseksi.

Patruunatestien analyysijä varten kehitettiin oma Hauli-analyysiohjelma. Ohjelmalla oli mahdollista analysoida hauliparven mittoja ja jakaumaa. Ohjelmaan oli mahdollista syöttää kalibrointitiedot, joiden avulla ohjelma suhteutti mitta-asteikon kyseiselle kuvalle

oikeaksi. Ohjelma perustui kuvan kontrastieroihin. Kuvasta erotettiin mustat pistealueet muusta taustasta halutulta alueelta. Löydetyt mustat pistealueet kuvasivat analyysissä yksittäisiä hauloja tai haulijoukkoja. Ohjelma sisälsi omat analyysiversionsa sivu- ja takakuvulle. Tarkastelu oli mahdollista tehdä myös eri % -osuuksilla koko haulimäärästä. Lisäksi analyysiohjelma jaotteli haulijakauman neljään eri sektoriin.

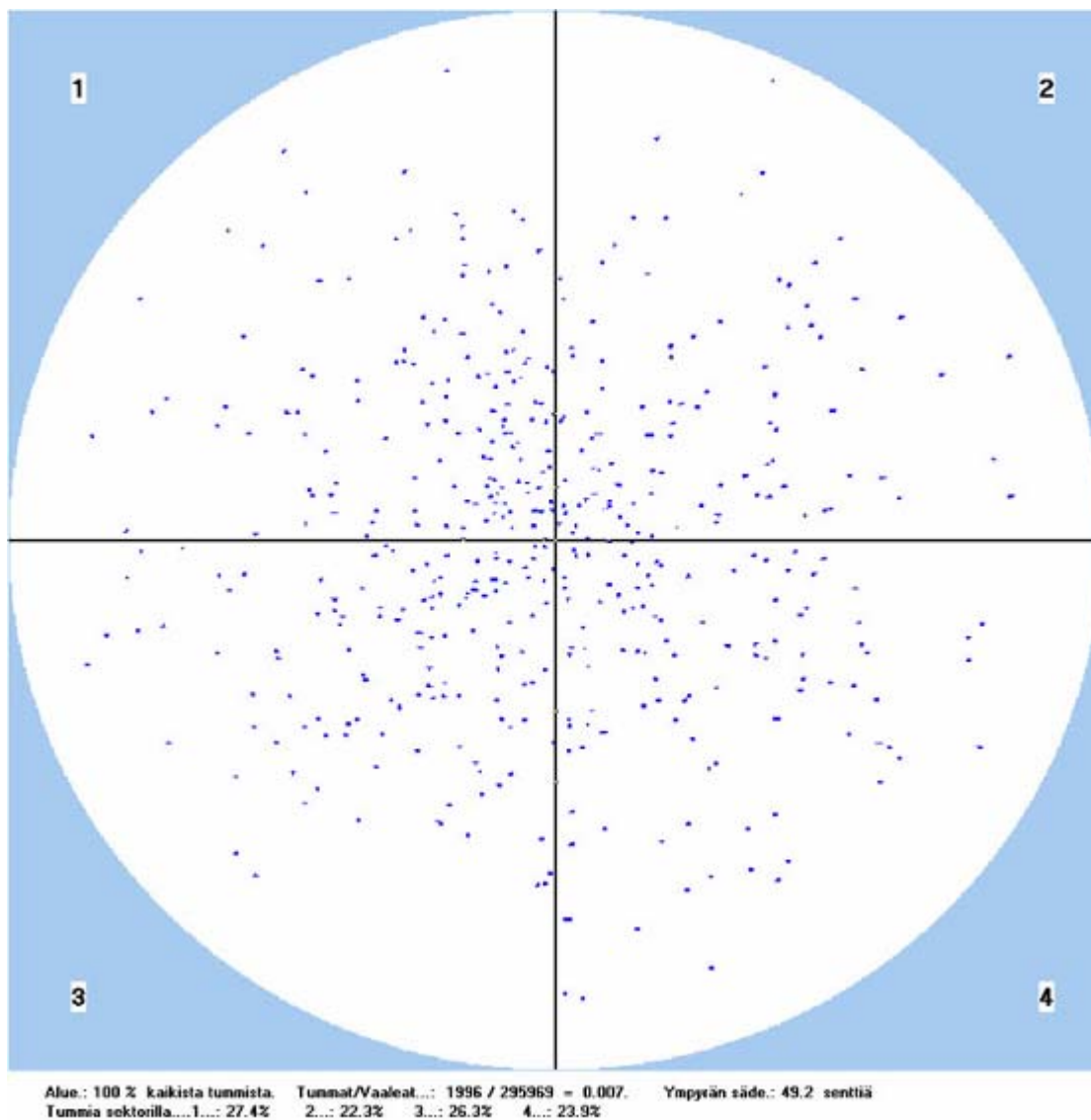


Alue.: 100 % pisteistä rajattu suorakaiteen sivuista. Tummat/Vaaleat...: 1531 / 730880 = 0.002. Isoakselin puolikas.: 105.7 senttiä.
 Tummia sektorilla....1...: 18.9% 2...: 31.4% 3...: 20.1% 4...: 29.5%. Pikkuakselin puolikas.: 49.5 senttiä.

Kuvio 1. Hauli -ohjelman tulostama sivukuvan analyysikuva. Kuviossa esitettyinä pituudet ellipsin iso- ja pikkuakselille sekä jakauma eri sektoreihin.

Sivukuvan analyysissä (katso Kuvio 1) arvioitiin kuinka suuren ellipsin sisään haulit mahtuivat. Ellipsissä pituus- ja korkeussuuntainen akseli tarkasteltiin erikseen. Tarkastelu tehtiin siten, että parvelle etsittiin ensin keskipiste ja tämän jälkeen reunahaulien maksimietäisyys keskipisteestä pituus- ja korkeussuunnassa. Analyysissä sivukuvasta analysoitiin myös hajontakuva eri % -osuuksilla haulimäärästä. Prosenttiosuuksina käytettiin 100 % ja 95 % haulimäärästä. Takakuvan analyysissä (katso Kuvio 2) arvioitiin puolestaan kuinka suuren ympyrän sisään eri % -osuudet koko haulimäärästä mahtu-

vat. Tarkastelu tehtiin vastaavasti siten, että parvelle etsittiin ensin keskipiste ja tämän jälkeen reunahaulien maksimi etäisyys keskipisteestä. Myös takakuvasta analysoitiin hajontakuvio eri % -osuuksilla haulimäärästä. Prosenttiosuuksina käytettiin 100 %, 95 %, 75 % ja 50 % haulimäärästä. Hauli-ohjelmassa tehtyjen analyysien jälkeen tuloksia käsiteltiin vielä Microsoft Office Excel 2003 -ohjelmistossa, jossa tuloksista muodostettiin kuvaajia ja yhteenvetoja.



Kuvio 2. Hauli -ohjelman tulostama takakuvan analyysikuvio. Kuviossa esitettyä ympyrän halkaisijat sekä jakauma eri sektoreihin.

2.2 Mittausasetelma 1: hauliparven kuvaus

2.2.1 Testikerrat ja -paikka

Hauliparven kuvausasetelmaa kehitettiin neljänä eri ajankohtana. Testipaikka sijaitsi Keski-Suomen ampujien ampumaradalla Laukaassa. Kaikilla neljällä testikerralla ampumapaikkana toimi sama skeet -rata. Kuvaukset tehtiin seuraavina päivinä:

- 2.2.2007
- 13.3.2007
- 22.3.2007
- 28.3.2007

2.2.2 Kuvausasetelma 2.2.2007

Ensimmäisen testikerran (2.2.2007) tavoitteena oli kokeilla kuvausjärjestelmän soveltuvuutta hauliparven taltiointiin. Mittauskerran tulosten perusteella päätettiin myös koko projektin jatkosta. Ensimmäisellä kuvauskerralla aseena käytettiin metsästyshaulikkoa. Kuvattuja laukauksia suoritettiin neljä kappaletta ilman kiekkoa ja laukauksissa käytettiin 2,8 mm haulikoon patruunoita. Laukaukset suoritettiin skeet -radan 4. paikalta 8. paikan yli. Ampuja asetui 15 metrin päähän oletetusta osuma-alueesta, johon kamera tarkennettiin. Kameran tarkennusta varten hauliparven lentorata ja tähtäyskohta määritettiin 8. paikan yläpuolelle, viiden metrin korkeuteen sijoitetun kalibrintipallon avulla. Laukausten ajaksi kalibrintipallo siirrettiin ampumalinjasta sivulle, jolloin tähtäyskorkeus oli edelleen luettavissa pallosta. Taulukossa 1 on esitetty kuvausasetelman muuttujia tarkemmin.

Taulukko 1

Kuvausasetelman etäisyydet ja kamera-asetukset 2.2.2007

	Alakamera	Takakamera
Kuvatausta	Pilvitaivas	Pilvitaivas
Linssi	Kiinteä	Kiinteä
Otokset	3	1
Kuvaussuunta	Ylöspäin hauliparven lentoradan alta	Ampujan takaa, hauliparven lentoradan suunnassa
Kameran paikka	15 m ampujan etupuolella, 8. ampumapaikan alla	1 m ampujan taakse n. 0,5 m ampumalinjasta sivuun
Tarkennusalue	4,5 m kamerasta	16 m kamerasta
Kuvanopeus	1000 k/s	1000 k/s
Suljinnopeus	1/20000 s	1/20000 s
Aukko	Valaistuksen mukaan	Valaistuksen mukaan
Kuva-alueen leveys	2,5 m	13 m

2.2.3 Kuvausasetelma 13.3.2007

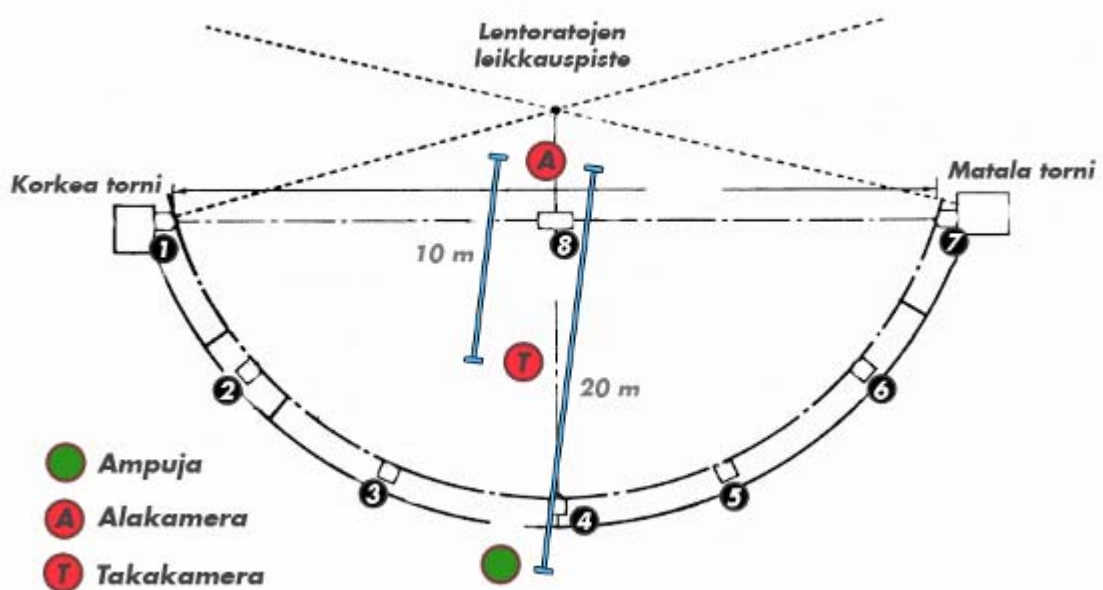
Toisen testikerran (13.3.2007) tavoitteena oli rakentaa tarkempi mittausasetelma ensimmäisen testikerran perusteella. Tavoitteena oli saada kuva hauliparven muodosta ja koosta skeet -aseella ja 2 mm hauleilla. Samalla tavoitteena oli myös testata kuvausalueen kalibrintia takymetrillä ja kalibrintipalloilla. Lisäksi kokeella selvitettiin kuvausasetelman automatisointia kuten aikaa, mikä hauliparvella kuluu laukauksesta siihen, kun se on kuvausalueella. Toisella kuvauskerralla ammunnat suoritettiin skeet -haulikolla (Beretta). Testissä ammuttiin kuusi laukausta ilman kiekkoa ja laukauksissa käytettiin 2 mm skeet -patruunoita (Rio ja NS20). Laukaukset suoritettiin ensimmäisen mittauskerran

tapaan skeet -radan 8. paikan yli. Tällä kertaa etäisyyttä ampujan ja oletetun osuma-alueen välillä oli kuitenkin pidennetty 20 metriin, mikä vastasi paremmin yleistä etäisyyttä siitä, missä hauliparvi kohtaa kiekon skeet -ammunnassa. Kameroiden tarkennuksessa ja tähtäyskohdan määrittämisessä käytettiin apuna kalibrintipalloja ensimmäisen mittauskerran mukaisesti. Suurnopeuskuvaus suoritettiin kahdella kameralla ja kiinteillä objektiiveilla. Takakameran kuvauspaikka jouduttiin zoom-linssin puuttumisen vuoksi tuomaan ampujan etupuolelle 10 metrin päähän oletetusta osuma-alueesta. Kuviossa 3 ja taulukossa 2 on esitetty kuvausasetelmaa tarkemmin.

Taulukko 2

Kuvausasetelman etäisyydet ja kamera-asetukset 13.3.2007

	Alakamera	Takakamera
Kuvatausta	Kirkas sininen taivas ja aurinko	Kirkas sininen taivas
Linssi	Kiinteä	Kiinteä
Otokset	6 otosta, joista 4 normaalia sekä yhdet kokeet yli ja ali tarkennusalueen	6 otosta, joista 4 normaalia sekä yhdet kokeet yli ja ali tarkennusalueen
Kuvaussuunta	Ylöspäin hauliparven lentoradan alta	Ampujan edestä, hauliparven lentoradan suunnassa
Kameran paikka	20 m ampujan etupuolelle, 8. paikan takana	10 m ampujan etupuolella
Tarkennusalue	5 m kamerasta	10 m kamerasta
Kuvanopeus	1000 k/s	1000 k/s
Suljinnopeus	1/20000 s	1/20000 s
Aukko	Valaistuksen mukaan	Valaistuksen mukaan
Kuva-alueen leveys	2,5 m	5 m



*Kuvio 3. Kuvausasetelma 13.3.2007***2.2.4 Kuvausasetelma 22.3.2007**

Kolmannen testikerran (22.3.2007) tavoitteena oli keskittyä kameran ja linssin kuvausasetuksiin, joilla haulien näkyvyyttä voitaisiin parantaa. Testit suoritettiin toisen mittauskerran tapaan samalla skeet -aseella ja patruunoilla. Näkyvyyden parantamiseksi ampujan ja oletetun osuma-alueen väliseksi etäisyydeksi valittiin 15 metriä. Tältä etäisyydeltä hauliparven venymä kuvautui kokonaisuudessa kuva-alalle. Testissä ammuttiin 10 laukausta aikaisempien mittauskertojen mukaisesti skeet -radan 8. paikan yli. Kuvaus suoritettiin edellisestä kerrasta poiketen vain alakameralla ja kiinteällä objektiivillä ilman kalibrointimittauksia. Taulukossa 3 on esitetty kuvausasetelman muuttujia tarkemmin.

Taulukko 3

Kuvausasetelman etäisyydet ja kamera-asetukset 22.3.2007

	Alakamera
Kuvatausta	Tasainen tumma pilvitaivas. Yksi otos sivulta taustakangasta vasten.
Linssi	Kiinteä
Otokset	10 otosta eri aukolla sekä suljin- ja kuvanopeuksilla
Kuvaussuunta	Ylöspäin hauliparven lentoradan alta. Yksi otos sivulta taustakangasta vasten.
Kameran paikka	15 m ampujan etupuolelle, 8. paikan vieressä
Tarkennusalue	5 m kamerasta
Kuvanopeus	1000 - 2000 k/s
Suljinnopeus	1/5000 - 1/50000s
Aukko	2,0 - 5,6
Kuva-alueen leveys	2,5 m

2.2.5 Kuvausasetelma 28.3.2007

Neljännän testikerran (28.3.2007) tavoitteena oli varmistaa aurinkoisen ja pilvisen sään vaikutuksesta havaitut ongelmat. Neljännän kerran mittaukset toteutettiin aurinkoisella kelillä. Kuvaukset tehtiin kolmannen mittauskerran mukaisesti samalla asetelmalla. Kameran asetukset säädettiin kolmannen mittauskerran perusteella käyttämällä eri suljinnopeusasetuksia ja vastavalonsuojia. Taulukossa 4 on esitetty kuvausasetelman muuttujia tarkemmin.

Taulukko 4

Kuvausasetelman etäisyydet ja kamera-asetukset 28.3.2007

	Alakamera
Kuvatausta	Kirkas sininen taivas ja aurinko
Linssi	Kiinteä
Otokset	5 otosta eri suljinnopeuksilla ja aukoilla sekä vastavalonsuojilla
Kuvaussuunta	Ylöspäin hauliparven lentoradan alta
Kameran paikka	15 m ampujan etupuolelle, 8. paikan vieressä
Tarkennusalue	5 m kamerasta
Kuvanopeus	1000 k/s
Suljinnopeus	1/50000 - 1/200000s
Aukko	Koko skaala
Kuva-alueen leveys	2,5 m

2.3 Mittausasetelma 2: hauliparven kuvaus kiekon kanssa

2.3.1 Testikerrat ja -paikka

Hauliparven kuvausasetelmaa kiekon kanssa testattiin huhtikuussa (27.4.2007) tehdysä mittauksessa. Testipaikkana toimi aiempaan tapaan Keski-Suomen ampujien ampu-marata Laukaassa.

2.3.2 Kuvausasetelma 27.4.2007

Kuvauskerran tavoitteena oli testata hauliparven taltiointia kiekon kanssa. Mittaukset toteutettiin aurinkoisella ja tuulisella säällä. Ampujana toimi kansainvälisen tason kilpa-ampuja omalla skeet -haulikolla ja patruunoilla (Rio ja NS20). Ampumapaikkana käytettiin 4. paikkaa ja kiekot lähetettiin korkeasta tornista. Kiekon osumakohta määritettiin koelaukausten perusteella. Alakamera asetettiin osumakohtaan alapuolelle kiekonlento- ja lentolinjalle n. 1,5 metriä ennen lentoratojen leikkauspisteen tarkistuspistettä. Takakamera asetettiin puolestaan ampujan taakse ampumalinjaan. Ampumapaikka nro 4 sijaitsi osumakohtaan n. 18 metrin päässä. Testissä ammuttiin kahdeksan laukausta. Kuvaus suoritettiin alakameralla ja kiinteällä objektiivilla sekä takakameralla ja zoom -objektiivilla ilman kalibroitimittauksia. Taulukossa 5 on esitetty kuvausasetelman muut-tuja tarkemmin.

Taulukko 5

Kuvausasetelman etäisyydet ja kamera-asetukset 27.4.2007.

	Alakamera	Takakamera
Kuvatausta	Sininen taivas ja aurinko	Sininen taivas
Linssi	Kiinteä	Zoom
Otokset	8	8
Kuvaussuunta	Ylöspäin hauliparven lentoradan alta	Ampujan takaa, hauliparven lentoradan suunnassa
Kameran paikka	18 m ampujan etupuolella, kiekon lentolinjan alla	Ampujan vieressä, oikealla
Tarkennusalue	5 m kamerasta	Zoomattuna 20 m kamerasta
Kuvanopeus	1000 k/s	1000 k/s
Suljinnopeus	1/50000 s	1/5000 s
Aukko	Valaistuksen mukaan	Valaistuksen mukaan
Kuva-alueen leveys	2,5 m	3 m

2.4 Mittausasetelma 3: patruuna- ja asetetit

2.4.1 Testikerrat ja -paikka

Patruuna- ja asetetit suoritettiin Jyväskylän Hipposhallin maapohjahallissa. Testit toteutettiin kahtena mittauskertana:

- 3.4.2007
- 3.-4.5.2007

2.4.2 Kuvausasetelma 3.4.2007

Ensimmäisen testikerran (3.4.2007) tavoitteena oli testata patruuna- ja asetestiasetelmaa käytännössä. Hallimittaus mahdollisti vakiokuvausolosuhteet sekä valaistuksen ja taustojen säätelyn. Testi ammuttiin metsästyshaulikolla ja laukauksissa käytettiin 2,4 mm haulikoon patruunoita. Kuvattuja laukauksia suoritettiin viisi kappaletta ja laukaukset suoritettiin 17 metrin päästä maalitaulusta. Maalitaulun koko oli 2 * 2 metriä ja se rakennettiin vanerilevyistä ja pahvista. Testissä käytettiin kahta kameraa. Kamerat kuvasivat suorituksen hauliparven takaa sekä suoraan hauliparven lentoradan sivusta. Haulien erottuvuuden parantamiseksi maalitaulu peitettiin valkoisella paperilla takakuvaa varten. Sivukuvaa varten taustana käytettiin valkoista kangasta sekä erillistä valko-kangasta. Valaistus suunnattiin kuvaustaustoihin kameroiden tarkennusalueen etupuolelta parhaan kontrastin saamiseksi ja heijasteiden välttämiseksi. Kameroiden tarkennuskohta, josta hauliparvi taltioitiin, sijaitsi 15 metrin päässä laukauskohdasta. Taulukossa 6 on esitetty kuvausasetelman muuttujia tarkemmin.

Taulukko 6

Kuvausasetelman etäisyydet ja kamera-asetukset 3.4.2007.

	Alakamera	Takakamera
Kuvatausta	Taustana valkoinen lakanakangas sekä erillinen valkokangas	Taustana maalitaulu, joka oli päällystetty paperilla
Linssi	Kiinteä	Zoom
Otokset	5	4
Kuvaussuunta	Hauliparven lentorataan nähden kohtisuoraan sivulta	Ampujan takaa, hauliparven lentoradan suunnassa
Kameran paikka	15 m päähän ampujan etupuolelle ja 5 metriä sivuun haulien lentoradasta	Ampujan viereen niin, että liipaisu tapahtui linssin tasolla n. 50 cm kamerasta vasemmalle.
Tarkennusalue	5 m kamerasta	Zoomattuna 15 m kamerasta
Kuvanopeus	1000 k/s	1000 k/s
Suljinnopeus	1/5000 – 1/50000 s	1/2000 - 1/5000 s
Aukko	Valaistuksen mukaan	Valaistuksen mukaan
Kuva-alueen leveys	2,5 m	2 m

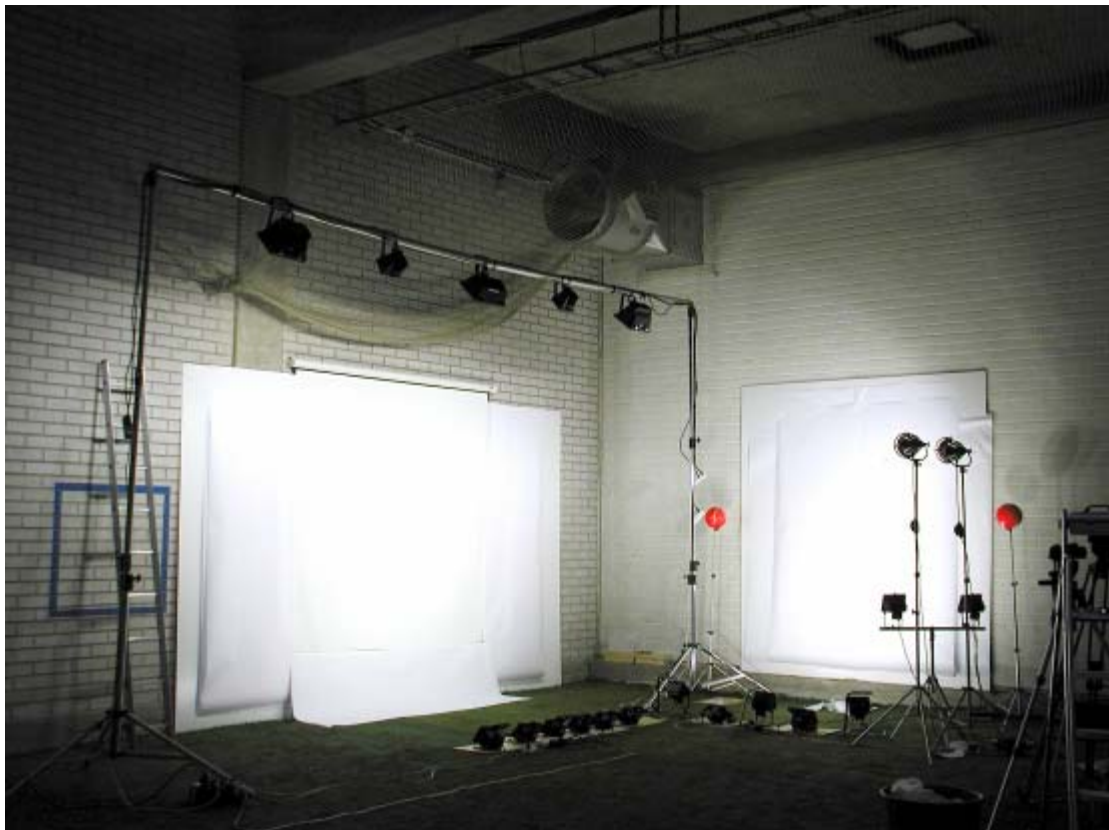
2.4.3 Kuvausasetelma 3.-4.5.2007

Toisella mittauskerralla (3.-4.5.2007) testattiin neljän maajoukkueampujan aseet ja panokset ensimmäisen mittauskerran mukaisella menetelmällä. Tavoitteena oli hahmottaa eri patruunoiden ja supistajien merkitystä hauliparven muotoon kullakin aseella. Kuvaustaustoja oli kehitetty ja valaistusta lisätty verrattuna ensimmäiseen kertaan. Maalituluna oli 3 * 2,5 metrin kokoinen levyseinä, joka päällystettiin yhden metrin levyisillä paperirullan kaistaleilla. Testin aikana paperipäällyste uusittiin eri patruunamerkkien välillä. Maalitaulu sijaitsi 3 metriä takakameran tarkennusalueen etupuolella. Sivukuivan taustana oli 2,2 * 2,5 metrin levyinen valkokangas sekä molemmin puolin jatkeena valkoiset levyt paperipäällysteellä. Ensimmäisenä päivänä testattiin yhtä asetusta 20 metrin matkalla. Testissä ammuttiin viisi eri patruuna-supistaja variaatiota ja jokaisella variaatiolla viisi toistoa. Toisena mittauspäivänä siirryttiin ampumaan 17,5 metrin matkalla. Testissä ammuttiin neljällä eri aseella ja 6-7 eri patruunasupistajaa. Jokaisella patruunasupistajalla ammuttiin kaksi toistoa. Taulukossa 7 ja kuviossa 4 on esitetty toisen päivän kuvausasetelman muuttujia tarkemmin.

Taulukko 7

Kuvausasetelman etäisyydet ja kamera-asetukset 4.5.2007

	Alakamera	Takakamera
Kuvatausta	Taustana valkokangas ja paperi	Taustana maalitaulu, joka oli päällystetty paperilla
Linssi	Kiinteä	zoom
Otokset	4 asetta * 6-7 patruuna/supistaja variaatiota * 2 toistoa (jokaista variaatiota kohden)	4 asetta * 6-7 patruuna-supistaja variaatiota * 2 toistoa (jokaista variaatiota kohden)
Kuvaussuunta	hauliparven lentorataan nähden kohtisuoraan sivulta	ampujan takaa, hauliparven lentoradan suunnassa
Kameran paikka	17,5 m päähän ampujan etupuolelle ja 3,5 metriä sivuun haulien lentoradasta	Ampujan viereen niin, että liipaisu tapahtui linssin tasolla n. 50 cm kamerasta vasemmalle.
Tarkennusalue	3,5 m kamerasta	Zoomattuna 17,5 m kamerasta
Kuvanopeus	1000 k/s	1000 k/s
Suljinnopeus	1/50000 s	1/2000 s
Aukko	Valaistuksen mukaan	Valaistuksen mukaan
Kuva-alueen mitat	1,5 * 1,2 m	1,80 * 1,45 m



Kuvio 4. Takakuvan tausta (maalitaulu) oikealla sekä sivukameran tausta vasemmalla.

3 TULOKSET

3.1 Hauliparven kuvaus

3.1.1 Kuvaus 2.2.2007

Ensimmäisellä kuvauskerralla testattiin highspeed -järjestelmän soveltuvuutta hauliparven taltiointiin. Hauliparvi saatiin kuvattua sekä ala- että takakameralla. Tämän päätöksen perusteella projektia ja mittausjärjestelmän kehittelyä päätettiin jatkaa. Kuvamateriaalista oli nähtävissä myös tarkennusalueen merkitys kuvauksen onnistumiselle. Kameran tarkennusalue tulee olla tarkasti keskellä hauliparven lentorataa riittävän hyvän kuvan aikaansaamiseksi. Ala- ja takakamerassa 1000 kuvan nopeudella saatiin riittävästi kuvia kuva-alueelle. Testissä käytetty 1/20000 sekunnin suljinnopeus riitti alakamerassa taltiomaan haulit pienellä epäterävyydellä. Takakuvan tieto jäi puolestaan vähäisemmäksi, sillä kuvaukseen ei saatu vielä tarvittavaa zoom -linssiä. Kuvausalueelle ei tehty tässä mittauksessa tarkempaa kalibroitua, mutta tähtäysmerkin avulla saatiin arvio hauliparven venymälle. Pitkittäinen, hauliparven lentoradan suuntainen, venymä oli 15 metrin kohdalla n. yksi metri kun taas poikittainen venymä oli n. 15-20 senttimetriä. Kuvioissa 5 ja 6 on esitettyä esimerkkikuvat ala- ja takakameralta.



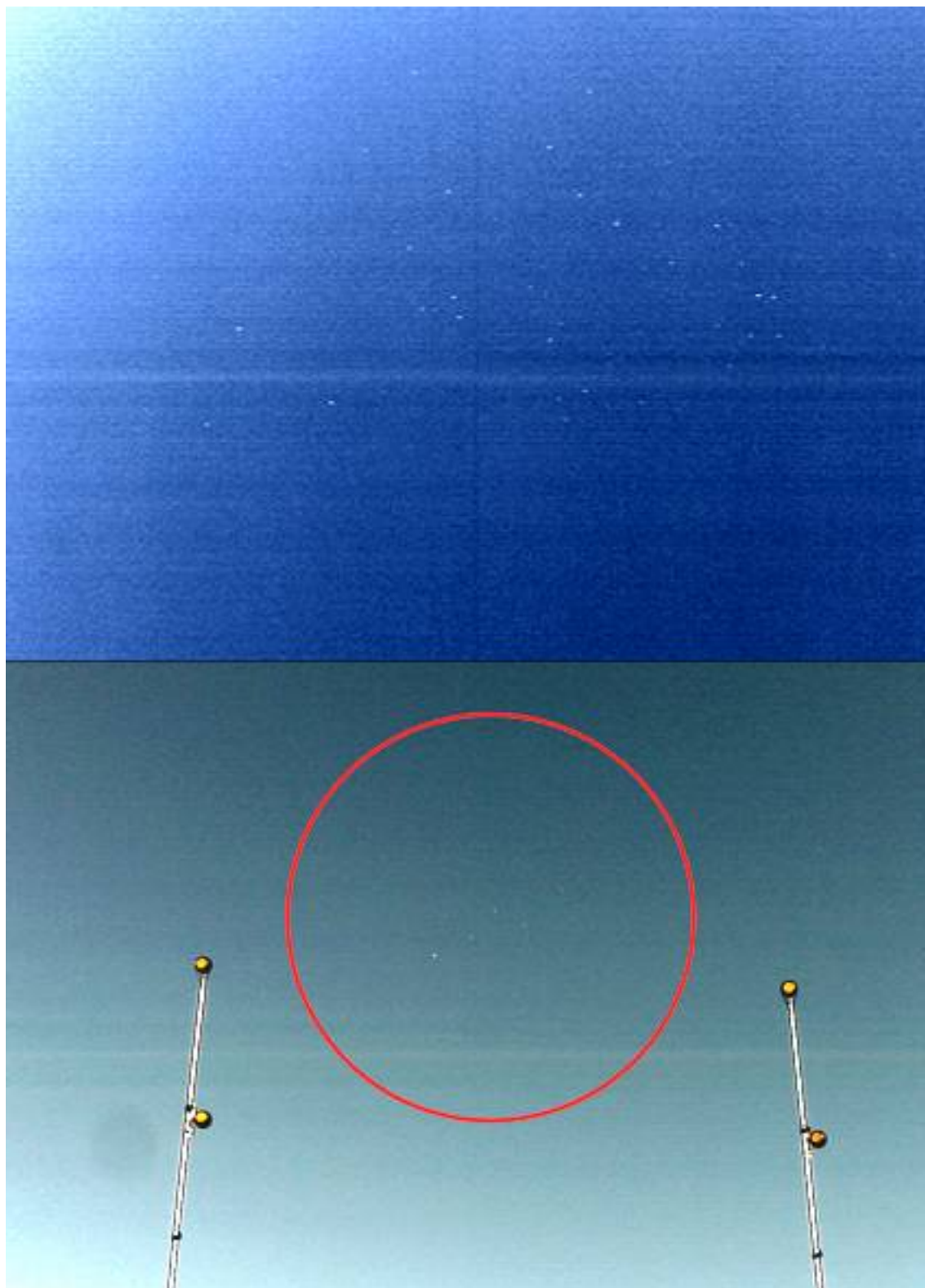
Kuvio 5. Alakameran kuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s suljinnopeudella 1/20000 s (2.2.2007).



Kuvio 6. Takakameran kuva hauliparvesta ja tulpasta 1000 kuvaa/s suljinnopeudella 1/20000 s (2.2.2007).

3.1.2 Kuvaus 13.3.2007

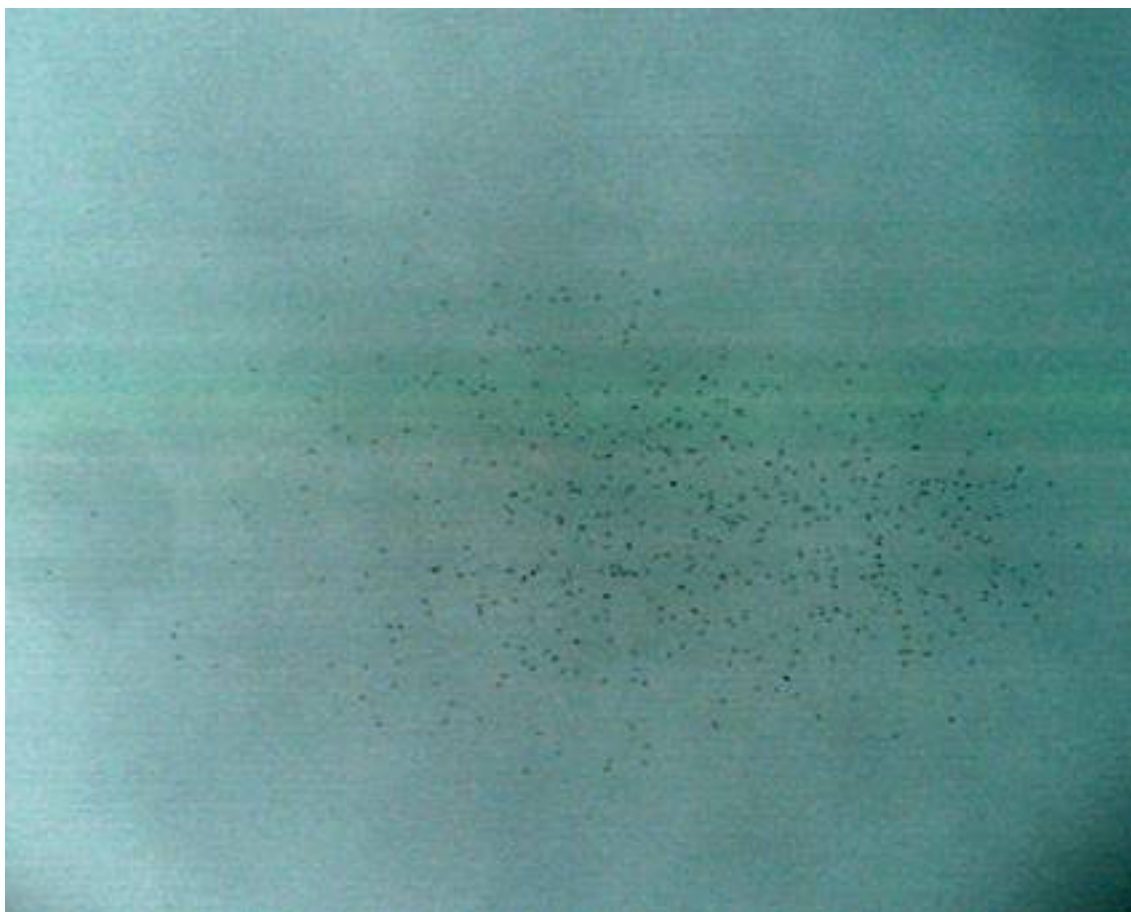
Toisella testikerralla rakennettiin tarkempi mittausasetelma hauliparven taltioimiseen ammuttaessa skeet -aseella ja -patruunoilla. Ennen kuvausta kameroiden kuva-ala saatiin kalibroitu takymetrillä ja kalibroitipalloilla. Kuvausten perusteella oli nähtävissä kahden millimetrin haulikoon vaikutus kuvatarkkuuteen. Ala- ja takakamerassa käytettiin edellisellä kerralla testattua 1000 kuvan nopeutta sekä 1/20000 sekunnin suljinnopeutta. Onnistuneen kuvan saaminen pienemmällä haulikoolla oli ratkaisevasti kiinni olosuhteista ja tarkennuksesta. Kahdenkymmenen metrin etäisyydeltä ammuttaessa hauliparvi venyi myös pitkittäin lentosuunnassaan yli alakameran kuva-alueen. Venymä oli kuvassa n. 2,5 metriä. Koko parven taltioiminen vaatii näin ollen tarkennusalueen noston 6-7 metriin tai laajakulmalinssin. Testin perusteella aurinkoisella kelillä kuvattaessa tietoa hukkuu, sillä haulit kiiltävät valoisina taivasta vasten ja osa haulien näkyvyydestä häviää. Analyysipuolella kuvamateriaali käsiteltiin 2D-kalibroitien avulla. Tarkempia 3D-määritysten tekeminen vaatisi parven äärilaitojen hahmottamisen samanaikaisesti molemmista kuvakulmista. Kuviossa 7 on esitettyä esimerkkipätkä ala- ja takakameralta.



Kuvio 7. Ala- ja takakameran kuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s suljinnopeudella 1/20000 s (13.3.2007).

3.1.3 Kuvaus 22.3.2007

Kolmannella testikerralla keskityttiin kameran ja linssin kuvausasetuksiin. Alakameran kuvanopeutta testattiin sekä 1000 kuvaa/sekunnissa että 2000 kuvaa/sekunnissa kuvanopeudella. Suljinnopeutena testattiin 1/5000 - 1/50000 sekuntia. Paras tulos saatiin 1000 kuvaa sekunnissa ja suljinnopeuksilla 1/20000 - 1/50000 sekuntia. Tällöin haulit pysähtyivät kuvaan riittävän terävinä. Pienemmillä suljinnopeuksilla haulien liikkeen aiheuttama epäterävyys hävitti haulit näkyvistä. Testissä kokeiltiin myös aukon eri säätöjä välillä 2,0 - 5,6. Paras tulos saatiin pitämällä kuva tummana ja varmistamalla ettei kuva ylivalotu mistään kohtaa. Olosuhteet olivat tällä kertaa kuvaukseen sopivimmat. Keli oli pilvinen, jolloin haulit näyttäytyvät kuvassa mustina pisteinä ilman heijastuksia. Haulit mahtuivat hyvin kuva-alalle, sillä ampumaetäisyys oli testissä 15 metriä. Testissä kokeiltiin myös mahdollisuutta kuvata hauliparven liikettä suoraan sivulta taustakangasta vasten. Tällä pyrittiin poistamaan auringosta syntyviä heijastuksia. Testin perusteella kankaan tulisi olla todella laaja ja samalla rypytön ettei kuvaan tule häiritseviä epätasaisuuksia. Kuviossa 8 on esitettyä esimerkkipäätös alakameralta.



Kuvio 8. Alakameran kuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s suljinnopeudella 1/50000 s (22.3.2007).

3.1.4 Kuvaus 28.3.2007

Neljännellä testikerralla varmistettiin aurinkoisien ja pilvisen sään vaikutus kuvaukseen. Neljännen kerran mittaukset toteutettiin aurinkoisella kelillä. Testin tuloksena oli nähtä-

vissä, että aurinkoisella säällä haulit kuvautuvat valkoisina alakameralle ja suurin osa näkyvyydestä hukkuu heijastuksiin. Erilaisilla vastavalon suojuilla, suljinnopeuksilla tai muilla kameran asetuksilla ei saatu parannettua tilannetta. Kuviossa 9 on esitettyä esimerkkipäätävä alakameralta.



Kuvio 9. Alakameran kuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s suljinnopeudella 1/50000 s (28.3.2007).

3.2 Hauliparven kuvaus kiekon kanssa

3.2.1 Kuvaus 27.4.2007

Hauliparven ja kiekon kohtaamista testattiin yhdellä kuvauskerralla. Kohtaaminen saatiin taltioitua sekä ala- että takakameralla. Aurinkoinen keli aiheutti alakameralle heijasteita, joten haulit kuvautuivat valkoisina ja osa tiedosta hukkuu. Takakameralla oli ensimmäistä kertaa käytössä zoom -linssi. Takakameralla 1000 kuvaa sekunnissa sekä suljinnopeus 1/5000 sekunnissa riittivät kohtaamisen kuvaamiseen. Tuulen vaikutus kiekon lentorataan oli suuri ja kovassa puuskassa kiekko saattoi lentää metrin yli oletetun tarkennusalueen. Kuviossa 10 on esitettyä esimerkkipäätävä ala- ja takakameralta.

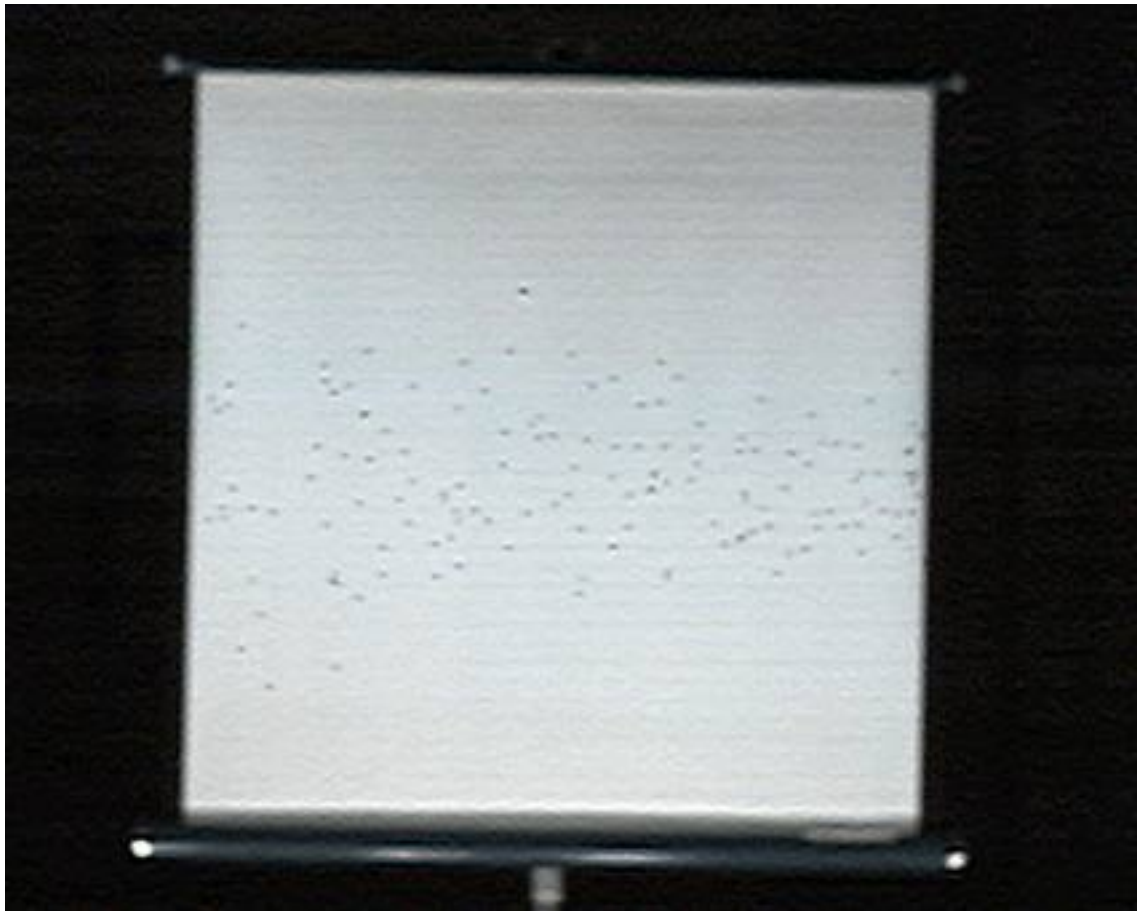


Kuvio 10. Ala- ja takakameran kuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s. Alakameran suljinnopeus oli 1/50000 s ja takakameran 1/5000 s (27.4.2007).

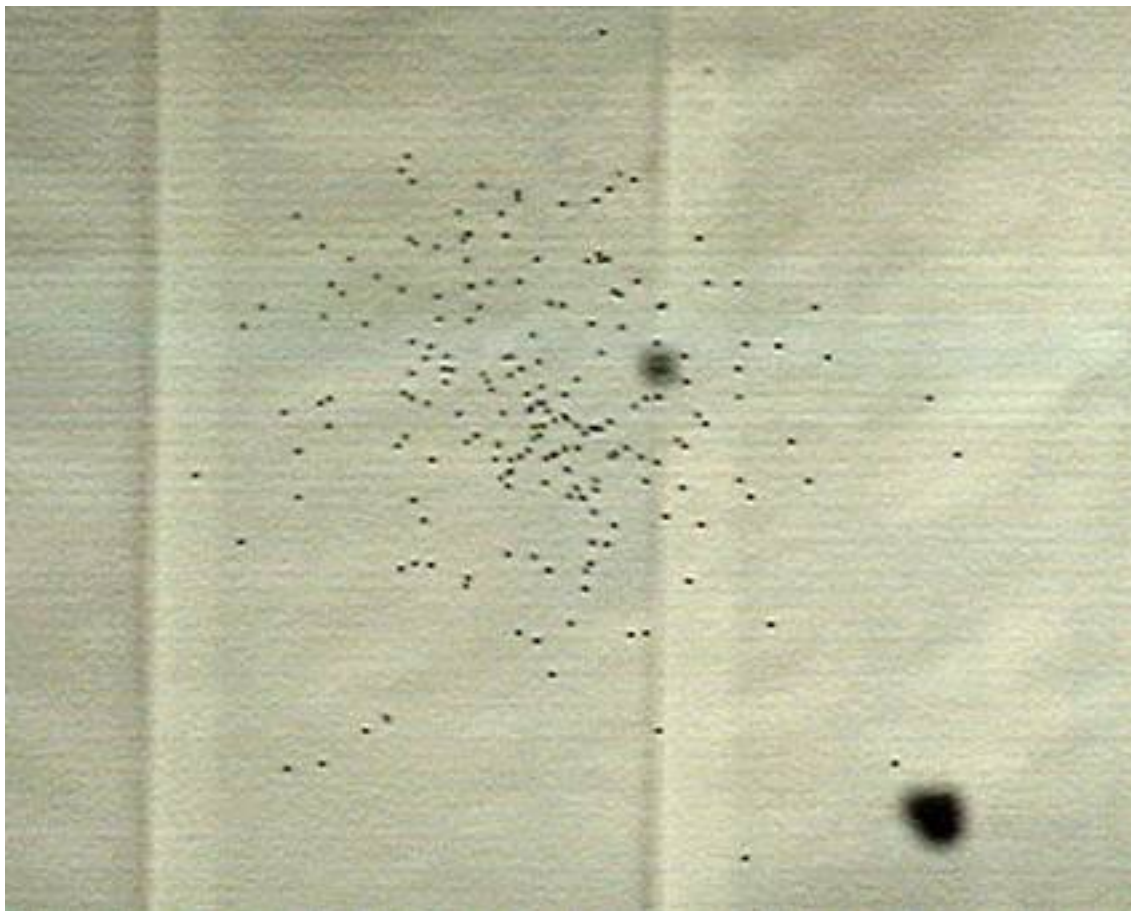
3.3 Patruuna- ja asetestit

3.3.1 Kuvaus 3.4.2007

Ensimmäisen patruuna- ja asetestin perusteella varmistettiin kuvausasetelma ja sen toimivuus sisätiloissa. Testin perusteella hauliparven kuvaaminen oli vakioidumpaa hallikuvauksessa. Kuva- ja suljinnopeudet vastasivat aiempia testejä. Takakamerassa zoom-linssin avulla kuva-alan leveys saatiin tiukaksi kahden metrin alueeksi. Sivukameran kuva-ala pidettiin puolestaan 2,5 metrissä, jotta koko hauliparven mahdollinen venymä saataisiin kuvaan. Testin parhaaksi taustaksi osoittautui valkokangas. Jatkoa varten tarvittiin kuitenkin laajempi taustakangasta ja tehokkaampi valaistus. Lisäksi testin perusteella maalitaulun kokoa ja päällystettä tuli kehittää tulevia testejä varten. Kuvioissa 11 ja 12 on esitettyä esimerkikuvat sivu- ja takakameralta.



Kuvio 11. Sivukameran kuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s. Sivukameran suljinnopeus oli 1/50000 s (4.3.2007).

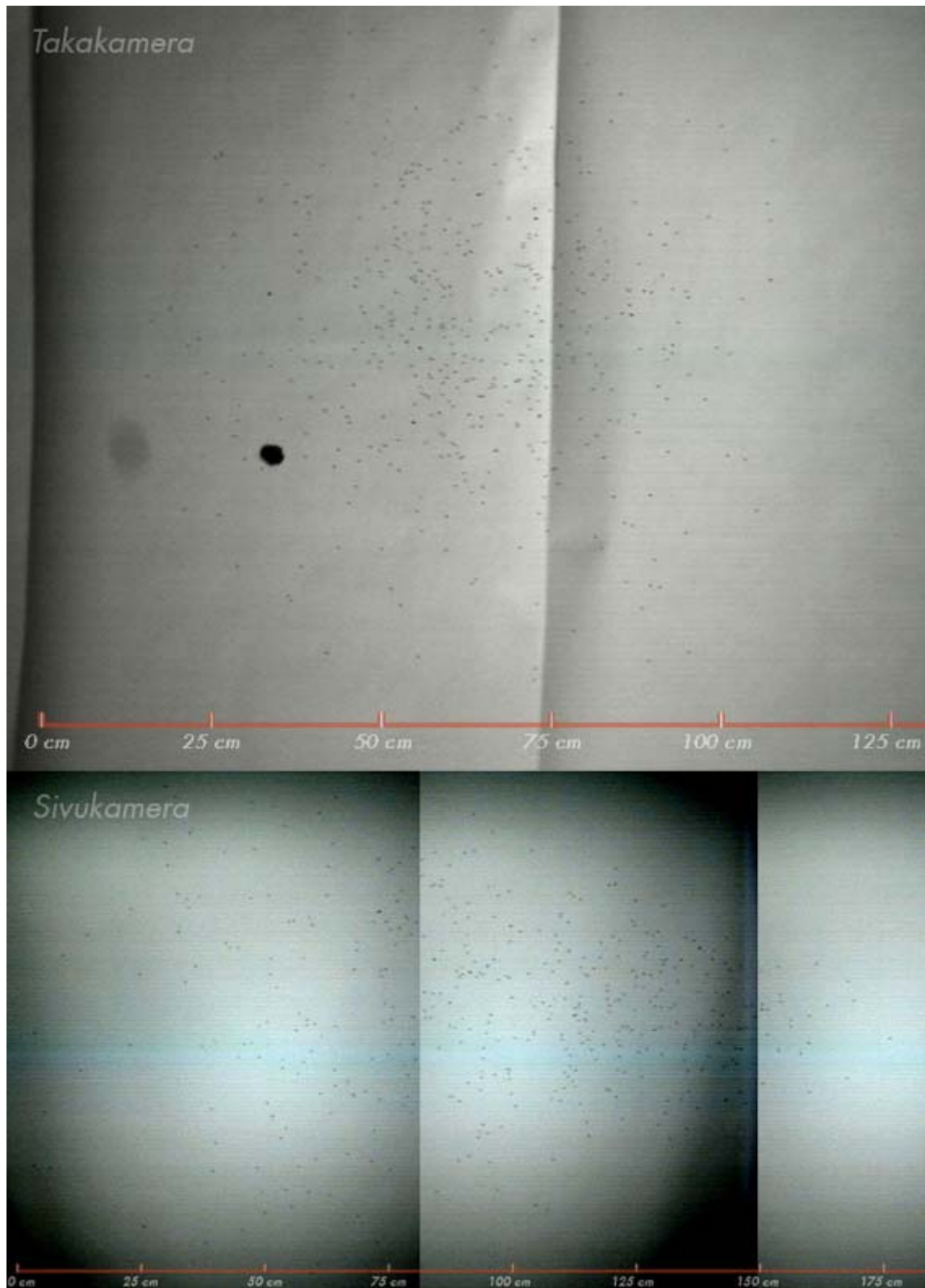


Kuvio 12. Takakameran kuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s. Takakameran suljinnopeus oli 1/2000 s (27.4.2007).

3.3.2 Kuvaus 3.-4.5.2007

Toisen hallimittauskerran perusteella varmistettiin ase- ja patruunatestien asetelman toimivuus sisätiloissa sekä kokeiltiin järjestelmää käytännössä. Patruuna- ja asetestien ensimmäisen päivän (3.4.2007) mittaus ei onnistunut 20 metrin matkalta riittävällä tarkkuudella. Haulien erottuvuus heikkeni selvästi suuremman venymän ja pienemmän haulikoon vuoksi aiempaan testiin nähden. Näillä perusteilla 20 metrin ampumaetäisyyttä päätettiin lyhentää 17,5 metriin ja tuoda sivukameraa lähemmäksi 3,5 metriin. Toisen testipäivän (4.5.2007) tuloksien mukaan mittaukset on mahdollista suorittaa hallissa vakioidummissa olosuhteissa järjestelmän rajoitteet huomioimalla. Kuviossa 13 on esitettyinä esimerkkikuvat taka- ja sivukameralta. Yksityiskohtaisempia tuloksia hauliparven mitoista ja jakaumista on esitetty myös liitteissä A ja B.

Hauliparven leveyttä ja korkeutta tarkasteltiin erikseen taka- ja sivukuvasta (katso Liitteet A ja B). Tarkastelu tehtiin erikseen eri % -osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Täyden 100 % -osuudella ja kahden laukauksen keskiarvona tarkasteltuna hauliparvien leveys oli takaapäin pienimmillään 56,6 cm (ase 2) ja suurimmillaan 135,0 cm (ase 3). 95 % prosentiosuudella tarkasteltaessa suurin osa hajahauleista karsiutui pois analyseistä. Kahden laukauksen keskiarvon ja 95 % -osuuden avulla tarkasteltuna hauliparvien leveys oli takaapäin pienimmillään 41,2 cm (ase 2) ja suurimmillaan 92,8 cm (ase 1).



Kuvio 13. Taka- ja sivukuva hauliparvesta 1000 kuvaa/s. Takakameran suljinnopeus oli 1/2000 s sivukuvan 1/50000 s. Sivukuva on yhdistelmä kolmesta kuvasta, joissa hauliparvi on näkynyt kuva-alalla (27.4.2007).

Luonnollisesti, hauliparven kokoon vaikutti suuresti käytetty supistaja. Esimerkiksi supistaja (50 %) pienensi hauliparven leveyttä n. 55 % (87,6 cm - 48,2 cm) tarkasteltaessa kahden laukauksen keskiarvoa ja 95 % -osuutta aseella 1.

Sivultapäin tehdyssä analyysissä hauliparven leveys oli 100 % -osuudella ja kahden laukauksen keskiarvona tarkasteltuna pienimmillään 161,2 cm (ase 3) ja suurimmillaan 329,2 cm (ase 2). Vastaavasti leveys oli kahden laukauksen keskiarvona ja 95 % hauliosuudella pienimmillään 82,2 cm (ase 3) ja suurimmillaan 180,4 cm (ase 2). Hauliparven korkeudelle laskettiin sivukuvasta omat arvonsa. Hauliparven korkeus oli kahden laukauksen keskiarvona ja 100 % -hauliosuudella pienimmillään 48,8 cm (ase 2) ja suurimmillaan 107,8 cm (ase 4). Vastaavasti korkeus oli kahden laukauksen keskiarvona ja 95 % -hauliosuudella pienimmillään 33,6 cm (ase 2) ja suurimmillaan 73,2 cm (ase 2).

Analyyseissä hauliparven jakaumaa tarkasteltiin myös erikseen neljässä eri sektorissa eri hauliosuuksilla. Tasaisesti jakautuneessa kuviossa haulista 25 % jakautui joka sektoriin. Kun tarkastelu tehtiin 95 % -hauliosuudella, niin takakuvissa sektorikohtaiset jakaumat vaihtelivat yleisesti 20 % - 30 % välillä. Sivukuvan vastaavat jakaumat vaihtelivat enemmän (10 % - 40 %) sektoriosuuksilla. Sivukuvassa hauliparven muoto ja venymä pääsevät vaikuttamaan enemmän haulien jakautumiseen. Yksityiskohtaisemmat kuvaajat jakaumista eri sektoreihin on esitetty liitteessä B.

4 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimusprojektissa painottui uuden menetelmän kehitystyö ja testaus. Tämän projektin tavoitteena oli tukea haulikkovalmennusta kehittämällä menetelmä haulien ja kiekon lentoradan havainnointiin. Tavoitteena oli myös luoda menetelmä haulikonpanoksien testaamiseksi ja valitsemiseksi. Lisäksi tarkoituksena oli antaa välitöntä ja havainnollista palautetta ampujalle ja valmentajalle uudella sekä jo aikaisemmin haulikkolajille kehitetyillä mittausjärjestelmillä.

Esitutkimuksen perusteella todettiin, että hauliparven mittaus ja havainnointi on mahdollista toteuttaa uudella highspeed -järjestelmällä. Tällä perusteella projektia päätettiin jatkaa. Projektin pääpaino suunnattiin esitutkimuksen jälkeen sen hetkisten tarpeiden mukaan hauliparven kuvausasetelman sekä panos- ja asetestimenetelmän kehittämiseen. Tarpeena oli myös kevään aikana tutkia patruuna- ja asetestiasetelmalla neljän maajoukkueampujan panokset ja aseet. Aiemman mittausjärjestelmän käyttöönottoa sekä hauliparven ja kiekon kohtaamiseen tähtääviä leirimittauksia päätettiin lykätä eteenpäin. Tutkimusprojektin toteutus jakautui näin kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa kehitettiin yleisesti kuvausasetelmaa hauliparven kuvaamiseen ilman kiekkoa. Toisessa osassa menetelmää laajennettiin kuvaukseen kiekon kanssa. Kolmannessa osassa keskityttiin ase- ja panostestien kuvausasetelmaan sekä sen toteuttamiseen neljän maajoukkueampujan aseella.

Hauliparven kuvausasetelman kehitystyö saatiin toteutettua kevään 2007 aikana. Kevään aikana saatiin kehitettyä asetelma, millä hauliparvi oli kuvattavissa tietyin rajoittein. Menetelmä on hyvin käyttökelpoinen valmennuskäytössä antamaan lisätietoa hauliparven tapahtumista. Kuvauksella saa ainutlaatuista kuvaa hauliparven muodosta ja jakaumasta. Asetelman heikkous valmennuskäytössä on kuitenkin sen herkkyys keliolosuhteille. Kuvaus onnistuu tällä asetelmalla vain pilvisellä säällä. Myös parven analyysissä on omat rajoitteensa. Kameran kuvaan ei välttämättä saada taltioitua kaikkia hauleja vaan osa hukkuu terävyysalueen ulkopuolelle tai suurella venymällä kokonaan kuva-alan ulkopuolelle. Parven mittoja ja jakaumaa pystytään nykyvälineistöllä analysoimaan vain yhdessä tasossa kaksidimensionaalisesti. Tulevaisuuden kehitystyössä tulisi painottaa kuvaamisen luotettavuutta parantavia tekijöitä ja apukeinoja. Tulevaisuudessa lisäarvoa antaisi myös parvessa olevien aukkojen laskennallinen hahmotus sekä parven 3D-malli.

Hauliparven ja kiekon kohtaamisen kuvausasetelmaa ei testattu kuin yhdellä testikerralla, mutta periaatteiltaan asetelma oli lähes samanlainen pelkän hauliparven kuvauksen kanssa. Tulokset kiekon kanssa tehdystä kuvauksesta olivat lupaavia ja kohtaamisen havainnointi on mahdollista toteuttaa järjestelmän avulla. Tämä menetelmä olisi toivottu lisä haulikkolajien valmennuksen apuvälineisiin. Menetelmä sisältää samat keliin ja analyysiin liittyvät rajoitteet. Valmennuskäytössä asetelma vaatii useita toistoja, jotta talteen saadaan riittävän hyviä otoksia. Kameran paikka on valittava jokaisen ampujan kohdalla erikseen tuuliolosuhteet huomioiden. Jatkossa kehityksen painopiste on kamerapaikan nopeassa määrittämisessä sekä nopeassa kentällä annettavassa kuvapalautteessa. Jatkossa menetelmä tulee palautteineen yhdistää myös aiempaan mittausjärjestelmään ja ottaa käyttöön leireillä kokonaisuudessaan.

Asetelma patruuna- ja asetestien mittaamiseen saatiin myös kehitettyä kevään 2007 aikana. Ulkona tehtyjen hauliparvikuvausten perusteella päädyttiin sisätiloissa tehtäviin mittauksiin olosuhteiden vakioimiseksi. Myös sisätiloissa oikeanlaisen taustan ja valaistuksen rakentaminen on haasteellista. Oman ongelmansa toi myös ampumaetäisyys, sillä 20 metristä ammuttaessa kuvaus ei enää onnistunut riittävällä laadulla. Ongelmat ja rajoitteet huomioimalla asetelmalla on kuitenkin mahdollista selvittää aseiden, supistajien ja patruunoiden vaikutusta parven muotoon sekä haulien jakaumaan. Patruuna- ja asetestien yhteydessä kehitettiin myös Hauli -ohjelma. Ohjelman avulla on mahdollista tehdä 2D-analyysijä kuvatusta materiaalista erikseen sivu- ja takakuvista. Käytössä on kuitenkin huomioitava aiemmin mainitut rajoitteet. Ohjelma etsii analysoitavasta kuvasta pisteitä tummuuserojen avulla. Kameran terävyysalueen ulkopuolella olevat haulit eivät välttämättä aina erotu kuvassa riittävästi. Tarkennusalueen ulkopuolella olevat haulien koko on pienempi analyysikuvassa ja näin ne peittävät pienemmän alan kuvasta kuin todellisuudessa. Menetelmästä saatiin myös käytännön kokemuksia, kun asetelmalla testattiin neljän maajoukkueampujan aseet. Testien analyysi jäi kuvailevaksi järjestelmän rajoitteiden ja vähäisten toistojen vuoksi. Oman ongelman aiheutti myös sivukuvan materiaali. Analyysiä varten sivukuva jouduttiin yhdistelemään peräkkäisistä otoksista parven kokonaispituuden hahmottamiseksi. Jatkossa patruuna- ja asetestien analyysimenetelmää tulisi edelleen kehittää. Tätä ennen tutkimustyössä tulisi selvittää ja arvioida tarkemmin asetelman mittaustarkkuus, johon analyysillä keskimäärin pystytään. Jatkossa asetelmaa tulee myös kehittää taustojen, valaistuksen ja kameroiden asettelun osalta.

Johtopäätöksenä voidaan todeta seuraavaa tutkimuksen osa-alueittain:

Hauliparven kuvaus

- NAC Memrecam highspeed -järjestelmä soveltuu hauliparven kuvaukseen
- Keliolosuhteet ja kuvaustausta määräävät kuvauksen onnistumisen. Aurinkoisella kelillä heijastukset heikentävät ja peittävät näkyvyyden. Paras keli kuvaamiseen on tasainen pilvitaivas.
- 15,0 - 17,5 metrin ampumaetäisyys tarkennusalueesta todettiin testeissä toimivaksi asetelmaksi. Suuremmalla etäisyydellä haulien venymä ylittää hajahauleilla alakameran kuva-alan. Tätä on mahdollista kehittää jatkossa laajakulmaisemmilla linsseillä.
- Kuvausasetelmassa toimiva alakameran etäisyys hauliparven lentoradasta on 3,5 - 5,0 metriä. Toimiva takakameran paikka on puolestaan suoraan ampumalinjassa 15,0 -17,5 metrin etäisyydellä, ampujan vieressä.
- Tuhat kuvaa sekunnissa on riittävä nopeus hauliparviin havainnointiin
- Alakamerassa suljinnopeutena on käytettävä 1/50000 s, jotta haulit pysähtyvät riittävällä tarkkuudella. Takakamerassa riittävä nopeus on 1/2000 - 1/5000 s.
- Kuva-alan kalibrointi on mahdollista toteuttaa takymetrillä ja kalibrointipalloilla. Kalibrointeja voidaan hyödyntää 2D-analyysissä. Tarkemman 3D-mallin tekemiseen tarvittaisiin yksittäisten haulien tunnistaminen samanaikaisesti molemmilta kameroilta.

- Tuloksia voidaan tarkastella kuvailevasti yhdessä kuvaustasossa kerrallaan. Kalibrointien avulla parvelle voidaan laskea 2D-analyysinä leveys ja korkeus sekä jakautuminen kuva-alalla. Jatkokehittelyyn jää hauliparven tasaisuuden ja aukkojen määrittäminen.
- KIHUssa kehitetyllä Hauli -ohjelmalla on mahdollista laskea hauliparven mitat erikseen taka- ja sivukameralta. Ohjelmalla voidaan laskea parven jakautuminen eri sektoreihin sekä tarkastella jakaumaa sekä kuviota eri % -osuuksilla kokonaishaulimäärästä.
- Kuvausasetelmassa on tietyt rajoitteet, jotka tulee huomioida tuloksia analysoidessa. Kamera tarkennetaan testeissä oletettuun hauliparven lentoradan keskusta. Tarkennusalueen etu- ja takapuolella olevat haulit eivät piirry kuvaan terävinä ja osa tiedosta voi hukkua erityisesti pidemmillä etäisyyksillä ammuttaessa. Tämän lisäksi kameroiden sijoittelu tulisi olla mahdollisimman kohtisuoraan haulien lentolinjassa. Näin ollen takakameran sijoittaminen ampujan viereen tuo pientä epätarkkuutta takakuvan analyysiin.
- Yleisesti kuvausasetelma sopii hyvin valmennuskäyttöön. Järjestelmä mahdollistaa hauliparven havainnoimisen video- ja pysäytyskuvien avulla. Tarkemmassa tutkimuskäytössä asetelman tarkkuudessa on puutteensa.

Hauliparven kuvaus kiekon kanssa

- Järjestelmällä on mahdollista kuvata hauliparven ja kiekon kohtaaminen. Asetelman avulla voidaan valmennuskäytössä tarkastella millä osalla hauliparvea ampuja pudottaa kiekon.
- Kameroiden paikka, suuntaaminen ja tarkennusalue määritetään koelaukauksilla. Muuten asetelma noudattelee edellä mainittua yleistä hauliparvikuvauksen asetelmaa.
- Tuuliolosuhteet tulee huomioida kameroiden tarkennuksessa. Tuuli vaikuttaa kiekon lentorataan ja vie osumakohtaa pois koelaukauksilla asetetulta tarkennusalueelta.

Patruuna ja asetetit

- Järjestelmällä on mahdollista toteuttaa patruuna- ja asetestejä asetelman rajoitteet huomioimalla.
- Patruuna- ja asetetit pystytään toteuttamaan vakioidummin sisätiloissa.
- Sivukameran paikka on tarkennusalueen vieressä, 3,5 - 5,0 metriä sivulla. Toimiva takakameran paikka on puolestaan suoraan ampumalinjassa 15,0 -17,5 metrin etäisyydellä ampujan vieressä. Jatkossa kamera tulisi saada suoraan ampumalinjaan, ampujan etupuolelle.
- Sisämittauksissa kuvaustustoihin ja valaistukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Taustan tulee olla koko kuva-alan levyinen ja tasainen. Valaistuksen avulla sen tulee antaa hyvä kontrasti hauleille.

LÄHDELUETTELO

- Davidson, R., Thomson, R. D. & Birkbeck, A. E. (2002) Computational modelling of the shot pattern of a sporting shotgun. *Sports Engineering* 5, 33-42. Blackwell Science Ltd.
- Norvapalo, K., Salonen, M., Mononen, H., Rintakoski, E., Yli-Jaskari, K., Viitasalo, J. (1998) Haulikkoammunnan biomekaniikka 1. Käyttöraportti, Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus.
- Norvapalo, K., Salonen, M., Mononen, H., Rintakoski, E., Yli-Jaskari, K., Viitasalo, J. (2000) Haulikkoammunnan biomekaniikka 2. Käyttöraportti, Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus.
- Torniainen, V. (2000) Haulikkoammunnan fysiikkaa. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, fysiikan laitos.

LIITE A: HAULIPARVEN MITAT ERI ASEILLA

4.1.1 Ase 1

Taulukko liite A1

Ase nro 1: takaa kuvattujen hauliparvienv leveys ja korkeus. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

	Laukaus	100 %	95 %	75 %	50 %
Sellier&Bellot 2mm / alapiippu	1	55.2	45.8	30.0	20.6
	2	55.7	41.7	32.1	23.9
Sellier&Bellot 2.4mm / alapiippu	1	55.1	42.1	28.7	20.6
	2	49.5	39.9	26.5	18.2
Sellier&Bellot 2mm / yläpiippu 15%	1	40.4	29.9	21.4	16.0
	2	53.3	31.0	20.3	14.7
Sellier&Bellot 2.4mm / yläpiippu 15%	1	44.2	31.1	22.2	16.4
	2	38.0	28.3	20.9	15.0
Sellier&Bellot 2mm / alapiippu 50%	1	42.8	25.4	17.7	12.6
	2	31.4	22.7	16.3	11.3
RC 4 2mm / alapiippu	1	57.2	43.3	29.5	20.6
	2	58.6	49.5	29.5	20.0
Mirage 2mm / alapiippu	1	56.8	42.0	30.2	21.4
	2	61.0	42.9	32.1	23.8

Taulukko liite A2

Ase nro 1: sivulta kuvattujen hauliparvienv leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

	Laukaus	100 %		95 %	
		Isoakseli	pikkuakseli	Isoakseli	pikkuakseli
Sellier&Bellot, 2mm, alapiippu, 0%	1	116.5	58.9	65.8	36.0
	2	103.7	48.9	60.7	34.8
Sellier&Bellot, 2.4mm, alapiippu, 0%	1	110.6	46.6	62.1	31.6
	2	84.7	51.5	55.6	30.1
Sellier&Bellot, 2mm, yläpiippu, 15%	1	102.2	34.8	62.9	24.4
	2	103.9	47.9	71.3	23.8
Sellier&Bellot, 2.4mm, yläpiippu, 15%	1	85.1	44.4	56.2	26.3
	2	112.4	36.0	60.3	22.0
Sellier&Bellot, 2mm, alapiippu, 50%	1	128.3	36.3	71.7	20.0
	2	115.7	29.9	82.9	17.9
RC 4, 2mm, alapiippu, 0%	1	80.6	50.7	58.0	37.3
	2	82.5	50.1	58.0	32.8
Mirage, 2mm, alapiippu, 0%	1	155.4	49.1	80.6	35.0
	2	141.3	44.4	90.0	34.8

4.1.2 Ase 2

Taulukko liite A3

Ase nro2: takaa kuvattujen hauliparvien leveys ja korkeus. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

	Laukaus	100 %	95 %	75 %	50 %
RC 4 2mm / alapiippu	1	58.7	45.3	29.5	19.8
	2	61.9	46.6	29.4	18.5
RC 4 2mm / yläpiippu 40%	1	27.8	21.7	15.6	11.5
	2	28.7	19.5	14.2	9.4
RC 4 2mm / yläpiippu 25%	1	55.2	31.3	22.0	15.3
	2	43.6	30.2	21.7	16.0
RC 3 2mm / alapiippu	1	56.7	43.7	28.6	19.5
	2	60.8	45.3	32.6	20.6
Mirage 2mm / alapiippu	1	53.0	43.4	29.9	21.7
	2	64.0	42.3	32.1	22.7
Sellier&Bellot 2mm / alapiippu	1	59.9	42.5	29.7	22.3
	2	56.7	42.6	31.4	21.2

Taulukko liite A4

Ase nro 2: sivulta kuvattujen hauliparvien leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

	Laukaus	100 %		95 %	
		Isoakseli	pikkuakseli	Isoakseli	pikkuakseli
RC 4, 2mm, alapiippu, 0%	1	72.3	48.9	55.6	34.6
	2	96.5	50.5	53.0	38.5
RC 4, 2mm, yläpiippu, 40%	1	98.0	26.9	62.3	17.5
	2	119.1	21.8	76.4	16.1
RC 4, 2mm, yläpiippu, 25%	1	102.9	38.5	67.0	23.4
	2	89.4	35.8	54.8	22.2
RC 3, 2mm, alapiippu, 0%	1	122.0	47.3	67.2	34.0
	2	106.5	52.3	66.2	37.1
Mirage, 2mm, alapiippu, 0%	1	159.3	49.5	85.3	31.4
	2	169.9	44.8	95.1	35.8
Sellier&Bellot, 2mm, alapiippu, 0%	1	119.4	47.0	66.4	31.6
	2	144.6	46.0	68.8	34.6

4.1.3 Ase 3

Taulukko liite A5

Ase nro3: takaa kuvattujen hauliparvienv leveys ja korkeus. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

	Laukaus	100 %	95 %	75 %	50 %
Sellier&Bellot 2mm / alapiippu	1	58.9	42.1	27.8	19.2
	2	66.9	41.8	29.4	21.2
Eley VIP 2mm / alapiippu	1	59.9	39.9	28.3	19.2
	2	56.5	39.8	28.1	20.1
Eley VIP 2mm / yläpiippu 15%	1	48.9	36.1	25.7	17.9
	2	51.2	39.8	24.3	16.1
Eley First 2mm / alapiippu	1	54.1	36.7	25.4	18.0
	2	49.0	38.2	26.2	18.4
NS-20 2mm / alapiippu	1	76.9	43.6	31.0	23.0
	2	58.0	39.0	28.3	21.1
Mirage T3 2mm / alapiippu	1	67.5	46.3	31.8	22.2
	2	59.7	43.3	29.5	20.6
RC 3 2mm / alapiippu	1	69.6	42.0	29.2	19.5
	2	60.8	45.5	33.5	22.0

Taulukko liite A6

Ase nro 3: sivulta kuvattujen hauliparvienv leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

	Laukaus	100 %		95 %	
		Isoakseli	pikkuakseli	Isoakseli	pikkuakseli
Sellier&Bellot, 2mm, alapiippu, 0%	1	95.1	47.2	58.3	31.8
	2	114.7	56.8	60.9	30.6
Eley VIP, 2mm, alapiippu, 0%	1	81.7	42.8	55.2	29.5
	2	90.6	55.2	55.6	30.1
Eley VIP, 2mm, yläpiippu, 15%	1	88.0	40.3	62.5	28.1
	2	88.0	41.8	55.4	27.9
Eley First, 2mm, alapiippu, 0%	1	70.7	42.8	44.6	28.3
	2	90.4	45.4	54.8	28.3
NS-20, 2mm, alapiippu, 0%	1	168.0	50.5	71.5	35.4
	2	124.6	51.5	68.0	32.6
Mirage T3, 2mm, alapiippu, 0%	1	125.7	51.3	77.0	34.0
	2	150.3	47.9	73.5	33.8
RC 3, 2mm, alapiippu, 0%	1	124.6	43.0	67.2	32.4
	2	143.8	58.3	72.5	36.7

4.1.4 Ase 4

Taulukko liite A7

Ase nro 4: takaa kuvattujen hauliparvienv leveys ja korkeus. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

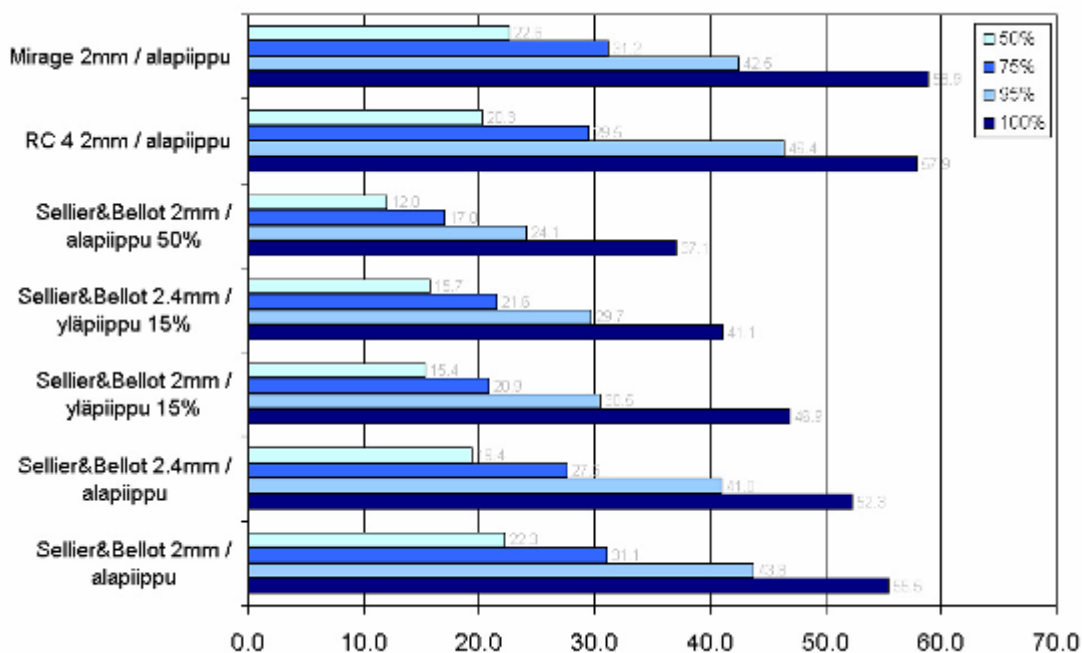
	Laukaus	100 %	95 %	75 %	50 %
RC 1 2mm / alapiippu	1	49.2	38.8	27.8	18.7
	2	52.4	43.3	29.2	20.4
RC 3 2mm / alapiippu	1	55.9	43.1	29.9	22.2
	2	58.6	46.0	29.2	20.9
RC 4 2mm / alapiippu	1	61.5	41.2	28.9	19.6
	2	52.0	42.8	30.8	22.2
RC 4 2mm / yläpiippu	1	54.1	42.6	30.5	21.2
	2	52.2	41.5	29.2	20.9
NS-20 2mm / alapiippu	1	62.9	40.1	27.5	19.2
	2	64.0	45.0	31.1	22.0
Mirage T3 2mm / alapiippu	1	58.6	44.4	30.0	20.8
	2	62.3	42.1	30.0	22.0
Eley Blues 2mm / alapiippu	1	61.0	41.2	27.9	19.0
	2	60.8	45.2	30.3	19.8

Taulukko liite A8

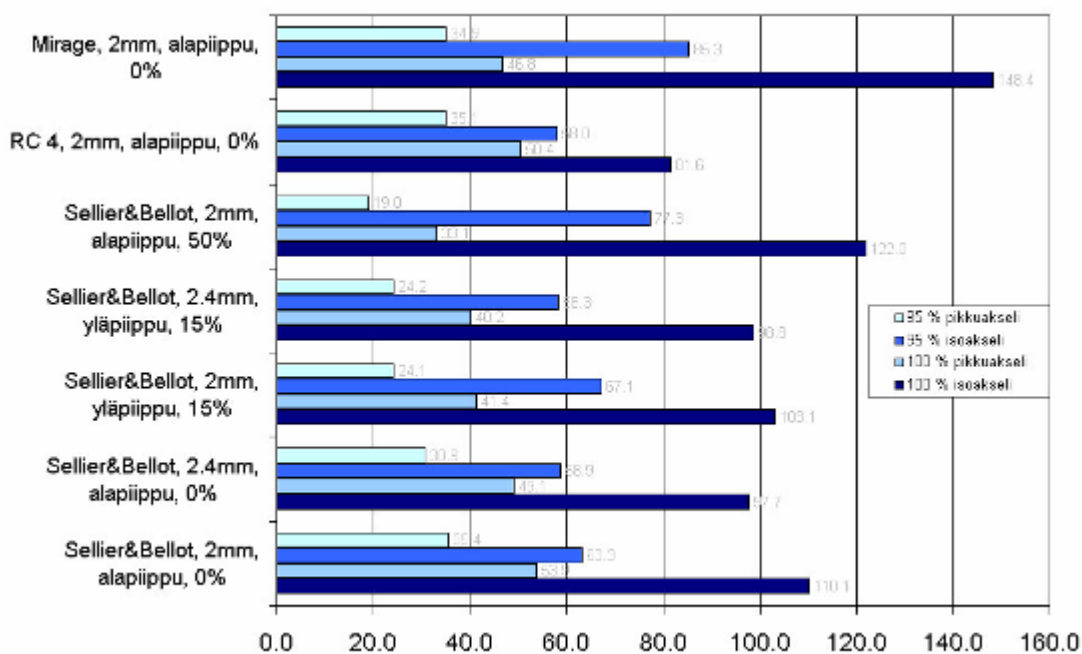
Ase nro 4: sivulta kuvattujen hauliparvienv leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä.

	Laukaus	100 %		95 %	
		Isoakseli	pikkuakseli	Isoakseli	pikkuakseli
RC 1, 2mm, alapiippu, 0%	1	105.7	49.5	58.7	29.7
	2	97.8	49.9	55.6	31.4
RC 3, 2mm, alapiippu, 0%	1	107.7	51.9	66.2	34.4
	2	105.7	53.2	62.1	33.2
RC 4, 2mm, alapiippu, 0%	1	108.8	41.5	55.2	31.2
	2	105.7	47.5	52.8	34.6
RC 4, 2mm, yläpiippu, 0%	1	101.2	49.3	59.9	32.4
	2	129.4	49.0	53.5	32.6
NS-20, 2mm, alapiippu, 0%	1	116.7	44.0	67.8	32.4
	2	146.6	63.7	64.2	33.2
Mirage T3, 2mm, alapiippu, 0%	1	126.1	50.1	82.3	32.8
	2	129.9	50.3	75.2	30.5
Eley Blues, 2mm, alapiippu, 0%	1	94.7	43.2	53.0	30.5
	2	95.5	55.0	58.5	32.8

4.1.5 Ase 1

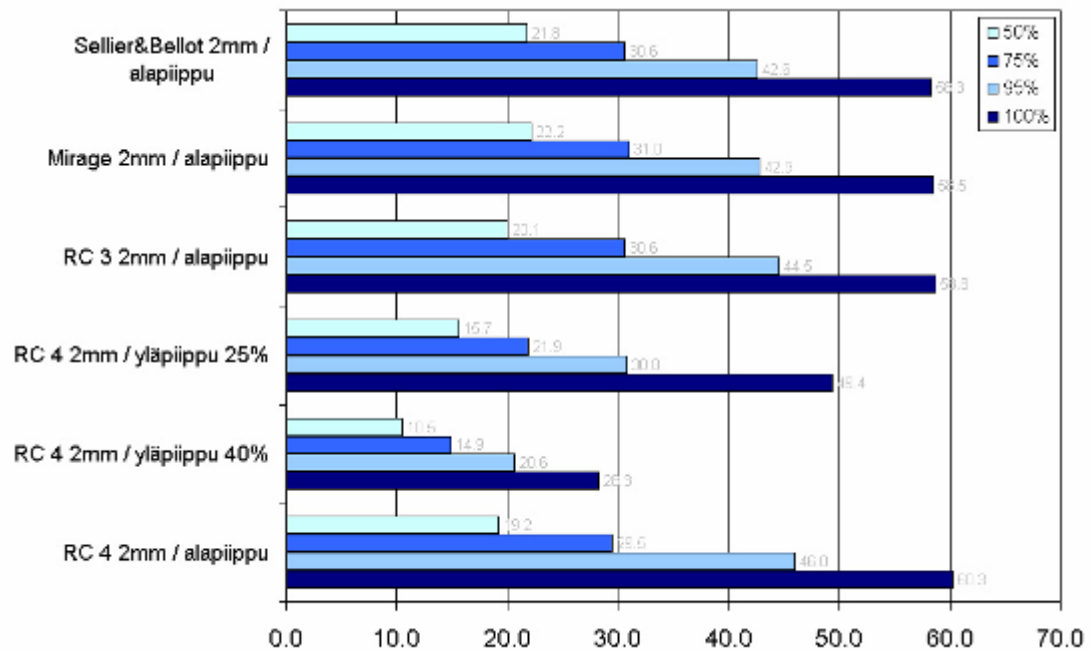


Kuvio liite A1 . Ase nro 1: takaa kuvattujen hauliparvien leveydet. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri % -osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat kahden laukauksen keskiarvoja.

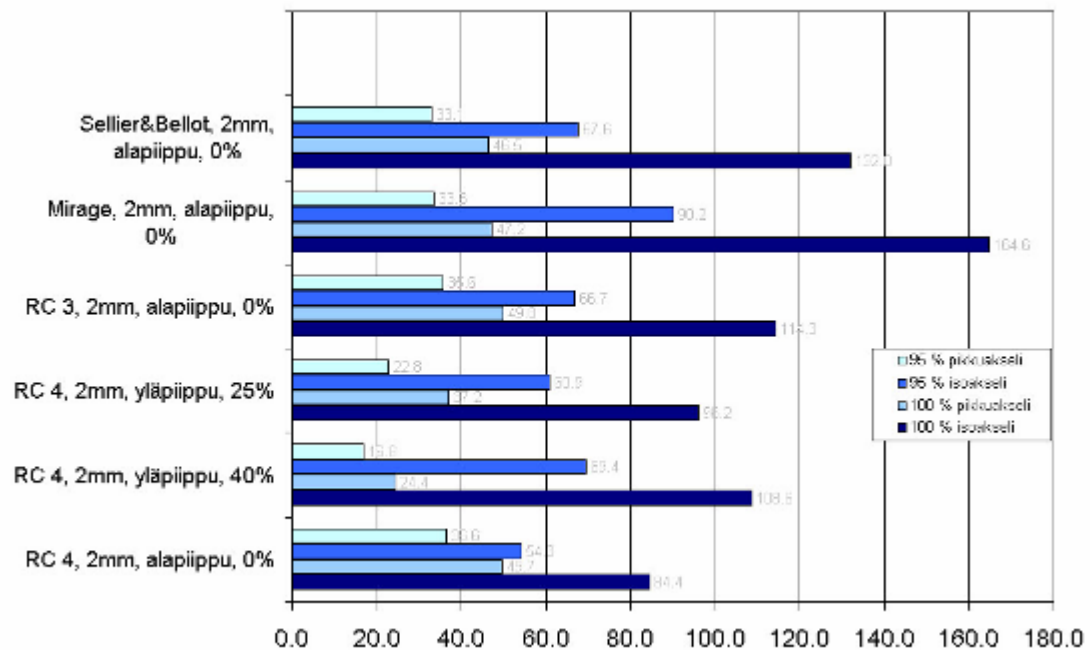


Kuvio liite A2. Ase nro 1: sivulta kuvattujen hauliparvien leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri % -osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat kahden laukauksen keskiarvoja.

4.1.6 Ase 2

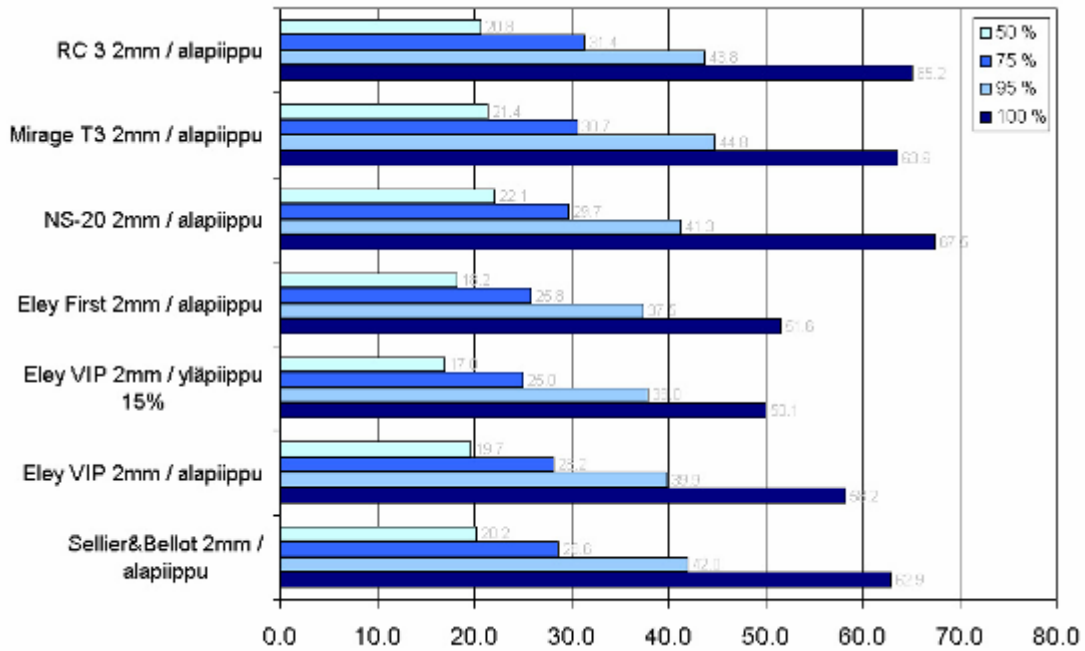


Kuvio liite A3. Ase nro 2: takaa kuvattujen hauliparvien leveydet. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat 2 laukauksen keskiarvoja.

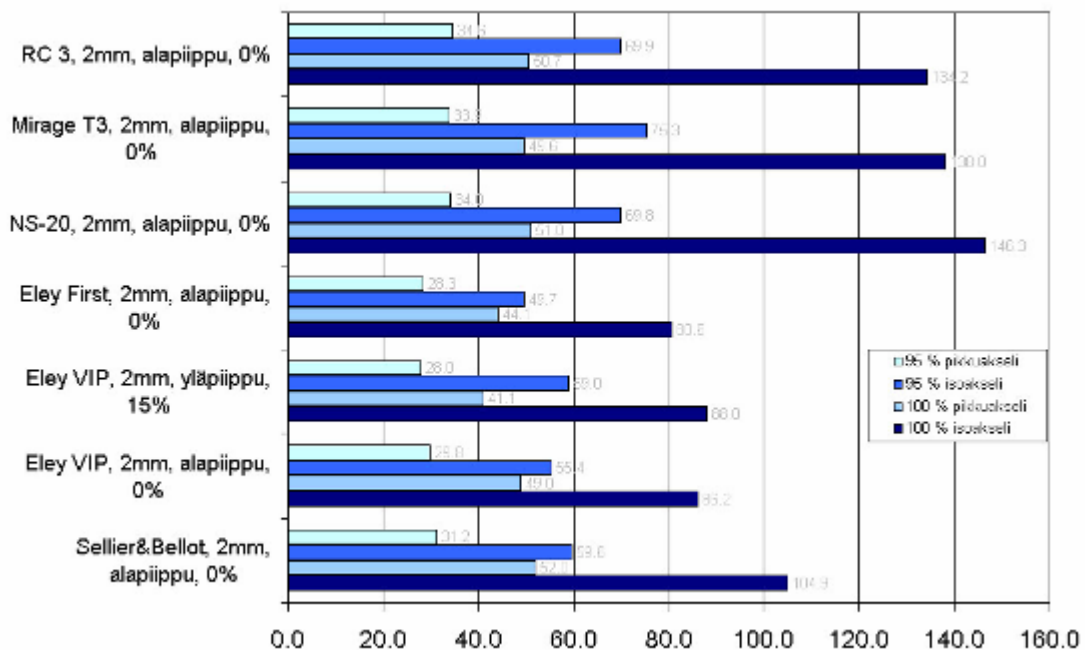


Kuvio liite A4. Ase nro 2: sivulta kuvattujen hauliparvien leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat kahden laukauksen keskiarvoja.

4.1.7 Ase 3

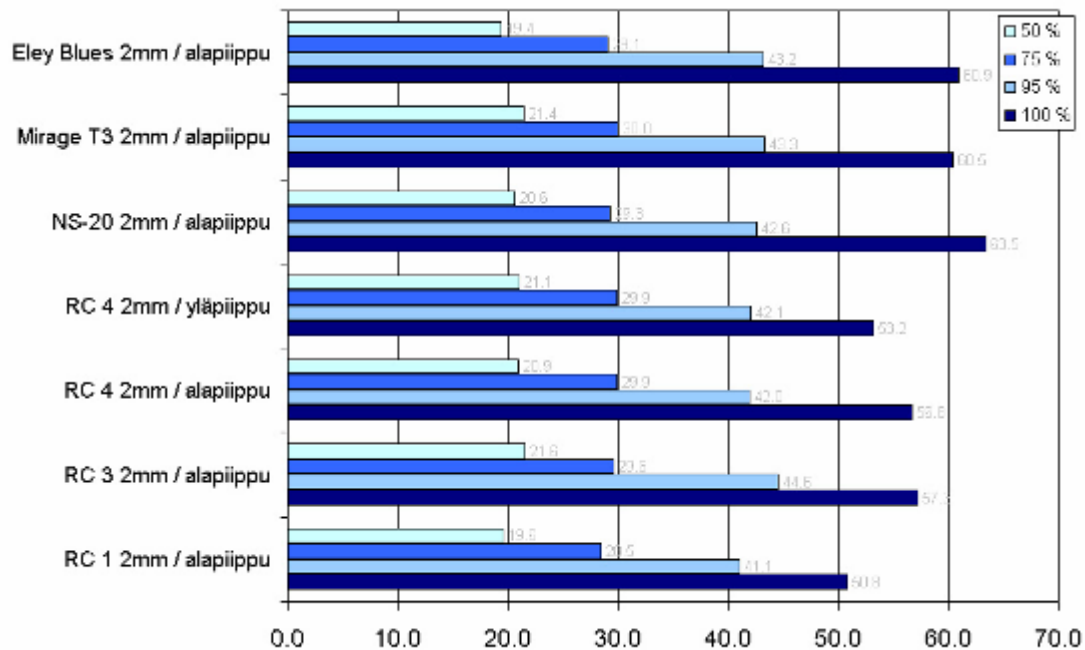


Kuvio liite A5. Ase nro 3: takaa kuvattujen hauliparvien leveydet. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri % -osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat kahden laukauksen keskiarvoja.

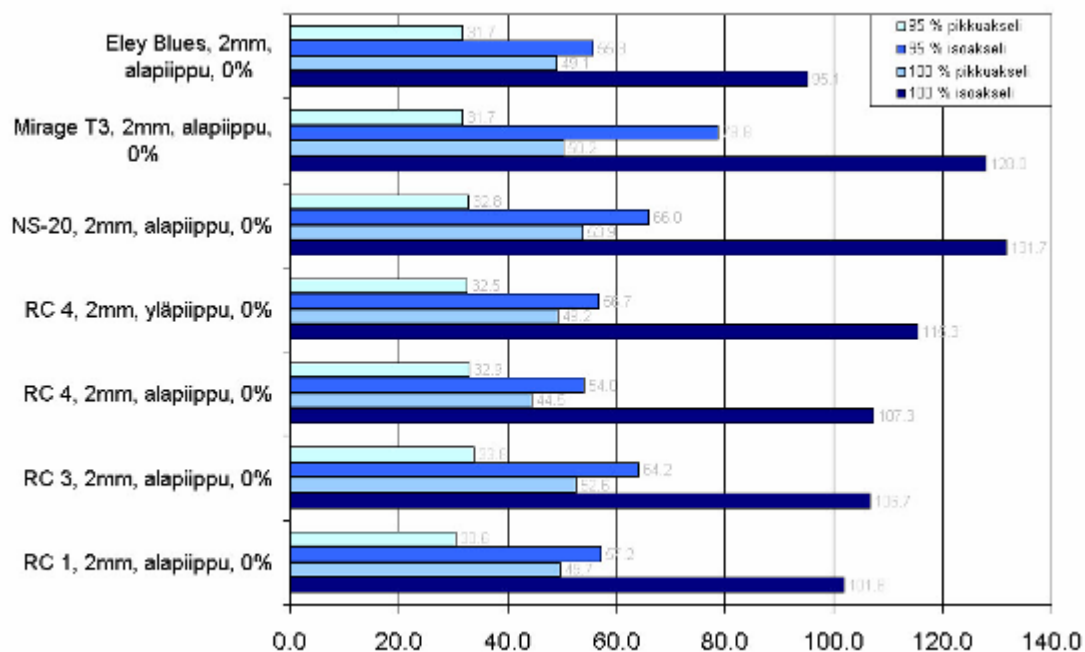


Kuvio liite A6. Ase nro 3: sivulta kuvattujen hauliparvien leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri % -osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat kahden laukauksen keskiarvoja.

4.1.8 Ase 4



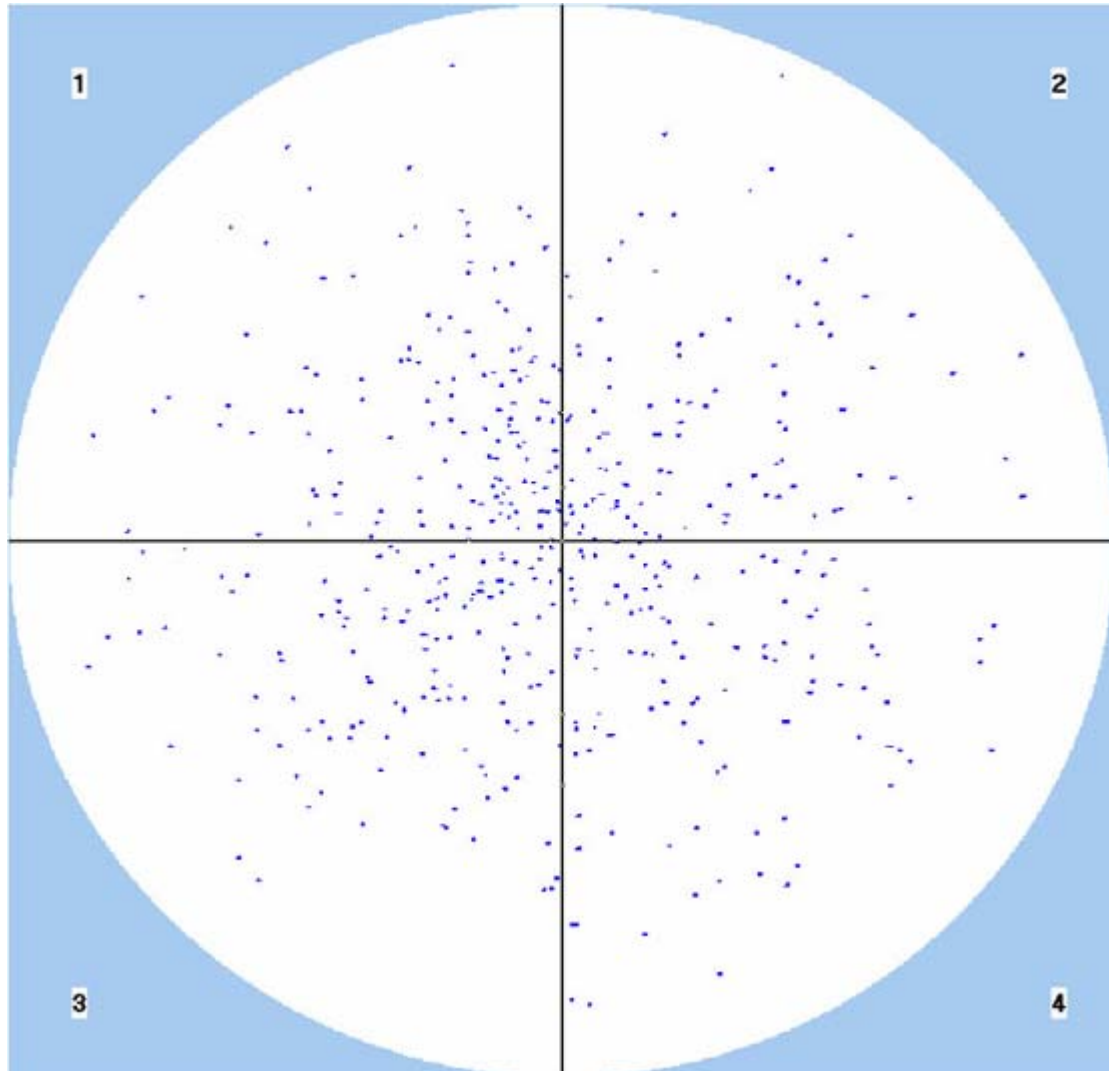
Kuvio liite A7. Ase nro 4: takaa kuvattujen hauliparvien leveydet. Arvot ilmaistu säteenä (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat kahden laukauksen keskiarvoja.



Kuvio liite A8. Ase nro 4: sivulta kuvattujen hauliparvien leveys (isoakseli) ja korkeus (pikkuakseli). Arvot ilmaistu akselin puolikkaina pituuksina (cm) eri %-osuuksilla kokonaishaulimäärästä. Tulokset ovat kahden laukauksen keskiarvoja.

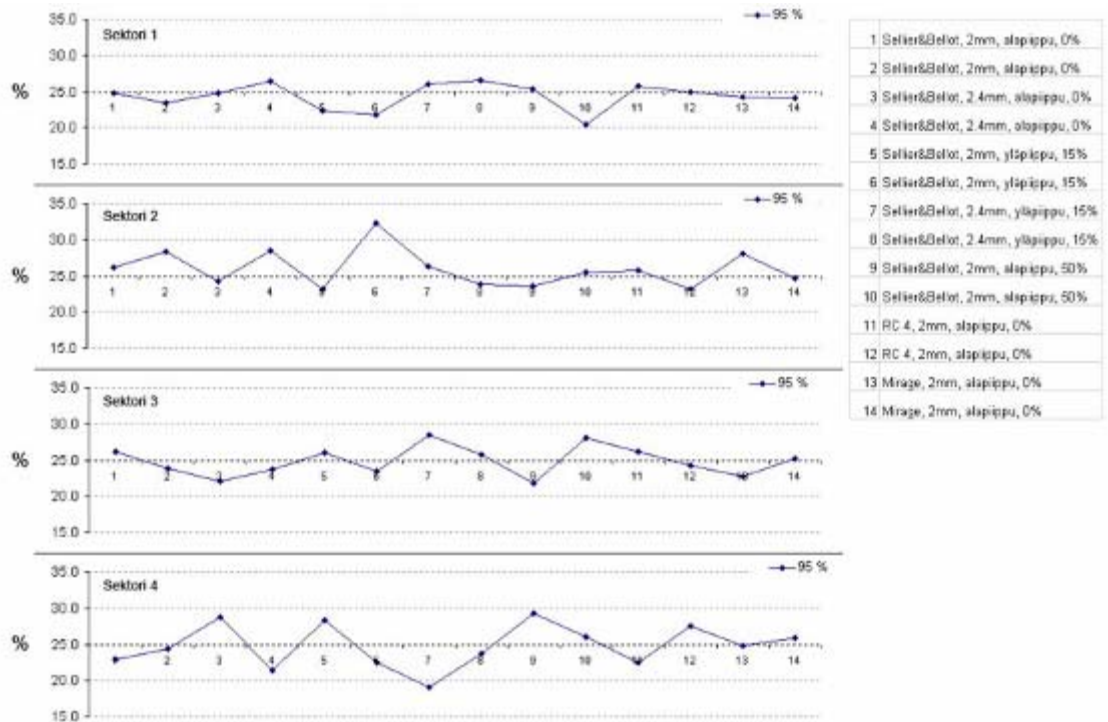
LIITE B: HAULIPARVEN JAKAUMA SEKTOREIHIN

Jakauma eri sektoreihin 1-4 tehtiin alla olevan esimerkkikuvion (Kuvio liiteB1) mukaisesti. Sektori 1 ylä-vasen, sektori 2 ylä-oikea, sektori 3 ala-vasen, sektori 4 ala-oikea



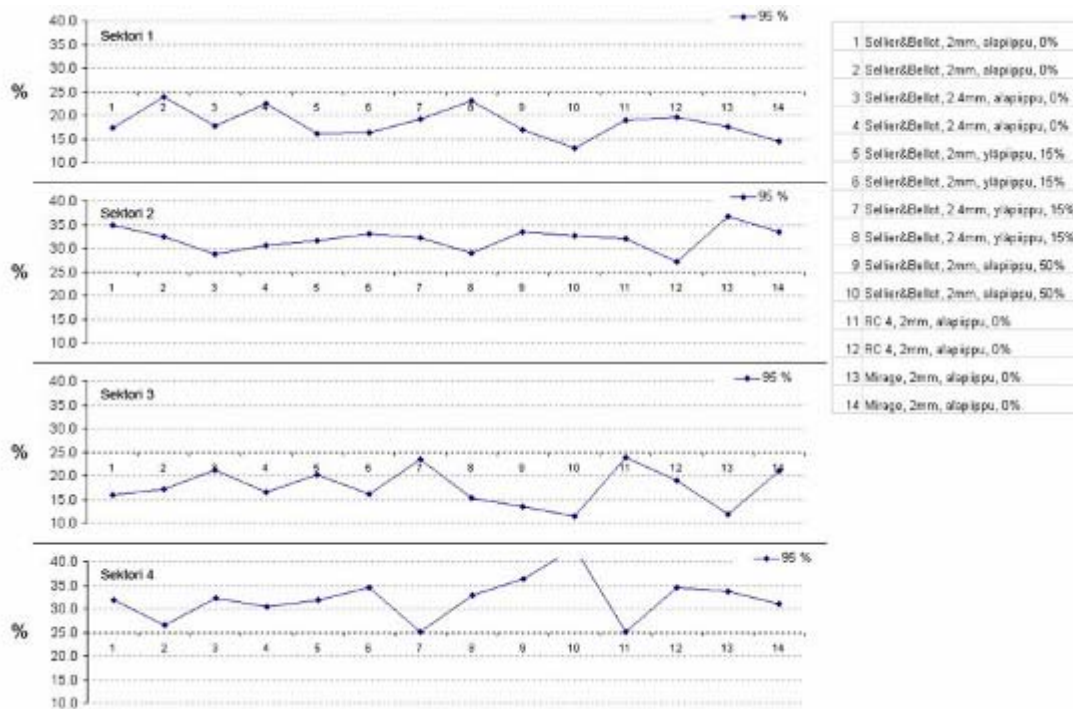
Kuvio liite B1. Takakuvan esimerkki analyysissä käytetyistä sektoreista.

Ase 1



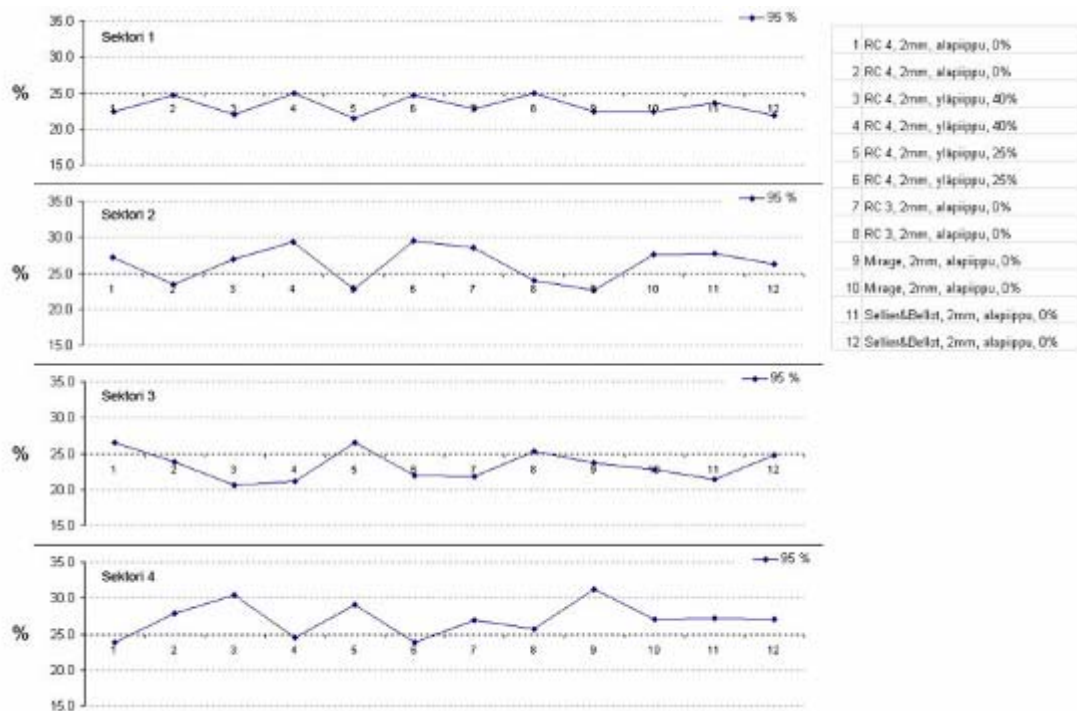
4.1.9

Kuvio liite B2. Ase nro 1: takaa kuvattujen hauliparvién jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.



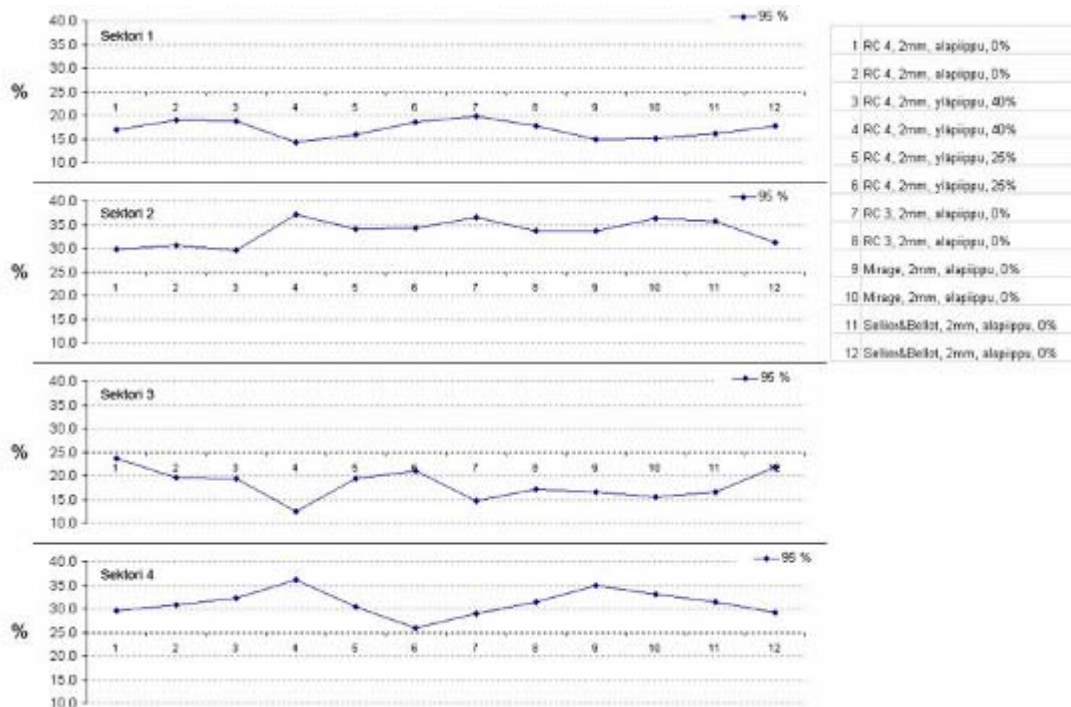
Kuvio liite B3. Ase nro 1: sivulta kuvattujen hauliparvién jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.

Ase 2



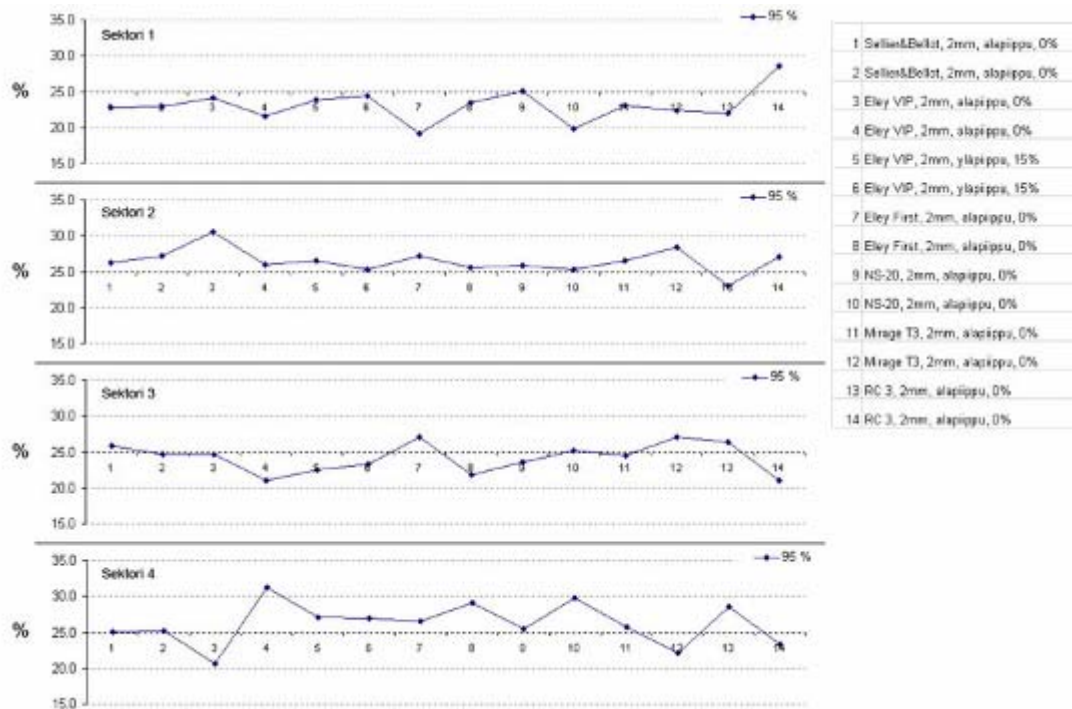
4.1.10

Kuvio liite B4. Ase nro 2: takaa kuvattujen hauliparvien jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.

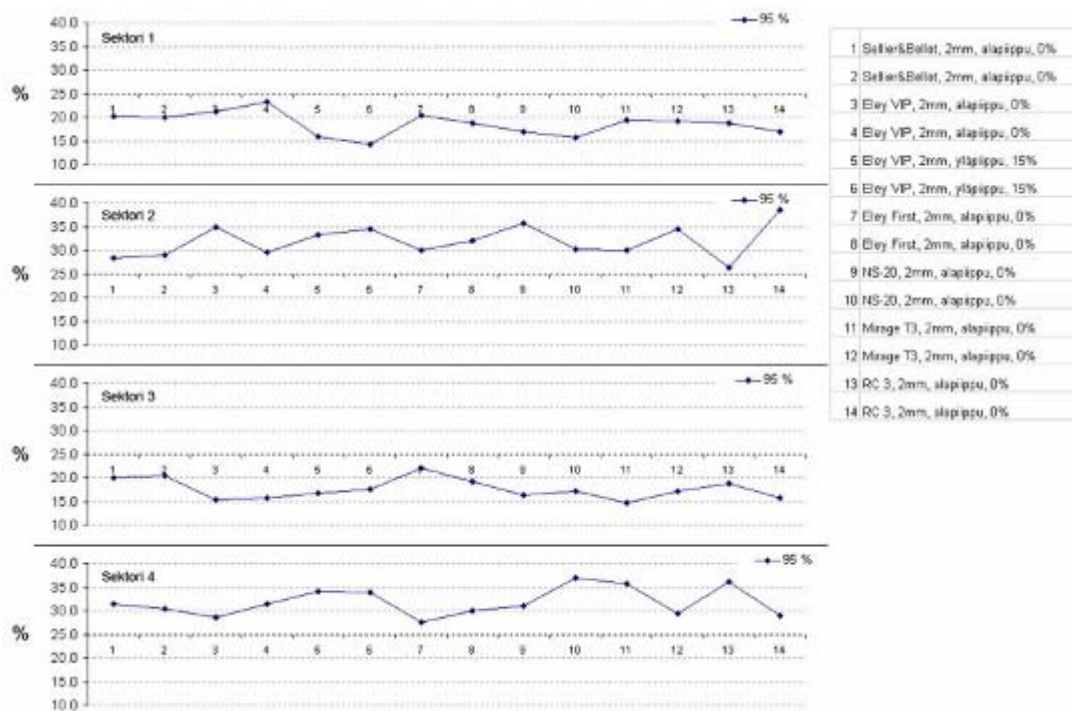


Kuvio liite B5. Ase nro 2: sivulta kuvattujen hauliparvien jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.

Ase 3

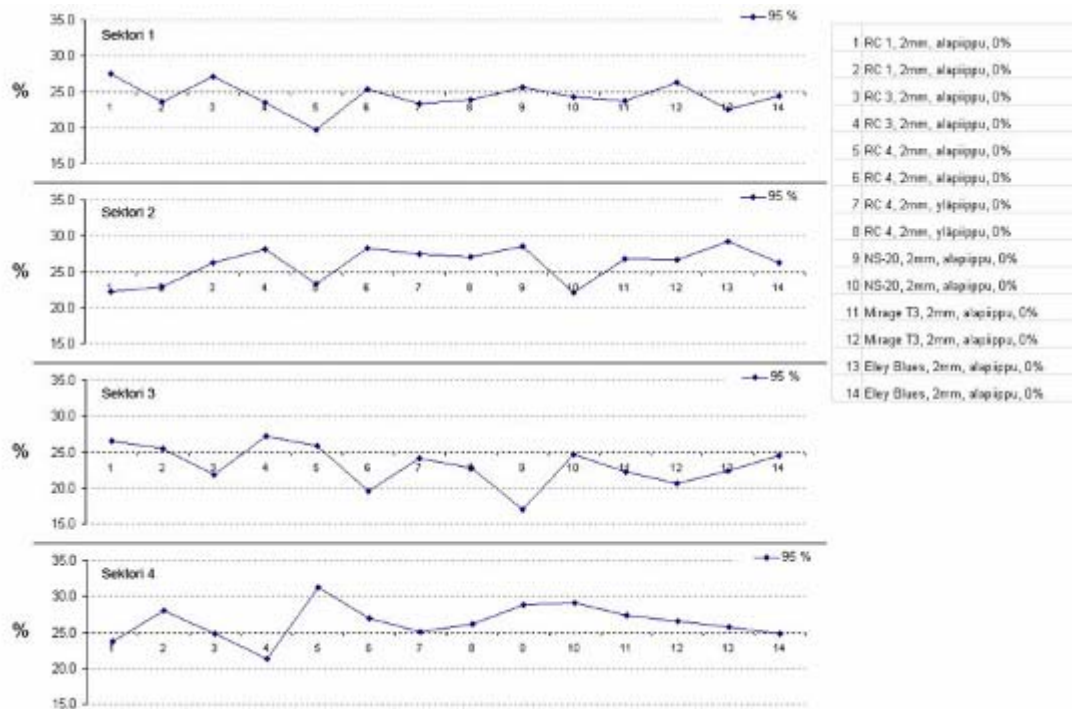


Kuvio liite B6. Ase nro 3: takaa kuvattujen hauliparvien jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.

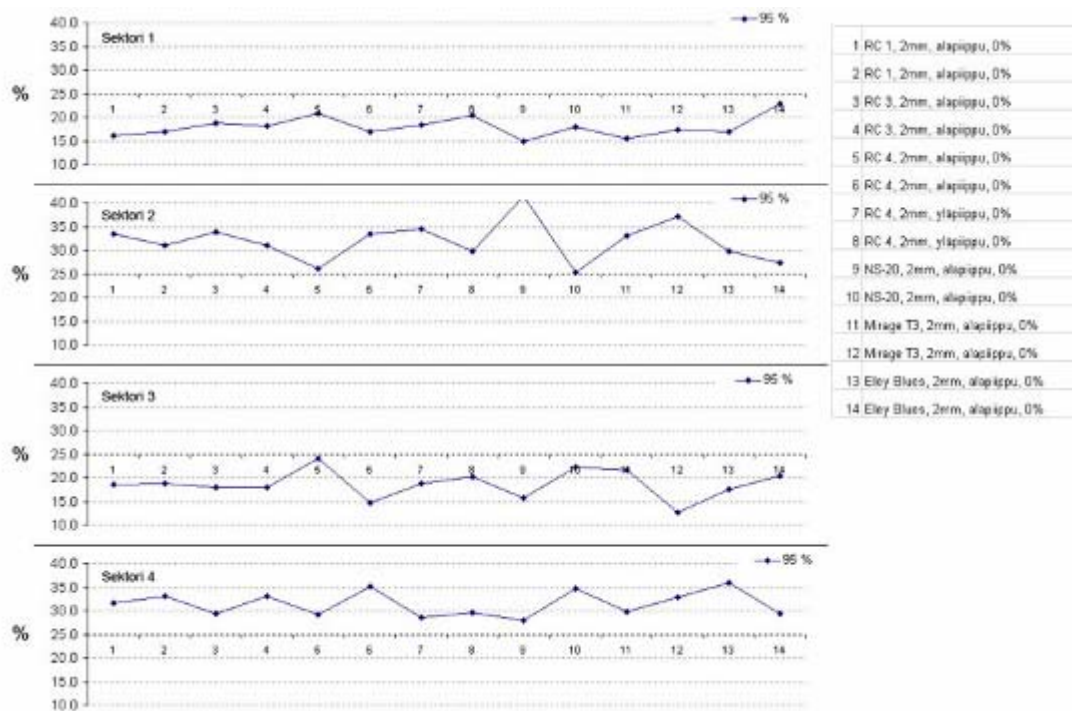


Kuvio liite B7. Ase nro 3: sivulta kuvattujen hauliparvien jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.

Ase 4



Kuvio liite B8. Ase nro 4: takaa kuvattujen hauliparvien jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.



Kuvio liite B9. Ase nro 4: sivulta kuvattujen hauliparvien jakauma eri sektoreihin laukauksittain 95 % hauliosuudella.