

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

LÄHTÖNOPEUSTUTKAN HYÖDYNTÄMINEN TYKISTÖN AMMUNNOISSA

Esiupseerikurssin tutkielma

Kapteeni
Jari Luikku

Esiupseerikurssi 63
Maasotalinja

Huhtikuu 2011

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Esiupseerikurssi 63	Linja Maasotalinja
Tekijä Kapteeni <u>Jari</u> Jussi LUIKKU	
Tutkielman nimi LÄHTÖNOPEUSTUTKAN HYÖDYNTÄMINEN TYKISTÖN AMMUNNOISSA	
Oppiaine johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Huhtikuu 2011	Tekstisivuja 31 Liitesivuja 8
TIIVISTELMÄ <p>Tutkielmassa selvitetään lähtönopeustutkien käyttöä ja tutkatulosten hyödyntämistä tykistön ammunnoissa. Perusteiksi on selvitetty kirjallisuusselvityksen avulla lähtönopeuden ja hajonnan peruskäsitteet, lähtönopeustutkan toiminta ja tutkien käytöstä Puolustusvoimissa sekä vertailun vuoksi myös USA:n armeijan kenttäohjesäännöissä annettu ohjeistus. Tutkien käytön ja hyödyntämisen vallitsevaa käytäntöä on tutkittu tykistöjoukoissa tehdyllä kyselyllä. Tutkatulosten hyödyntämisen mahdollisuuksia on tutkittu analysoimalla tykistön koulutusammunnoissa kerätyistä lähtönopeus- ja tutkamittaustiedoista ampuma-arvojen laskennassa käytetyn ja tutkalla mitatun lähtönopeuden eroja tutkatuloksia käytettäessä ja ilman tutkatuloksia. Lisäksi on selvitetty kylmän laukauksen poikkeavuutta muista laukuksista sekä poikkeavien tutkamittaustulosten havaitsemiseen soveltuvia menetelmiä.</p>	
AVAINSANAT Tykistö, ammunnat, lähtönopeus, lähtönopeustutka	

LÄHTÖNOPEUSTUTKAN HYÖDYNTÄMINEN TYKISTÖN AMMUNNOISSA

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimustehtävä, -kysymykset ja tutkimuksen rajaus	1
1.2	Tutkimusmenetelmät, metodologia.....	1
1.3	Lähdeaineiston hankinta, kyselyn järjestelyt	2
2	PERUSTEET	2
2.1	Lähtönopeus, hajonta ja niihin vaikuttavat tekijät	2
2.2	Lähtönopeustutka ja sen toiminta.....	5
2.3	Lähtönopeustutkien käytön ohjeistus	6
2.3.1	Käytön ohjeistus Suomessa.....	6
2.3.2	Käytön ohjeistus USA:ssa.....	10
3	LÄHTÖNOPEUSTUTKIEKIN HYÖDYNTÄMINEN ERI JOUKOISSA	
	12	
3.1	Lähtönopeustutkien käyttö	13
3.2	Lähtönopeustietojen hyödyntäminen tykistöjoukoissa	14
3.3	Tutkatulosten hyödyntäminen MAAVMATLE:ssa.....	15
3.4	Johtopäätökset	16
4	LÄHTÖNOPEUSTIETOJEN HYÖDYNTÄMISEN	
	MAHDOLLISUUDET.....	18
4.1	Tilastollinen analyysi mitatuista tiedoista.....	18
4.1.1	Aineiston taulukointi ja poistot	19
4.1.2	Kylmän laukauksen vaikutus	21
4.1.3	Lähtönopeuserot	22
4.2	Johtopäätökset	28
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	29

LÄHTEET

LIITTEET

LÄHTÖNOPEUSTUTKAN HYÖDYNTÄMINEN TYKISTÖN AMMUNNOISSA

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimustehtävä, -kysymykset ja tutkimuksen rajaus

Tutkimuksessa selvitetään miten lähtönopeustutkia hyödynnetään tykistön ammunnoissa. Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä selvitetään miten lähtönopeustutkia käytetään ja miten tutkatietoja hyödynnetään tykistön ammunnoissa eri tykistöjoukoissa (vallitseva käytäntö). Alakysymyksinä tähän liittyen selvitetään mitä lähtönopeustietoja joukoissa kerätään, miten niitä kerätään ja miten näitä tietoja hyödynnetään ammunnoissa tulen osuvuuden parantamiseksi. Myös tutkatulosten hyödyntämisen ohjeistuksen riittävyttä selvitetään.

Toisena tutkimuskysymyksenä selvitetään lähtönopeustietojen hyödyntämisen mahdollinen vaikutus tykistön tulenaloituksen virheeseen vertaamalla tutkien mittaamia todellisia lähtönopeuksia laskennassa käytettyihin lähtönopeuden arvoihin. Mittaustulosten käytettävyyteen liittyen tutkitaan menetelmiä virheellisten mittaustulosten löytämiseksi sekä ensimmäisten laukausten käytettävyyttä lähtönopeuskorjauksen perustana.

Tutkimus rajataan koskemaan vain kenttätykistön joukkoja. Tutkien käyttöä koeammunnoissa ei käsitellä tässä tutkimuksessa.

1.2 Tutkimusmenetelmät, metodologia

Tutkimuksen perusteiden selvityksessä on käytetty tutkimusmenetelmänä kirjallisuusselvitystä, joka kattaa pääasiassa tykistön ohjesäännöt. Ensimmäinen tutkimuskysymys on käsitelty kvalitatiivisena tapaustutkimuksena, ja tutkimusmenetelmänä on käytetty haastattelututkimusta. Haastattelututkimus on toteutettu järjestämällä puolistrukturoitu kysely tykistöjoukoissa. Toiseen tutkimuskysymykseen vastataan tutkimalla tilastoanalyysin menetelmillä ammunnoista kerättävää lähtönopeusaineistoa.

1.3 Lähdeaineiston hankinta, kyselyn järjestelyt

Tutkielman empiirinen lähdeaineisto on hankittu syksyn 2010 aikana tykistöjoukkojen ampumaharjoituksissa. Aineiston hankintaa varten anottiin Pääesikunnasta tutkimuslupa, joka myönnettiin 28.9.2010 (asiakirja MG31330). Kyselyn toteuttamiseksi tykistöjoukoille lähetettiin kysymyslomake sekä erillinen taulukko, johon kerättiin lähtönopeustietoja taustatekijöiden sekä tutkamittaustuloksia (Liitteet 1 ja 2). Kysely toteutettiin kahdessa vaiheessa, ja tavoitteena oli saada taltioitua tietoa kaikista joukkojen koulutusammunnoissa syksyn aikana tutkalla mitatuista laukauksista. Ensimmäisessä vaiheessa joukkoja pyydettiin vastaamaan kyselyyn omissa erikoiskoulutuskauden ampumaharjoituksissaan. Ensimmäisen vaiheen ammunnoista vastaukset saatiin ainoastaan Satakunnan ja Karjalan tykistörykmenteiltä. Tämän vaiheen perusteella oli mahdollista tarkentaa kyselyä toista vaihetta varten ja joukkoja ohjeistettiin lisäämään lähtönopeustietojen taltiointitaulukkoon ruutierä, joka puuttui taulukosta ensimmäisessä vaiheessa. Puute ei kuitenkaan häirinnyt ensimmäisen vaiheen tulosten käytettävyyttä, sillä ensimmäisen vaiheen ammunnoissa oli käytetty vain yhtä ruutierää kullakin tykkikalustolla. Kyselyn toinen vaihe toteutettiin Tykistön ampumaharjoituksessa 2/10 Rovajärvellä. Tästä vaiheesta tiedot saatiin kaikilta neljältä tykistöjoukolta. Lähtönopeustietojen taltiointitaulukko oli pyritty laatimaan sellaiseksi, että joukot voisivat hyödyntää sitä jatkossa myös itse omatoimisessa tutkamittaustietojen taltioinnissaan.

2 PERUSTEET

2.1 Lähtönopeus, hajonta ja niihin vaikuttavat tekijät

Lähtönopeus on ammuksen nopeus tykin putken suulla.[4] Käytännössä epäsuorissa ammunnoissa tämä lähtönopeus on arvioitava laskettaessa ampuma-arvoja tykeille. Käytettävä lähtönopeuden arvio lasketaan käytettävän ampumatarvikkeen ja panoksen oletuslähtönopeuden, ruudin lämpötilan, tykin putken kulumisen, ammuksen painoluokan ja käytettävän ruutierän mahdollisen lähtönopeuskorjauksen perusteella.

Ammuttaessa todellisessa lähtönopeudessa, samoin kuin kranaattien osuvuudessaakin, esiintyy laukaus- ja asekohtaista vaihtelua eli hajontaa, joka johtuu satunnaisista poikkeamista. Yksittäinen mittaustulos ei ole koskaan täysin yhtäpitävä teoreettisesti oikean arvon kanssa, mutta toistettaessa mittaus useita kertoja, saadut tulokset keskittyvät oikean arvon, tässä tapauksessa mittausten keskiarvon, ympärille yleensä normaalijakauman mukaisesti. Tulosten hajonnan suuruutta voidaan kuvata keskihajonnalla tai todennäköisellä poikkeamalla. Otoksen keskihajonta lasketaan kaavalla 1 [3].

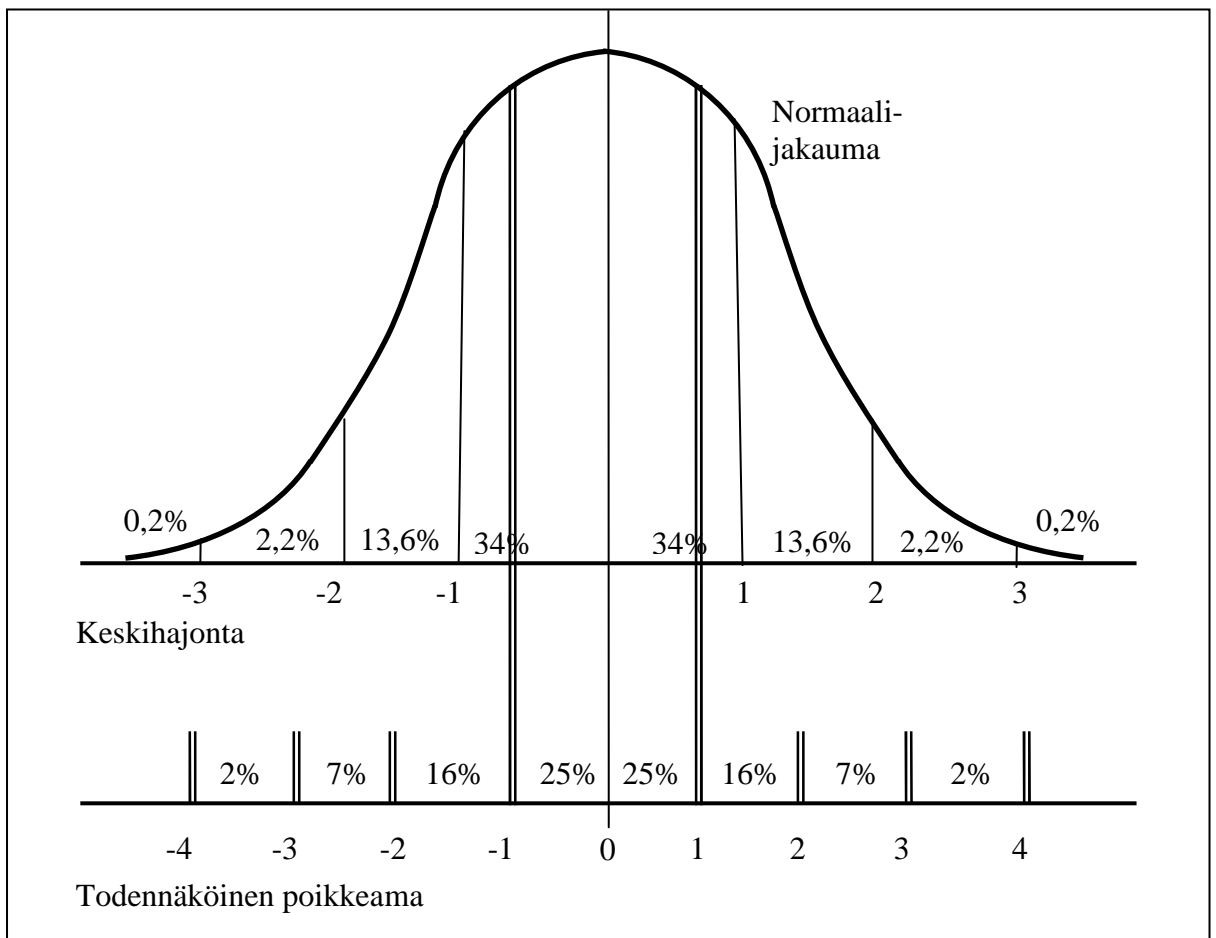
Kaava 1:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\chi_i - \bar{\chi})^2}{n-1}}$$

S = keskihajonta
 χ = mittaustulos, havaintoarvo
 $\bar{\chi}$ = mittaustulosten keskiarvo
 n = mittaustulosten lukumäärä

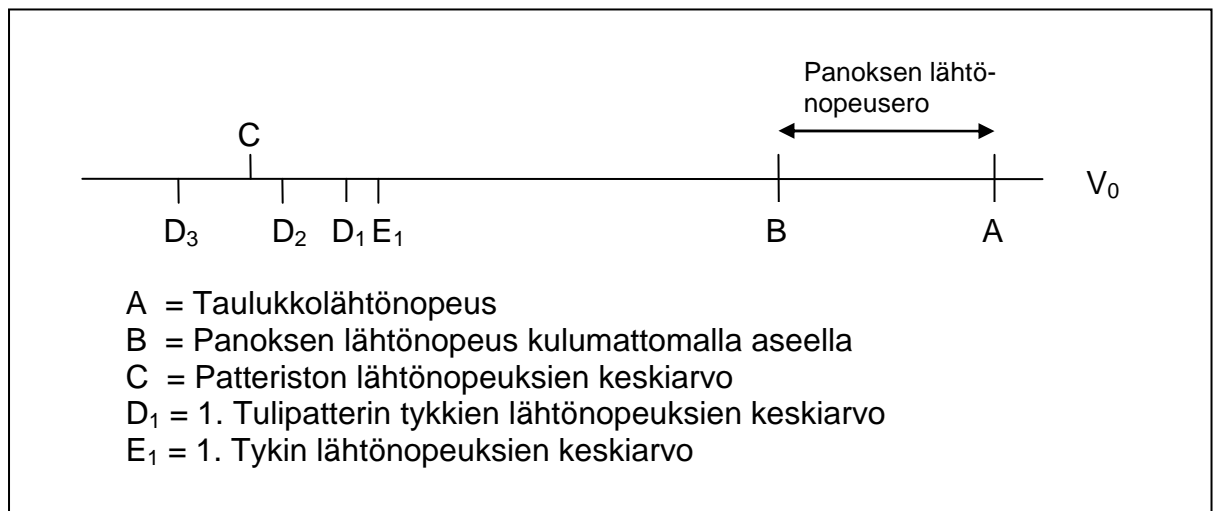
Käytännössä lähes kaikki normaalisti hajonneet mittaustulokset asettuvat keskiarvon ympärille \pm kolmen keskihajonnan alueelle.

Tykistön ammunnoissa hajonnan mittana käytetään usein todennäköistä poikkeamaa, joka saadaan kertomalla keskihajonta luvulla 0,675. Todennäköinen poikkeama on suuruudeltaan sellainen, että 50 % tuloksista poikkeaa keskiarvosta sitä vähemmän ja kaikkien tulosten kokonaishajonta on yhteensä kahdeksan todennäköistä poikkeamaa. Normaalijakaumaa sekä keskihajonnan ja todennäköisen poikkeaman eroja on havainnollistettu kuvassa 1. [4]



Kuva 1: Keskihajonnan ja todennäköisen poikkeaman vertailu (Lähde: Kenttätukio-
 opas I Osa [4])

Tykillle ampuma-arvoja laskettaessa perustana käytetään kalusto- ja panoskohtaista taulukko- eli oletuslähtönopeutta, joka ilmoitetaan ampumataulukossa (kuvassa 2 piste A). Käytännössä panoksen ammukselle antama lähtönopeus poikkeaa yleensä tästä taulukkonopeudesta jopa kulumattomalla aseella ammuttaessa (kuvassa 2 piste B), koska panosten ominaisuudet muuttuvat varastoinnin aikana. Tätä eroa kutsutaan panoksen lähtönopeuseroksi ja sen keskiarvo voidaan määrittää koeammunnoissa.



KUVA 2: Lähtönopeuserot (Lähde: Kenttätykistöopas I Osa, Liite 8 [4])

Panoksen lähtönopeuseron lisäksi lähtönopeuden vaihteluun vaikuttaa aseiden, yksittäisten panosten ja niiden lämpötilojen sekä ammuksien väliset erot. Aseiden aiheuttamat lähtönopeuserot johtuvat ruudin palamiseen käytettävissä olevan tilan vaihtelusta muihin aseisiin sekä kulumattomaan aseeseen nähden. Tykin ylimenokartion kulumisen aiheuttaa lataamisen yhteydessä ammuksen työntymisen syvemmälle putkeen eli työntymän kasvun, jolloin myös palotila kasvaa ja näin lähtönopeus pienenee. Tätä hallitaan ammunassa mittaamalla tykkien työntymät, jotka otetaan huomioon laskettaessa ampuma-arvoja ammunnanhallinta- ja johtamisjärjestelmällä, AHJO:lla, tykkikohtaisesti tai tasomenetelmällä toimittaessa patterin keskiarvona. Työntymäarvoja käyttämällä saadaan suuntaa antava arvio aseiden antamasta todellisesta lähtönopeudesta. Kranaatin lataaminen putkeen vaihtelevalla voimalla aiheuttaa myös samantapaista, mutta laukauskohdaista, lähtönopeusvaihtelua.

Panoksen lämpötila vaikuttaa panoksen palamisnopeuteen ja siten myös ammuksen lähtönopeuteen. Tämä otetaan huomioon ammuttaessa siten, että panosten ruudin lämpötila mitataan tuliasemissa ja mitattu lämpötila otetaan huomioon ampuma-arvoja laskettaessa panoskohtaisesti joko erikseen ilmoitetun lämpötilan vaikutuksen mukaisesti tai panoksen oletetun käyttäytymisen mukaisesti. Panoksen lämpötilan lisäksi yksittäisten panosten välisiä laukauskoh-

taisia lähtönopeuseroja aiheuttavat erot ruudin määrässä ja rakenteessa sekä erot ruudin sytymisessä ja palamisessa.

Ammuksien väliset massaerot sekä erot ammusten, lähinnä johtorenkaiden, muodoissa ja mitoissa aiheuttavat myös lähtönopeuseroja. Ammusten välinen massaero otetaan huomioon lajittelemalla ammuksat painoluokittain, ja korjaamalla tämä painoluokan aiheuttama ero ampuma-arvojen laskennassa.

Osa edellä mainituista lähtönopeuteen ja sen eroihin vaikuttavista seikoista vaikuttavat tulen osuvuuteen systemaattisesti eli ne siirtävät tulen keskipistettä pois maalin keskipisteestä, osa taas vaikuttaa satunnaisesti eli ne lisäävät ammunnan pituushajontaa. Lähtönopeuserot vaikuttavat tulen osuvuuteen ainoastaan pituussuunnassa. Kokonaisuudessa tulen osuvuuteen ja hajontaan vaikuttavat lähtönopeuserojen lisäksi erot tykkien suuntaamisessa sekä sääoloissa. Lähtönopeustutkalla on mahdollista mitata yksittäisen tykin antamien lähtönopeuksien keskiarvo (kuvassa 2 piste E_1), ja hyödyntämällä tätä laskennassa on mahdollista poistaa lähtönopeuseron aiheuttama systemaattinen virhe tulen osuvuudesta. Mikäli tutkaa ei ole käytössä, lähtönopeusero on mahdollista määrittää myös suorittamalla erillinen lähtönopeuseroammunta tai muuten ammuntojen yhteydessä Kenttätykistöoppaan I osan Liitteen 8 mukaisesti. [4]

2.2 Lähtönopeustutka ja sen toiminta

Suomessa on käytössä kaksi eri lähtönopeustutkamallia: LT-85 ja uudempi Weibelin valmistama MVRS-700SC (Muzzle Velocity Radar System), joka on hyväksytty sotavarusteeksi vuonna 2005. Weibelin tutkaa on käytössä kahta mallia, liikuteltava ja tykkiin kiinteästi asennettava malli; molempien toimintaperiaate on sama. Laite koostuu antenniyksiköstä ja käyttölaitteesta sekä virta- ja tiedonsiirtojohdoista. Antenniyksikkö kiinnitetään tykin päälle ja se sisältää Doppler -antennin, mikroaaltoelektroniiikan, akustisen liipaisimen ja kaiken signaalinkäsittelyelektroniiikan. Tutkaa ohjataan käyttölaitteella, josta myös nähdään mitatut ja laitteen muistiin tallennetut, enintään viimeisten tuhannen laukauksen, lähtönopeudet. Laite voidaan liittää esimerkiksi ammunnan hallintajärjestelmän tietokoneeseen tai asepäätteeseen. [16, 9]

Tutkan toiminta perustuu suunnatun sähkömagneettisen säteilyn lähettämiseen ja kohteesta heijastuneen tai sironneen säteilyn vastaanottamiseen, mistä voidaan puolestaan tehdä havainnot kohteen ominaisuuksista kuten muodosta, suunnasta ja etäisyydestä. Lähtönopeustutkan toiminta perustuu Doppler -ilmiöön eli kohteen liike aiheuttaa heijastamaansa signaaliin muutoksen. Kun tämä muutos tiedetään, voidaan laskea kohteen eli tässä tapauksessa ammuksen nopeus. [8] Tämä toteutetaan Weibelin tutkajärjestelmässä seuraavasti: akustisen liipaisimen

saatua havainnon laukauksesta laite aloittaa mittauksen eli antenni lähettää jatkuvan mikroaalto-signaalin (taajuus X-alueella välillä 10.400–10.600 GHz, teho 300 (± 100) mW), ottaa vastaan ammuksista heijastuneen signaalin ja muodostaa näiden kahden signaalin erotuksesta Doppler -signaalin. Tämä vahvistetaan ja muutetaan digitaaliseksi laskentaa varten. Lähetys kestää tyypillisesti vain noin 0,5 sekuntia. Ammuksen lähtönopeus ekstrapoloidaan 64 tai 128 samassa lähetyksessä mitatun nopeuden perusteella käyttäen digitaalista signaalin käsittelyä ja nopeaa Fourier-muunnosta (Fast Fourier Transformation, FFT).

Järjestelmän antennina on mikroliuska-antenniryhmä, jonka vahvistus on 21 (± 1) dB, pääkeilan koko noin 10° (sivu) \times 20° (korkeus) ($\pm 1^\circ$) ja kohinakerroin 6 (± 1) dB. Vierekkäisten tykkien tutkille voidaan valita eri lähetystaajuuDET, jolloin ne eivät häiritse toisiaan esimerkiksi yhteislaukausten aikana. Tutkassa on myös oma sisäinen kalibroitijärjestelmänsä, ja lähtönopeuden laskennassa otetaan lisäksi huomioon myös liikesensorilla mitattu aseiden liike, jonka vaikutus poistetaan laskennan tuloksesta. Näin tutkan mittaustarkkuutta on saatu parannettua huomattavasti verrattuna vanhempiin tutkamalleihin. Weibelin valmistaman tutkan tarkkuuden ilmoitetaankin olevan parempi kuin $\pm 0,05$ %, mikä on todennettu STANAG 4114 mukaisissa mittauksissa ja tutka on myös kyseisen standardin mukaan hyväksytty. [16, 9] Vanhoissa tutkissa mittaustarkkuus oli noin 0,2 %, jolloin tutkamittausten perusteella lasketun lähtönopeuseron todennäköinen poikkeama oli noin 0,4 % lähtönopeudesta. Ilman tutkaa suoritettavalla erillisellä lähtönopeuseroammunnalla määrittetyssä lähtönopeuserossa todennäköinen poikkeama on noin 0,5 % taulukkolähtönopeudesta, koska se sisältää myös muiden ballistisessa valmistelussa käytettävien tekijöiden epätarkkuuksien aiheuttamat poikkeamat sekä topografisen valmistelun todennäköisen poikkeaman. [4] Uuden tutkan mittaustarkkuuden ollessa merkittävästi parempi, ja mikäli tutkalla mitattavassa lähtönopeuserossa käytetään taulukkoammuksen mukaista painoluokkaa eli +- ammuksia, niin mitatun lähtönopeuseron todennäköisen poikkeaman voidaan arvioida olevan vain noin 0,1 % lähtönopeudesta.

2.3 Lähtönopeustutkien käytön ohjeistus

2.3.1 Käytön ohjeistus Suomessa

Lähtönopeustutkien tekninen käyttö ohjeistetaan vanhemman LT-85 osalta Kenttätäkistöoppaan VI osassa liitteessä 16 [7] ja Weibel MVRs-700SC:n osalta tutkan käyttöohjeessa [9].

2.3.1.1 Kenttätäkistöoppas I osa

Kenttätäkistöoppaan I osan liitteessä 8 opastetaan lähtönopeuden mittaaminen lähtönopeustutkalla, lähtönopeuseron laskeminen sekä sen käyttö ballistisessa valmistelussa tasokalu-

la. Mittauksessa tulee käyttää samaa laukausyhdistelmää ja mittauksen jälkeen tuloksista pitää poistaa normaaliin hajontaan kuulumattomat tulokset. Myös kylmällä putkella ammuttujen ensimmäisten laukausten tulokset on poistettava, koska kokemusten mukaan kylmällä putkella ammutun ensimmäisen laukauksen lähtönopeus on huomattavasti pienempi kuin seuraavien laukausten. Mitattuja laukauksia pitää olla 6-8, mutta 2-4 mittaustulostakin voidaan jo käyttää hyväksi, mikäli havainnot iskemien osuvuudesta tukevat mittaustuloksia. Liitteessä ei eritellä miten määritetään normaaliin hajontaan kuulumaton tulos, mutta kirjan hajontaa koskevan luvun mukaan tämä olisi yli kolmen keskihajonnan päässä keskiarvosta oleva tulos. Hyväksytyistä mittaustuloksista lasketaan keskiarvo ja tästä poistetaan laskennallisesti panoksen lämpötilan ja mahdollisen ammuksen massaeron vaikutus, jolloin saadaan kyseisen aseensa ja ampumatarvikkeen lähtönopeus taulukko-oloissa. Vähentämällä tästä tuloksesta taulukkonopeus saadaan aseensa lähtönopeusero. Oppaan alaliitteessä 8.1 on näitä laskutoimituksia varten lähtönopeuden mittauspöytäkirja. Aseiden lähtönopeuserojen keskiarvoa käytetään ballistisessa valmistelussa panoksesta ja aseesta johtuvana lähtönopeuserona. [4]

2.3.1.2 Kenttätykistöopas III osa

Kenttätykistöoppaan III osa sekä sen uudistettu luonnos ohjaavat myös tutkien käyttöä tykistön tuliasematoiminnassa ballistisen valmistelun osalta. Tykkien alustava jako pattereihin toteutetaan tykkien lähtönopeuserojen mukaisesti työntymämittausten perusteella, mutta tutkalla toteutetut lähtönopeusmittaukset yhdenkin panoksen osalta patteriston kaikilla tykeillä antaa perusteet jakaa tykit uudelleen pattereihin. Ampumatarvikkeiden lähtönopeuserot määritetään tuliasemissa lähtönopeustutkalla. Tulitoiminnan aikana lähtönopeuseroja tarkkaillaan tulipattereissa mittaamalla ammuksen lähtönopeuksia lähtönopeustutkalla. Oppaan mukaan lähtönopeuden mittaamisen tavoitteena on pienentää oleellisesti lähtönopeuseron epätarkkuudesta johtuvaa tulenaloituksen virhettä ja patteriston kokonaishajontaa. Tämä tavoite voidaan saavuttaa

- mittaamalla panoksittain patteriston tykkien lähtönopeudet tutkalla
- ryhmittämällä patteriston tykit pattereihin ja jaoksiin mitattujen lähtönopeuksien perusteella
- ottamalla käyttöön mittaamalla määritetyt pattereiden lähtönopeuserot ja
- ottamalla käyttöön tykeittäin määritetyt lähtönopeudet tai tykkikohtaiset korotuksen korjaustaulukot

Tavoitteen saavuttaminen edellyttää patteriston lähtönopeuden mittausten aloittamista heti perustamisen jälkeen, tulosten huolellista kirjaamista ja taltioimista sekä käyttöönottoa.

Patteriston tykkien lähtönopeuden mittaamista johtaa patteriston komentaja, joka käskää patteriston käytössä olevien laukausyhdistelmien perusteella mitattavat laukausyhdistelmät, mitausjärjestyksen ja tulosten ilmoittamisen sekä käyttöönoton.

Tulipatterissa lähtönopeuden mittaamista johtaa tulipatterin päällikkö apunaan taisteluvälinealiupseeri. Tulipatterin päällikkö tarkistaa mittaustulokset, laskee panoksittain patterinsa tykkien lähtönopeuserot ja esittää patteriston komentajalle niiden käyttöönoton. Tulipatterissa tutkaa käyttää yksi ampumatarvikeajoneuvojen kuljettajista. Taisteluvälinealiupseeri vastaa lähtönopeustutkan hoidosta.

Tulitoiminnan aikana patteriston komentaja ja tulipatterien päälliköt seuraavat tulenaloituksen ja tarkistusammuntojen osuvuutta ja hajontaa. Tällöin voidaan todeta onko tulen aloituksessa ja hajonnassa systemaattisia poikkeamia. Mikäli jo ensimmäisten lähtönopeusmittausten tulokset verrattaessa niitä tulen osuvuuteen antavat saman tuloksen, voidaan koko patteriston tai jonkin patterin lähtönopeusero korjata ennen lopullisia lähtönopeuserotuloksia. Lähtönopeuden mittaaminen on kuitenkin suoritettava kaikilla tykeillä.

Mittaustulosten valmistuttua verrataan saatuja tuloksia tulen osuvuudesta ja hajonnasta tehtyihin havaintoihin ja patteriston komentaja käskää tarvittavat toimenpiteet, joita ovat tykkien uusi jako pattereihin, käytettävät pattereiden lähtönopeuserot ja tykkikohtaisten korotuksenkorjausten käyttöönotto.

Uutta ruutierää sisältävien panosten lähtönopeusero mitataan tutkaamalla patteriston perustyksillä ammunta tällä uudella ruutierällä.

Opas käskää taltioimaan lähtönopeusmittauspöytäkirjat tykkikantakirjojen liitteeksi. Lisäksi lähtönopeusmittausten tulokset tulee taltioida tykin putkikantakirjaan kohtaan työntymämittaukset ja lähtönopeuseroammunnat.

Myös Kenttätykistöoppaan III osan liitteessä 21 (KTO III Luonnoksen liitteessä 14) opastetaan lähtönopeuden laskeminen. Tämän mukaan lähtönopeus määritetään mittaamalla samalla laukausyhdistelmällä kuusi laukausta, ja tulokset voidaan hyväksyä mikäli ne täyttävät seuraavat vaatimukset: lähtönopeustutka ilmoittaa tuloksen olevan varman mittaustuloksen ja mittaustulosten kokonaishajonta on pienempi kuin mitattujen laukausten lähtönopeuksien keskiarvo jaettuna viidelläkymmenellä. Mikäli tulos ei täytä vaatimuksia, jatketaan mittausta kunnes saadaan kuusi hyväksyttyä tulosta. Lähtönopeuseroa laskettaessa näiden tutkatulosten keskiarvo muunnetaan kranaatin massaeron ja ruudin lämpötilaeron mukaisesti takaisin tau-

lukko-oloihin ja tästä vähennetään taulukkolähtönopeus. Oppaan alaliitteestä 21.1 on lähtönopeuden mittauspöytäkirjan täytetty esimerkki. [5, 6]

2.3.1.3 AHJO

AHJO:lla toimittaessa tutkatulosta ei tarvitse muuntaa taulukko-oloihin, vaan mitattu tulos tai tulosten keskiarvo voidaan syöttää suoraan ohjelman lähtönopeustietoihin, kunhan mitään laskennan perustana olleita arvoja ei muuteta ammunnan jälkeen ennen tutkatulosten syöttämistä. Tällöin ohjelma ottaa mitatun lähtönopeuden käyttöön kyseiselle tykille tai tykeille ja laskee mitatun lähtönopeuden mukaisesti käytettävät lähtönopeudet patterin muillekin tykeille ottaen huomioon mahdolliset erot työntymässä, ruudin lämpötilassa ja ammuksen painoluokassa. Tutkatulosta syötettäessä on otettava huomioon, että AHJO ottaa tuloksen huomioon heti myös keskeneräisessä tulitehtävässä, muttei huomioi tätä mahdollisessa tulenjohtajan tekemässä korjauksessa. Tulenjohtajan korjauksessahan on myös virheellisen lähtönopeuden aiheuttama poikkeama mukana, joten tällöin korjaus tehtäisiin kahteen kertaan. Tutkatulos kannattaa syöttää siis vasta tulitehtävän päätyttyä, jolloin tulta ei korjata pois maalista. AHJO:lta näkyy ennen tutkatulosten syöttämistä annetuilla perusteilla laskettu tykin laskennallinen lähtönopeus ($V_{0k\text{äyt}}$ m/s). AHJO:a käytettäessä mitattuja tutkatuloksia on siis helppo verrata ammunnessa käytettyyn lähtönopeuteen, koska erillisiä laskutoimituksia ei tarvita vaan ohjelma laskee ne itse. Tähän havaintoon perustuukin tämän tutkielman neljännessä luvussa käsiteltävä lähtönopeustietojen kerääminen.

AHJO:ssa on myös valmius ottaa tutkatulokset vastaan suoraan tulevaisuudessa käyttöön otettavilta AHJO -asepääteiltä, ja ohjelma lisäksi analysoi nämä mitatut tulokset väärin tai ainakin poikkeavien havaintojen eliminoimiseksi. Analysoinnissa huomioidaan mahdollinen tutkan ilmoitus kyseisen laukauksen mittauksen epäonnistumisesta, verrataan mittaustulosta laskennalliseen lähtönopeuteen ottaen huomioon ampumatarviketiedot, painoluokka ja ruudin lämpötila (tulos ei saa poiketa enempää kuin 15 m/s laskennallisesta lähtönopeudesta) ja tuloksen luotettavuus testataan vielä STANAG 4500 standardin mukaisella Grubbsin testillä. Grubbsin testissä etsitään mahdollista poikkeavaa tulosta seuraavasti: otoksen itseisarvoltaan suurimman havainnon ja otoksen keskiarvon erotus jaetaan otoksen keskihajonnalla ja tätä tulosta verrataan havaintojen määrän mukaisesti erilliseen taulukoituun kriittiseen arvoon. Jos kriittinen arvo on pienempi, niin on todennäköistä, että tulos on virheellinen mittausta, joka kannattaa poistaa laskennasta [11]. Käyttäjä kuitenkin itse päättää mitä tuloksia käytetään tutkatulosten keskiarvon laskentaan, ja hänen täytyy itse myös poistaa esimerkiksi kylmälaukaus laskennasta. Käyttäjän pitää itse huolehtia myös tulosten käyttöön otosta, AHJO ei siis

esimerkiksi esitä tuloksia käyttöön otettavaksi. [1] Käyttäjän pitänee tulevaisuudessa itse huolehtia myös siitä, että asepäätteiltä lähtönopeustiedot lähetetään komentopaikan AHJO:lle. Edellä kuvattua AHJO:n ominaisuutta ei ole vielä päästy käyttämään AHJO- asepäätteen puuttuessa, mutta kun uudet asepäätteet saadaan käyttöön, niin tämä ominaisuus helpottanee tutkatulosten hyödyntämistä huomattavasti.

2.3.1.4 MAAVMATLE:n ohjeistus

Lähtönopeustutkilla mitattuja lähtönopeustietoja hyödynnetään myös muualla kuin vain itse mittausta suorittavassa joukossa. Kaikista tykistön koulutusammunnoista, joissa käytetään Weibel MVRS-700SCD-lähtönopeustutkia, on toimitettava tutkista puretut lähtönopeus- ja asetiedot Maavoimien materiaalilaitoksen esikunnan (MAAVMATLE) järjestelmäosastolle PvMatLE TOK AT 03:03.01/4.4.2005 ja Maavoimien Esikunnan materiaaliosaston käskyn MG9315/18.3.2010 mukaisesti. Edellä mainitut asiakirjat käskvät ja ohjeistavat panosten ballistisen käytettävyyden seurantarjestelmän (PaBa) toimintaa, ja nämä velvoittavat Weibelin tutkaa käyttävät ampuvat joukot huolehtimaan, että tutkille syötetään ampumatarvike- ja muut alustustiedot oikein ennen ammuntoa, ja että tietoja päivitetään tutkille ammuntojen aikana niiden muuttuessa. Varsinkin ruudin lämpötilan tarkkuutta korostetaan. Tutkille tallennetut tiedot on purettava tutkista ja lähetettävä MAAVMATLE:an tallennettaviksi ja analysoitavaksi saapumiserittäin kaksi kertaa vuodessa. [15, 10]

2.3.2 Käytön ohjeistus USA:ssa

Vertailun vuoksi tässä aluvuossa on käsitelty USA:n armeijan tapa käyttää lähtönopeustutkaa tykistön kenttäohjesäännön Field Manual 6-40 mukaisesti. USA:n tykistöjoukot käyttävät mittaukseen omaa M90 lähtönopeustutkaansa. Lähtönopeuseron määrittämisessä eli sikäläisittäin kalibroinnissa (calibration) voidaan käyttää kolmea menetelmää, joista suositeltavimpana pidetään lähtönopeustutkan käyttöä. Tämä toteutetaan käytännössä seuraavasti: Mitataan missä tahansa amunnassa kuusi laukausta, jotka tulisi ampua enintään 20 minuutin aikana. Mikäli tykin putki on kylmä ennen mitattavan ammunnan alkua, niin tykillä suositellaan ammuttavaksi lämmityslaukauksia ennen mittausta. Mittaus voidaan toteuttaa myös vähemmällä kuin kuudella laukauskella, mutta tällöin mittauksen luotettavuus kärsii. Mitattavien laukausyhdistelmien käsittelyssä ja säilytyksessä pitää noudattaa erityistä huolellisuutta, jotta ruudin lämpötilan vaihtelut laukausten välillä eivät heikennä mittauksen luotettavuutta. Toimenpiteet toistetaan kaikilla mitattavilla tykeillä ja mitatut lähtönopeudet kerätään erityiselle mittauslomakkeelle (DA Form 4982-1-R), joka toimitetaan komentopaikalle. Komentopaikalla tulokset tarkastetaan, ja niistä poistetaan virheelliset tulokset eli tulokset, jotka ylittävät tai

alittavat mittaustulosten keskiarvon yli kolmella metrillä sekunnissa. Tämä ± 3 m/s on Field Manualin mukaan suuruudeltaan arvioilta noin neljän todennäköisen poikkeaman päässä keskiarvosta. Hyväksytyistä tuloksista lasketaan uusi keskiarvo, joka sitten muutetaan taulukko-oloihin korjaamalla erillisen taulukon mukaisesti kranaatin massaeron ja ruudin lämpötilaeron (poikkeama 70° Fahrenheitista) vaikutus. Näin saadaan asean kalibroitu lähtönopeus, josta määritetään asean lähtönopeusero ammuntoja varten. Lomake taltioidaan sekä patterin lähtönopeusarkistoon (Battery Muzzle Velocity Log Book) että tykin kantakirjaan (Weapon Record Book) tulevaa käyttöä varten.

Toista menetelmää käytetään uuden ampumatarvike- tai ruutierän lähtönopeuseron määrittämiseksi yhdellä tykillä koko yksikölle. Uuden erän lähtönopeusero määritetään vertaamalla yhden tykin mittaustuloksia jo ammunnessa käytetyn erän lähtönopeuseroon. Menetelmän vaatimuksena on, että lähtönopeuserot on jo määritelty ensimmäisen menetelmän mukaisesti yksikön kaikille tykeille. Myöhemmin tilanteen salliessa uuden erän määrittäminen toteutetaan kaikilla tykeillä.

Kolmatta menetelmää käytetään, mikäli lähtönopeustutkaa ei ole käytettävissä tai mikäli aikaa tutkimuksiin ei ole riittävästi. Menetelmässä lähtönopeusero määritetään asean lähtönopeuseron ja ruutierän lähtönopeuseron summana. Ruutierille on määritetty omat lähtönopeuserokorjauksensa (propellant efficiency) taulukko- eli standardiarvoon nähden. Asean lähtönopeusero (shooting strength) standardiaseeseen verrattuna saadaan yhdistämällä viimeisimpään kirjattuun työntymä- tai tutkimustulokseen sen jälkeisistä ammunnoista johtuva putken kulumisen vaikutus.

Ohjesäännön mukaan lähtönopeuden mittaamisen tulee olla säännöllistä ja jatkuvaa, ja määritetyistä lähtönopeuseroista on pidettävä tarkkaa kirjanpitoa, jotta yksiköllä on jatkuvasti käytettävissä tarkat perusteet amunnalle. Yhtä mitattua panosta voidaan käyttää perustana myös saman ruutierän muiden panosten lähtönopeuserokorjauksen määrittämiseen, mikäli kaikkia panoksia ei voida mitata. Lähtönopeus tulisi mitata tutkalla ainakin seuraavissa tilanteissa: uusilla tykeillä tai tykin putken vaihdon jälkeen, ruutierän tai ampumatarvikkeen vaihtuessa, havaittaessa muutoksia asean antamassa lähtönopeudessa tai vähintään vuosittain. [2, Chapter 4: Muzzle Velocity Management]

Käytännössä tämän ohjesäännön noudattamisessa on havaittu hankaluuksia ainakin Operaatio Aavikkomyrskyssä (Desert Storm). Kolme operaatiossa kohdattua ongelmaa teki lähtönopeuksien ohjesäännön mukaisen mittaamisen ja hallinnan käytännössä mahdottomaksi. Ensimmä-

näkin patteristossa saattoi olla käytössä kuudesta kahdeksaan ruutierää kullekin panostyypille, patterissakin kahdesta kolmeen erää, ja kukin ruutierä oli niin pieni, ettei niitä voinut jakaa koko patteristolle ammuttavaksi. Toisekseen operaatioissa pääsääntöisesti ammunnoissa käytettyille isommille panoksille (yli 90 % ammutuista laukauksista) ei ollut valmista lähtönopeusrekisteriä, koska koulutusammunnoissa näitä ei ollut käytetty ampuma-alueiden varomääräyksistä johtuen. Näitä panoksia ei ollut myöskään varattu riittävästi harjoittelua varten, jotta rekisteri olisi saatu luotua operaatioissa. Kolmas ongelma oli se, että kullakin patterilla oli vain yksi hitaasti siirrettävä M90 -lähtönopeustutka, jota ei ehditty siirtää operaation kiivaiden tulitehtävien aikana tykiltä toiselle.

Tarkkoja lähtönopeustietoja kuitenkin tarvitaan osuvuuden parantamiseksi, joten edellä esitettyjen ongelmien ratkaisemiseksi esitettiin seuraavia toimenpiteitä: tykistön huollossa ja ampumatarviketäydennyksissä on otettava huomioon jaettavien ruutierien järkevä koko ja jako patteristoille, isommillekin panoksille on muodostettava lähtönopeusrekisterit koulutusammunnoissa ja M90 lähtönopeustutkan tilalle tarvitaan helpommin käytettävissä ja siirrettävissä oleva tutkamalli. [14]

3 LÄHTÖNOPEUSTUTKIEN HYÖDYNTÄMINEN ERI JOUKOISSA

Lähtönopeustutkien käytön ja hyödyntämisen tämän hetkistä käytäntöä eri tykistöjoukoissa tutkittiin kyselyllä, joka toteutettiin syksyn 2010 aikana joukkojen ampumarjoituksiin liittyen (katso liite 1). Kysely lähetettiin tykistöjoukoille, lähinnä joukkojen tulitoimintapuseereille, vastattavaksi jo erikoiskoulutuskauden ampumarjoituksiin. Karjalan tykistörykmentti (myöhemmin tässä raportissa KARTR) ja Satakunnan tykistörykmentti (SATTR) vastasivat kyselyyn jo tässä vaiheessa. Ensimmäisen vaiheen vastauksia oli mahdollista täydentää vielä toisessa vaiheessa, mikäli tutkia käytettiin Rovajärvellä Tykistön ampumarjoituksessa syksyn aiemmista harjoituksista poikkeavalla tavalla. Kainuun tykistörykmentti (KAITR) ja Jääkärikykistörykmentti (JTR) vastasivat kyselyyn ainoastaan Tykistön ampumarjoituksen perusteella ja KARTR vastasi kyselyyn uudestaan tässä toisessa vaiheessa. KARTR:n ja SATTR:n harjoituksissa toimi samat tulitoimintapuseerit sekä omissa ampumarjoituksissa että Rovajärvellä. Joukkojen vastaukset lomakkeessa esitettyihin kysymyksiin on koottu liitteeseen 3. Vastauksia analysoitaessa on pidettävä mielessä, että kyselyyn joukolta saadut vastaukset on tässä yleistetty koskemaan tilannetta koko kyseisessä joukossa, vaikka todellisuudessa joukosta voi kyllä löytyä kyseistä vastaajaa parempaa tietämystä kysytyistä asioista. Lisäksi on muistettava, että vastaukset kuvaavat tilannetta vain syksyn 2010 harjoituksissa.

3.1 Lähtönopeustutkien käyttö

Kaikilla tykistöjoukoilla oli käytössään Weibelin valmistamat lähtönopeustutkat tutkimuksen kohteena olleissa ammunnoissa. KARTR:llä ja JTR:llä oli tutka joka tykillä tykistön ampu-maharjoituksessa, ja SATTR:llä ja KAITR:llä oli tutka tulijaosta kohden. Joukot ampuivat harjoituksissa yhteensä viidellä eri tykkikalustolla, joista ainoastaan 155K98 tykkiin kuuluu kiinteästi Weibel lähtönopeustutka. KAITR toimi tasokalustolla, muut joukot AHJO:lla.

Lähtönopeustutkia käytetään joukoissa pääsääntöisesti kaikkien ammuntojen jatkuvaan mit-taamiseen. SATTR muodostaa tässä poikkeuksen, he tutkaavat ainoastaan perustamisen jäl-keiset ammunnat.

Tutkan alustustietojen syöttämisestä vastaa KARTR:ssä ja JTR:ssä tykinjohtaja, SATTR:ssä taisteluvälinealiupseeri. Tutkille syötetään lähes kaikissa joukoissa tiedot aseesta ja ampuma-tarvikkeesta tutkan käyttöohjeen mukaisesti. SATTR:ssä on havaittu, ettei kaikissa tutkissa löydy alustustiedoista kaikkia tarvittavia ampumatarvike-elementtejä, mikä hankaloittaa näi-den tutkien alustamista.

Tutkatulosten keräämisessä ja taltioimisessa KARTR, SATTR ja KAITR noudattavat suunnil-leen samanlaista toimintatapaa: tutkatulokset kerätään tykeiltä patterin komentopaikalle joko puheella tai pöytäkirjalla, josta ne sitten lähetetään patteriston komentopaikalle sanomana. KARTR:ssä tulokset taltioidaan patteriston komentopaikalla Excel-taulukkoon, muiden jouk-kojen vastauksista varsinainen taltiointi ei selviä. JTR:ssä tutkatietoja kerätään ainoastaan harjoituksen jälkeen.

Tutkalaitteiston käyttö pääsääntöisesti osataan kouluttaa varusmiehille ja tutkia osataan käyt-tää, mutta käytön valvonta koetaan osin puutteelliseksi. SATTR:ssä on havaittu, että tasoka-lustolla toimittaessa tutkan merkitys koetaan vähäisemmäksi, jolloin myös kiinnostus koulut-taa ja käyttää tutkaa on pienempi.

Tutkien käyttöä ohjeistavia ohjesääntöjä tai muita ohjeita kysyttäessä vastaajilla on mielessä pääsääntöisesti Kenttätykistöoppaat ja tutkan käyttöohje. JTR:ssä tutkan käytön perusteissa luotetaan esimiehen käskyyn ohjesääntöjen sijasta. Vastauksia yleistäen voidaan todeta, että toimintatavat periytyvät usein niin sanottuna hiljaisena tietona. KAITR piti voimassa olevaa ohjeistusta tyydyttävänä, ja KARTR kaipasi selkeämpää ohjeistusta. Kukaan vastaajista ei vastannut kysymykseen siitä, että noudatettiinko tutkien käytöstä annettua ohjeistusta kysei-nessä joukossa.

Missään joukossa tykkikantakirjoihin ei ollut merkitty aiempia lähtönopeusmittaustuloksia eikä niitä näin ollen ole voitu käyttää hyväksi työntymätietojen ohella ammunnan ballistisessa valmistelussa ja ampuma-arvojen määrittämisessä.

3.2 Lähtönopeustietojen hyödyntäminen tykistöjoukoissa

Kyselyn vastausten perusteella tutkilla mitattujen lähtönopeustietojen hyödyntämisessä on eri joukkojen välillä suuria eroja. JTR:ssä tutkatuloksia ei hyödynnetty millään lailla, kun taas KARTR:ssä tutkatuloksia pyrittiin pitämään koko Rovajärven harjoituksen ajan korjaustekijänä AHJO:lla. SATTR:ssä ja KAITR:ssä tutkatuloksia käytettiin pääsääntöisesti vain varmentamaan tulenjohtajalta saatuja havaintoja tulen osuvuudesta.

KARTR:ssä ja SATTR:ssä tutkatuloksia osataan käyttäjän omasta mielestä hyödyntää oikein, ongelmia on tuottanut vain tutkalasku tasokalustolla toimittaessa. KAITR:n joukkotuotetvalle joukolle ei kuulunut tutkalustoa ja myös ammuntojen rytmin katsottiin aiheuttavan haasteita tutkatulosten oikeassa hyödyntämisessä. Heidän mielestä tätä tulisikin harjoitella enemmän, jottei tuliasemapäässä toimittaisi vain ”tulenjohtaja korjaa” mentaliteetilla.

JTR:ssä ei osattu hyödyntää tutkatuloksia oikein käyttäjän omastakaan mielestä.

Tutkatietojen hyödyntämisen ohjeistusta, lähinnä AHJO:n ohjeita, pidettiin AHJO:a käyttävissä joukoissa riittävänä.

Kaikissa joukoissa patteriston komentaja päättää tutkatulosten käyttöönotosta, mutta lähes kaikissa vastauksissa on mainittu myös patteriston tulitoimintaupseeri toisena vaihtoehtona tai käytännön toteuttajana. Tulokset otetaan käyttöön, mikäli tarvetta on eli mikäli tulenaloituksen virhe on liian suuri ja mikäli iskemähavainnot tukevat tuloksia.

Tutkatulosten käyttöönotto on vastaajien mielestä helppoa, ja vaikka AHJO:lla toimineen SATTR:n mielestä käyttöönotto on helppoa vain AHJO:lla, niin tasoilla toimineen KAITR:n mielestä se on helppoa myös tasolla toimittaessa, vaikkakaan ei yhtä yksinkertaista kuin AHJO:lla.

Tutkatulosten vaihtelun seuranta kysyttäessä vastaukset käsitelivät lähinnä tulosten keräämistä tai niiden vertaamista tulenjohtajan havaintoihin, eikä vastauksissa käsitelty tulosten vertaamista edellisiin tutkatuloksiin ja tästä vertailusta tehtäviin johtopäätöksiin tai toimenpiteisiin. Joukot seuraavat tulen osuvuutta ja tulenaloituksen virhettä tulenjohtajan havaintojen perusteella ja nämä havainnot saadaan lähinnä tarkistusammunnoista, korjauskomennoista ja tulenkäyttösanomista.

Kaikissa joukoissa tutkia käytettiin harjoituksissa normaalilla totutulla tavalla.

Joukkoja pyydettiin antamaan lopuksi arvosana tutkan käytön tarpeellisuudesta asteikolla 1-5 (1 = Täysin tarpeeton, 5 = Erittäin tarpeellinen). Vastauksissa joukot käyttivät koko arviointiskaalaa ykköistä lukuun ottamatta. Arvosanan 2 antoi KAITR tasokalustolla toimittaessa ja arvosanan 5 AHJO:lla toiminut KARTR, keskiarvon ollessa 3,5. Joukkojen vastaukset kysymyksiin on nähtävissä liitteessä 3.

3.3 Tutkatulosten hyödyntäminen MAAVMATLE:ssa

Maavoimien materiaalilaitoksen esikunnan järjestelmäosasto kerää ja analysoi koulutusammuntojen tutkatuloksia panosten ballistisen käytettävyyden seurantaan liittyen. Tämän vuonna 2004 aloitetun seurantajärjestelmän avulla seurataan koulutukseen määrättyjen panoserien lähtönopeuspikkeamaa ampumataulukkoarvoista ja vanhenemisen vaikutusta panosten lähtönopeuteen osana panosten kunnonvalvontaa. MAAVMATLE:ssa kehitettyyn lähtönopeustietokantaan on tallennettu jo yli 10 000 laukauksen tiedot, ja näitä tietoja on voitu käyttää perusteena esimerkiksi tiettyjen tykistön vanhojen räjähteiden käyttöön pidentämiseksi. [10] Panosten ballistisella käytettävyydellä tarkoitetaan panoserien suorituskykyä, käyttöturvallisuutta sekä näiden säilymistä. Panosten ballistista käytettävyyttä arvioidaan muun muassa tietyn ampumatarvikkeen eri-ikäisten kokoonpanoerien koulutusammunnoista kerättyjen lähtönopeustietojen perusteella. Lähtönopeustulosten perusteella voidaan myös selvittää ammutakerran ja asekykyä vaikutusta lähtönopeustuloksiin. Seurantajärjestelmä osoittaa myös tarpeen panoserien tarkemmalle tarkastelulle, mikä voidaan toteuttaa tarkastuksilla, toimintakokeilla ja tutkimuksilla. Seurantatulosten, tarkastusten ja koeammuntatulosten perusteella voidaan antaa panoseräkohtaisia lähtönopeuskorjauksia sekä ilmoittaa poikkeavista lähtönopeushajonnoista. Lisäksi saadaan tarpeellista tietoa panoserän käyttöä, huoltoa tai hylkäämistä varten. [15]

Joukkojen keräämät lähtönopeustulokset toimitetaan MAAVMATLE:an tallennettaviksi, analysoitaviksi ja ammutakerralla toteutuneen panoseräkohtaisen lähtönopeustuloksen taltioimiseksi. Tulokset tarkastetaan ja niistä karsitaan selvät virheellisuudet ennen niiden tallentamista MAAVMATLE:ssa kehitettyyn lähtönopeustietokantaan. Tietokannassa olevia tuloksia voidaan tarkastella myös graafisesti. Tarkempaa panoseräkohtaista tulosten analysointia varten on laadittu MATLAB-ohjelma, jonka avulla tuloksista voidaan vielä karsia virheelliseksi todettuja tuloksia sekä laskea tilastollisia tunnuslukuja. Tärkein lopputulos on ammutun laukausyhdistelmän lähtönopeuden poikkeama taulukkoarvosta kyseisellä ammutakerralla. Tar-

kastellun panoserän antamat selvät poikkeamat taulukkoarvosta (yli 5 m/s) tulisi saattaa käyttäjälle tiedoksi. Tähän ei ole vielä MAAVMATLE:ssa sovittua menettelyä, mutta esimerkiksi Materiaalin Eräseuranta- eli MES-järjestelmään syötettynä tieto kulkisi ammuttavaksi määrätyn panoserän mukana laukauskortilla käyttäjälle. Tällä hetkellä ongelmana on MAAVMATLE:n resurssien riittämättömyys ylläpitää edellä kuvattua järjestelmää. [12]

Joukot voivat ammunnan valmistelussa huomioida panoserälle ilmoitetun suuren lähtönopeuden poikkeama-arvon. Suurimmat panoserille todetut poikkeamat taulukkoarvoista ovat olleet yli 20 m/s. Näin suuret poikkeamat taulukkoarvosta voivat johtua esimerkiksi panosmäärityksessä tapahtuneesta virheestä tai vuosikymmeniä kestäneen varastoinnin aikana tapahtuneista muutoksista. [12]

Myös tykistöjoukoilla on haasteensa käsketyin lähtönopeusseurannan toteuttamisessa. Ainakin Jääkärikykistörykmentissä on ollut haasteena tutkatulosten siirtäminen tutkilta tietokoneelle, koska siirto-ohjelma toimii vain vanhassa Windows-versiossa, jota ei nykyaikaisissa kannettavissa ole enää käytössä.

3.4 Johtopäätökset

Joukot käyttävät lähtökohtaisesti Weibelin tutkaa ammunnoissaan, vanhempi malli LT-85 ei ollut käytössä millään joukolla. Weibelin lähtönopeustutkia osataan kouluttaa ja käyttää, mutta vanhempaa ja hankalampaa tutkamallia ei enää varusmiehille kouluteta. Tykinjohtaja vastaa tietojen syöttämisestä tutkalle silloin kun joka tykillä on oma tutka, taisteluvälinealiupseeri silloin kun tutkaa kierrätetään patterissa tykiltä toiselle. Kaikkien alustustietojen, mukaan luettuna ammuksen painoluokka ja ruudin lämpötila, on oltava oikein, jotta tutkatietoja voidaan myöhemmin luotettavasti käyttää Maavoimien materiaalilaitoksen esikunnassa panosten ballistisessa seurannassa. Kaikkien tutkien ohjelmistot on päivitettävä siten, että tarvittavat laukaussyhdistelmien tiedot löytyvät tutkien alustusvalikoista.

Vastaajat eivät ilmeisesti halunneet ottaa kantaa kysymykseen tutkien käytön ohjeistuksen noudattamisesta joko siksi, että he tiesivät etteivät noudata ohjeistusta, tai koska he eivät olleet varmoja siitä, että käsketäänkö jossain ohjeessa tai ohjesäännössä vielä jotain, mitä joukossa ei olekaan otettu huomioon. Tämä viittaa myös käytön ohjeistuksen puutteisiin tai ainakin ohjeistuksen hajanaisuuteen.

Kysymykseen ”Miten joukossanne seurataan tutkatulosten vaihtelua” odotettiin vastauksia, joissa olisi kerrottu miten tulitoimintaupseeri vertaa säännöllisesti komentopaikalle kerätyjä lähtönopeustietoja vanhempiin vastaaviin lähtönopeustietoihin eli analysoi tietoja, ja mikäli tiedoista havaitaan lähtönopeuden muuttuneen, niin hän esittää patteriston komentajalle lähtönopeuskorjauksen muutosta. AHJO:lla toimittaessa riittää tässä tapauksessa uuden lähtönopeuden syöttäminen ohjelman lähtönopeustietoihin. Tällaisia kuvauksia toiminnasta ei kuitenkaan vastauksiin ollut kirjoitettu, joten tulosten seuraamisessa ja analysoimisessa lienee vielä kehitettävää.

Tutkatietojen antamaa ”oikeaa” lähtönopeutta ei hyödynnetty aktiivisesti kuin yhdessä joukossa, muut luottavat enemmän tulenjohtajan havaintoihin tulen osuvuudesta. On muistettava, että tulenjohtajan tekemissä havainnoissa on mukana lähtönopeuseron lisäksi tulenjohtajan virheet maalin paikantamisessa ja havaintojen tekemisessä sekä sään aiheuttamat ja tykkien suuntaamisessa tapahtuneet poikkeamat.

SATTR:n taltioimien lähtönopeustietojen perusteella heillä on tapana mitata vain perustamisen jälkeiset ammunnat, ja silloinkin kullakin tykillä vain kolme laukausta. Tässä menettelytavassa on puutteena se, ettei kolme laukausta riitä antamaan riittävän luotettavaa lähtönopeuskorjausta aseelle, ja myöhemmän tutkatulosten seurannan puuttuessa korjauksia ei ole mahdollista korjata myöhemminkään kohdalleen.

Missään joukossa ei ilmeisestikään noudateta Kenttätykistöoppaan kolmannen osan vaatimusta lähtönopeusmittausten tykkikantakirjoihin merkitsemisestä, sillä millään joukolla ei näitä merkintöjä kirjoissa ollut. Tähän voi olla kaksi syytä: joko merkintöjä ei osata tai uskalleta kirjoihin tehdä tai sitten tätä vaatimusta ei ohjesäännöstä muisteta noudattaa, kun periytyneen toimintatavan mukaisesti näitä merkintöjä ei ole aiemminkaan tehty ja lisäksi seuraavan saapumiserän kanssa koulutus aloitetaan taas kuitenkin alusta. Tositilanteessa olisi kuitenkin eduksi, mikäli tykit voitaisiin jakaa pattereihin työntymämittausten sijasta jo valmiiksi mitattujen lähtönopeustietojen perusteella ja käyttää näitä myös suoraan hyödyksi ballistisessa valmistelussa.

Tutkatietojen keräämiseen, taltioimiseen, analysoimiseen ja hyödyntämiseen eli käyttöön ottoon pitää olla käytössä vakioitu dokumentoitu toimintatapamalli, jolla kuvataan joukossa hiljaisena tietona periytyneet vakiintuneet toimintatapa ja joka perustuu myös ohjesäännöissä annettuun ohjeistukseen. Tällöin henkilökunnan harjoitustehtävien ja saapumiserien vaihtuessa toiminta pysyy joukossa yhtenäisenä ja toimintaa voidaan jopa kehittää päivittä-

mällä kyseinen ohje ottaen huomioon edelliset kokemukset. Ja tällöin ohjeen mukaisesti tallennetut edelliset lähtönopeustiedotkin kenties löytyvät myöhemmin tarvittaessa. KARTR:n malli tutkatulosten keräämisestä patteriston komentopaikalla omaan Excel-taulukkoonsa on suositeltava tapa otettavaksi käyttöön muillekin joukoille. Taulukossa pitää olla merkittynä ammunnoissa käytettyjen tykkien numerot ja käytetyt ruutierät, sekä käytetyt lähtönopeus- ja tutkakorjaukset, jotta tietoja voidaan hyödyntää tulevaisakin ammunnoissa.

Näkemyksen tutkan käytön tarpeellisuudesta vaihteli pääsääntöisesti sen mukaan miten joukko oli hyödyntänyt tutkatuloksia. KARTR, jossa tutkatuloksia käytettiin parantamaan tulen osuvuutta, antoikin tutkan käytön arvosanaksi täyden viitosen.

Vastausten perusteella joukot käyttivät lähtönopeustutkia normaalilla, totutulla tavalla syksyn 2010 harjoituksissa, vaikkakin tätä käyttöä erikseen kyseltiin ja tutkittiin. Vastauksia voidaan pitää totuuden mukaisina ja ne vastaavat myös kyseisissä joukoissa palvelleiden esiupeeri-kurssin kurssitovereiden kanssa keskusteluissa esiin tulleita ja myös tutkijan omakohtaisia kokemuksia kentällä vallitsevasta käytännöstä.

4 LÄHTÖNOPEUSTIETOJEN HYÖDYNTÄMISEN MAHDOLLISUUDET

4.1 Tilastollinen analyysi mitatuista tiedoista

Normaalisti tutkalla mitatut lähtönopeustiedot muutetaan tilastointia ja analysointia varten vertailukelpoisiksi taulukkonopeuteen nähden eli tutkatuloksesta poistetaan laskennallisesti ruudin lämpötilan ja ampumatarvikkeen massaeron aiheuttama lähtönopeuden muutos. Näinhan toimitaan myös tasokalustolla laskettaessa Kenttätykistöoppaan mukainen tutkalasku (katso luku 2.3.1.1), ja samalla tuloksista saadaan NATO standardin mukaisesti vertailukelpoisia myös ulkomailla. [4, 11] Tätä tutkimusta tehtäessä ei lähdetty liikkeelle kuitenkaan tällä perinteisellä ratkaisulla, vaan tutkalla mitattuja lähtönopeuksia haluttiin verrata kyseisessä amunnassa laskennassa käytettyyn lähtönopeuden oletusarvoon, koska tämä on AHJO:a käyttävässä tulyyksikössä nähtävissä suoraan ilman erillisiä laskuja. Tässä tapauksessa tutkalasku tehdään toisin päin eli AHJO laskee taulukkolähtönopeuden ja annettujen perusteiden, kuten painoluokan, työntymän, ruudin lämpötilan ja muiden mahdollisten korjausten perusteella laskennassa käytettävän lähtönopeuden. Oletuksena tutkimusta tehtäessä oli, että mitä lähempänä mitattu lähtönopeus on laskennassa käytettyä lähtönopeutta, niin sitä lähemmäksi laukaus osuu annettua maalipistettä, mikäli sään vaikutusta ei huomioida. Tämän menetelmän

heikkoutena on otoskoon pienentyminen, koska esimerkiksi painoluokan tai ruudin lämpötilan muuttaminen tai tutkatulosten käyttöönotto aiheuttaa otoksen vaihtumisen vaikka panos ei vaihdukaan.

4.1.1 Aineiston taulukointi ja poistot

Tutkittavana oli kaikkiaan alun perin 1218 laukausta, joista muodostui poistojen jälkeen 148 otosta. Näissä otoksissa oli havaintoja kolmesta kahteenkymmeneenkolmeen, keskiarvon ollessa kahdeksan havaintoa per otos. Aluksi joukoilta saadut tiedot koottiin yhteen taulukkoon, joka sitten täydennettiin ja tietojen merkintätavat yhtenäistettiin. Selkeät lyöntivirheet korjattiin ja desimaalien erotukseen käytetyt pisteet muutettiin pilkuiksi. Aineistosta poistettiin rivit, joilla ei ollut merkattuna mitattua tutkatulosta tai laskennassa käytettyä lähtönopeutta, samoin kuin kirjausvirheinä pidetyt laukaukset, joissa mitatun tutkatuloksen ja laskennassa käytetyn lähtönopeuden ero oli yli 50 m/s. Näissä tapauksissa taulukkoon oli merkitty esimerkiksi edellisen panoksen mukaiset tiedot, vaikka mitatut lähtönopeudet olivat jo vaihtuneen panoksen mukaisia; mikäli näin olisi todellisuudessa ammuttu, niin TAH:lla olisi ammuttu poikkeuksellisen monta panosvirhettä. Tiedoista poistettiin myös vain yhdestä tai kahdesta laukauksesta koostuvat otokset.

Taulukkoon lisättiin AHJO:lla käytetyn lähtönopeuden ja tutkamittausten keskiarvon erotuksen eli lähtönopeuseron mukainen poikkeama maalista. Tämä metrinen poikkeama katsottiin kullekin otokselle kyseisen asean, ampumatarvikkeen ja panoksen taulukon lähtönopeuskorjauksesta käytetyn ampumaetäisyyden mukaisesti. Mikäli ampumaetäisyyttä ei ollut vaivauduttu kyseiselle otokselle ylöskirjaamaan, niin taulukosta käytettiin kahdenkymmenen asteen tulokulman mukaisen lentoajan jälkeistä seuraavaa tasakymmentä eli pääsääntöisesti kolmenkymmenen sekunnin lentoajan mukaista lähtönopeuskorjausta. Saadut lähtönopeuseron mukaiset poikkeamat eivät kuitenkaan suoraan korreloineet harvojen ilmoitettujen, tulenjohtajan havainnoimien, todellisten poikkeamien kanssa. Tulenjohtajan havainnoissa on mukana maalin ja tuliasemien paikantamisessa sekä itse tulen osuvuuden havainnoissa tehdyt virheet, tykkien suuntausvirheet sekä sään aiheuttamat poikkeamat, joten lähtönopeuseron aiheuttama virhe harvoin onkaan sama kuin maastossa havainnoitu iskemien poikkeama maalista.

Koska lähtönopeuksissa on aina hajontaa, niin on olennaista tietää milloin mitattujen tutkatulosten keskiarvo on luotettava eli milloin sitä voidaan käyttää laskennassa perusteena. Jotta luotettavaan keskiarvoon päästään, niin mitatuista tutkatuloksista pitää poistaa virheelliset mittaustulokset. Selkeästi joukosta poikkeavat yksittäiset mittaustulokset on helppo havaita

ilman laskennallista tarkasteluakin silloin kun tulosten hajonta otoksessa on muuten pieni. Tulosten luotettavuutta voidaan tarkastella myös luvussa 2.3 mainituilla ohjesääntöjen mukaisilla menetelmillä tai muilla tilastomatematisilla poikkeavien havaintojen etsintämenetelmillä. Tässä tutkimuksessa koottuun lähtönopeusaineistoon sovellettiin vertailumielessä seuraavia menetelmiä: Kenttätykistöoppaan mukainen kokonaishajonnan vertaaminen keskiarvon viideskymmenesosaan, Field Manualin mukainen ± 3 m/s keskiarvosta tarkastelu, NATO standardin mukainen Grubbsin testi, joka on yleisesti käytetty tilastomatemattinen menetelmä, sekä vertaaminen onko tulos alle kahden keskihajonnan päässä otoksen keskiarvosta. Näistä viimeisin otettiin mukaan ohjesääntöjen ulkopuolelta, koska MAAVMATLE:ssa on myös käytetty tätä tapaa käsiteltäessä joukkojen lähettämiä lähtönopeustietoja. [13]

Kaikkia edellä mainittuja menetelmiä käytettäessä pitää käyttää myös järkeä poistoja tehtäessä. Esimerkiksi Grubbsin testiä voi käyttää periaatteessa kolmen havainnon otoksissakin, mutta käytännössä se toimii huonosti näin pienissä otoksissa ja voi antaa väärän tuloksen. NATO standardi suosittelee sen käyttöä vasta kun otoksessa on vähintään seitsemän havaintoa. Grubbsin testin perusteella aineiston 148 otoksesta kahdessakymmenessä eniten keskiarvosta poikkeava havainto poikkesi normaalista 5 % merkitsevyystasolla. Tällöin siis todennäköisyys oli alle viisi prosenttia sille, että havainto todella kuuluisi otoksessaan normaalihajonnan piiriin. Näistä neljatoista otosta oli varsinaisesti riittävän isoja testin käyttöön ja näistä otoksista poistettiin suurimmat poikkeavat havainnot. Näiden poistojen jälkeen testin perusteella vain kolmessa otoksessa oli edelleen poikkeava havainto. Grubbsin testin perusteella voitiin siis varmentaa käyttökelpoisuus noin 80 prosentissa otoksista. Samalla näillä poistoilla yhdeksästä Kenttätykistöoppaan mukaisesti kokonaishajontansa puolesta kelvottomasta otoksesta seitsemän muuttui edustuskelpoisiksi, joten tämän menetelmän perusteella jäljelle jäi vain kaksi kelvotonta otosta. Näiden poistojen jälkeen 1154 laukauksesta jäi jäljelle 1131. Field Manualin mukaisen ± 3 m/s keskiarvosta -menetelmän mukaisesti tämän jälkeenkin olisi pitänyt poistaa vielä 96 laukausta, joten tämän aineiston perusteella menetelmä ei ole käyttökelpoinen Suomessa käytössä olevalla tykkikalustolla ja ampumatarvikkeilla. Alkuperäisistä 33:sta yli kahden keskihajonnan päässä keskiarvosta olevasta tuloksesta 21 on tehtyjen poistojen jälkeen vielä mukana, mutta näitä ei poistettu muiden testien perusteella.

Tehtyjen poistojen merkitys varsinaisiin tutkimustuloksiin eli keskimääräisiin prosentuaalisiin lähtönopeuseroihin oli marginaalinen, esimerkiksi KARTR:n tuloksissa poistot muuttivat tuloista enimmillään 0,013 prosenttiyksikköä.

4.1.2 Kylmän laukauksen vaikutus

Lähtönopeustietojen taltiointitaulukon täyttöohjeet oli kirjoitettu ainakin osittain huonosti, koska missään joukossa ei ollut merkitty kylmällä putkella ammuttuja laukauksia ohjeistuksen mukaisesti taulukon HUOM sarakkeeseen, ei toisessakaan vaiheessa, vaikka tästä suullisesti kahdelle joukolle mainittiin ensimmäisen vaiheen jälkeen. JTR:n ja osassa KARTR:n taulukoissa oli kuitenkin merkittyinä päiväykset, joiden perusteella tällaisina ”kylminä laukauksina” voitiin tutkia kunkin päivän ensimmäinen laukaus eri tykeillä. Näin saatiin 51 otoksen koonnos, josta jätettiin huomioimatta alle seitsemän havainnon otokset, 16 kappaletta, jotta kunkin huomioitavan otoksen lopullista keskiarvoa voitaisiin pitää kohtuullisen luotettavana, ja jottei tulokset vääristyisi, sillä otoksen viimeisen laukauksen kohdalla keskiarvojen erotus on aina nolla. Kutakin kylmää laukausta verrattiin kyseisen otoksen keskiarvoon ja jotta näistä otoksien eroista saataisiin vertailukelpoisia keskenään, niin kullekin laukaukselle laskettiin erotuksen ja otoksen keskiarvon välinen prosentuaalinen suhde. Samoin prosenteiksi muunnettiin kylmän laukauksen jälkeisten neljän laukauksen kumulatiivinen keskiarvo laukauksittain, eli kahden laukauksen jälkeistä keskiarvoa verrattiin otoksen keskiarvoon ja niin edelleen. Nämä prosentuaaliset erot on koottu taulukkoon 1. Taulukossa voi verrata myös miten lähtönopeuksien keskiarvon luotettavuuden paranemiseen vaikuttaa ohjesääntöjen mukaisesti toimittaessa ensimmäisen kylmän laukauksen poisto ja edelleen Grubbsin testin tai KTO:n hajontaan pohjautuvan tarkastuksen mukaisten poikkeavien mittaustulosten poistaminen. Nämä poistot vaikuttavat tietenkin myös otoksen keskiarvoon, jota pidetään tässä ”oikeana” arvona.

	1. Laukaus	2 Laukausta	3 Laukausta	4 Laukausta	5 Laukausta
Ennen poistoja (51 otosta)	0,441	0,268	0,204	0,154	0,136
Alle 7 havainnon otokset poistettu (35 otosta)	0,387	0,248	0,229	0,185	0,170
Kylmät laukaukset poistettu		0,273	0,257	0,192	0,172
Poikkeavat mittaustulokset poistettu		0,269	0,249	0,186	0,152

Taulukko 1: Kylmän laukauksen ja sen jälkeisten laukauksien keskiarvon poikkeama prosentteina kyseisen otoksen lopullisesta keskiarvosta.

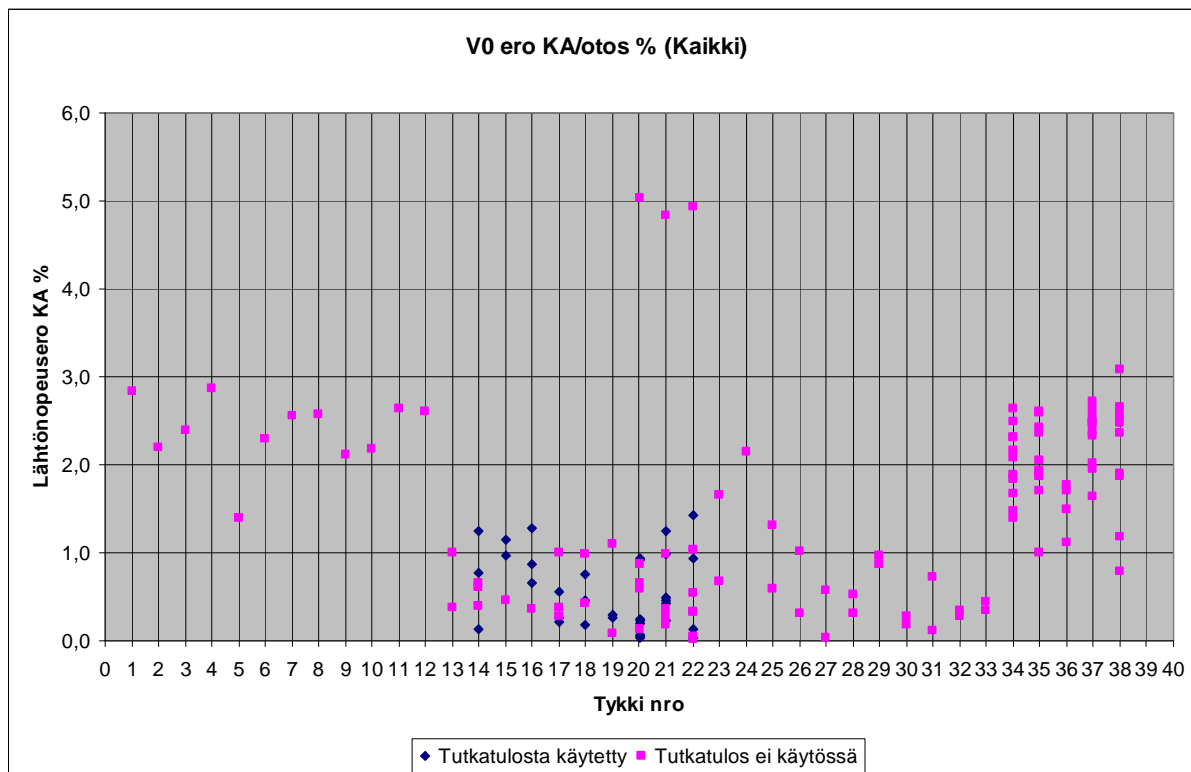
Taulukosta 1 voidaan todeta, että vaikka ensimmäinen laukaus poikkeaa keskimäärin enemmän kuin sitä seuraavat otoksen keskiarvosta, niin pääsääntöisesti se on silti käyttökelpoinen tulosten keskiarvoa laskettaessa. Tutkittujen 35 otoksen perusteella pääsääntöisesti

keskiarvo, jossa on ensimmäinen laukaus mukana, on lähempänä lopullista keskiarvoa kuin keskiarvo ilman sitä. Kylmien laukausten lähtönopeudet eivät myöskään selkeästi noudattaneet oletusta, että kylmällä putkella ammuttaessa lähtönopeus on aina pienempi. 155 K 98 kalustolla ammutuista kylmistä laukauksista 5 kappaletta oli selvästi pienempiä kuin keskiarvo (erot 3,3 – 5,4 m/s), mutta saman verran oli myös selvästi suurempia havaintoja (erot 2,6 – 8,9 m/s). Myös 122 PSH 74 kalustolla havainto on samansuuntainen, sillä pienempiä laukauksia oli 6 kappaletta (erot 2,7 – 7,1 m/s) ja suurempia 4 kappaletta (erot 2,3 – 4,7 m/s). Muut tarkastellut kylmät laukaukset (yhteensä molemmille kalustoilla 31 kappaletta) olivat lähellä otoksen lopullista keskiarvoa. Ensimmäisen laukauksen lähtönopeuseroa voidaan pienentää putken huolellisella puhdistamisella ennen ammuntaa [2, Chapter 3].

155 K 98 kalustolla oli aineistosta havaittavissa myös muutama putken muisti-ilmiötä noudattava tapaus. Tässä ilmiössä isolla panoksella ammutun ammunnan jälkeen pienemmälle panokselle vaihdettaessa ensimmäisen laukauksen lähtönopeus on isompi kuin mitä tämä panos normaalisti antaa lähtönopeudeksi [2, Chapter 3]. 122 PSH 74 kalustolla tätä muisti-ilmiötä ei ollut havaittavissa.

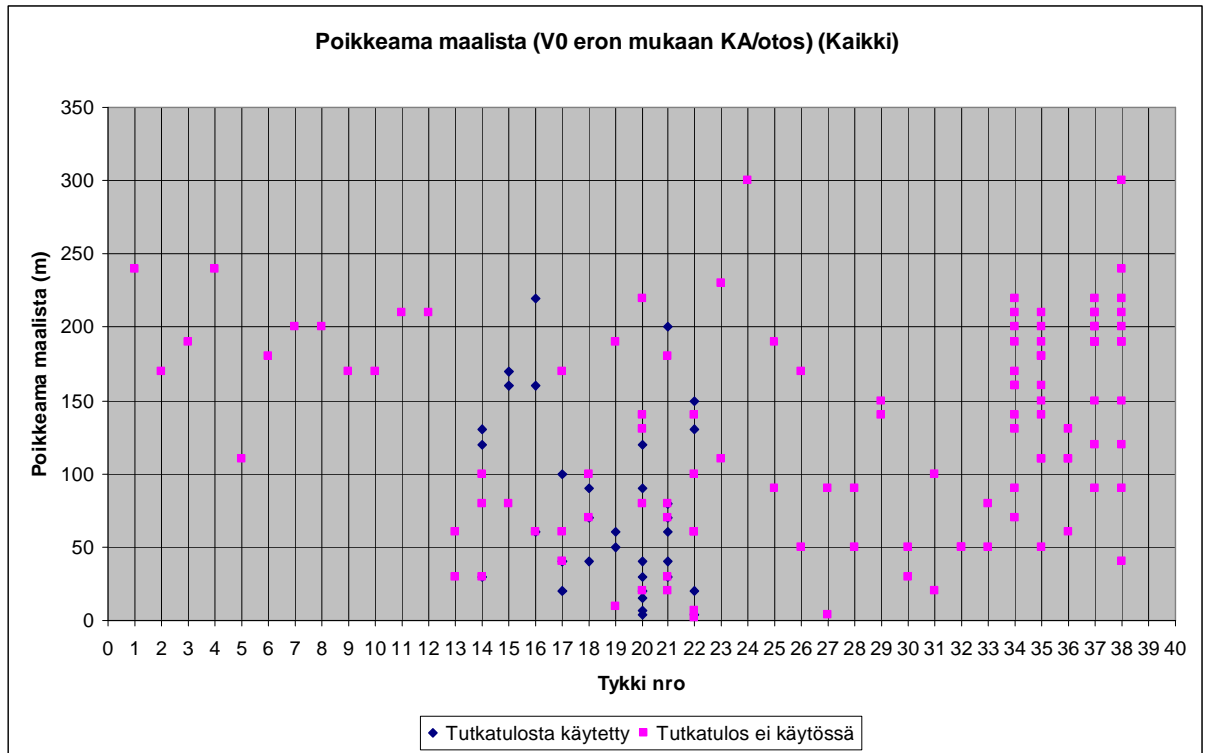
4.1.3 Lähtönopeuserot

Kullekin otokselle laskettiin lähtönopeuseron prosentuaalinen keskiarvo (myöhemmin tekstissä lyhyesti V_0 ero) eli mitattujen tutkatulosten keskiarvon ja laskennassa käytetyn lähtönopeuden erotuksen itseisarvon prosentuaalinen osuus laskennassa käytetystä lähtönopeudesta. Näin eri otosten lähtönopeuseroista saatiin keskenään vertailukelpoisia ja nämä jaettiin vielä ryhmiin sen mukaan oliko laskennassa käytetyssä lähtönopeudessa käytetty hyväksi tutkatulosta vai ei. Nämä otoksittain lasketut V_0 erot on esitetty graafisesti kaaviossa 1.



Kaavio 1: Otoksien lähtönopeuserojen prosentuaaliset keskiarvot

Kaikkien tutkattomien otosten V_0 erojen keskiarvo oli 1,52 %, kun taas keskiarvo otoksista, joissa tutkatulosta oli käytetty hyväksi, oli 0,56 % (keskihajonta 0,42; kokonaishajonta 1,39). Vastaavasti otosten lähtönopeuserojen mukaiset poikkeamat maalista olivat keskimäärin 139 ja 77 metriä. Näistä luvuista voisi vetää äkinäisen johtopäätöksen, että tutkatulosten hyväksikäyttö on selkeästi kannattavaa. Kuitenkin kun katsotaan tarkemmin kaaviota 1, niin huomataan, että kolmen otoksen V_0 ero poikkeaa selkeästi muista. Lähempi tarkastelu osoitti, että kyseessä on KARTR:n 2 patterin ensimmäinen ammunta 2 panoksella Tykistön ampumaharjoituksessa 19.11.2010. Kyseisessä patterissa oli vain kolme tykkiä, joten siksi otoksiakin on vain kolme. Kun kyseiset otokset poistetaan häiritsemästä tuloksia, niin tutkattomien otosten keskiarvoksi saadaan 1,43 % (keskihajonta 0,92; kokonaishajonta 3,06), ja poikkeamaksi maalista 131 metriä. Kaaviossa 2 on esitetty otosten lähtönopeuserojen mukaiset laskennalliset poikkeamat maalista äskeisten poistojen jälkeen.

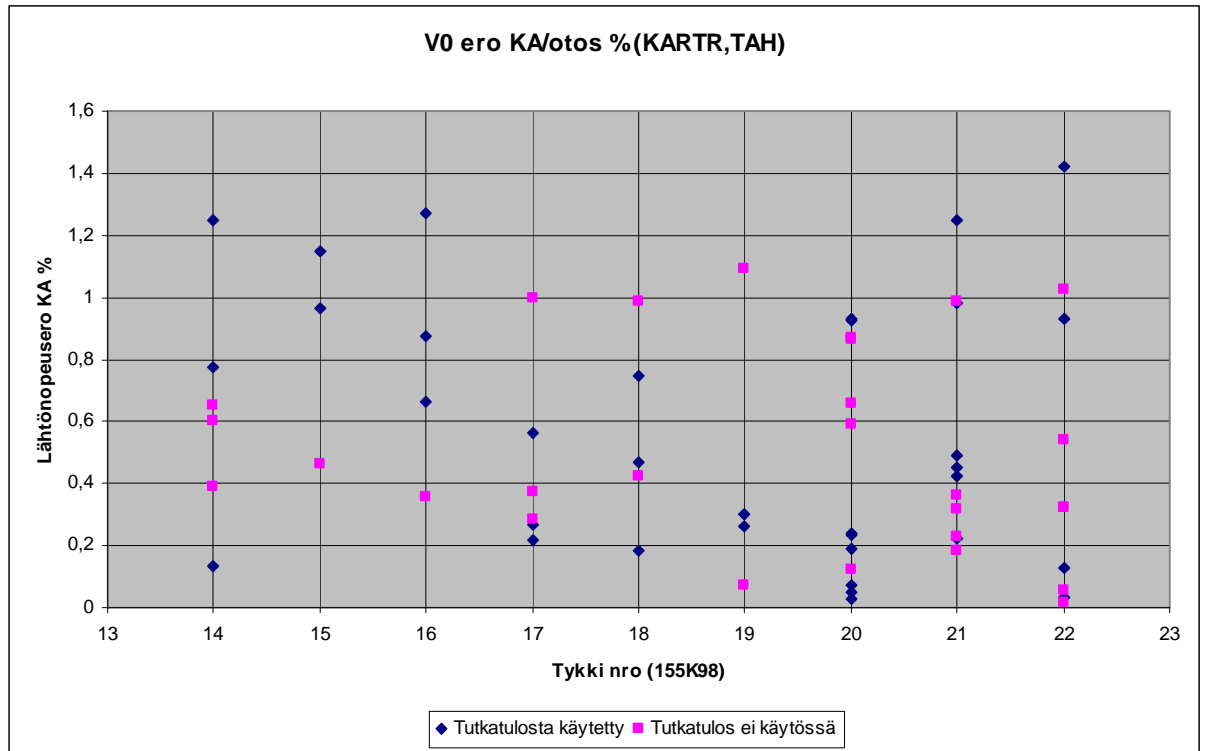


Kaavio 2: Otoksien keskimääräiset lähtönopeuseron mukaiset poikkeamat maalista

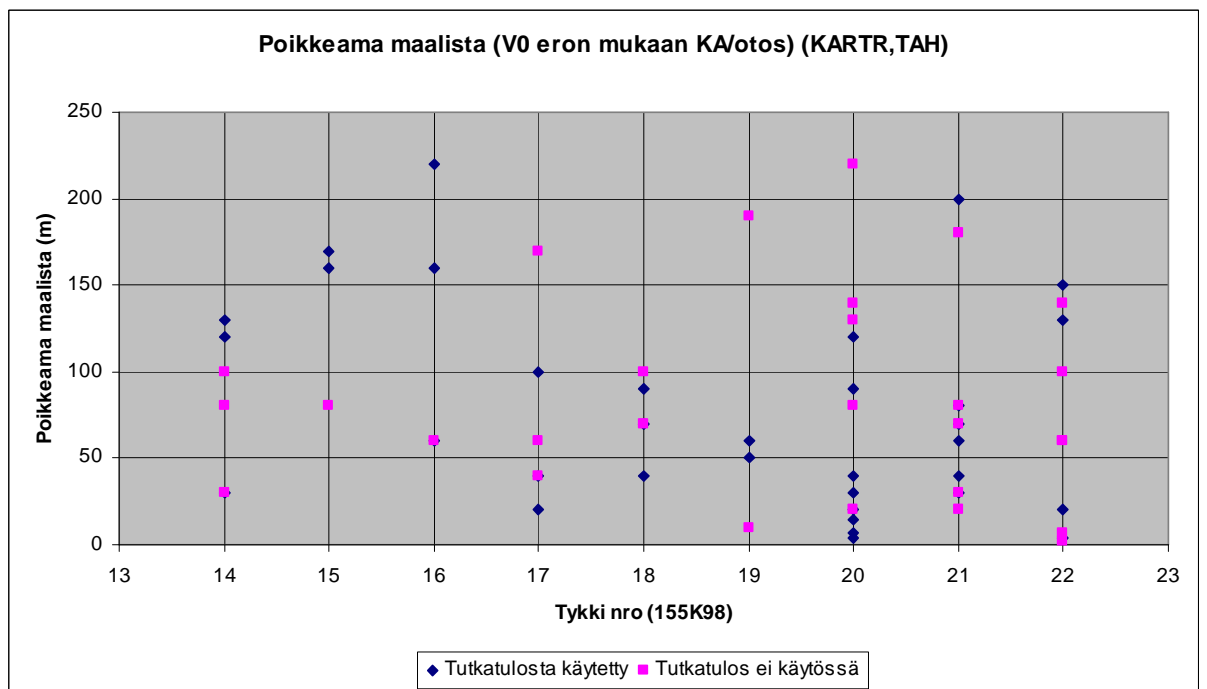
4.1.3.1 KARTR:n lähtönopeuserot

KARTR oli ainut joukko, jossa tutkatuloksia hyödynnettiin oikeasti ampuma-arvojen laskennassa, joten ainoastaan sen tuloksien perusteella voidaan vertailla lähtönopeuseroja, joissa on myös tutkatulokset mukana. KARTR:n Tykistön ampumarjoituksessa käyttämässä 155 K 98 -kalustossa joka tykkiin kuuluu kiinteästi Weibelin lähtönopeustutka. Kaaviossa 3 on esiteltyinä KARTR:n V₀erot Tykistön ampumarjoituksessa tykeittäin. Edellisessä kappaleessa mainittujen poistojen jälkeen tutkattomien V₀erojen keskiarvo on 0,51 % ja tutkallisten 0,56 %, joten tämän perusteella KARTR:n käyttämä lähtönopeus oli keskimäärin lähempänä todellista lähtönopeutta silloin kun tutkatulokset eivät olleet käytössä. Tämä on yllättävää, sillä kyselyn vastausten perusteella KARTR oli hyvin tyytyväinen tutkan käytöllä saavuttamiinsa tuloksiin ja tulen osuvuuteen. On kuitenkin myös huomattava, että KARTR:n tutkaton V₀ero on joukkojen pieniin. Ennen edellä mainittujen kolmen otoksen poistoa tutkaton V₀eron keskiarvo oli 0,92 %, mikä oli siis todellinen ammunnoissa toteutunut ero. Laskennalliset poikkeamat maalista olivat keskimäärin 83 metriä tutkattomissa otoksissa ja 77 metriä tutkallisissa. Nämä tulokset on esitetty kaaviossa 4.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että V₀eron keskiarvo KARTR:n omassa ampumarjoituksessa 122 H 63 kalustolla oli 0,69 % ja lähtönopeuseron mukainen poikkeama maalista vain 45 metriä.



Kaavio 3: Otoksien lähtönopeuserojen prosentuaaliset keskiarvot (KARTR, TAH)

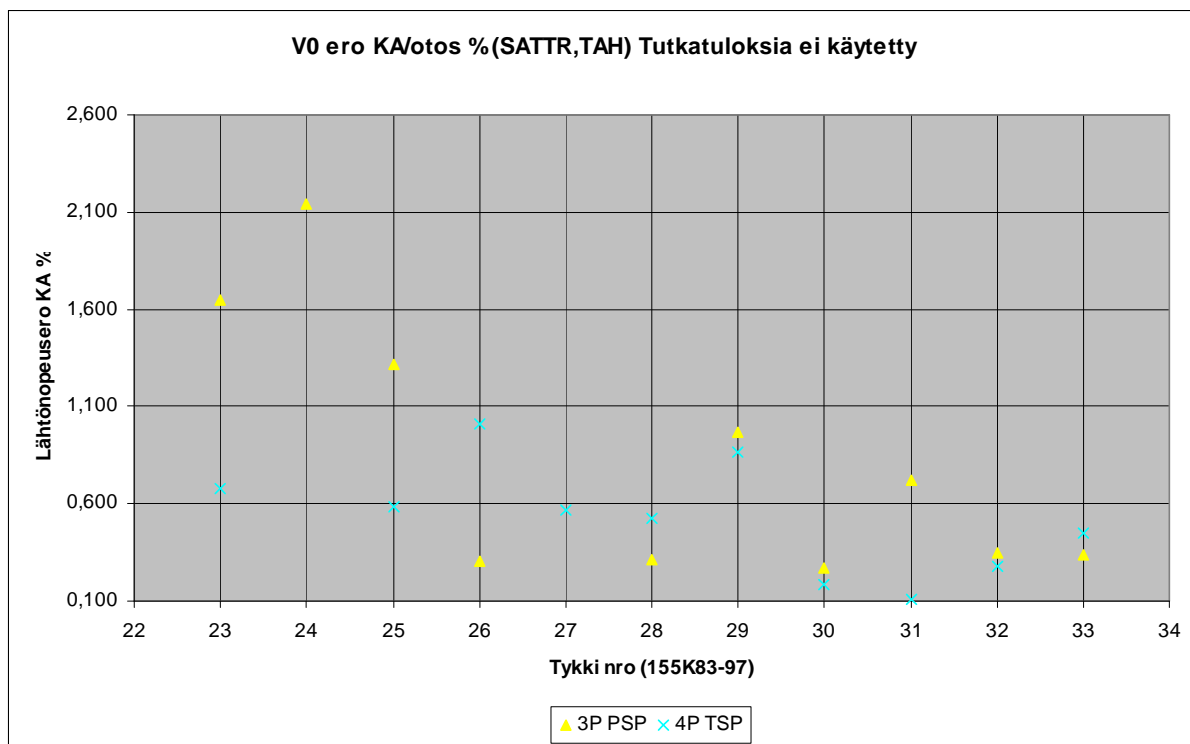


Kaavio 4: Otoksien keskimääräiset lähtönopeuseron mukaiset poikkeamat maalista (KARTR, TAH)

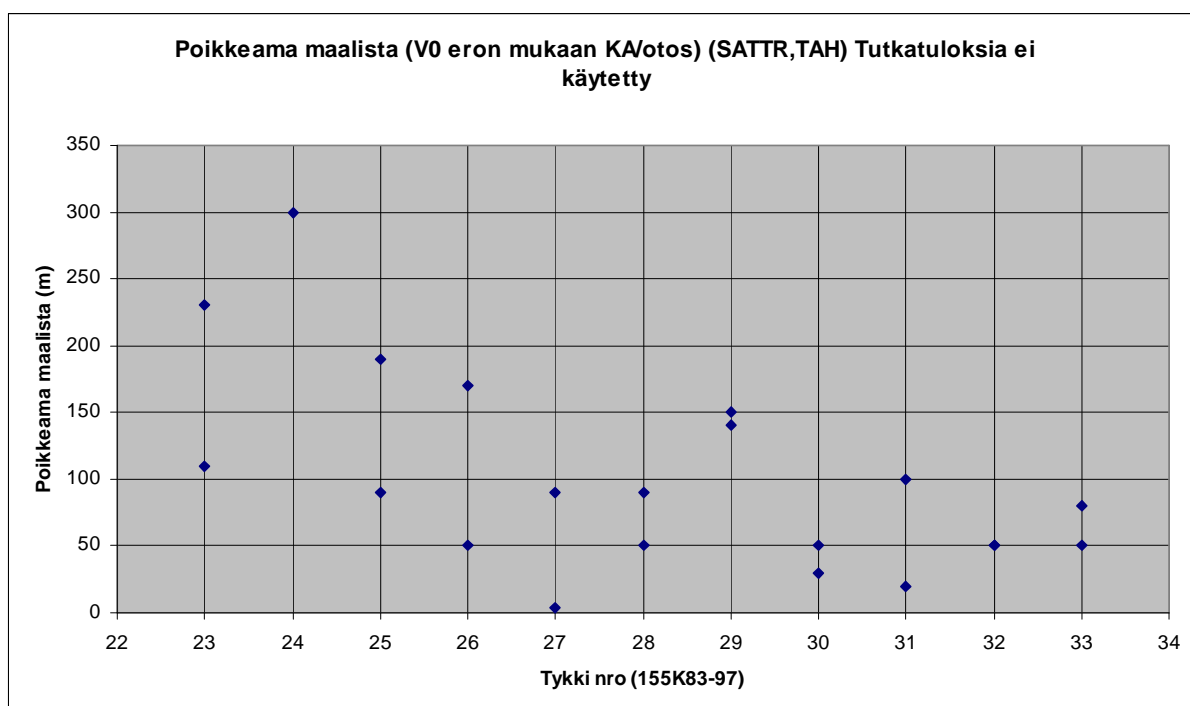
4.1.3.2 SATTR:n lähtönopeuserot

SATTR:n otoksissa oli kussakin vain kolme laukausta ja tulokset on esitelty kaavioissa 5 ja 6. V_0 erojen keskiarvo Tykistön ampumarjoituksessa 155 K 83-97 -kalustolla oli vain 0,65 %

kun se 152 H 55 -kalustolla Tykistökoulun ampumarjoituksessa oli 2,39 %. TAH:lla lähtönopeuseron mukainen laskennallinen poikkeama maalista oli keskimäärin 100 metriä. SATTR ei käyttänyt tutkatuloksia tulen osuvuuden parantamiseen. Edellä mainitun V_0 erojen keskiarvon pienuutta osin selittää tutkattujen laukausten ja otosten hyvin pieni määrä, vain kaksi otosta per tykki.



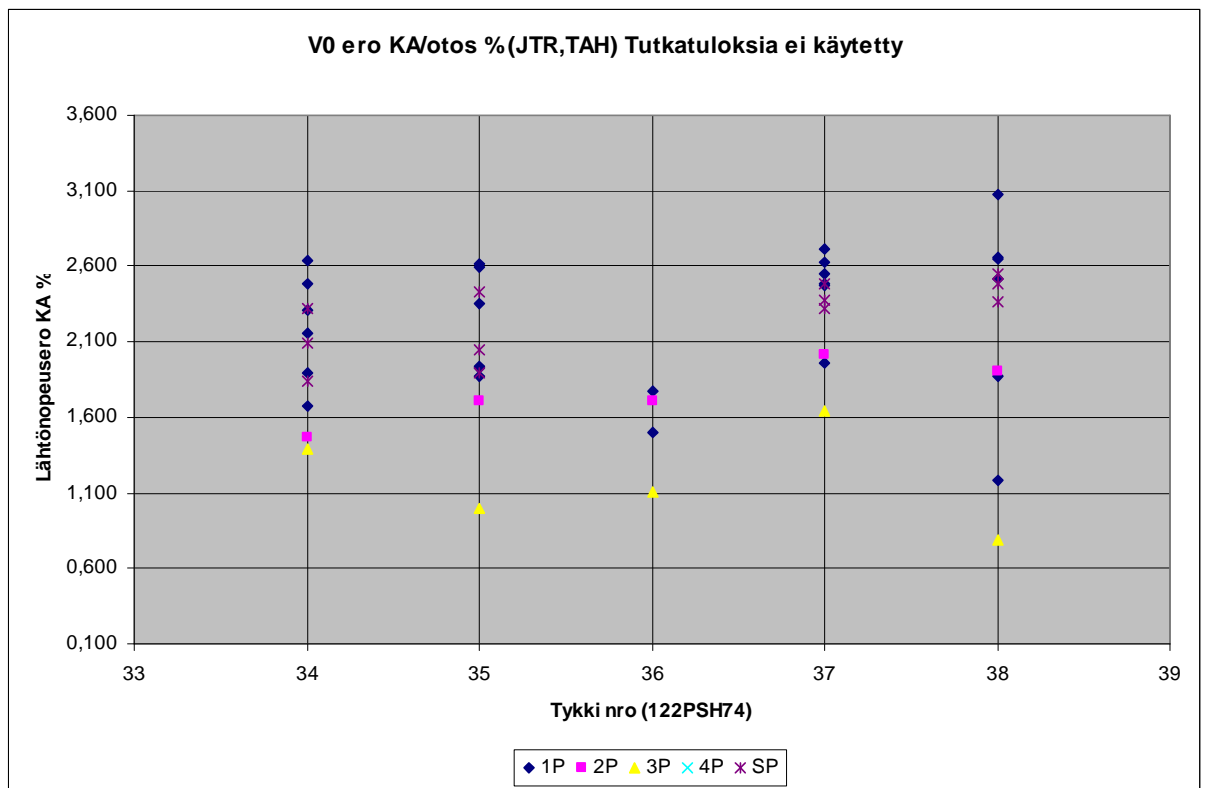
Kaavio 5: Otoksien lähtönopeuserojen prosentuaaliset keskiarvot (SATTR, TAH)



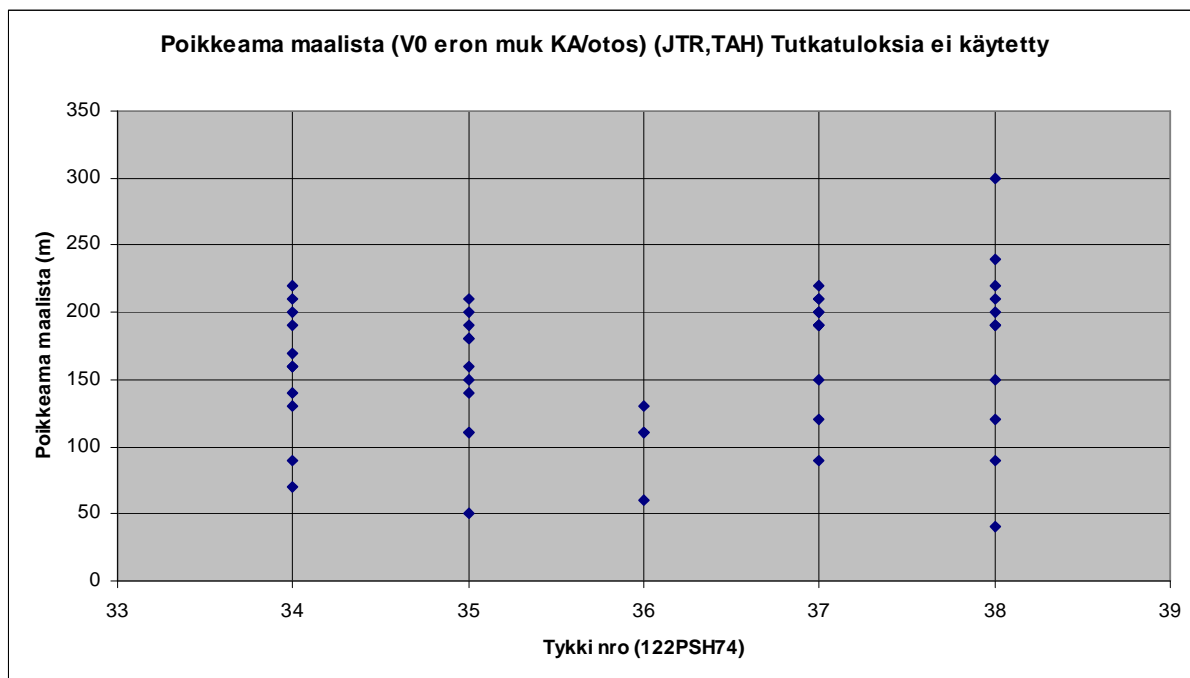
Kaavio 6: Otoksien keskimääräiset lähtönopeuseron mukaiset poikkeamat maalista (SATTR, TAH)

4.1.3.3 JTR:n lähtönopeuserot

JTR ei myöskään käyttänyt tutkatuloksia V_0 eron pienentämiseen, vaikka saatujen tulosten perusteella tarvetta siihen olisi ollut. JTR:n tulokset on esitetty tykeittäin kaavioissa 7 ja 8. Kaaviosta 7 voi tarkastella myös V_0 erojen jakautumista panoksittain. Keskiarvot ovat tämän vertailun suurimmat: V_0 ero 2,09 % ja lähtönopeuseron mukainen laskennallinen poikkeama maalista 161 metriä. JTR:n kaikissa tykeissä oli Tykistön ampumarjoituksessa asennettuna Weibelin tutka, ja käytännössä kaikki laukaukset myös mitattiin tutkalla.



Kaavio 7: Otoksien lähtönopeuserojen prosentuaaliset keskiarvot (JTR, TAH)



Kaavio 8: Otoksien keskimääräiset lähtönopeuseron mukaiset poikkeamat maalista (JTR, TAH)

4.2 Johtopäätökset

Tutkatuloksia käytettäessä on varmistettava, että mahdolliset virheelliset mittaustulokset eivät vääristä keskiarvoa. Tähän käyttökelpoisina työkaluina voidaan pitää AHJO:ssakin käytettävää Grubbsin testiä sekä Kenttätykistöoppaan III osan otoksen kokonaisuajontaan perustuvaa testiä. Grubbsin testiä käytettäessä on suositeltavaa, että otoksessa on mittaustuloksia vähintään seitsemän kappaletta.

Kylmälläkin putkella ammuttu laukaus voidaan ja kannattaa ottaa mukaan keskiarvon laskentaan, mikäli se ei merkittävästi poikkea seuraavista laukauksista. Tällöin saadaan keskimäärin lähempänä todellista lähtönopeutta oleva arvo kuin ilman kylmän laukauksen lähtönopeutta laskettuna. Kylmää laukausta tai panoksen vaihdon jälkeen ensimmäistä laukausta ei kannata kuitenkaan käyttää yksinään lähtönopeuden korjaamiseen, sillä tällöin korjaus onnistuu ainoastaan noin 60 % todennäköisyydellä. Selkeästi lopullisesta keskiarvosta poikkeava noin 40 % kylmistä laukauksista, ja poikkeava lähtönopeus voi olla myös lopullista keskiarvoa suurempi.

Lähtönopeuserojen keskiarvoista nähdään, että tutkatuloksia kannattaa hyödyntää ja niitä käytettäessä saadaan tulon laskennallista osuvuutta parannettua. Tuloksista on myös huomattava, ettei tutkatuloksia käytettäessä laskettu lähtönopeus vastaa yleensä lopullista ammuttujen laukausten lähtönopeuksien keskiarvoa, mutta se on kuitenkin keskimäärin lähempänä sitä kuin ammuttaessa ilman tutkatuloksia. Tulosten suhteellisen suuret keskihajonnat taas kertovat sen, ettei yksittäisen otoksen perusteella voida vetää vielä minkäänlaisia johtopäätöksiä;

yksittäiset tapaukset voivat olla keskiarvoihin nähden täysin vastakkaisia. Näin ollen tutkan käytön pitää olla siis jatkuvaa ja tuloksia on seurattava pitemmältä ajalta ennen kuin kertaalleen määritettyjä tutkakorjauksia muutetaan, jottei korjauksia tehtäessä juosta jatkuvasti normaalin hajonnan perässä.

Tarkasteltaessa pelkästään KARTR:n tuloksia, joissa lähtönopeusero oli keskimäärin lähes samansuuruinen, oli tutkatulokset käytössä tai ei, osoittaa jatkotutkimustarpeen. Tutkimusta voisi jatkaa keräämällä keskenään vertailukelpoista tutkallista ja tutkatonta V_0 -aineistoa lisää, jolloin tässä tutkimuksessa esitetyt tulokset saataisiin varmennettua.

Tutkimuksessa kerätty taulukoitu lähtönopeusaineisto on saatavissa tutkijalta tarkempaa tilastollista analysointia varten.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lähtönopeustutkien käyttö ja tulosten hyödyntäminen on ohjeistettu hieman toisistaan poikkeavasti Kenttätykistöoppaiden I:ssa ja III:ssa osassa, eikä yhtenäistä kattavaa ohjetta löydy. Näiden ohjesääntöjen tutkan käyttöä koskevat ohjeet tulisi yhtenäistää. Ennen tätä päivitystä KtOpas III tarjoaa käyttäjille parhaat ohjeet tutkien hyödyntämisestä. Tätä ohjeistusta tulee myös noudattaa joukoissa tutkia käytettäessä, mukaan luettuna tykkikantakirjoihin tehtävät merkinnät lähtönopeusmittauksista. Myös MAAVMATLE:n käskyjä tutkatulosten keräämisestä tulee noudattaa käytettäessä Weibelin tutkia.

Lähtönopeustutkia osataan käyttää ja niitä myös käytetään ammunnoissa kaikissa joukoissa, mutta tutkalla mitattuja todellisia lähtönopeuksia ei hyödynnetty aktiivisesti ampuma-arvoja laskettaessa kuin yhdessä joukossa, muut luottavat enemmän tulenjohtajan havaintoihin tulen osuvuudesta. Tutkatuloksia hyödyntänyt joukko kokikin tutkan käytön tarpeellisimmaksi

Joukoilla pitää olla tutkatietojen keräämiseen, taltioimiseen, analysoimiseen ja hyödyntämiseen käytössä dokumentoitu ja ohjesääntöihin perustuva toimintatapamalli. Tällöin henkilökunnan harjoitustehtävien ja saapumiserien vaihtuessa toiminta pysyy joukossa yhtenäisenä ja toimintaa voidaan jopa kehittää päivittämällä kyseistä ohjetta. KARTR:n malli tutkatulosten keräämisestä patteriston komentopaikalla omaan Excel-tilukkoonsa on suositeltava tapa otettavaksi käyttöön muillekin joukoille.

Kaikki MAAVMATLE:n tarvitsemat ampumatarviketiedot, mukaan luettuna ammuksen painoluokka ja ruudin lämpötila, on oltava joka laukauksella oikein tutkan alustustiedoissa, jotta mitattuja lähtönopeustietoja voidaan myöhemmin luotettavasti käyttää panosten ballistisessa seurannassa. Kaikki Weibelin tutkat on päivitettävä siten, että tarvittavat laukausyhdistelmä-tiedot löytyvät tutkien alustusvalikoista.

AHJO-asepäänteen käyttöön saanti tulee jatkossa helpottamaan tutkatulosten hyödyntämistä. AHJO-ohjelmistoa voitaisiin kehittää siten, että se aktiivisesti kannustaa käyttäjää hyödyntämään tutkamittaustuloksia. AHJO:n tutkatulosten tarkistamiseen käyttämä Grubbsin testi on toimiva työkalu virheellisten tutkatulosten havaitsemiseen, mutta tällöin mittaustuloksia pitäisi olla käytössä vähintään seitsemän kappaletta tykkiä kohden.

Kylmälläkin putkella ammuttu laukaus voidaan ja kannattaa ottaa mukaan lähtönopeuksien keskiarvon laskentaan, mikäli se ei merkittävästi poikkea seuraavista laukauksista. Tällöin saadaan keskimäärin lähempänä todellista lähtönopeutta oleva arvo kuin ilman kylmän laukauksen lähtönopeutta laskettuna. Selkeästi keskiarvosta poikkeava noin 40 % kylmistä laukauksista, ja poikkeava lähtönopeus voi olla myös lopullista keskiarvoa suurempi.

Eri tykkimallien ja panosten ampuma-arvojen laskennassa käytettyjen ja tutkalla mitattujen ”todellisten” lähtönopeuksien erotuksien prosentuaalisia suhteita kyseisiin käytettyihin lähtönopeuksiin voidaan vertailla keskenään. Kun tutkatuloksia ei ollut hyödynnetty, niin suhteellinen lähtönopeusero oli 1,43 %, kun taas silloin kun tutkatuloksia oli käytetty laskennassa hyväksi, lähtönopeusero oli 0,56 %. Nämä tarkoittavat tulen osuvuudessa laskennallisesti 131 metrin ja 77 metrin poikkeamaa maalista lähtönopeuden perusteella. Keskiarvoista nähdään, että tutkatuloksia kannattaa hyödyntää ja niitä käytettäessä saadaan tulen laskennallista osuvuutta parannettua. Yksittäisen otoksen perusteella ei kuitenkaan kannata tehdä johtopäätöksiä, sillä yksittäiset tapaukset voivat olla keskiarvoihin nähden täysin vastakkaisia. Tutkan käytön pitääkin olla jatkuvaa ja tuloksia on seurattava pitemmältä ajalta, jottei korjauksia tehdä jatkuvasti normaalin hajonnan perässä.

Tutkaa voitaisiin käyttää hyödyksi ammunnoissa seuraavan esimerkin mukaisesti: Tutkille syötetään tarvittavat alustustiedot ennen ammuntoja. Mittaaminen aloitetaan kaikilla käytettävissä olevilla tutkilla ensimmäisestä laukauksesta alkaen, ja riippuen käytettävissä olevista laukausmääristä 4-6 laukauksen jälkeen mittaustulokset lähetetään patterin komentopaikalle. Tulokset analysoidaan ja taltioidaan patterissa, poikkeavat mittaustulokset poistetaan ja lasketaan lähtönopeuksien keskiarvo, joka riittää AHJO:lla toimittaessa, tai tasoilla toimittaessa

lasketaan lähtönopeusero. Tämä ilmoitetaan patteriston komentopaikalle. Patteriston tulitoimintaupseeri esittelee tulokset komentajalle, jonka hyväksynnän jälkeen tutkatulokset tai lähtönopeuseron perusteella laskettu lähtönopeuskorjaus käsketään käyttöön. Suositeltavaa olisi, että tämän jälkeen tulenkäyttöä voidaan jatkaa samaan maaliin, jolloin nähdään korjauksen vaikutus ja voidaan tarvittaessa tehdä muita korjauksia. Tutkat vaihdetaan tarvittaessa uusille tykeille ja lähtönopeuden mittaamista jatketaan. Lähtönopeustiedot kerätään aina tulitaukojen yhteydessä, ja patterit seuraavat mittaustulosten perusteella tutkakorjauksen paikkaansa pitävyyttä. Tarvittaessa esitetään uutta korjausta. Tutkia kierrätetään siten, että kaikille tykeille saadaan tutkalla mitatut lähtönopeuskorjaukset, samoin kuin tutkataan myös kaikki käytettävät panokset. Patteriston komentopaikka kerää pattereilta säännöllisin väliajoin pattereiden taltioimat lähtönopeustiedot ja koostaa niistä patteriston lähtönopeustiedoston. Pattereissa lähtönopeusmittaukset kirjataan tykkien kantakirjoihin.

Tutkamittausten tuloksia hyödyntämällä, AHJO:lla lasketuilla tykkikohtaisilla ampuma-arvoilla ja tulevalla tarkemmalla sään muutokset huomioivalla laskennalla tulenjohtajan huoleksi jää maalin tarkka paikantaminen, tuli kyllä osuu sinne minne se tilataan.

LÄHTEET

- [1] AHJO – Ohjeet. Ammunnanhallinta ja johtamisjärjestelmä AHJO tietokoneohjelmiston ohjeet, sisältyvät ohjelmistoon. AHJO Versio 1.7.1.3, 30.9.2008.
- [2] Field Manual NO. 6-40, Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY MANUAL CANNON GUNNERY. Marine Corps Warfighting Publication NO. 3-16.4. Headquarters, Department of the Army U.S. Marine Corps, 23 April 1996, Washington DC.
- [3] Holopainen, Martti ja Pulkkinen, Pekka *TILASTOLLISET MENETELMÄT*, WSOY, Helsinki, 2006. ISBN 951-0-25571-8.
- [4] Kenttätykistöopas I Osa (KtOpas I) Ampumaoppi, Pääesikunnan koulutusosasto 1990. Sisälähetysseuran Kirjapaino Raamattutalo, Pieksämäki 1990. ISBN 951-25-0486-3.
- [5] Kenttätykistöopas III Osa (KtOpas III) Tuliasematoiminta, 1989. Sisälähetysseuran Kirjapaino Raamattutalo, Pieksämäki 1989. ISBN 951-25-0477-4.
- [6] Kenttätykistöopas III Osa (KTO III) Tuliasematoiminta, Luonnos.
- [7] Kenttätykistöopas VI Osa (KtOpas VI) (Luonnos), Pääesikunnan koulutusosasto 1991. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä 1991. ISBN 951-25-0527-2.
- [8] Kosola, Jyri ja Solante, Tero *DIGITAALINEN TAISTELUKENTTÄ Informaatioajan sotakoneen tekniikka*, MPKK Tekniikan laitos, Julkaisusarja 1 n:o 13, Edita Prima Oy, Helsinki 2003. ISBN 951-25-1449-4.
- [9] LÄHTÖNOPEUSTUTKA MVR5-700SCD (Weibel) KÄYTTÖOHJE, 2005, Tykistörikaati.
- [10] MAAVE Materiaaliosaston käsky MG9315, 18.3.2010, 1338/40.03/2010.
- [11] NATO STANDARDIZATION AGREEMENT (STANAG) 4500: Procedures to determine field artillery muzzle velocity management, interchangeability and prediction (Edition 1), 24 Nov 1998. NATO Military Agency for Standardization (MAS).
- [12] Nyberg, Heli PvAH vastaus kyselyyn 25.10.2010. Tkt Nyberg johti PaBa-seuranta MAAVMATLE:ssa 2010 syyskuun loppuun saakka.
- [13] Nyberg, Heli ja Muikku, Timo *Conscript Practice Troop Firings Utilizing Surveillance System for Propellant Charges*, Konferenssiartikkeli 37th International Annual Conference of ICT on Energetic Materials – Insensitivity, Ageing, Monitoring. June 27-30, 2006, Karlsruhe, Germany.
- [14] Peyton, B.L. *Muzzle Velocity Management During Operation Desert Storm*, Artikkelit lehdessä Field Artillery Journal, October 1991. Kapt Peyton toimi tulitoimintaupseerina yksikössään 3d Battalion, 10th Marines, USMC operaatioissa Desert Shield ja Desert Storm.
- [15] PvMatLE TOK AT 03:03.01, 04.04.2005, 737/PvMatLE/1.1/D/I/4.4.05

- [16] WEIBEL MVRS-700SC TECHNICAL SPECIFICATION, Weibel Scientific A/S. Sotavarusteeksi hyväksyntä –asiakirjan R4824/17.3/D/II, 18.11.2005 Liite 1, alaliite 1.

LIITTEET

Liite 1	Kysymyslomake
Liite 2	Lähtönopeustietojen taltiointitaulukko
Liite 3	Kyselyn tulokset

Maanpuolustuskorkeakoulu
JTOS/EUK 63
Kapt Jari Luikku
Santahamina

KYSELY

KAPT JARI LUIKUN TUTKIMUKSEN KYSELY

1. AIHEALUEEN ESITTELY

Tutkielman aiheena on LÄHTÖNOPEUSTUTKAN HYÖDYNTÄMINEN TYKISTÖN AMMUNNOISSA. Lähtönopeustutkan käyttöä ja käytön hyödyntämistä tykistön ammunnoissa ei ole virallisesti tutkittu Puolustusvoimissa ainakaan kymmeneen vuoteen. Maavoimien Materiaalilaitoksen Esikunta kerää tykistöjoukoilta ammunnoissa mitattuja lähtönopeustietoja panosten ballistisen käytettävyyden seuraamiseksi, mutta näistä kerättyistä tiedoista ei selviä miten niitä on hyödynnetty ammunnoissa tai mitä lähtönopeutta on käytetty ampuma-arvoja laskettaessa.

Tutkimuksessa on tarkoituksena kartoittaa tilanne miten lähtönopeustutkia käytetään tykistön ammunnoissa eri tykistöjoukoissa (vallitseva käytäntö) sekä mitä lähtönopeustietoja kerätään ja miten näitä hyödynnetään ammunnoissa. Myös tutkatulosten hyödyntämisen ohjeistuksen riittävyyttä selvitetään.

Toisena tutkimuskysymyksenä selvitetään lähtönopeustietojen käytön vaikutus tykistön tulenaloituksen virheeseen vertaamalla tutkien mittamia todellisia lähtönopeuksia laskennassa käytettyihin lähtönopeuden arvoihin. Alakysymyksenä tähän liittyen selvitetään ensimmäisen tutkimustuloksen käytettävyyttä korjauksena seuraavien ampuma-arvojen laskennassa. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan haastattelututkimuksen keinoin; tykistöjoukoissa suoritettavalla kyselyllä kartoitetaan tutkatietojen hyödyntämisen vallitseva käytäntö. Toiseen tutkimuskysymykseen vastataan tutkimalla tilastoanalyysin menetelmillä ammunnoista kerättävää lähtönopeusaineistoa.

Kapt Jari Luikulla on puolustusvoimien koulutuspäällikön eversti Pertti Laatikaisen myöntämä lupa kerätä kyselyllä tykistöjoukoilta aineistoa tutkimukseensa liittyen (Tutkimuslupa MG31330, 28.9.2010).

2. KYSELYYN VASTAAMINEN

Kysely toteutetaan kahdessa vaiheessa syksyn 2010 aikana tykistöjoukoissa, ja tavoitteena on saada kerättyä tiedot kaikista syksyn aikana tutkalla mitatuista laukauksista. Ensimmäisessä vaiheessa vastauksia pyydetään joukkojen omista E-kauden ampumaharjoituksista ja toisessa vaiheessa valtakunnallisesta tykistön ampumaharjoituksesta. Patteristojen tulitoimintaupseerit (/kouluttajat) kokoavat kyselyn vastaukset ja lähettävät ne sekä tietolomakkeet (Liite 1) kapt Jari Luikulle ensisijaisesti sähköisessä muodossa PvAH sanomana tai vaihtoehtoisesti paperiversioina osoitteeseen:

Maanpuolustuskorkeakoulu
Kapt Jari Luikku
Esiupseerikurssi 63
PL 7
00861 HELSINKI

Joukot voivat käyttää ensimmäisen vaiheen vastauksia pohjana toisessa vaiheessa. Kysymyksiä tarvittaessa tarkennetaan ensimmäisen vaiheen vastausten perusteella viikolla 44. Mikäli päivitettyä kyselyä ei tule 9.11. mennessä, niin TAH:lla vastataan tähän samaan kyselyyn uudestaan. Tutkijaan voi ottaa yhteyttä kyselyyn liittyvissä kysymyksissä joko PVAH:lla, sähköpostilla osoitteeseen jari.luikku@mil.fi, tai puhelimitse 040-5604513 (virka-aikana esiupseerikurssin oppitunneista johtuen rajoitetusti).

3. AIKATAULU

Ensimmäisen vaiheen vastaukset on lähetettävä tutkijalle viimeistään **29.10.2010**. Mikäli joukolla on omia harjoituksia vielä tämän jälkeen, niin näiden harjoitusten vastaukset lisätään toisen vaiheen vastauksiin. **Toisen vaiheen** (TAH) vastaukset on lähetettävä tutkijalle viimeistään **3.12.2010**.

4. KYSYMYKSET

HUOM Liitteen 1 taulukkoa on täytettävä ensimmäisestä tutkalla mitatusta laukauksesta lähtien.

Taustatiedot:

1. Harjoitus/harjoitukset:

2. Tulitoimintaupseeri (/tulitoimintaupseerin kouluttaja):

3. Joukko:

4. Kalusto (tykit, AHJO, KT-laskin vai taso), tykkien määrä:

5. Joukolla ammunnoissa käytössä olevat lähtönopeustutkat, malli ja määrä:

Mikäli joukolla ei ole käytössä lähtönopeustutkia, vastataan vain kysymyksiin 11-12 ja kysymykseen: Miksi joukolla ei ole käytössä lähtönopeustutkaa ammunnoissa?

Pyri seuraavissa kysymyksissä myös perustelemaan ja erittelemään vastustasi pelkän kyllä/ei vastauksen sijaan, kiitos.

Tutkien käyttö:

6. Miten tutkia käytetään ammuntojen aikana? Mitä ammuntoja tutkitaan?

7. Mitä tietoja tutkille syötetään ennen ammuntoja? Kuka vastaa näiden tietojen syöttämisestä? (Jos käytössä Weibelin lutka.)

8. Miten tutkatulokset kerätään ja taltioidaan?

9. Osataanko tutkalaitteistoa käyttää ja kouluttaa?

10. Mistä saat perusteet tutkien käytölle? Missä ohjesäännöissä tai muissa ohjeissa tiedät olevan tutkan käyttöä koskevaa ohjeistusta? Onko tämä ohjeistus mielestäsi riittävä ja oletko sitä noudattanut?

Tulosten hyödyntäminen:

11. Oliko tykkikantakirjoihin merkitty aiemmat lähtönopeusmittaustulokset?

12. Käytettiin niitä hyväksi työntymätietojen ohella?

13. Mistä saat perusteet tutkatulosten käytölle ja hyödyntämiselle? Onko käyttö ohjeistettu mielestäsi hyvin ohjesäännöissä tai muissa ohjeissa (esim AHJOn käyttöohjeissa)?

14. Miten tutkatuloksia hyödynnetään joukkonne ammunnoissa?

15. Osaatko hyödyntää tutkatuloksia mielestäsi oikein?

16. Missä tilanteissa tutkatulokset otetaan käyttöön? Kuka päättää tulosten käytöstä?

17. Onko tulosten käyttöönotto mielestäsi helppoa?

18. Miten joukossanne seurataan tutkatulosten vaihtelua?

19. Miten joukossanne seurataan tulen osuvuutta ja tulenaloituksen virhettä?

20. Käytettiinkö ja hyödynnettiinkö tässä harjoituksessa tutkia ja mittaustuloksia aiemmasta poikkeavalla tavalla, ja jos käytettiin niin miten aiemmin on toimittu?

Anna lopuksi arvosana tutkan käytön tarpeellisuudelle (1-5, 1= Täysin tarpeeton, 5= Erittäin hyödyllinen):

Lisäksi ammunnoissa tutkalla mitatuista lähtönopeustiedoista täytetään liitteen 1 mukainen taulukko.

5. LIITTEET

LIITE Lähtönopeustietojen taltiointitaulukko

LÄHTÖNOPEUSTIETOJEN TALTIOINTITAU LUKKO

Käytössä AHJO vai TASO: Mikä V0 tutka on käytössä: Montako tutkaa patterissa:
 Tykkimalli: A-tarvike: Yhdistelmä KTA ?????, sytytin KTA ?????, ammus KTA ?????, panos KTA ?????, lisäosa KTA ?????

Tykki	Laukaus nro	Työntymä (mm)	Ammuksen painolka	Panos	Ruudin lämpötilan vaikutus m/s / 10°C	DV0Panoserä m/s (Ruutierän V0 korjaus)	V0Taul m/s (Taulukko V0)	Ruudin lämpötila (°C)	DV0 ase m/s	Tutka m/s (laskennassa käytetty)	V0käyt m/s	%-korj	Amet m	MITATTU TUTKA TULOS m/s	Poikkeama maalista m	HUOM
	1															
	2															
	3															
	4															
	5															
	6															
	7															
	8															
	9															
	10															
	11															
	12															
	13															
	14															
	15															
	16															
	17															
	18															
	19															
	20															
	21															

Tiedot täytetään pattereittain ja tykeittäin taulukoihin (katso alalaita) jokaisesta **tutkalla mitatusta** laukauksesta.
 Katso ohjeet täyttämisestä yläpuolella olevista kommenttiruuduista.
 Tallenna pattereiden tiedostot eri nimellä seuraavan esimerkin mukaisesti:
V0TIEDOT 1PTRI SATTR TYKAH

KYSELYN VASTAUKSET

	KARTR	KARTR	SATTR	KAITR	JTR
1. Harjoitus	TKH2B	TAH 210	Tykistökoulun ampumarjoitus 2/10	TAH 210 16.-24.11.2010	TAH 210
2. TUTO	Yli T Zerni	Yli Tommi Zerni	Yli Tuomas Mäkinen	Psto kapt Jussi Tammelin, 1.Ptri Yli Ilkka Hietala	Yli Mikael Wahl
3. Joukko	TYKPSTO/KARTR	TYKPSTO/KARTR	RSPSTO22 (SATTR tuottama)	RSPSTO 22 (Jotu on TSTOS PSTO, 122H 63 jotukalusto)	PSHPTRI (2.PTRI/ 2. MEKTSTOS)
4. Kalusto	10x122H63, AHJO	155K98, AHJO, 9 tykkiä	12*152H55 (4 per tptri),AHJO	152H55, Taso, 6 tykkiä	AHJO, 5x122 PSH74
5. Tutkat	6x Weibel	Weibel 9 kpl	Weibel –tutka MVRS-700SCD, 2 per tulipatteri	Weibel - tutka, 2 kappaletta	5x Weibel, uudempi malli
6. Miten tutkia käytetään ammuntojen aikana? Mitä ammuntoja tutkataan?	Tutkaamista suoritetaan koko ajan ja tutkia siirretään tykiltä toiselle päivittäin	Lähtönopeustutkia käytettiin koko ajan jokaisella tykillä. Ongelmia muodosti tiedon-siirto välillä tutka - Talin. Tutkatuloksia ei saatu suoraan tulipatterin ahjolle talinilla, vaan kaikki tulokset jouduttiin kysymään tykeiltä puheella.	Perustamisen jälkeisiin ammuntoihin liittyen tutkaamme tykeittäin ampumiset. Tutkaa vaihdetaan tykiltä toiselle vuoron edetessä.	Tutkataan kaikki ammunnat, käytetään jaoksessa yhdellä tykillä	Tutkat ovat päällä aina kun ammutaan. Eli jokainen ammunta tutkataan
7. Mitä tietoja tutkille syötetään ennen ammuntoja? Kuka vastaa näiden tietojen syöttämisestä? (Jos käytössä Weibelin tutka.)	Tiedot aseesta ja ampumarvikeesta käyttöohjeen mukaisesti. Vastaa tykinjohtaja.	Kaikki tiedot a-tarvikkeesta (vastaa tykinjohtaja)	Tväl-au:t johtavat toimintaa, tietojen syöttäjä voi olla tutkaa käyttävä tykkimieskin. Laukausyhdistelmän tiedot (ei kaikissa), ruudin lämpötilat, putken ja AYS numerot. Ongelmana on osan tutkien datat, joissa ei ole kaikkia tarvittavia a-tarvikkeen elementtejä.	Syötettiin KTA- numerot ampumarvikeista	Tietojen syöttämisestä vastaa vaununjohtaja. Jaosvalvojat valvovat vaununjohtajien toimintaa. Ennen ammuntaa syötetään: Käytettävä kalusto, Vaunun tiedot (rekisterinnumero), Ruudin lämpötila, Käytettävä panos, Päivämäärä ja kellonaika
8. Miten tutkatulokset kerätään ja taltioidaan?	Tykki ilmoittaa tulokset puheella patterin komentopaikalle, jossa tulokset kirjataan ahjolle sanomamuotoon ja lähetetään patteriston komentopaikalle. PSTO tallentaa tulokset vaunun koneelle exel muotoon.	Kts. Kysymys 6. Patterit lähettävät tulokset Ahjolla vapaamuotoisena sanomana.	Tutkatulokset kerätään tutkan käyttäjän toimesta pöytäkirjaan, joka toimitetaan komentoon. Viestitys patteristoon 5:lle ensin vapaana AHJO-sanomana ja vasta käyttöön käskettäessä AHJOn järjestelmäsanomana Lähtönopeudet.	Patterin komentopaikka kerää tiedot ja lähettää Pstoon päivän päätteeksi	Rykmentin asemestari kerää harjoituksen jälkeen tutkista tiedot ja ne taltioidaan sähköisesti

9. Osataanko tutkalaitteistoja käyttää ja kouluttaa?	Tutkaa osataan käyttää ja kouluttaa. Käytön valvonta on ehkä osin puutteellista.	Kyllä	Vaihtelevasti. Kokeneemmat tväl-taustaiset kaverit osaavat kouluttaa ja näin ollen joukko myös käyttää, mutta monesti vähän vähemmän. Tutkan merkitystä on vähän väheksytty (ainakin tasokalustolla) niin myös kiinnostus tutkata ja seurata tutkan käyttöä on vähentynyt.	Osataan ohjeen perusteella.	Tutkalaitteistoa osataan käyttää ja kouluttaa.
10. Mistä saat perusteet tutkien käytölle? Missä ohjesäännöissä tai muissa ohjeissa tiedät olevan tutkan käyttöä koskevaa ohjeistusta? Onko tämä ohjeistus mielestäsi riittävä ja oletko sitä noudattanut?	KT oppaat, TYKPSTOn toimintaohjeet. Ohjeistus saisi olla selkeämpi. Toimintatavat periytyvät usein ns "hijaisena tietona".	-	KTO1 osaltaan. Aikaisemmat käyttökokemukset ja toimintatavat. Tutkan osalta käyttöohjeissa. Ohjeistus etenkin tutkatulosten luotettavuuden tarkastamisessa (16/64 mittauspistettä jne.) sekä käyttöönnotossa tasokalustolla (tutkalasku).	KT.oppaissa on pientä ohjeistusta, muuten asia on tiedettävä ja osattava käyttöohjeen ja koulutuksen perusteella. Ohjeistus on tyydyttävä.	Esimiehen käskystä. En tiedä missä ohjesäännössä on tutkan käyttöä koskevaa ohjeistusta.
11. Oliko tykkikantakirjoihin merkitty aiemmat lähtönopeusmittaustulokset?	ei	ei	Ei	Ei ole.	Ei ole
12. Käytettiinkö niitä hyväksi työntymätietojen ohella?	ei	ei	-	Ei ole käytetty - todennetaan perustamisen jälkeisten ammuntojen jälkeen ja verataan.	Ei käytetty
13. Mistä saat perusteet tutkatulosten käytölle ja hyödyntämiselle? Onko käyttö ohjeistettu mielestäsi hyvin ohjesäännöissä tai muissa ohjeissa (esim AHJOn käyttöohjeissa)?	-	Kyllä	Ulkoa en muista AHJO - ohjeistusta, mutta jos osaan sen tehdä sen täytyy olla riittävä.	Ahjon osalta vähän tietoa ja käyttökokemusta tuskin lainkaan.	Jos esimies ei käske, perusteet tulevat itseltäni. En tiedä missä on ohjeistettu tutkien käytöstä.

14. Miten tutkatuloksia hyödynnetään joukkon ammunnoissa?	Käytetään visuaalisen havainnon tukena/korjaustekijänä ahjolla	Pyrittiin käyttämään koko harjoituksen ajan korjaustekijänä Ahjolla.	AHJO –kalustolla hyödynnetään (etenkin 155K98) ottamalla käyttöön V0 –välilehdellä. Pääosin kuitenkin iskemähavaintojen rinnalla/varmentamiseksi.	Niitä ainoastaan on verrattu TJAn havaintoihin ja näin todettu tulen osuvuus panoksittain.	Oma kokemukseni rajautuu Rovajärven 2/10 harjoitukseen. Tässä harjoituksessa tutkatuloksia ei hyödynnetty mitenkään
15. Osaatko hyödyntää tutkatuloksia mielestäsi oikein?	Kyllä	Kyllä. Tuli oli hyvin koossa koko harjoituksen ajan ja pääsääntöisesti tuli osui suoraan tulenavauksesta maaliin.	Kyllä pl. tutkalasku. Pidempi tarina, mutta olen jopa kysynyt MAAV MATLE:n ballistikoilta apua. Osaan laskea, mutta laskun tulos ei välttämättä vastaa iskemähavaintoa. Ongelma löytynee a-tarvikkeen painoon liittyvistä kohdistuksista tai itse tutkatulosten luotettavuudesta.	Olisi syytä harjoittaa enemmän. Tällä hetkellä mentali-teetti on ”Tulenjohtaja korjaa.” - Asia johtuu osittain siitä että JOTU-joukolle ei kuulu tutkaa ja ammuntojen rytmistä.	En
16. Missä tilanteissa tutkatulokset otetaan käyttöön? Kuka päättää tulosten käytöstä?	Tulenavauksessa virhettä/hajonta liian suuri. Päättää PSTOn komentaja	Seuranta jatkuvaa ja käyttöönotto tarpeen mukaan. Päättää patteriston komentaja/tutoups	Kun tulos tukee iskemähavaintoa, pston komentaja (monesti käytännössä TUTOUPS)	Toimiva Pston komentaja päättää tuloksista ja niiden antamista Vo-korjauksista.	Mielestäni perustamisen jälkeisissä ammunnoissa, kun ammutetaan patteriston tykit nippuun. TUTO/ pston komentaja päättää tulosten käytöstä.
17. Onko tulosten käyttöönotto mielestäsi helpoa?	Kyllä	kyllä	AHJOlla on, muuten ei	Tasotoimintaan liittyen on - Ahjon kanssa asia on varmasti yksinkertaisempi mutta siitä ei ole kokemusta.	Kun se ohjeistetaan riittävän hyvin, niin on.
18. Miten joukossanne seurataan tutkatulosten vaihtelua?	Kts kysymys 8	Aina ammunnan tauolla patterit lähettivät tuloksien keskiarvot Pstoon.	-	Vain vähäisesti - vertailemalla tuloksia tulenjohtajan havaintoihin.	Hälyttävät muutokset ilmoitetaan eteenpäin. Ei muuten
19. Miten joukossanne seurataan tulen osuvuutta ja tulenaloituksen virhettä?	Tarkistusammunnat, korjauskomennot ja tulenkäyttösanomat antavat tarvittavan informaation.	Käytännössä tulenjohtajan havaintojen perusteella	Pston komentopaikalla kaksi erillistä seurantalueteloa: Tulenavauksen virhe sekä Tarkistusammunnat. Tutoups vastaa seurannasta ja täytöstä. Periaatteena on kun saadaan 2-4 samansuuntaista havaintoa samalle panosjärjestelmälle ja panokselle, määritetään korjaus.	Seurataan säännöllisesti - tukom liikennettä ja tulitoimintaa seuraamalla sekä tulenjohtajan havaintojen perusteella. Tasokalustolla Vo-korjauksia on otettu käyttöön esim TYKR Kom käskystä seuraamalla tarkistusammuntojen tulenavausvirhettä.	Tulenjohtajilta saatava palaute, tulikomentojen seuraaminen (eli katotaan jääkö lyhyeksi vai pitkäksi ja seurataan miten tilanne kehittyy)

20. Käytettiinkö ja hyödynnettiinkö tässä harjoituksessa tutkia ja mittaustuloksia aiemmasta poikkeavalla tavalla, ja jos käytettiin niin miten aiemmin on toimittu?	-	-	-	Ei käytetty aiemmin totutusta menettelystä poiketen.	Ei käytetty
Anna lopuksi arvosana tutkan käytön tarpeellisuudelle (1-5, 1= Täysin tarpeeton, 5= Erittäin hyödyllinen):	5	5	4	2 Tasokalustolla ja 4 AHJO-kalustolla.	3

