

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**RASKAAN KRANAATINHEITTIMEN AMPUMATARVIKKEET
TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ**

Kandidaatintutkielma

Kadetti
Juha Lumppio

Kadettikurssi 93
Kenttätykistölinja

Huhtikuu 2009

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Kadettikurssi 93	Linja Tykistölinja
Tekijä Kadetti Juha Lumppio	
Tutkielman nimi RASKAAN KRANAATINHEITTIMEN AMPUMATARVIKKEET TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Huhtikuu 2009	Tekstisivuja 21 Liitesivuja 5
TIIVISTELMÄ <p>Tulevaisuudessa raskaan 120 millimetrin kranaatinheittimen rooli pataljoonataso- tulitukiaseena tulee säilymään. Tulevaisuuden taistelukentällä taisteluita käydään liikesodankäynnin periaatteita noudattaen, ja joukot ovat sijoittuneet hajautetusti sekä suojautuneet hyvin. Tämän vuoksi ampumatarvikkeilla on kyettävä vaikuttamaan tarkasti entistä kauemmaksi. Lisäksi asutuskeskustaistelut asettavat vaatimuksia ampumatarvikkeille ja niiden ominaisuuksille. Uusilla kranaatinheitinjärjestelmillä voidaan laajentaa kranaatinheittimien ampumatarvikkeiden käyttöä perinteisiin kranaatinheittämiin verrattuna.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia ovat heittimien ampumatarvikkeet tulevaisuuden taistelukentällä ja millaisia käyttökohteita niillä on tulevaisuudessa. Tutkimuksessa käsitellään perinteistä sirpalekranaattia sekä erikoisampumatarvikkeita. Erikoisampumatarvikkeiksi tässä tutkimuksessa luetaan kuorma-, savu- ja valoammukset. Ohjautuvat ammuksset sekä suora-ammuntaan soveltuvat ammuksset luetaan myös erikoisampumatarvikkeiksi. Tutkimuksessa käsitellään myös eri ampumatarvikkeisiin soveltuvia sytyttimiä. Tutkimuksessa on tarkasteltu ainoastaan raskaan eli 120 millimetrin kranaatinheittimen ampumatarvikkeita, koska niille löytyy eniten erilaisia ampumatarvikevaihtoehtoja.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä on asiakirjatutkimus. Tutkimuksen tiedot on analysoitu ja johtopäätökset tehty teknisestä näkökulmasta. Kaikkia tutkimukseen käytettyjä lähteitä on pyritty vertaamaan vähintään yhteen muuhun lähteeseen, jotta tiedot olisivat mahdollisimman totuuden mukaisia.</p>	

Sirpalekранаatti tulee säilyttämään asemansa myös tulevaisuudessa. Niiden tehoa voidaan lisätä uusilla sytyttimillä. Monitoimisytyttimillä, joita voidaan käyttää aika-, heräte- tai iskusytyttimenä, haluttu toiminto valitaan juuri ennen kranaatin ampumista. Tulevaisuuden taistelukentällä käytetään kuitenkin yhä enemmän erilaisia ohjautuvia ja ohjattavia ammuksia, joilla voidaan vaikuttaa paremmin pistemaaleihin ja panssaroiuihin ajoneuvoihin.

Rypäleaset kieltävä Oslon sopimus vaikuttaa kuorma-ammuksien kehittämiseen. Tässä tutkimuksessa ei ollut mahdollisuutta panostaa siihen riittävästi ja se onkin hyvä aihe jatkotutkimukselle.

AVAINSANAT

Ampumatarvikkeet, heittimet, taistelukenttä

RASKAAN KRANAATINHEITTIMEN AMPUMATARVIKKEET TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ

1 JOHDANTO	1
1.1 YLEISTÄ	1
1.2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA RAJAUS	2
1.3 TUTKIMUSONGELMAT	3
1.4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA LÄHDEKRITIIKKI	3
1.5 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA KESKEISIMMÄT LÄHTEET	4
2 KRANAATINHEITTIMIEN KÄYTTÖ TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ	5
2.1 TAISTELU TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ	5
2.2 KRANAATINHEITTIMIEN ROOLI TULEVAISUUDESSA	7
3 HEITTIMIEN AMPUMATARVIKKEET	8
3.1 SIRPALEKRANAATTI	9
3.2 ERIKOISAMPUMATARVIKKEET	11
3.2.1 KUORMA-AMMUS	11
3.2.2 SAVUAMMUS	13
3.2.3 VALOAMMUS	15
3.2.4 OHJAUTUVAT AMMUKSET	16
3.3 SYTYTTIMET	18
4 JOHTOPÄÄTÖKSET	20
LÄHTEET	22
LIITTEET	24

RASKAAN KRANAATINHEITTIMEN AMPUMATARVIKKEET TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ

1 JOHDANTO

1.1 YLEISTÄ

Kranaatinheittimiä käytetään nykyään pääsääntöisesti komppania- ja pataljoonataso- tulitukiaseina. Kranaatinheittimet tarjoavat jalkaväelle nopeat, kevyet ja yksinkertaiset mahdollisuudet tulituen järjestelyihin. Joukkue - komppaniatasolla lähitulituen järjestelyihin käytetään kranaattikonekiväärin ohella yleisesti 51–60 millimetrin pienoiskranaatinheitimiä ja 81–82 millimetrin kevyet kranaatinheittimet ovat joko jalkaväkikomppanian tai pataljoonan tulitukiaseita. Raskaat 120 millimetrin heittimet ovat normaalisti pataljoonataso- tuliyksikköinä. Tähän hyvin perinteiseen jakoon ei ole nähtävissä mitään ratkaisevia muutoksia, vaikka raskaiden heittimien ominaisuudet tulevatkin nykysuuntausten mukaisesti muuttumaan enemmän tykistön ominaisuuksia muistuttaviksi. [11]

Kokonaisuutena epäsuoran tulen eri järjestelmien kehitys tapahtuu erilaisten operatiivisten vaatimusten perusteelle. Viime aikoina tapahtunutta kehitystä on ohjannut selkeästi vaatimukset liikkuvuuden parantamisesta, syvälle tapahtuvasta vaikuttamisesta, omien sekä oheistappioiden välttämisestä ja eräillä osin ilmakuljetisuuden saavuttamisesta. Aivan viime vuosina on kuitenkin ryhdytty kehittämään erityisesti raskaiden kranaatinheitinten ominaisuuksia vastaamaan panssaroitujen ja taisteluajoneuvoilla etenevien jalkaväkiyksiköiden liikkuvuutta. [11]

Teknologian kehittymisen myötä asejärjestelmien perinteisten käyttötarkoitusten rinnalle on tullut uusia käyttökohteita. Kehitystä ovat edesauttaneet erityisesti materiaalitekniikan kehittyminen sekä automatisoinnin lisääminen. Materiaalitekniikalla on saavutettu asejärjestelmien kevenemistä, joka on parantanut järjestelmien liikkuvuutta. Vastaavasti pitkälle automatisoidulla aseella voidaan nykyään käytössä olevien ampumatarvikkeiden lisäksi tarkempia, tehokkaampia ja hieman nykyistä suuremman kantaman mahdollistavia ampumatarvikkeita. [16] Teknisen kehityksen myötä panssarintorjunta ja muiden tärkeiden pistemaalien tuhoaminen ovat tulevaisuudessa muodostumassa raskaiden heittimien uusiksi tehtäviksi. [11]

1.2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA RAJAUS

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia ovat heittimien ampumatarvikkeet tulevaisuuden taistelukentällä ja millaisia käyttökohteita niillä on tulevaisuudessa. Tarkoituksena on myös selvittää, voidaanko perinteisen sirpalekranan roolia laajentaa, ja löytää sille muita käyttökohteita. Tutkimuksessa käsitellään myös kranaatinheitin erikoisampumatarvikkeita ja niille sopivia sytyttimiä. Erikoisampumatarvikkeiksi luetaan tässä tutkimuksessa savu-, valo- ja kuorma-ammukset sekä ohjautuvat ammuksot. Erikoisampumatarvikkeiksi luetaan myös suora-ampumatarvikkeet ja niihin sopivat erilaiset sytyttimet. Tutkimuksessa selvitetään myös, onko tulevaisuuden taistelukentällä niille sopivia käyttökohteita. Tutkimuksessa on tarkasteltu ainoastaan raskaan eli 120 millimetrin kranaatinheitin ampumatarvikkeita, koska niille löytyy eniten erilaisia ampumatarvikkeiden vaihtoehtoja. Raskaan kranaatinheitin ampumatarvikkeiden hyötykuorma on myös suurempi kuin esimerkiksi 81 millimetrin ampumatarvikkeilla.

Kranaatinheitimillä pyritään tulevaisuudessa vaikuttamaan entistä enemmän koviin maaleihin perinteisen vihollisen jalkaväkeen vaikuttamisen lisäksi. Tutkimuksessa käsitellään pehmeisiin, puolikoviin ja koviin maaleihin vaikuttamista. Pehmeitä maaleja ovat esimerkiksi jalkaväki, puolikovia maaleja rynnäköpanssarivaunut ja taistelupanssarivaunut kovia maaleja.

Tulevaisuuden taistelukentän osalta tutkimus on rajattu käsittelemään pääosin taktisen tason taistelua, koska raskaat kranaatinheitin on pääasiassa pataljoonatasoisen tulitukiase. Pataljoonat, joissa raskaita kranaatinheitimiä käytetään, toimivat osana prikaatia. Kranaatinheitimiä käytetään yleensä kootusti pataljoonan omalla vastualueella, mutta niillä voidaan myös vahventaa naapuripataljoonien taistelua.

Tutkimuksen ensimmäisessä luvussa käsitellään tutkimuksen taustoja sekä tarkoitusta. Toisessa luvussa käsitellään tulevaisuuden taistelukenttää. Tulevaisuuden taistelukentän mallina on käytetty kehittyvän teollisen ajan yhtymää, jota käytetään ja pidetään mallina useissa tulevaisuuden sodan ja taistelun kuvaa käsittelevissä teoksissa ja artikkeleissa. Tulevaisuuden taistelukentästä etsitään ja käsitellään erilaisia käyttökohteita kranaatinheittimille sekä tilanteita, joissa raskaita kranaatinheittämiä käytetään. Luvussa käsitellään myös erilaisia käyttöympäristöjä, joissa kranaatinheittämiä tullaan tulevaisuudessa käyttämään.

Kolmannessa luvussa käsitellään ampumatarvikkeita. Käsiteltävinä ovat tavalliset ampumatarvikkeet sekä erikoisampumatarvikkeet, joita käytetään tulevaisuuden taistelukentällä. Neljännessä ja viimeisessä luvussa tutkija esittelee tutkimustuloksien kautta saavutettuja omia johtopäätöksiään.

1.3 TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen pääkysymys on:

Millaisia heittimien ampumatarvikkeiden on oltava tulevaisuuden taistelukentällä?

Lisäksi vastauksen saavuttamiseksi pääkysymykseen on käsitelty seuraavia alakysymyksiä:

Millainen tulevaisuuden taistelukenttä on heittimien osalta?

Millaista vaikutusta heittimiltä odotetaan tulevaisuuden taistelukentällä?

Onko kranaatinheittimien ampumatarvikkeilla uusia käyttökohteita tulevaisuuden taistelukentällä?

1.4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA LÄHDEKRITIIKKI

Tutkimusmenetelmänä on asiakirjatutkimus. Tutkimuksen tiedot on analysoitu ja johtopäätökset tehty teknisestä näkökulmasta. Kaikkia tutkimukseen käytettyjä lähteitä on pyritty vertaamaan vähintään yhteen muuhun lähteeseen, jotta tiedot olisivat mahdollisimman totuuden mukaisia.

Kotimaisia oppaita ja julkaisusarjoja voidaan pitää pääosin luotettavina lähteinä. Tutkimuksessa käytetyt oppaat ja julkaisut on kirjoitettu 2000-luvulla, joten niissä oleva tieto voidaan olettaa ajanmukaiseksi ja sovellettavaksi nykyaikaiselle taistelukentälle. Tutkimuksessa on myös käytetty lähteenä kotimaisia ja ulkomaisia tutkimuksia, joista saatu tieto voidaan olettaa validiksi.

Lisäksi tutkimustyössä on käytetty myös ulkomaisia artikkeleita ja artikkelitietokantoja, joista saa ajankohtaista tietoa nykyaikaisista ampumatarvikkeista. Artikkelitietokannoista esimerkiksi Jane's Information Groupia ja ProQuest Military Collectionia voidaan pitää luotettavina lähteinä. Näistä artikkeleista huomioidaan artikkelin näkökulma ja käyttötarkoitus.

1.5 AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET JA KESKEISIMMÄT LÄHTEET

Kranaatinheittimien ja tykistön ampumatarvikkeita on tutkittu laajasti. Aikaisempia tutkimuksia ovat seuraavat:

- Maunu, Camilla. Kadetti. Kenttätykistön erikoisampumatarvikkeiden käyttö suomalaisissa olosuhteissa. 2006.
- Roitto, Heikki. Majuri. Taistelukentän asettamat vaatimukset kenttätykistön aseille ja ampumatarvikevalikoimalle sekä esitys kehittämislinjauksista. 1998.

Tulevaisuuden taistelukentästä on myös tehty ainakin seuraava tutkimus:

- Rieppo, Jaakko. Kadetti. Nykyaikainen taistelutila ja siihen vaikuttavat tekijät. 2007.

Tutkimuksessa käytetyt keskeisimmät lähteet on:

- Aseellinen taistelu 2020. [14]
- Sotatekninen arvio ja ennuste 2020. Osa 1. [16]
- Sotatekninen arvio ja ennuste 2025. Osat 1 ja 2. [17, 18]
- Taisteluvälineet 2020. [11]
- Yleinen ase- ja asejärjestelmäopas, 2001. [21]

2 KRANAATINHEITTIMIEN KÄYTTÖ TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ

Asevoimien kehittäminen perustuu käsitykseen tulevaisuuden uhkakuvasta, ja sen perusteella muovautuvasta sodan ja taistelun kuvasta. Eri maiden sodan ja taistelun kuvat ovat pitkälti yhteneviä. Niissä on nähtävissä Yhdysvaltojen rooli sotataidon ja tekniikan kehityksen johtovaltiona ja suunnan näyttäjänä. Asevoimien kehittämisessä panostetaan taktiseen ja operatiiviseen liikkuvuuteen, nykyistä kevyempiin yhtymiin ja muihin itsenäisiin taisteluihin kykeneviin joukkoihin. [14]

Tavanomainen sodankäynti on jaettu perinteisesti taktiseen, operatiiviseen ja strategiseen tasoon. Sotaa käydään strategisella tasolla, sotatoimia operatiivisella tasolla ja taisteluja taktisella tasolla. Tässä tutkimuksessa on keskitytty ainoastaan taktiseen ja operatiiviseen tasoon. Aiemmin taktisen tason toiminnassa oli selkeä painopiste, koska strategiaan päämääriin pyrittiin operatiivisilla sotatoimilla, joissa taktisen tason taistelujen menestyksellä oli suuri merkitys. Nykyään sodassa pyritään yhä useammin suoraan strategiaan päämääriin antautumatta aikaa vieviin taktisen tason taisteluihin tai operatiivisen tason sotatoimiin. [14]

Tulevaisuuden taistelukentän ja taistelutilan mallintamiseen tutkimuksessa on käytetty everstiluutnantti Jorma Saarelaisen, majuri Timo Saarisen ja majuri Heikki Taavitsaisen tekemää Aseellinen taistelu 2020 -tutkimusta, joka on Taktiikan laitoksen julkaisusarjaa ja taustatutkimus Maavoimien Taistelunkuvat 2020 tutkimukseen. [14] Mallina käytetään kehittyvän teollisen ajan operatiivisen yhtymän panssarijalkaväkiprikaatia. Kyseinen joukko toimii yhtymässä iskevänä osana ja sen taistelua voidaan käyttää mallina sekä omien että vastustajan joukkojen toiminnasta. Lisäksi mallintamisessa on käytetty insinöörimajuri Jyri Kosolan suomentamaa Maasodankäynti vuonna 2020 -tutkimusta (NATO Research And Technology Organization, RTO technical report 8) [13].

2.1 TAISTELU TULEVAISUUDEN TAISTELUKENTÄLLÄ

Kehittyvän teollisen ajan operatiivinen yhtymä taistelee 2020-luvulla epälineaarilla ja pirstaleisella taistelukentällä. Taistelu on kamppailua, joka ei sijoitu mihinkään selkeästi havaittaviin linjoihin, mutta levittäytyy syvyyteen ja leveyteen. Taistelukenttä muodostuu noin 100 kilometriä leveäksi ja 300 kilometriä syväksi taistelualueeksi. Turvallista selustaa ja sivustaa ei ole. Taistelun tavoite ei ole maaston valtaaminen tai pitäminen, vaan taistelualan hallitseminen ja vastustajan operaatiokyvyn vieminen tuhoamalla sen tärkeimmät ase- ja

johtamisjärjestelmät. Taistelun eri vaiheissa ei ole erotettavissa selviä rajoja, vaan taistelussa siirrytään nopeasti vaiheesta toiseen. [14]

Operatiivisen yhtymän kokoonpanoon kuuluu 2020-luvulla todennäköisesti kolme panssarijalkaväkiprikaatia. Panssarijalkaväkiprikaati on taktinen perusyhtymä, jolla on hyvä itsenäinen toimintakyky ja suuri tulivoima. Panssarijalkaväkiprikaatin liikkuvuus ja johdettavuus on hyvä, ja sitä voidaan käyttää joustavasti erityyppisissä tehtävissä. [14]

Panssarijalkaväkiprikaatin sodan ajan vahvuus on noin 5 000 henkilöä. Prikaati on varustettu uusimmalla taistelukulustolla. Kaikkiaan prikaatiin kuuluu 51 taistelupanssarivaunua, 200 rynnäkköpanssarivaunua sekä 72 tykistöasetta. Prikaatin tärkeimmät taisteluosat koostuvat neljästä panssarijalkaväkipataljoonasta, panssarivaunupataljoonasta, kenttätykistörykmentistä sekä ilmatorjuntarykmentistä. Tykistön lisäksi epäsuoran tulen voimaa on jokaisessa moottoroidussa jalkaväkipataljoonassa oleva kranaatinheitinpatteri, johon kuuluu kuusi heitintä. Ase on joko 120 millimetrin kranaatinheitinvaunu, jonka kantama on 8,5 kilometriä, tai 82 millimetrin automaattikranaatinheitin, jonka kantama on noin viisi kilometriä. [14]

Operatiivis-taktisen tason sotatoimissa pyritään liikkuvaan taisteluun. Taistelutapa muokataan joustavasti vastustajan toiminnan mukaan. Vastustajan edellytykset taistelun käymiseen pyritään kiistämään käyttämällä hyväksi sen puutteellista valmiutta ja heikkouksia. Toiminnalle on luonteenomaista voimakas tulen ja johtamissodankäynnin keinojen käyttö. Menestykseen pyritään mahdollisimman pienin omin tappioin käyttämällä tulta ennakoivasti ennen joukkojen keskittämistä taisteluun ja suojaamalla joukot aktiivisin ja passiivisin keinoin. Passiivisiin menetelmiin kuuluu salaaminen, harhauttaminen ja maastouttaminen sekä elektronisen toiminnan rajoittaminen. Aktiivisiin menetelmiin kuuluu pioneeritoiminta, ilmatorjunta sekä liike. [14]

Operatiivisen yhtymän menestys taistelussa perustuu:

- tarkkaan arvioon vastustajan toiminnasta ja reaaliaikaiseen tilannekuvaan,
- vastustajan taistelutahdon murtamiseen,
- yhtäaikaiseen, tehokkaaseen ja vastustajan ryhmytyksen syvyyteen ulottuvaan tulen ja elektronisen sodankäynnin käyttöön,
- vastustajan ryhmytyksen saartamiseen syvyydessä ja joukkojen tuhoamiseen pienempinä kokonaisuuksina,
- vastustajan operatiivisen ja taktisen tason yhteistoiminnan estämiseen,

- joukkojen huollon järjestelyihin sekä vastustajan huollon lamauttamiseen ja häiritsemiseen,
- hyökkääjän omien joukkojen liikkeeseen maitse, ilma- ja meriteitse sekä
- maahanlaskujen käyttöön. [14]

Potentiaaliset vastustajat ovat suuressa määrin siirtyneet teollisuusyhteiskunnista informaatioaikaan vuoteen 2020 mennessä. Kohdattava materiaali ja järjestelmät voivat olla koko suorituskyvyn ja uhkakirjon laajuisia aina vanhoista asejärjestelmistä huipputekniikkaan ja massatuhoaseisiin saakka. Joukot ovat todennäköisesti pienempiä, kaukana omasta tai tukevista maista ja ilman kohdemaan tukea toimivia yhteisiä liittoutuman joukkoja. Painopiste on nopeasti kohdennettavissa, monikäyttöisissä joustavissa joukoissa, joita käytetään nopeasti ja tarkasti yhä pidempien matkojen takaa. [13]

Tulevaisuudessa taisteluita tullaan käymään yhä enemmän kaupunkiympäristössä. Vuoteen 2020 mennessä noin 70 % maailman väestöstä asuu taajamissa. Juuri kaupungeissa vastustajilla on parhaat edellytykset globaaliin informaatioon ja samoin informaatioyhteiskunnan elintärkeiden rakenteiden uhkaamiseen. Perinteiset, asutuskeskustaisteluun huonosti sopivat, sotilasjärjestelmät vain pahentavat tilannetta. Kaupunkiympäristössä toimiminen edellyttää nopeata reagointikykyä ja vilkkaasti toimivia järjestelmiä; liikkuminen ja tuki ovat olennaisia, samoin kuin korkeatasoinen suoja ja toiminnan nopea tempo. Asutuskeskusoperaatiot asettavat erityisiä haasteita teknologialle turvallisten operaatioalueiden luomiseksi ja eri asevaikutusten koordinoimiseksi konventionaalisista räjähteistä sähkömagneettisiin keinoihin. [13]

2.2 KRANAATINHEITTIMIEN ROOLI TULEVAISUUDESSA

Raskas eli 120 millimetrinen kranaatinheitin on pääasiassa pataljoonatasoisen tulitukiase. Suomessa niitä käytetään kranaatinheitinkomppania, jolloin komppaniassa on yhdeksän kranaatinheitintä. Kranaatinheitinkomppaniaa käytetään yleensä kootusti tuliyksikkönä pataljoonan johdossa, jolloin sen tehtävänä on oman pataljoonan tukeminen sen koko vastuualueella. Kranaatinheitinkomppanialle voidaan käskä tilapäiseksi tehtäväksi vahventaa tai valmistautua vahventamaan naapurijoukon tulta määräalueella. Tilapäisenä tehtävänä voi olla myös maahanlaskun torjunnan tukeminen prikaatin selustassa. Puolustuksessa kranaatinheitinkomppania ryhmitetään 1,5–3 kilometrin etäisyydelle ryhmityksen etureunasta siten, että tuliasemasta kyetään tukemaan koko pataljoonaa. [12] Tulevaisuudessa uudet kranaatinheitinjärjestelmät saattavat joutua toimimaan itsenäisinä yksikköinä, jolloin ne

joutuvat vastaamaan oman lähialueen valvonnasta ja suojasta vihollisen tiedustelua vastaan.

[18] Tällöin järjestelmältä vaaditaan kykyä suora-ammuntaan ja panssarintorjuntaan.

Panssaroitujen raskaiden kranaatinheitinlavettien kehitys näyttäisi johtavan suuntaan, jossa yhä yleisemmin kehitetään perästä ladattavia heittämiä, jotka on asennettu panssaroidun ajoneuvon päälle asennettuun torniin. Tämä ratkaisu mahdollistaa kranaatinheittimelle aivan uutena ominaisuutena suora-ammuntaan perustuvan panssarintorjuntakyvyn luomisen. [11]

Raskaiden kranaatinheittimien maksimikantamat tulevat kasvamaan. Kymmenen kilometrin kantamaan uskotaan päästävän optimoimalla panosta ja kranaatin muotoa. Rakettiavusteisilla kranaateilla kantamaa kyetään kasvattamaan noin kahteentoista kilometriin ja lentoradan loppuvaiheessa siivekkeiden avulla liitävillä kranaateilla tavoitteena on saavuttaa viidentoista kilometrin kantama. [11] Pistemaaleihin vaikuttamista varten raskaalle 120 mm kranaatinheittimelle on kehitetty laseria maalinosoituksessa käyttävät ammuksot tai itsenäisesti maaliin hakeutuvat ammuksot. Tulevaisuudessa on nähtävissä, että myös GPS:ää hyväksikäyttäviä ampumatarvikkeita tulee heittimien käyttöön. [19]

Perinteisillä kranaatinheittimillä ei voida hyödyntää kaikkia kehityksen ja uusien materiaalien tuomia etuja, joten niiden rooli tulee säilymään ennallaan. Niillä on jatkossakin erittäin tärkeä rooli komppania- ja pataljoonatasoisen tulituessa. Vastaavasti kranaatinheitinjärjestelmällä, jolla tarkoitetaan aseiden, ampumatarvikkeiden, alustan ja ammunnanhallinnan muodostamaa kokonaisuutta, voidaan hyödyntää erikoisampumatarvikkeiden edut ja mahdollistaa suora-ammunta. [17]

3 HEITTIMIEN AMPUMATARVIKKEET

Tulevaisuuden taistelukentän moniulotteisuus sekä maalien nopea liike ja niiden kehittyneet suojajärjestelmät vaativat tehokkaiden taistelukärkien toimittamista maalikohteeseen mahdollisimman tarkasti oikealla hetkellä yhä pidemmällä ampumaetäisyyksillä. Kantaman pidentämisen ja maaliin ohjautumisen järjestelmät pienentävät yleensä ammuksen taisteluosan kokoa. Tämän vuoksi taistelukärjen on osuttava maaliin mahdollisimman tarkasti ja sen vaikutus on optimoitava maalityypin mukaan. [16] Kranaatinheittimille on ominaista suuri tulen teho suojautumatonta elävää voimaa vastaan. Se johtuu sekä kranaatin edullisesta iskukulmasta että aseiden suuresta tulinopeudesta. [21]

Ammusten vaikutus pehmeisiin maaleihin perustuu lähinnä sirpaleisiin, luoteihin ja paineeseen. Suunnattuun räjähdysvaikutukseen perustuvia ampumatarvikkeita ja kineettisen energian nuoliammuksia käytetään vaikutuksen aikaansaamiseksi kovia maaleja vastaan. [16]

Maalimalleja voidaan analysoida matemaattisesti laskemalla epäsuoran tulen vaikutusta tarkasteltaviin tilanteisiin. Eräs tapa arvioida aiheutettuja tappioita on soveltaa Poissonin todennäköisyyttä. Menetelmästä käytetään nimitystä epäsuoran tulen vaikutuksen peruskaava. [15]

$$P = 1 - e^{-\frac{a}{A} * n * t * p}$$

Kaava 1. Epäsuoran tulen vaikutuksen peruskaava. [20]

, jossa a = yhden ammuksen vaikutusala (m^2)
 A = maalin pinta-ala (m^2)
 n = tulinopeus (ls/min)
 t = tulitusaika (min)
 p = yhden laukauksen osumatodennäköisyys.

Kaavalla laskemalla huomataan, että ammuttaessa esimerkiksi herätesytyttimillä varustettuja sirpalekranaatteja suojatonta elollista vihollista, tappiot lähes kaksinkertaistuvat. Vastaavasti, jos vihollinen on suojautunut, tappiot puolittuvat verrattuna suojattomaan viholliseen. Laskut ovat liitteessä 1.

Ammuksen vaikutusalalla (a) on ratkaiseva merkitys tappioita laskettaessa. Ammuksen vaikutusalaan vaikuttaa sirpaleitiheys. Sirpaleiden osumatodennäköisyytenä suojattomaan ihmiseen vaaditaan yleensä 50 %:a, tällöin sirpaleitiheyden on oltava noin 2 sirpaletta neliömetrillä. [15]

3.1 SIRPALEKRANAATTI

Raskaan kranaatinheittimen pääampumatarvike tulee jatkossakin olemaan sirpalekranaatti, mutta yhä yleisemmin niissä tullaan käyttämään herätesytyttimiä, jolloin niiden teho elävää vastaan nousee noin 1,3–1,5 -kertaiseksi. [11] Nykyaikaisilla ampumatarvikkeilla saattaa olla

myös monitoiminen asevaikutus kohteessa, jolloin ampumatarvikkeen toimiessa osa siitä sirpaloituu ja vaikuttaa kohteessa. Myös sekundääriset sirpaleet muodostavat taistelijalle merkittävän uhkan taistelukentällä. Näitä muodostuu esimerkiksi panssarintorjunta-ammusten läpäistessä panssaria, jolloin panssarista irtoaa sirpaleita, jotka voivat olla yhtä tappavia kuin itse ammuskin. [15]

Suurta lujuutta vaativissa ammuksissa sirpaloituminen perustuu pääasiassa ammuskuoren luonnolliseen sirpaloitumiseen. Muissa tapauksissa pyritään hyödyntämään ohjattua sirpaloitumista tai esisirpalointia. Sirpaleiden materiaali on tyypillisesti terästä tai esisirpaleissa myös raskasmetallia, kuten esimerkiksi volframia. [16] Sirpaloitumisprosessissa ammuskuori repeää räjähdyskaasujen vaikutuksesta. Tämän seurauksena ammuskuori hajoaa ja siitä syntyy massaltaan noin 0,05–100 gramman ja läpimitaltaan noin 2–3 millimetrin kokoisia projektiileja. Sirpaleiden keskimääräinen lähtönopeus on luonnollisesti sirpaloituvilla ammuksilla 1 000–1 200 metriä sekunnissa ja esisirpaloiduilla enimmillään 1800 metriä sekunnissa. [15]

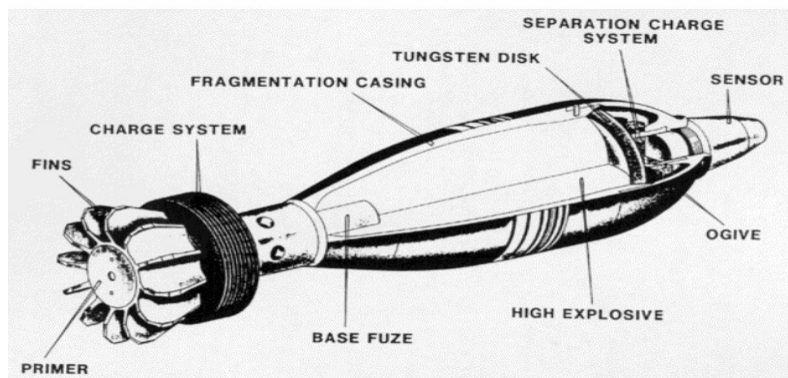
Esisirpaloinnilla eli prefragmentoinnilla ja ohjatulla sirpaloinnilla sirpaleiden kokoa voidaan säädellä ja niille voidaan antaa haluttu sirpaleitiheys. Suuri sirpalemäärä kohdealueella lisää osumatodennäköisyyttä ja haavoittuneiden osuutta miehistössä. Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen tutkimusten mukaan useiden 105–155 millimetrinen tykistökranaattien sirpaleista noin 50 prosenttia on massaltaan 0,5–2,0 grammaa ja noin 32 prosenttia on massaltaan 2,0–8,0 grammaa. Tutkimusten mukaan 77 prosenttia osuvista sirpaleista on massaltaan 0,1–1,0 grammaa ja 21 prosenttia on massaltaan 1–10 grammaa. [15]

Sirpaleiden määrä, muoto ja koko pyritään saamaan sellaiseksi, että niiden vaikutus maalialueella on mahdollisimman hyvä. Myös pienet, alle 0,5 gramman, sirpaleet ovat lähietäisyydellä elävää voimaa vastaan erittäin haavoittavia. Ammusten sirpalevaikutuksen voidaan olettaa paranevan, koska sirpaleiden lukumäärä ja lähtönopeus lisääntyvät entistä tehokkaampien räjähdysaineiden ansiosta. Myös taistelulataus pyritään räjäyttämään maalin yläpuolella, edessä tai takana sekä suuntaamaan sirpaleet kohti maalia. [17] Suojauksen kannalta rajana tehokkaalle sirpaleelle elävää voimaa vastaan pidetään Suomessa 80 Joulen liike-energiaa. Sirpalekoosta riippuen 80 J vastaa 1,5–3,0 mm teräslevyn läpäisyä. [21]

Sirpale (g)	Etäisyys (m)	Nopeus (m/s)
0,5	13	560
1	25	400
2	40	280
4	70	200
8	120	140

Taulukko 1. 80 Joulen energiaa vastaavat etäisyydet ja nopeudet luonnolliselle sirpaleelle 1 200 m/s lähtönopeudella. [21]

Saksalainen Rheinmetall 120 mm HE-L on hyvä esimerkki tulevaisuudessa käytössä olevasta sirpalekranaatista. Se soveltuu ammuttavaksi mistä tahansa sileäputkisesta kranaatinheittäimestä. Ammusta voidaan käyttää sekä pehmeitä että kovia maaleja vastaan. Ammuksen etuosassa, suurinopeuksisen räjähdepanoksen edessä, on lukuisia volframikuulia sisältävä sirpalekuori. Ammuksen sytyttimen toimiessa se räjäyttää ammuksen keulakappaleen paljastaen lukuisia volframikuulia sisältävän sirpalekuoren. Tämän jälkeen iskusytytin sytyttää suurinopeuksisen räjähdysaineen ja sinkoaa volframikuulat suurella nopeudella kohti kohdetta. Samalla ammuksen kuori sirpaloituu. Ammuksen keulassa on maalin tunnistava sensori. [9]



Kuva 1: Rheinmetall 120 mm HE-L -sirpalekranaatti. [9]

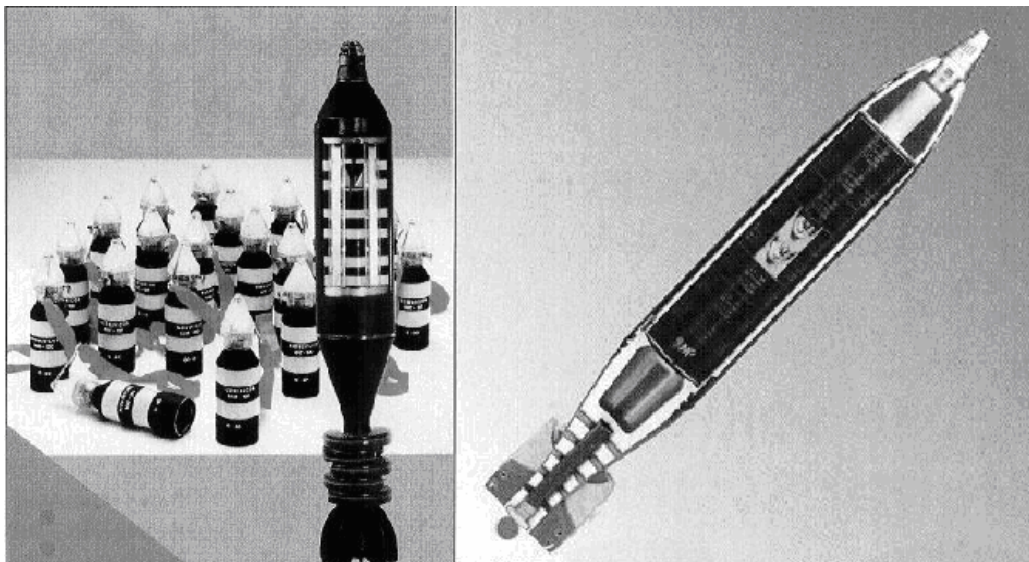
3.2 ERIKOISAMPUMATARVIKKEET

3.2.1 KUORMA-AMMUS

Kuorma-ammuksilla saadaan maalissa parempi teho laajalla alueella huomattavasti sirpalekranaatteja pienemmällä ammusmäärällä. Kuorma-ammuksissa käytetään yleensä

elektronista tai mekaanista aikasytytintä. Maalin yläpuolella ammuksen pyrstö katkeaa ilmassa, jonka jälkeen ulostyöntöpanos työntää tytärammukset ulos. Tytärammuksilla on yleensä oma elektroninen iskusytytin, joka on varustettu itsetuhotoiminnolla. Tytärammukset ovat pääosin kaksitoimisia eli niissä on sirpaloituva ulkokuori sekä ontelopanos. [19] Tulivaikutusta ja erityisesti panssarintorjuntaa pyritään tehostamaan myös kuormaammuksilla, joissa on yksi tai useampia sirpale- ja ontelopanosvaikutteisia tytärkranatteja. [11] Kuorma-ammusten tytärkranattien sirpalejakaumasta noin 98 prosenttia on massaltaan 0,5–1,0 grammaa. [15]

Espanjalaisen Instalaza SA:n valmistama MAT-120 on esimerkki tulevaisuudessa käytössä olevasta kuorma-ammuksesta. Ammuksessa on 21 tytärkranattia ja sirpaleet kattavat maalissa noin 2 500–3 500 m²:n alueen. Ammuksen kantama on heittimen putken pituudesta riippuen 5 500–6 800 metriä. Ammuksessa on sähköinen turva- ja viritysjärjestelmä. Varastoitaessa ammuksessa ei ole lainkaan sähköenergiaa. Sytytin synnyttää kaiken tarvitsemansa sähkön laukaisemisen jälkeen, lentoradallaan. Ammuksen jokaisessa tytärammuksessa on erittäin nopeatoiminen sähköinen iskusytytin. Sytyttimessä on itsetuhomekanismi ja se neutralisoi itsensä, jos ammus jää räjähtämättä. Ammus vaikuttaa sekä panssari että jalkaväki maaleihin. Ammus läpäisee 150 mm valssattua homogeenistä terästä (RHA) ja räjähtäessä siitä syntyy noin 650 sirpaleta, jotka ovat tehokkaita 18 metrin säteellä. [10]



Kuva 2: Espanjalainen Instalaza Mat-120 ja Ruag Munition kuorma-ammukset. [2]

Energeettisten materiaalien kehityksen myötä pienten kranattien ja tytärammusten sirpalevaikutus paranee, jolloin sirotteita sisältävien (ohjautuvien) ammusten merkitys tulevaisuudessa korostuu. [16]

Kansainvälinen Oslon sopimus uhkaa tehdä lopun kuorma-ammusten ja muiden rypäleasideen kehittämiseksi. Rypäleammuksella tarkoitetaan perinteistä ampumatarviketta, josta vapautetaan alle 20 kilogrammaa painavia räjähtäviä tytärammuksia. Poikkeuksina kuitenkin sallitaan:

- ammus tai tytärammus, joka on suunniteltu vapauttamaan soihtuja, pyrotekniikkaa tai silppua, sekä ammusta, joka on suunniteltu yksinomaan ilmapuolustukseen
- ammus tai tytärammus, joka on suunniteltu tuottamaan sähköistä tai elektronista vaikutusta
- ammuksia, joilla vältettäisiin umpimähkäistä aluevaikutusta ja räjähtämättömien tytäkranaattien riskiä, ja joilla on seuraavat ominaisuudet:
 - o jokainen ammus sisältää korkeintaan kymmenen räjähtävää tytärammusta
 - o jokainen räjähtävä tytärammus painaa vähintään neljä kilogrammaa
 - o jokainen räjähtävä tytärammus on suunniteltu havaitsemaan ja kiinnittymään yksittäiseen maaliin
 - o jokainen tytärammus on varustettu elektronisella itsetuhomekanismilla
 - o jokainen tytärammus on varustettu elektronisella itsedeaktivointitoiminnolla.

[1]

3.2.2 SAVUAMMUS

Taistelukentän muuttuvat uhkakuvat asettavat tulevaisuuden suojasavuille uusia vaatimuksia. Taktiselta kannalta oleellisia vaatimuksia ovat ainakin:

- multispektrinen peittävyys: UV-VIS-lähi-IR-alue ja terminen IR-alue (2–5 ja 8–14 μm)
- savun muodostumisnopeus ja kyky suunnata savu oikea-aikaisesti uhkasektoriin
- savujen ja harhautusjärjestelmien integroitavuus
- hyvä varastoitavuus, hyvä kuljetuskestävyys. [17]

Savuammusten toiminta perustuu ammuksessa olevan pyroteknisen massan palamiseen. Pyroteknisten massojen pääkomponentit ovat polttoaine ja hapetin, jotka saatetaan reagoimaan sytyttämällä tai räjäyttämällä. Polttoaine on alkuaine tai yhdiste, jolla on kyky luovuttaa elektroneja. Ilmiötä nimitetään palamiseksi silloin, kun polttoaine yhtyy happeen, muulloin puhutaan hapettumisesta, joka on hyvin kiivas reaktio. Pyroteknisissä massoissa käytetään polttoaineina tavallisimmin:

- metallijauheita (alumiini, magnesium tai sinkki)
- fosforia (punainen tai valkoinen)

- hiiltä (grafiitti, noki)
- rikkiä, booria tai piitä
- orgaanisia yhdisteitä (antraseeni, naftaleeni, hiilihydraatit esimerkiksi tärkkelys, sokerit) ja
- polymeerejä (hartsit). [21]

Hapetin on aine (alkuaine tai yhdiste), jolla on kyky vastaanottaa elektroneja. Hapettimet ovat yleensä happea sisältäviä yhdisteitä. Hapettimena voi toimia myös happea sisältämättömät aineet ja yhdisteet, mutta niillä täytyy olla kyky vastaanottaa elektroneja. Hapettimena pyroteknisissä massoissa käytetään tavallisimmin:

- kloraatteja (barium- ja kaliumkloraaatti)
- perkloraatteja (ammonium-, barium-, kalium-, litium- tai strontiumperkloraaatti)
- nitraatteja (ammonium-, barium-, kalium-, litium- tai strontiumnitraatti)
- oksideja (kupari-, mangaani-, rauta-, sinkki- ja lyijyoksidi sekä lyijy-, titaanioksidi)
- kromaatteja (barium- tai lyijykromaatti) ja
- heksakloorietaania. [21]

Multispektrisavuilla suojataan rajoitetun kokoisia kohteita kuten tankkeja, bunkkereita ja yksittäisiä ajoneuvoja. Pyroteknisesti muodostettavat savut, kuten harmaa savu ja fosforisavut, tulevat säilyttämään asemansa. Niiden palo-ominaisuuksia muutetaan lisäaineiden avulla siten, että ne ovat tehokkaita aina termiselle IR-alueelle asti. [18] Infrapunasavu antaa suojan passiivisia infrapunatiedusteluvälineitä vastaan. Toimintamekanismi perustuu siihen, että savun hiukkaskoko on sopiva peittämään infrapunasäteilyn käytetyimmät aallonpituusalueet 3–5 ja 8–14 μm . [21]

On mahdollista, että lähimmän kahdenkymmenen vuoden kuluessa perinteisten savujen ja aerosolien lisäksi on käytettävissä toimiva sovellus puoliläpäisevistä savuista. Niiden toiminta perustuu ilmaan levitettävään aerosoliin tai kaasuun, joka sinänsä on läpäisevää tarkkailtavalla aallonpituusalueella, mutta joka sopivalla säteilytyksellä, esimerkiksi laserin avulla, saadaan viritetyksi energisesti korkeampaan tilaan. Viritystilojen purkautuessa molekyylit säteilevät intensiivisesti (fluoresenssi, Raman-efekti), joskin lyhytkestoisesti, sokaisten koko aallonpituuskaistan. [17]

Savuammus lentää yleensä kokonaisena maanpintapisteeseen, jossa savupanos syttyy iskusytyttimestä. Käytettäessä matalalla toimivaa herätesytytintä savupanos syttyy ilmassa ja savun peittävyys on parempi erityisesti pehmeässä maastossa ja lumessa. Iskemän paikka on valittava siten, että tuuli kuljettaa savun halutulle alueelle. [12]

Esimerkkinä savuammuksesta on saksalaisen Rheinmetallin kehittämä DM-65 RP-savuammus. Ammus on muodoltaan sylinterimäinen, jotta sen kantokapasiteetti olisi suurempi. Sylinterimäisyydestä johtuen ammuksen kantama on kuitenkin vain 6 000 metriä. Ammus sisältää neljä erillistä savupanosta, jotka ovat punaista fosforia. Punaisen fosforin peittokyky on tehokasta näkyvän valon ja infrapunaa alueella. Ammuksen palo-aika on yli 120 sekuntia. [8]



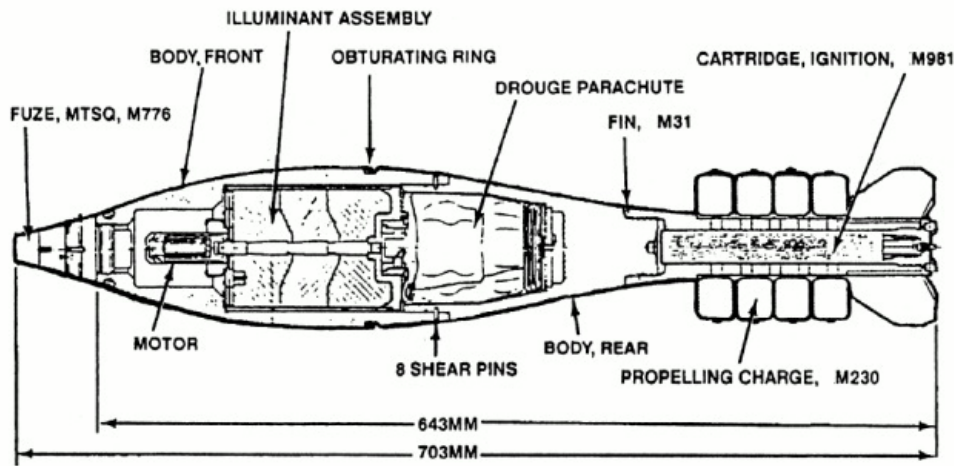
Kuva 3: Rheinmetall Waffe Munitionin (RWM) DM-65 RP -savuammus. [8]

3.2.3 VALOAMMUS

Valoammusten osalta ei ole tapahtunut yhtä suurta kehitystä kuin esimerkiksi kranaatinheittimien kuorma-ammusten osalta. Valoammukset ovat kuitenkin erittäin tarpeellisia tulevaisuuden taistelukentällä, jossa taistellaan kaikissa valaistusolosuhteissa.

Yhdysvaltain armeijan kehittämät valoammukset ovat hyviä esimerkkejä tulevaisuudessakin käytössä olevista valoammuksista. XM930 on perinteinen valoammus, joka tuottaa valkoista valoa. Ammuksessa on kaksiosainen kuori ja kuoren molemmat osat on valmistettu AISI 1090 teräksestä. 500 metrin korkeudessa sytytin sytyttää valoammuksen, erottaa ammuksen etu- ja takaosat, ja ammuksen takaosassa oleva jousi heittää valoammuksen ulos. Ammus palaa noin 50 sekuntia ja tuottaa noin 1 000 000 kandelan valotehon. [4]

XM983 IR -valoammus on muuten samanlainen kuin XM930, mutta se tuottaa infrapuna-alueella olevaa valoa. Valoa ei havaitse paljaalla silmällä, mutta pimeänäkölaitteella sen havaitsee. [4]

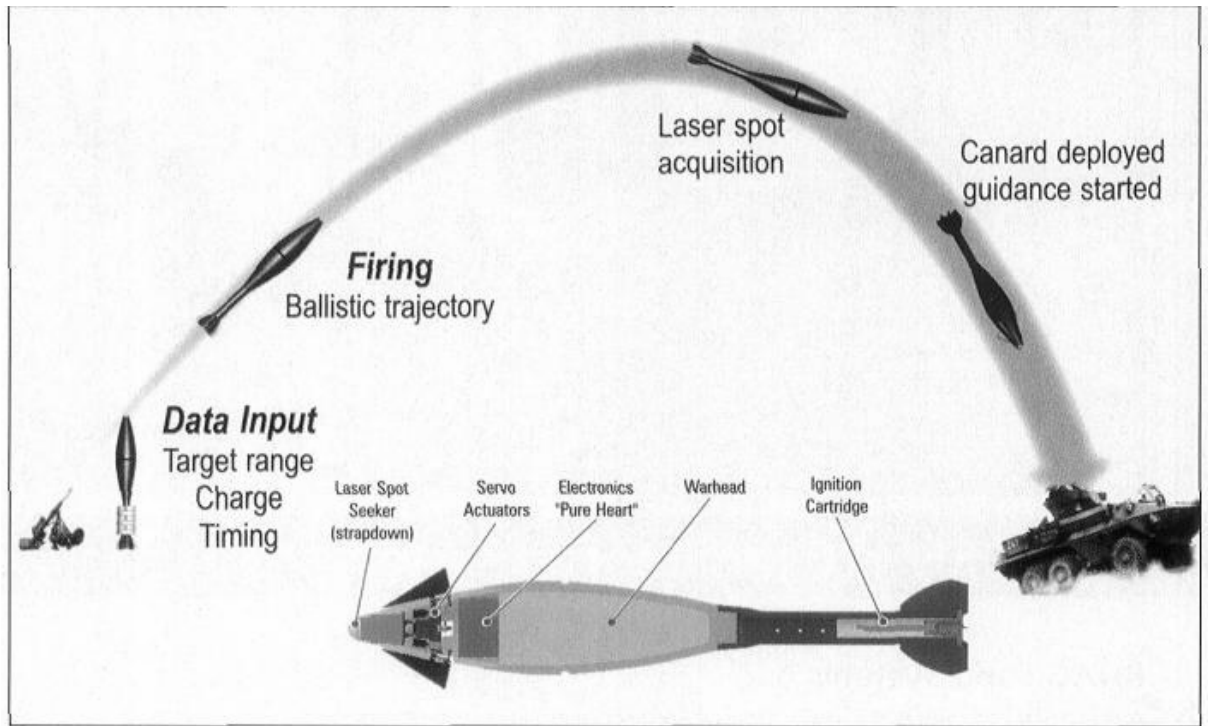


Kuva 4: XM930 -valoammus. [4]

3.2.4 OHJAUTUVAT AMMUKSET

Erilaisilla hakeutuvilla ampumatarvikkeilla voidaan parantaa osumatodennäköisyyttä pieniin ja hyvin suojattuihin kohteisiin. Nykyään hakeutumiseen käytetään pääsääntöisesti puoliaktiivista laserhakeutumista tai infrapunahakeutumista. Ohjautuvat ammukset soveltuvat hyvin panssarintorjuntaan ja pistemaalien tuhoamiseen. Todennäköisimpänä tulevaisuuden ratkaisuna saattaa olla kranaatti, jossa on puoliaktiivinen laserhakeutuminen ja sitä varmentava infrapunahakupää. Myös pelkästään laserhakeutumiseen tai lämpösäteilyssä kahdella aallonpituusalueella toimivaan hakeutumiseen perustuvia kranaatteja tultaneen laajasti ottamaan käyttöön. Kaikista suurimman kantaman omaavissa kranaateissa voi olla myös inertiasuunnistus- sekä satelliittipaikannusjärjestelmät, jolloin tarkalla paikkatiedolla voidaan varmentaa puoliaktiivisen laserhakeutumisen toimintaa. [11] Kranaatinheittimille kehitetään myös ampumatarvikkeita, joissa raketin työntövoimaa (ohjausta) voidaan muuttaa lennon aikana. [18]

Israel Military Industriesin (IMI) valmistamassa IMI 120 GMB (Guided Mortar Bomb) -ohjautuvassa ammuksessa on kaksoisohjausjärjestelmä. Ammuksessa on sekä differentiaalinen GPS että puoliaktiivinen laserhakeutuminen. Halutusta maalista syötetään koordinaatit järjestelmään, joka laskee arvot lentoradasta ja siirtää tiedot ammuksen järjestelmään. Kun ammus laukaistaan, aktivoituu paristo, joka antaa järjestelmälle energiaa. Ammus lentää lentoradallaan, kunnes saa tietoja GPS-signaalista. Ammus ohjautuu myös laserin avulla, jos sellainen heijastuu maalista. Jos olosuhteet ovat sellaiset, että ammus hakeutuu maaliin ainoastaan DGPS:n avulla, on sen tarkkuus 2–3 metriä. Käytettäessä laserhakeutumista ammuksen tarkkuus on noin yksi metri. Ammuksen kantama on 10 500 metriä ja vaikutus maalissa perustuu ammuskuoren sirpaloitumiseen. [7]



Kuva 5: IMI:n valmistaman laser-ohjautuvan ammuksen toimintaperiaate. [3]

Esimerkkinä länsimaisesta kranaatinheittimen 120 millimetrisestä hakeutuvasta ammuksesta on Yhdysvaltalaisen ATK:n (Alliant Techsystems) kehittämä XM395 PGMM -ammus (Precision-Guided Mortar Munition). Ammuksessa on puoliaktiivinen laser-etsin ja yhtenäinen taistelukärki, joka soveltuu panssaritorjuntaan sekä bunkkereiden tuhoamiseen. Ammus ohjautuu maaliin impulssityöntövoiman avulla. [6]



Kuva 6: Laser-ohjautuva ammus (ATK XM395 PGMM) [6]

Venäläiset ovat erikoistuneet kranaatinheittimien hakeutuvissa ammuksissa puoliaktiivisen laser-hakupään käyttöön. Ohjus ammutaan ballistisille lentoradalle ja maali valaistaan erillisellä laser-valaisimella. Lähestymisvaiheessa hakupää kiinnittyy kohteesta heijastuvaan laser-pulssiin ja ohjautuu maaliin. Tällainen ammus 120 millimetrin kranaatinheittimelle on esimerkiksi Kitolov, jonka vaikutus kohteessa perustuu 12 kilogrammaa painavaan sirpalelataukseen. [11]

3.3 SYTYTTIMET

Tulevaisuuden taistelutila asettaa vaatimuksia myös sytytinteknologialle. Vaatimuksia asettavat esimerkiksi kantaman pidentäminen, tulen tarkkuuden parantaminen, toimimattomien ammusten vähentäminen, mekanisoitujen joukkojen yleistyminen sekä sodankäynti asutuskeskuksissa. [16]

Nykyiset asejärjestelmät ja niille jo hankitut ampumatarvikkeet muodostavat perustan sytyttimien käytölle pitkälle tulevaisuuteen. Yksittäisten sirpalekранаattien tehoa voidaan kasvattaa yksinkertaisesti herätesytyttimillä, joiden suhteellinen osuus hankittavista sytyttimistä tulee kasvamaan lyhyellä tähtäimellä. Tytärammuksia sisältävien ammusten lisääntyvä käyttö lisää myös sähköisten aikasytyttimien käyttöä, sillä kyseisten ammusten täsmällinen, oikea-aikainen toiminta on niiden tehokkuuden kannalta oleellista. Isku-, aika- ja herätetoiminnot voidaan yhdistää monitoimisytyttimissä (MOF=Multi Option Fuze). Monitoimisytyttimien käyttö tulee lisääntymään tulevaisuudessa huomattavasti nykyisissä asejärjestelmissä sytyttimien valmistuskustannusten alentuessa. [16]

Eteläafrikkalaisen Fuchs Electronicsin valmistamassa monitoimisytyttimessä on neljä käsin valittavaa toimintoa. Sytyttimen sivussa olevan valitsimen ollessa delay (Point-Detonating delay) -asennossa kranaatin osuessa maahan, on sytyttimen toiminnassa viive, ja se syttyy vasta ennalta asetetun ajan kuluttua. Prox (proximity) -asennossa sytytin toimii herätesytyttimen tavoin ja virittyy tietyllä korkeudella. PD (Point-Detonating SuperQuick) -asennossa sytytin toimii kranaatin osuessa maahan. Set -asennossa sytyttimeen voidaan asettaa toiminnoille eri asetuksia. Asetuksia asennettaessa sähköenergia ja tiedot siirretään sytyttimen sähköisesti pyyhkiytyvään puolijohdemuistiin (EEPROM). Sytyttimessä on naamiovarmistimena mekaaninen turva- ja virittäytymislaite (SAD), joka varmistaa sytyttimen turvallisuuden 50–200 metrin etäisyydellä. [5]



Kuva 7: Fuchs Electronicsin valmistama M9801 monitoimisytytin. [5]

Kantaman kasvaessa myös iskemähajonta kasvaa. Hajontaa voidaan pienentää sytyttimeen asennetuilla, lentoradan aikana aktivoituvilla, ohjaussiivekkeillä ja jarrulevyillä. Tällaisten sytyttimien käyttö edellyttää ammuksen lentoradan aikaisen paikkatiedon tuntemista esimerkiksi GPS:n avulla. [16]

Sodankäynti asutuskeskuksissa tulee lisäämään kohdetta (betoni, teräs) läpäisevien sytyttimien käyttöä varsinkin suora-ammuntaan kykenevissä asejärjestelmissä. Läpäisykyvyn lisääminen monitoimisytyttimiin ei ole tällä hetkellä mahdollista, sillä käytettävä tila ei riitä mekaanisesti hyvin vahvan sytyttimen valmistamiseen. Paine toimimattomien ammusten vähentämiseen tulee näyttelemään tärkeää roolia sytyttimien vaatimusten asettelussa. Sytyttimien tulee toimia hyvin korkealla toimintatodennäköisyydellä ja ne tulee varustaa tarvittaessa itsetuhoelementeillä. [16]

Mikro-elektromekaaniset järjestelmät (MEMS=Micro-Electromechanical Systems) tulevat mullistamaan sytytinteknologian tulevaisuudessa. MEMS:t tunnistavat fysikaalisten suureiden (kiihtyvyys, paine, kosteus, lämpötila, magneettikenttä yms.) olemassaolon ja muutokset. Tämän ansiosta sytyttimien virittymis- ja varmistuslaitteet voidaan integroida piirilevyille ja niitä voidaan ohjelmoida vapaasti. Tämä tulee johtamaan sytyttimien koon dramaattiseen pienenemiseen ja ennen pitkää ainoastaan yhteen sytytintyyppiin. Tällöin käytettävä ase ja sytyttimen haluttu toiminta ohjelmoidaan sytyttimeen vasta juuri ennen käyttöä. [16]

Älykkäät herätesytyttimet auttavat täsmävaikuttamisessa, kun maalin geometria on tunnettu. Kun taistelukärki läpäisee erilaisia kovia ja pehmeitä maaleja suojaavia kerroksia, sytyttimen sensorit havaitsevat eroavaisuudet vastuksessa ja räjäyttävät panoksen oikealla etäisyydellä. Älykkäät sytyttimet käyttävät kiihtyvyyssantureita aistimaan pommin kokemaa tunkeutumisvastusta. Avainongelma on taata sytyttimen toiminta erittäin voimakkaassa negatiivisessa kiihtyvyydessä tunkeutumisen aikana. [11] Älykkäitä sytyttimiä voidaan hyödyntää erityisesti asutuskeskustaisteluissa, joissa on paljon erilaisia betonirakennelmia. Sytyttimet onkin suunniteltu erityisesti vahvistettujen bunkkereiden tuhoamiseen.

Nykyisin käytössä olevissa asejärjestelmissä olemassa olevien sytyttimien käyttöperiaatteet säilyvät ennallaan niin kauan kuin näitä asejärjestelmiä käytetään, mutta heräte- ja aikasytyttimien suhteellinen osuus tulee kasvamaan. Uushankinnat toteutetaan hankkimalla yksinkertaisia, kuhunkin tarkoitukseen soveltuvia edullisia sytyttimiä. Mekanisoidujen asejärjestelmien varustaminen edellyttää näitä järjestelmiä varten suunniteltujen sytyttimien käyttöä. [16]

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulevaisuudessa taistelukenttä on hajanainen ja solukkomainen alue, jossa käydään alueellisia taisteluja liikesodankäynnin periaatteita noudattaen. Se aiheuttaa haasteita erityisesti epäsuoran tulen järjestelmille ja ampumatarvikkeille. Vastustajaan täytyy kyetä vaikuttamaan entistä nopeammin ja tarkemmin. Vastustajan joukot ovat myös yhä paremmin suojattuja sekä aktiivisin että passiivisin keinoin. Joukot liikkuvat taistelutilassa erilaisilla panssaroiduilla ajoneuvoilla, joihin vaikuttaminen on yhä hankalampaa. Taisteluja käydään myös yhä enemmän asutuskeskuksissa, joissa on suuria ja vahvoja betonirakennuksia, joihin vastustaja voi suojautua. Asutuskeskustaistelut asettavat haasteita ase- ja ammusteknologialle, jotta toimintaympäristöstä saataisiin ulkopuolisille mahdollisimman turvallinen.

Kranaatinheitinrooli tulee säilymään tulevaisuudessa samana perinteisten kranaatinheitinten osalta. Uusilla perästä ladattavilla kranaatinheitinjärjestelmillä voidaan hyödyntää uusien erikoisampumatarvikkeiden ominaisuudet ja niillä mahdollistetaan suora-ammunta, jota voidaan käyttää erityisesti omasuojassa sekä asutuskeskustaisteluissa.

Ampumatarvikkeiden kantama on perinteisten kranaatinheitinien osalta lähellä maksimia, koska ammuksen lähtökulma on suuri. Ammusten räjähdysainemäärää ei myöskään enää voida kasvattaa siten, että ampuminen olisi turvallista. Kantamaa voidaan kuitenkin vielä hieman lisätä rakettiavusteisilla kranaateilla sekä erilaisilla siivekkeillä, joiden avulla kranaatti liittyy lentoradan loppuvaiheeseen. Näiden avulla kantama voidaan kasvattaa yli kymmeneen kilometriin. Kranaatinheitinien ampumatarvikkeiden kantamien kasvattaminen paljolti yli kymmenen kilometrin ei kuitenkaan ole järkevää, koska raskas kranaatinheitin on pataljoonatasoisen ase ja sitä käytetään pataljoonan oman taistelun tukemiseen. Lisäksi erilaiset rakettimootorit ja siivekkeet pienentävät varsinaisen taisteluosan kokoa.

Tulevaisuudessa sirpalekranaatti on edelleen kranaatinheitinien pääampumatarvike. Perinteisen sirpalekranaatin rooli tulee säilymään samana eli pehmeiden maalien, kuten jalkaväen tuhoamisessa. Uusilla sytyttimillä sen käyttöä voidaan laajentaa. Erilaisilla aika- ja iskusytyttimillä sirpalekranaattia voidaan käyttää tehokkaammin myös asutuskeskuksissa, joissa on paljon erilaisia betonirakennuksia. Tällöin myös sekundääristen sirpaleiden osuus kasvaa. Uusilla monitoimisilla sytyttimillä varustettuna perinteisiä sirpalekranaatteja voidaan myös paremmin hyödyntää suora-ammunnassa. Monitoimisytyttimillä voidaan lisäksi juuri ennen ampumista nopeasti valita tilanteeseen sopiva asetus. Monitoimisytyttimien laajempaa käyttöä kuitenkin hidastaa niiden tavallista isku- tai aikasytytintä huomattavasti korkeampi

hinta. Sirpalekranaatin tehoa pehmeitä maaleja vastaan voidaan parantaa esisirpaloinnilla ja entistä tehokkaammilla räjähdysaineilla, jolloin saadaan enemmän pieniä ja tehokkaita sirpaleita.

Tulevaisuudessa sirpalekranaatin rinnalle tulee yhä vahvemmin kuorma-ammukset, joissa voi olla sekä pehmeitä että kovia maaleja vastaan tarkoitettuja tytärammuksia. Kuorma-ammuksilla päästään huomattavasti pienemmällä määrällä ammuksia samaan tuho vaikutukseen kuin sirpalekranaateilla. Uusimmat tytärammukset on varustettu sähköisellä itsetuhomekanismilla, joka tekee räjähtämättömän tytärammuksen vaarattomaksi.

Ohjautuvien ammusten käyttö tulee myös lisääntymään. Erilaiset laser-ohjautuvat ammuksset sekä passiivisella infrapunahakupäällä varustetut ampumatarvikkeet mahdollistavat kranaatinheittimillä vaikuttamisen erilaisiin pistemaaleihin, kuten esimerkiksi taisteluajoneuvoihin. Käyttöön tulee enemmän myös GPS-ohjattavia ammuksia, joilla mahdollistetaan erittäin suuri osumatodennäköisyys. Ohjautuvilla ja ohjattavilla ammuksilla mahdollistetaan haluttu vaikutus juuri tiettyssä maalissa. Tulevaisuuden taistelukentällä onkin tärkeä kyky vaikuttamaan tarkasti juuri tiettyyn maalin. Tämä korostuu erityisesti taisteltaessa asutuskeskuksissa, joissa tulevaisuudessa taisteluita tullaan käymään yhä enemmän. Asutuskeskuksissa on sotilaiden joukossa myös aina siviilejä ja sen vuoksi ampumatarvikkeiden olisi osuttava tarkasti sille osoitettuun maalin.

Rypäleaset kieltävän Oslon sopimuksen myötä perinteisten kuorma-ammusten tilalle on vaikea löytää vastaavaa ja tuho vaikutukseltaan yhtä tehokasta ampumatarviketta. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla ohjautuvat ja ohjattavat kuorma-ammukset, joissa olisi muutama elektronisella itsetuhomekanismilla varustettu hakeutuva tytärammus. Tällaisen ampumatarvikkeen valmistaminen olisi kuitenkin kallista ja yhden laukauksen hinta muodostuisi kohtuullisen suureksi. Näin kuitenkin välttyttäisiin maastoon jääviltä räjähtämättömiltä ammuksilta. Tässä tutkimuksessa ei ollut mahdollisuutta panostaa riittävästi Oslon sopimuksen tuomiin vaikutuksiin kuorma-ammuksen kehittelylle ja se onkin hyvä aihe jatkotutkimukselle.

LÄHTEET

- [1] http://www.clusterconvention.org/downloadablefiles/ccm77_english.pdf
- [2] <https://www.milnet.fi/proquest.umi.com/pqdweb?did=345421721&sid=1&Fmt=4&clientId=70032&RQT=309&VName=PQD>
- [3] <https://www.milnet.fi/proquest.umi.com/pqdweb?did=920580521&sid=1&Fmt=4&clientId=70032&RQT=309&VName=PQD>
- [4] https://www.milnet.fi/www8.janes.com/Search/documentView.do?docId=/content1/janesdata/yb/jah/jah_5061.htm@current&pageSelected=allJanes&keyword=120%20mm%20illumination%20bombs&backPath=http://search.janes.com/Search&Prod_Name=JAH&
- [5] https://www.milnet.fi/search.janes.com/Search/documentView.do?docId=/content1/janesdata/yb/jah/jah_5240.htm@current&pageSelected=allJanes&keyword=mortar%20fuze&backPath=http://search.janes.com/Search&Prod_Name=JAH&
- [6] https://www.milnet.fi/search.janes.com/Search/documentView.do?docId=/content1/janesdata/yb/jah/jah_a086.htm@current&pageSelected=allJanes&keyword=xm395&backPath=http://search.janes.com/Search&Prod_Name=JAH&
- [7] https://www.milnet.fi/search.janes.com/Search/documentView.do?docId=/content1/janesdata/yb/jah/jah_a163.htm@current&pageSelected=allJanes&keyword=IMI%20mortar%20ammunitions&backPath=http://search.janes.com/Search&Prod_Name=JAH&
- [8] https://www.milnet.fi/www8.janes.com/Search/documentView.do?docId=/content1/janesdata/yb/jah/jah_a265.htm@current&pageSelected=allJanes&keyword=Rheinmetall%20120%20mm%20mortar%20bombs&backPath=http://search.janes.com/Search&Prod_Name=JAH&
- [9] https://www.milnet.fi/www8.janes.com/Search/documentView.do?docId=/content1/janesdata/yb/jiw/jiw_1258.htm@current&pageSelected=allJanes&keywo

rd=ammunition%20for%20mortars&backPath=http://search.janes.com/Search
&Prod_Name=JIW&

- [10] https://www.milnet.fi/www8.janes.com/Search/documentView.do?docId=/content1/janesdata/yb/jiw/jiw_1346.htm@current&pageSelected=allJanes&keyword=ammunition%20for%20mortars&backPath=http://search.janes.com/Search&Prod_Name=JIW&
- [11] Kaukoranta, Timo - Hautala, Jukka – Kakkola, Timo: Taisteluvälineet 2020. Tekniikan laitoksen julkaisusarja 1 N:o 10/2002. Edita Oyj, Helsinki 2002.
- [12] Kranaatinheitinopas II. Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. 1996
- [13] Maasodankäynti vuonna 2020, NATO Research And Technology Organization, RTO technical report 8, suom. Insmaj Jyri Kosola.
- [14] Saarelainen, Jorma – Saarinen, Timo – Taavitsainen, Heikki: Aseellinen taistelu 2020. Maavoimien taistelun kuvat 2020. Taktiikan laitoksen julkaisusarja 4, N:o 1/2003. Edita Prima Oy, Helsinki 2003.
- [15] Saarelainen, Tapio. Taistelija 2020 - jalkaväen kärkitaistelija. Maasotakoulu, tekniikan julkaisusarja, tutkimuksia 1/2007. Edita Prima Oy, Helsinki 2007.
- [16] Sotatekninen arvio ja ennuste 2020 (STAE 2020), osa 1: Teknologian kehitys. Edita Prima Oy, Helsinki 2004.
- [17] Sotatekninen arvio ja ennuste 2025 (STAE 2025), osa 1: Teknologian kehitys. Edita Prima Oy, Helsinki 2008.
- [18] Sotatekninen arvio ja ennuste 2025 (STAE 2025), osa 2: Puolustusjärjestelmien kehitys. Edita Prima Oy, Helsinki 2008.
- [19] Tiede ja ase, Suomen sotilaallisen seuran vuosijulkaisu N:o 64, 2006. Kirjapaino Waasa Graphics Oy, Vaasa 2006.

- [20] Tulen vaikutus ja teho. Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotatekniikan laitos. Moniste. 2008.
- [21] Yleinen ase- ja asejärjestelmäopas, Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2001.

LIITTEET

- Liite 1 Epäsuoran tulen vaikutuksen laskeminen
- Liite 2 Sirpalekranaattien teknisiä tietoja
- Liite 3 Kuorma-ammusten teknisiä tietoja
- Liite 4 Ohjautuvien ammusten teknisiä tietoja

Epäsuoran tulen vaikutus

Epäsuoran tulen vaikutuksen laskemiseen erilaisiin maaleihin soveltuu hyvin epäsuoran tulen vaikutuksen peruskaava, joka perustuu Poissonin todennäköisyyden laskemiseen. Epäsuoran tulen aiheuttamien tappioiden (P) kaava on:

$$P = 1 - e^{-\frac{a}{A} * n * t * p}$$

, jossa

- a = yhden ammuksen vaikutusala (m^2)
- A = maalin pinta-ala (m^2)
- n = tulinopeus (ls/min)
- t = tulitusaika (min)
- p = yhden laukauksen osumatodennäköisyys.

Kaavassa esiintyvä $n*t$ -termi voidaan korvata laukausten kokonaismäärällä N (kpl). Tappioprosentiksi kaavan antama tulos saadaan kertomalla se luvulla 100. Esitetty kaava laskee tappiot optimitalauksessa eli ääritilanteessa. Jos tulos on esimerkiksi 30 %, ovat tappiot 30 % vain ääritilanteessa ja todellinen tulos on luokkaa 10–20 %.

Laskuissa on käytetty yhden 120 millimetrin kranaatinheittimen sirpalekranaatin vaikutusala-
na 122 millimetrin tykistökranaatin vaikutusala. Ammusten kaliiberit ovat lähellä toisiaan ja vaikka 122 millimetrin tykistökranaatin sirpaleviuhka onkin erilainen kuin 120 millimetrin kranaatinheittimen kranaatin, ammuksen vaikutusala mallinnettaessa vaikutusala on ajateltu ympyräksi. Laskuissa käytetyt yhden ammuksen vaikutusalat ovat:

- suojaton kohde pintaräjähdyksessä $150 m^2$
- suojaton kohde ilmaräjähdyksessä $550 m^2$
- suojaunut kohde pinta- ja ilmaräjähdyksessä $75 m^2$.

Esimerkiksi jos tulitetaan 120 millimetrin kranaatinheitinkomppanialla (9 heitintä) suojautumatonta elollista maalia 60 sekuntia (isku). Yhdellä heittimellä ammutaan 12 laukausta minuutissa. Yhden laukauksen vaikutusala on 150 m². Maalin koko on 100 x 100 metriä. Oletetaan laukauksen osumatodennäköisyydeksi 0,5 (50 %). Tuli jakautuu tasaisesti maalialueelle ja iskemäkeskeispiste yhtyy maalin keskipisteeseen. Tällöin vihollisen tappiot ovat:

$$P = 1 - e^{-\frac{150}{10000} * 108 * 1 * 0,5} = 0,555 \approx 56\%$$

eli todelliset tappiot ovat luokkaa 40–50 %.

Jos ammutaan 120 millimetrin kranaatinheitinkomppanialla (9 heitintä) 1 isku (tulitusaika=60 s, tulinopeus=12 ls/min) suojautumatonta elollista voimaa vastaan ilmaräjähtein. Tällöin yhden laukauksen vaikutusala on 550 m² ja maalin koko 100 x 100 metriä. Laukauksen osumatodennäköisyys on 0,5 (50 %). Tuli jakautuu tasaisesti maalialueelle ja iskemäkeskeispiste yhtyy maalin keskipisteeseen. Tällöin vihollisen tappiot ovat:

$$P = 1 - e^{-\frac{550}{10000} * 108 * 1 * 0,5} = 0,949 \approx 95\%$$

eli todelliset tappiot ovat luokkaa 80–90 %.





Jos vihollinen on suojautuneena ammuttaessa 120 millimetrin kranaatinheitinkomppanialla 1 isku, yhden laukauksen vaikutusala on 75 m². Maalin koko on edelleen 100 x 100 metriä ja tulitusaika 60 sekuntia sekä tulinopeus 12 laukausta minuutissa. Osumatodennäköisyys on 0,5 (50 %) ja tuli jakautuu tasaisesti maalin alueelle iskemäkeskeispisteen yhtyessä maalin keskipisteeseen. Tällöin vihollisen tappiot ovat:

$$P = 1 - e^{-\frac{75}{10000} * 108 * 1 * 0,5} = 0,333 \approx 33\%$$

eli todelliset tappiot ovat luokkaa 20–30 %.




Lähde: Tulen vaikutus ja teho. Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotatekniikan laitos. Moniste. 2008.

Sirpalekранаattien teknisiä tietoja

Nimi	 DM 91 IHE	 M95A	 Arsenal HE-120	 M-100
Valmistaja/ valmistusmaa	Rheinmetall Waffe Munition/ Saksa	Agencija Alan/ Kroatia	Arsenal Company/ Bulgaria	Soltam Systems Ltd/ Israel
Pituus (Syttytimen kanssa)	799 mm	700 mm	655 mm	787 mm
Paino	14,5 kg (13,7 kg lentopaino)	14,5 kg	6,5 kg	14,85 kg
Räjähdysaine	3,4 kg IHE	2,5 kg HE	1,4 kg TNT	2,5 kg TNT
Kantama	8 000 m	8 000 m	5 850 m	9 500 m
Lähtönopeus		130–350 m/s	64–272 m/s	




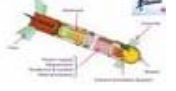
Lähde: Jane's Information Group

Kuorma-ammusten teknisiä tietoja

Nimi	 M971 DPICM	 M93	 MAT-120
Valmistaja/ valmistusmaa	Israel Military Industries (IMI)/ Israel	Agencija Alan/ Kroatia	Instalaza SA/ Espanja
Pituus	823 mm	817 mm	
Paino	14,5 kg (Tytär- kranaatti 296 g)	15,2 kg (Tytär- kranaatti 235 g)	Tytärkranaatti 275 g
Kantama	5 750 m	5 200 m	6 800 m
Tytärkranaattien määrä	24	23	21
Sirpaleiden määrä	29 000		13 600
Läpäisykyky	105 mm	60 mm	150 mm RHA
Lähtönopeus		158–291 m/s	
Peittoalue maalissa	4800 m ²	7 000 m ²	2 500–3 500 m ²

Lähde: Jane's Information Group

Ohjautuvien ammusten teknisiä tietoja

Nimi	 XM395	 IMI GMB	 Strix	 Polynege
Valmistaja/ Valmistusmaa	Alliant Techsystems (ATK)/ USA	Israel Military Industries (IMI)/ Israel	Bofors AB/ Ruotsi	Nexter Munitions/ Ranska
Pituus		890 mm	840 mm	984 mm
Paino		13,7 kg	18,2 kg	20 kg
Hakeutumis- laitteet	Puoliaktiivinen laser	Puoliaktiivinen laser sekä differentiaalinen GPS	Infrapuna- hakupää	Infrapuna sekä puoliaktiivinen laser
Kantama	7 500 m	10 500 m	7 500 m	8 000 m

Lähde: Jane's Information Group