

# TAKTIIKAN JA SOTATEKNIIKAN KEHITTÄMISEN ASETTAMIA VAATIMUKSIA KENTTÄTYKISTÖN TULEN KÄYTÖLLE

Yleisesikuntaeverstiluutnantti Erkki M ä k i ja  
yleisesikuntamajuri Jouko A l a s j ä r v i

## JOHDANTO

Yleinen tekniikan kehittyminen 1970- ja 1980-luvulla, erityisesti elektroniikan ja tietokonetekniikan alalla, on mahdollistanut uusien sotateknisten välineiden ja menetelmien kehittämisen ja käyttöönoton jopa siinä määrin, että niiden vaikutusta sodankäyntiin ja taktiikkaan 1980-luvun lopulla ja 1990-luvulla voitaneen pitää merkittävänä. Joukkojen organisaatioissa, käyttöperiaatteissa ja käyttöalueissa tapahtuneet muutokset sekä eri asejärjestelmien ja välineiden kehittyminen ovat toisaalta asettaneet uusia vaatimuksia oikea-aikaisille, tarkoituksenmukaisille ja taloudellisten resurssien puitteissa oleville vastatoimenpiteille. Tämä on heijastunut uusina teknisinä ja sotateknisinä vaatimuksina sodankäyntivälineelle, erityisesti eri asejärjestelmille.

Sotatekniikan alalla ei lähivuosien aikana liene tulossa käyttöön niin perustavaa laatua olevia uusia menetelmiä tai laitteita, että ne muuttaisivat tavanomaisin aseina käytävää sodankäyntiä ratkaisevasti. Kehitystyön kohteina ja jo käytössä olevat sotatekniset menetelmät ja välineet tulevat kuitenkin oleellisesti parantamaan nykyisten asejärjestelmien käyttövalmiutta ja tehokkuutta. On myös mahdollista, että jollakin sotatekniikan osa-alueella tapahtuu niin suurta kehitystä, että se aiheuttaa tietyn järjestelmän kokonaisuusimistarpeen tai vaikeuttaa jonkin olemassa olevan järjestelmän käyttöä ratkaisevasti. Viimeksi mainittu saattaa tulla kyseeseen nimenomaan elektronisen sodankäynnin ja siinä käytettävän tekniikan alueella.

Kenttätykistöasejärjestelmämme, johon sisällytetään kenttätykistö ja raketinheittimistö, on edellä mainitun taktiikan ja sotatekniikan kehittymisen myötä uusien, aikaisempaa selvästi vaativampien haasteiden edessä. Nämä vaatimukset kohdistuvat niin kenttätykistöasejärjestelmän eri osajärjestelmiin — tulenjohto-, tuliasema-, mitaus-, viesti- ja huoltotoiminta sekä tiedustelu ja johtaminen — kuin käytettäviin menetelmiin ja välineisiin. Kenttätykistöasejärjestelmältä edellytetään 1990-luvun taistelukentän oloissa

- kykyä vaikuttaa tehokkaasti sekä panssaroiuihin ja linnoittautuneisiin maaleihin että suojautumattomaan ja heikosti suojautuneeseen elävään voimaan
- kykyä nopeasti ja oikea-aikaisesti keskittää tai hajauttaa tulen käyttö tarkoituksenmukaisella tavalla
- kykyä sietää elektronista häirintää ja suojautua elektroniselta tiedustelulta
- kykyä toimia pimeällä sekä vaikeissa sää- ja maasto-oloissa
- kykyä tiedustella ja paikantaa maalit sekä viestittää ne vaikutusammunnan edellyttämällä tarkkuudella ja vaatimassa ajassa myös toimittaessa laajoilla vastuualueilla sekä

— kykyä sietää erityisesti ilma-aseen ja vastatykistötoiminnan tulivaikutusta.

Kirjoituksessa tarkastellaan kenttätykistöasejärjestelmämme käyttöä ja suoritevaatimuksia taistelukentän eri elementtien — tuli, liike, suoja ja johtaminen — kannalta sekä uuden sotatekniikan mukaisten taisteluvälineiden käyttötarvetta ja niiden merkitystä koko kenttätykistöasejärjestelmän suorituskyvyille. Taloudellisten tekijöiden vaikutusta ja taloudellisten resurssien aiheuttamia rajoituksia ei kirjoituksessa käsitellä eräitä viitteellisiä mainintoja lukuunottamatta. Kirjoitus perustuu pääosin kirjallisiin lähteisiin ja lehtiartikkeleihin, jotka on lueteltu kirjoituksen lopussa.

## 1 KENTTÄTYKISTÖN MAALIT

### 1.1 Maalityypit

#### 1.1.1 Yleistä

Ammunnat voidaan jaotella useilla eri perusteilla kulloisenkin käyttötarkoituksen mukaan. Eräs yleisessä ampumaopissa käytetty peruste on tuliaseman ja maalin sijaintiin ja liiketilään perustuva ammuntojen jaottelu, jonka mukaan kenttätykistön ammunnat ovat kiinteästä tuliasemasta kiinteään tai liikkuvaan pintamaaliin tapahtuvia ammuntoja. Kiinteään tai hitaasti liikkuvaan ( $v \leq 1,67$  m/s) pintamaaliin käytetään paikallaan olevan maalin ampumamenetelmiä ja nopeasti liikkuvaan maaliin liikeammuntamenetelmiä.

Yksittäisen aseiden tai asejärjestelmän kehittäminen ja tehokas käyttö määräytyvät monien eri tekijöiden yhteisvaikutuksena. Vaatimusten lähtökohtana on tulen tarve, joka yleensä ilmaistaan määrättyä tyyppiä edustavan maalin avulla. Maalin suhteen esitetään tarvittava vaikutusvaatimus. Toisaalta on selvitetävä olemassa olevan asejärjestelmän vaikutusmahdollisuudet niihin maaleihin, joita sotatekniikan ja taktiikan kehittäminen aikaansaavat.

#### 1.1.2 Maalit ja niiden yleinen jako

Maalilla tarkoitetaan yleensä kohdetta, joka saatetaan tietyn aseiden tai asejärjestelmän sotilaallisesti tarkoituksenmukaisen vaikutuksen alaiseksi. Aseiden tai asejärjestelmän vaikutuksen selvittämisen perustaksi laaditaan ns. maalianalyysi, jolla tarkoitetaan maalien analyttistä tutkimista tavoitteena tuottaa maali, jonka avulla voidaan ratkaista tulen tarkoituksenmukainen ja taloudellinen käyttötapa halutun vaikutuksen aikaansaamiseksi.

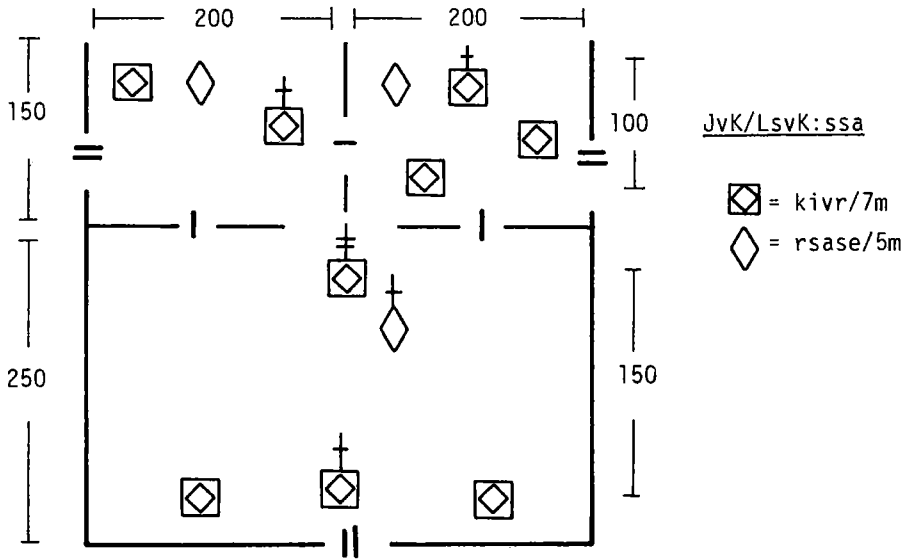
Maalit voidaan jakaa sijaintinsa ja laatunsa perusteella

- maaleihin, jotka ovat ilmassa
- maaleihin, jotka ovat vedessä
- maaleihin, jotka panssari eri tavoin sovellettuna muodostaa
- maaleihin, jotka maanpinta sellaisenaan muodostaa
- maaleihin, jotka erilaiset ihmisen aikaansaamat tekumuodot (tiet, sillat, rakennukset) muodostavat
- maaleihin, jotka eri tavoin aikaansaadut linnoitteet muodostavat ja
- maaleihin, jotka muodostuvat suojautumattomasta elävästä voimasta.

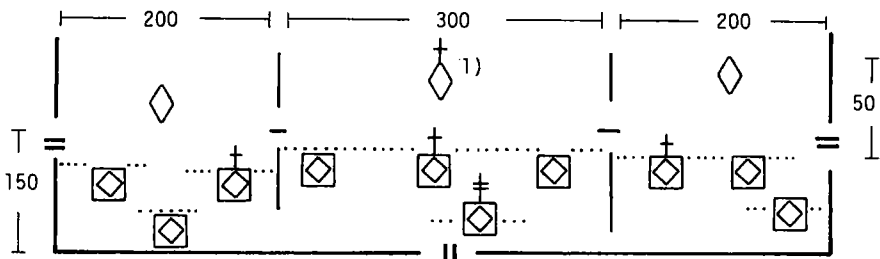
Kenttätykistön päätehtävän mukaisesti sen maaleina eivät tule kyseeseen ilmassa ja vedessä olevat maalit. Veden pinnalla olevista maalityypeistä voidaan kenttätykistöllä tulittaa ampumamenetelmistä johtuen lähinnä hitaasti liikkuvia maihinnoisuusastoja, määrättyä reittiä kulkevia aluksia ja alusosastoja (liikketorjunta) taikka purkamisen, lastaamisen tai vaurioitumisen vuoksi paikallaan olevia aluksia.

### 1.1.3 Kenttätykistön tyypilliset maalit

Edellä olevan perusteella voidaan kenttätykistön tyypillisinä maaleina pitää eri tavoin suojautuneita, ryhmittyneitä ja liikkuvia joukkoja, eri tavoin panssaroitujen ajoneuvojen ryhmityksiä, linnoituslaitteita, maaston tekemuotoja sekä eri tavoin suojautuneita ja ryhmittyneitä tulasemia. Taulukoissa 1—2 ja kuvissa 1—6 pyritään kuvaamaan erilaisten maalien ryhmitysalueita ja -periaatteita, maaleissa esiintyvien maali-alkioiden laatua ja määrää sekä yksittäisten maali-alkioiden kokoa ja laatua.



KUVA 1: Vahv PsJvK:n kohtaamishyökkäys



1) Maastosta riippuen voivat olla myös psjv:n ryhmityksessä tai sen takana

KUVA 2: Vahv PsJvK:n hyökkäys puolustusvalmista vihollista vastaan

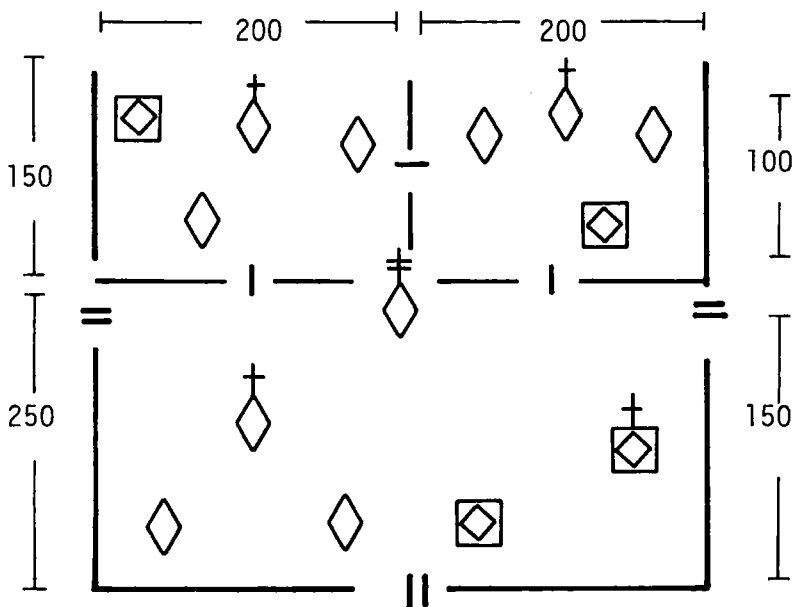
Taulukko 1: Kenttätykistön tyypillisiä maaleja

MAALIN LAATU	MAALIN KOKO	MAALIALKIOIDEN LAATU	MAALIALKIOIDEN MÄÄRÄ	HUOM
PSJVJ				AJON 50 m välein
— hyökkäyksessä jalan	150mx50m	MIES RPSV	22 3	+ 2 m/rpsv
— etenemis- ryhmityksessä	100mx100m	RPSV	3	à 9 m
— puolustuksessa	200mx150m	PESÄKE ASEPESÄKE	3 3	à 7 m à rpsv/kk(tki)
MLKOMPP				
— laskeutumisalue	150mx50m	HEKO	3 x 4 (90m)	Psjvk/heko (joukkueet peräkkäin)
— pudotusalue	400mx800m	MIES	115	
— ryhmitysalue	500mx500m	MIES	90/115	
VAHV PSJVK				PSJVK + PSVJ
— hyökkäyksessä jalan	700mx200m	MIES RPSV/PSV	70 10/3	
— etenemis- ryhmityksessä	400mx400m	RPSV/PSV AJON	10/3 2	kuljetuspsv
VAHV PSVK				PSVK + PSJVJ
— etenemis- ryhmityksessä	400mx200m	PSV/RPSV KULJPSV	10/3 1	à 4 m/9 m à 3 m
KTPTRI				
— tuliasemassa	300mx150m	MIES TKI	60 6	rakhptri 50 m telatki à 4 m
KTPSTO				
— tuliasemassa	1,5kmx1km	MIES TKI	250 18	
KRHJ				
— tuliasemassa	150mx100m	MIES KRHPSV KULJPSV	10 4 3	4 x 120 krh à 3 m à 1 m

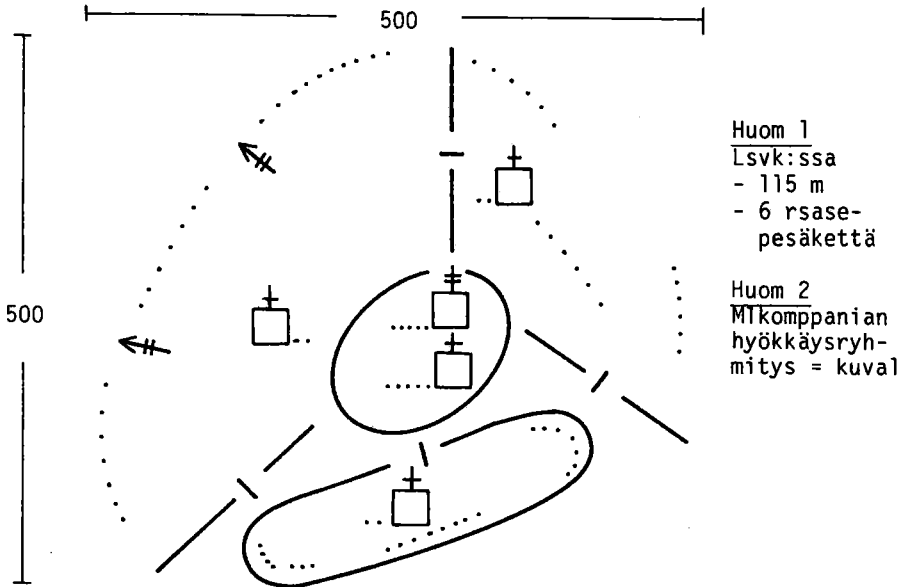
- Johtamispaikkojen ryhmitysalueet vastaavat taulukon 1 maalityyppejä siten, että
- divisioonan esikunta vastaa telahaupitsipatteristoa tuliasemassa, mutta henkilöstön määrä on kaksinkertainen
  - divisioonan komentopaikka ja prikaatin esikunta vastaavat vahvennetun panssarijalkaväkikomppanian etenemisryhmitystä sekä
  - pataljoonan komentopaikka vastaa panssarijalkaväkijoukkueen etenemisryhmitystä.

Taulukko 2: Maalialkioiden kokoja ja suojavahvuuksia

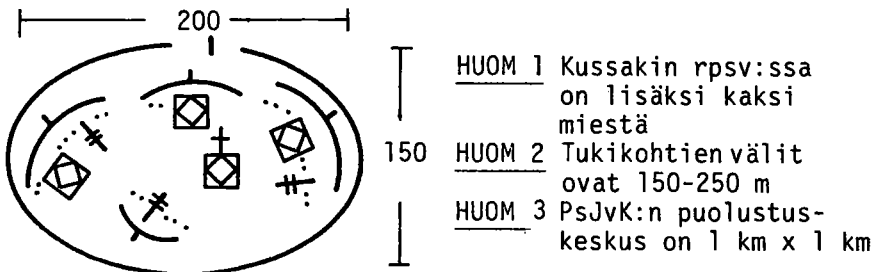
MAALIN LAATU	MAALIN KOKO	MAALIN SUOJA	HUOM
TAISTELUPSV	7,5 m x 3,6 m x 2,8 m	100 mm 80 mm 60 mm 30 mm 20 mm	Torni/etups sivups tornin kattops moottorin kansips pohjaps
RYNNÄKKÖPSV	6,5 m x 3,0 m x 2,5 m	30 mm 20 mm 10 mm	etups sivups pohjaps
KULJETUSPSV	6,0 m x 2,8 m x 2,3 m	15 mm 10 mm 10 mm	etups sivups pohjaps
MIES			
— suojatön	0,4 m <sup>2</sup>		
— suojutunut	0,2 m <sup>2</sup>		
— avopoterossa	0,1 m <sup>2</sup>		ampuva



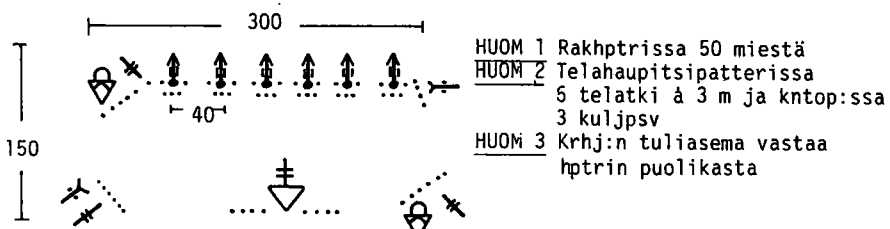
KUVA 3: Vahv PsvK:n kohtaamishyökkäys



KUVA 4: Maahanlasketun jvk:n puolustusryhmitys



KUVA 5: Panssarijalkaväkijoukkueen puolustusryhmitys



KUVA 6: Haupitsipatteri tuliasemissa

### 1.1.4 Maalien esiintymistiheydet

Maalien esiintymistiheydellä tarkoitetaan yksittäisen maalityypin suhteellista osuutta kaikista taistelukentällä esiintyvistä maaleista.

Yleisimmät maalityypit sisältävät henkilöstöä, panssaroituja tai panssarioimattomia ajoneuvoja sekä erilaisia jalkaväen tai tykistön aseita. Tavanomaisin maalityyppi on rynnäkkö- tai kuljetuspanssarivaunuissa taikka niiden tukemana etenevä tai ryhmittynyt jalkaväki, joka edustaa joukkotyyppistä riippuen 40—50 % kaikista kenttätykistön maaleista. Tavanomaisin maalin suuruus on komppania, jota on mahdollisesti vahvennettu panssarivaunuilla sekä panssarintorjunta- ja ilmatorjunta-aseilla. Toinen hallitseva maalityyppi on tykistön, kranaatinheittimistön tai panssarintorjunta-aseiden tuliasema, joita on 30—40 % kaikista maaleista. Tuliasemista puolet on panssarintorjunta-aseiden tuliasemia. Loput maalit ovat johtamispaikkoja, joiden esiintymistiheys on 10 % suuruusluokkaa, sekä huollon ryhmitysalueita (noin 5 %).

Eri maalityyppien maali-alkioiden laatua tarkasteltaessa voidaan todeta, että henkilöstö on pääasiallinen vaikutuksen kohde lähes kolmessa maalissa neljästä. Muista maali-alkioista muodostavat ratkaisevan osan panssaroidut ajoneuvot, joista rynnäköpanssarivaunut edustavat lähes kahta kolmasosaa ja taistelupanssarivaunut runsasta neljännestä. Näin ollen tärkeimpinä epäsuoran tulen vaikutuskohteina voidaan pitää henkilöstöä sekä rynnäköpanssarivaunuja.

## 2 KENTTÄTYKISTÖN TULIVOIMA

### 2.1 Tykkikalustojen ja ampumatarvikkeiden kehittämisenäkymiä

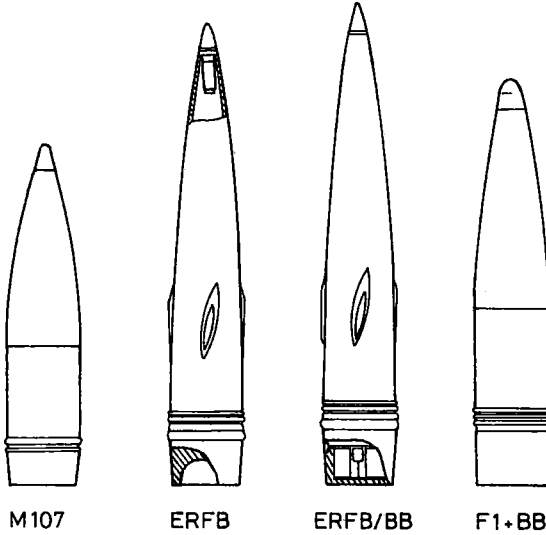
Viime vuosien aikana on tykkikalustojen ja niiden ampumatarvikkeiden kehittämisessä ollut nähtävissä samanlaisia piirteitä eri puolilla maapalloa. Pyrkimyksenä on ollut kevyimpien tykkikalustojen korvaaminen raskailla tykeillä, tela- tai panssaritykistön kehittäminen vedettävän tykkikaluston ohella sekä ampumaetäisyyksien lisääminen lähinnä ampumatarvikkeita kehittämällä. Yleisesti ollaan siirtymässä 152 ja 155 mm, jopa 203 mm tykkeihin, joiden kantamat vaihtelevat tykkikalustosta ja ampumatarvikkeesta riippuen 18—32 kilometriin. Tietyillä erikoisampumatarvikkeilla on päästy lähes 40 km ampumaetäisyyksiin. Kevyet tykit (100—105 mm) ovat jäämässä erikoisjoukkojen kuten maahanlaskujoukkojen tykkikalustoiksi. Varsovan liiton maissa on edelleen käytössä 122 mm vedettäviä tai panssarihauptseja sekä 130 mm kanuunoita.

Raketinheittimistön kehityssuuntana näyttää olevan kaliiperin kasvamisen lisäksi ampumatarvikkeiden monipuolistuminen. Tavanomaisten sirpalevaikutteisten raketien lisäksi on kehitetty lähinnä länsimaissa kuorma-ammusraketteja, jotka sisältävät sirpale- ja onteloammuksia tai jalkaväki-, ajoneuvo- ja panssariimiinoja. Yhden kuorमारaketin sisällä saattaa olla useita satoja sirpaleonteloammuksia tai kymmeniä miinoja.

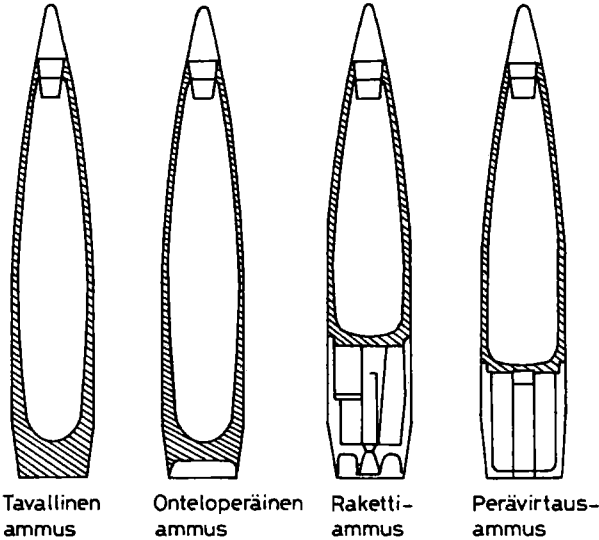
Myös tavanomaisille kenttätykeille on kehitetty kuorma-ammuksia, joissa on 60—

88 kpl sirpale- tai ontelosirpaletyträmmuksia taikka 9—36 kpl ajoneuvo-, panssari- tai jalkaväkimiinoja.

Kantamien lisäämiseen on pyritty pienentämällä ammusten ilmanvastusta muotoilemalla ammusta (kuva 7) ja sen peräosaa, käyttämällä perävirtausammusta (kuva 8) tai rakettiammusta. Ammuksen muotoilulla on saavutettu 10—20 %, perävirtausammuksilla 20—30 % ja näiden yhdistelmällä jopa yli 40 % kantaman lisäyksiä.



Kuva 7: Suuren kantaman ammusratkaisuja (ERFB, ERFB/BB ja F1 + BB)



Kuva 8: Nykyaikaisten ammusten peräosaratkaisuja



Epäsuoran tulen tehoa on pyritty lisäämään lähinnä yksittäisen laukauksen tehoa ja osuvuutta parantamalla. Tätä tarkoitusta varten on kehitetty ammunnan valmistelun tarkkuutta ja nopeutta ammunталaskimilla ja nykyaikaisilla mittausvälineillä sekä ohjattavia ja ohjautuvia ammuksia. Viimeksi mainittuja on kehitetty epäsuoran ammunnan panssarintorjuntatehtäviä varten. Ohjattavista kenttätykistön panssarintorjunta-ammuksista mainittakoon Copperhead-ammus, jonka ohjaus perustuu maasta tai ilmasta tapahtuvaan laservalaisuun lentoradan loppuosalla. Ohjautuvista ammuksista mainittakoon SADARM, jonka hakupää kykenee tunnistamaan panssarivaunun ja laukaisemaan ammuksen taistelukärjen sopivalla etäisyydellä kohteesta.

## 2. 2. Epäsuoran tulen osuvuus

### 2.2.1 Ammunnan valmistelun hajonta

Ammunnan valmistelun tarkkuuteen vaikuttavat

- patteristo- ja patterikohtaiset lähtönopeusvirheet
- sään mittauksessa ja säätietojen käytössä tehdyt virheet
- ammunnan valmisteluun sisältyvän laskennan virheet
- tuliasemien mittausten tarkkuus sekä
- maalin paikantamisen tarkkuus.

Patteriston ammunnan valmistelun keskihajonnan suuruus voidaan laskea kaavalla

$$\Delta X_{\text{psto}} = \sqrt{\Delta X_{\text{top}}^2 + \Delta X_{\text{ball}}^2 + \Delta X_{\text{sää}}^2 + \Delta X_{\text{C}}^2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta X_{\text{top}} = \text{topografisen valmistelun keskihajonta} \\ \Delta X_{\text{ball}} = \text{ballistisen valmistelun keskihajonta} \\ \Delta X_{\text{sää}} = \text{säättekijöiden vaikutuksen keskihajonta} \\ \Delta X_{\text{C}} = \text{ballistisen kertoimen vaikutuksen keskihajonta} \end{array} \right.$$

Käytettäessä 1 : 50 000 karttaa, käsisuuntakehää ja stereoetäisyysmittaria alle 1 000 m tai laseretäisyysmittaria alle 2 000 m tähytysetäisyyksillä sekä nykyistä taso- ja mittauskalustoa on maalin paikantamisesta, tuliportaan mittauksista sekä maalin ja tuliportaan k-koordinaatin virheestä johtuvan topografisen valmistelun keskihajonta 0,4 — 0,8 % ampumaetäisyydestä. Ballistisen valmistelun keskihajonta on nykyisellä laskentamenetelmällä 1,0—1,4 % ampumaetäisyydestä. Käytettäessä lähtönopeustutkaa on ballistisen valmistelun keskihajonta 0,3 — 0,4 % ampumaetäisyydestä. Säättekijöiden vaikutuksen keskihajonta on nykyisellä sääkalustolla ja laskentamenetelmällä sään muutosnopeudesta ja säätietojen vanhuudesta riippuen 0,8 — 1,4 % ampumaetäisyydestä. Ballistisen kertoimen vaikutuksen keskihajonnaksi voidaan arvioida 0,1 — 0,2 % ampumaetäisyydestä. Näillä lähtöarvoilla saadaan ammunnan valmistelun keskihajonnaksi ampumaetäisyydessä keskimäärin

$$\Delta X_{\text{psto}} = \sqrt{\left(\frac{0,6}{100}\right)^2 + \left(\frac{1,2}{100}\right)^2 + \left(\frac{1,1}{100}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{100}\right)^2} = 1,75 \%$$

ampumaetäisyydestä. Käytettäessä lähtönopeustutkaa on patteriston ammunnan valmistelun keskihajonta 1,3 % ampumaetäisyydestä.

Saadut prosenttiluvut tarkoittavat käytännössä sitä, että keskimääräisissä oloissa tavanomaisilla ampumaetäisyyksillä on patteriston ammunnan valmistelun virhe ampumaetäisyydessä 68 % varmuudella pienempi kuin 1,75 % (1,3 %). Alueellisilla tarkistusammunnoilla voidaan ammunnan valmistelun keskihajonta pienentää 1,0 % (0,9 %):ksi ampumaetäisyydestä. Alueelliset tarkistusammunnat poistavat osan ballistisen valmistelun ja säätekijöiden vaikutuksen virheistä.

Ballistisen ammunnan valmistelun hajonta leveyssuunnassa on kolmasosa hajonnasta ampumaetäisyydessä eli

$$\Delta Y_{psto} = 0,6 \% \text{ ampumaetäisyydestä.}$$

Alueellisten tarkistusammuntojen jälkeen on patteriston ammunnan valmistelun keskihajonta leveyssuunnassa 0,3 % ampumaetäisyydestä.

Raketinheitinpatterin ammunnan valmistelun keskihajonta on tykkipatteri ammunnan valmistelun keskihajontaa suurempi aktiivisen lentoratavaiheen häiriötekijöistä, etenkin tuulen vaikutuksesta johtuen. Raketinheitinpatterin ammunnan valmistelun keskihajonta ampumaetäisyydessä on

$$\Delta X_{rakh} = 1,5 - 2,0 \% \quad \text{ja sivusuunnassa} \quad \Delta Y_{rakh} = 0,6 - 1,0 \%$$

ampumaetäisyydestä.

### 2.2.2 Ammunnan hajonta

Ammunnan hajonta on toisistaan riippumattomien, satunnaisten virheiden aiheuttamaa iskemien poikkeamista iskemäkeskipisteestä. Ammunnan hajontaan vaikuttavat

- patteri- ja tykkikohtaiset lähtönopeuserot
- ammunnan laskennassa eri pattereissa syntyneet erot
- tulipatterien mittaripisteiden satunnaiset erot
- tykkien paikkojen satunnaiset erot sekä
- ammusten ballistisen kertoimen satunnaiset erot.

Ammunnan hajonta noudattaa normaalijakaumaa, joten 50 % iskemistä on  $\pm 1$  todennäköisen poikkeaman alueella sekä pituus- että leveyssuunnassa. Patteriston keran hajonta on 82 % varmuudella seitsemän todennäköisen poikkeaman alueella. Konaishajonta on kahdeksan todennäköistä poikkeamaa sekä pituus- että leveyssuunnassa.

Patteriston todennäköisen pituuspoikkeaman suuruus voidaan laskea tykin todennäköisestä pituuspoikkeamasta likiarvokaavalla

$$r_p \text{ psto} = 1,5 \quad r_p \text{ tki}$$

Tykin todennäköisen pituuspoikkeaman suuruus riippuu lähtönopeudessa, putken korotuksessa, ammuksen ballistisessa kertoimessa ja säätekijöissä esiintyvistä satun-

naisista eroista. Lyhyillä ampumaetäisyyksillä ja vanhoilla ampumatarvikkeilla  $r_p$ :n suuruus on 0,5—0,6 % ampumaetäisyydestä ja suurilla ampumaetäisyyksillä ja uusilla ampumatarvikkeilla 0,3—0,4 % ampumaetäisyydestä.

Patteriston todennäköisen pituuspoikkeaman suuruus on siten

$$r_p \text{ psto} = 0,45 - 0,9 \%$$

ampumaetäisyydestä. Patteriston todennäköisen leveyspoikkeaman suuruus on kolmasosa pituuspoikkeamasta eli

$$r_l \text{ psto} = 0,15 - 0,3 \%$$

ampumaetäisyydestä.

Raketinheittimen todennäköinen pituuspoikkeama ja sivupoikkeama ovat kumpikin 0,3—0,4 % ampumaetäisyydestä ja raketinheittinpatterin 0,4—0,6 % ampumaetäisyydestä.

### 2.3 Epäsuoran tulen käytön periaatteet

Tavanomaisimpien maalityyppien suoja-asteen ja liikkumiskyvyn kasvaminen maastokelpoisten, ainakin kevyesti panssaroitujen ajoneuvojen määrän ja käytön lisääntymisen myötä vaatii epäsuoran tulen käytöltä ja sen valmisteluilta entistä suurempaa nopeutta ja tehokkuutta.

Maaleihin käytettävissä oleva tulitusaika tavanomaisilla tähytysvälikkeillä (0,5—2,0 km) ja maalien suoja-asteen kohoaminen sekä liikkeellä olevien maalien muodostuminen joukosta yksittäisiä, osuman vaativia pistemaaleja edellyttävät epäsuoran ammunnan osumatodennäköisyyden selvää parantamista. Se on mahdollista joko nostamalla tulen tiheyttä tai parantamalla yksittäisen laukauksen osumatodennäköisyyttä ja tehoa. Edellinen vaatii tulen käytön järjestelmältä kykyä keskittää useiden tuliyksiköiden tuli nopeasti samalle maalialueelle sekä suurta hetkellistä tulinopeutta järjestelmään kuuluvilta aseilta. Jälkimmäinen vaatii tarkoituksenmukaisten, hinta- ja tehokkuussuhteeltaan edullisten erikoisampumatarvikkeiden kehittämistä ja hankkimista.

Tavanomaisimpien maalien oikea-aikainen tulittaminen perustuu tehokkaaseen, tosiaikaiseen maali-tiedusteluun sekä tulen käytön oikeuksien jakamiseen ennalta taistelun kehittymistä vastaavalla tavalla. Näiden edellytyksenä ovat koko vastuualueen kattava epäsuoran tulen johtamis- ja tiedustelujärjestelmä, häirinnän sietävät, nopeat viestiyhteydet sekä kaikki tulenkäytön osajärjestelmät ja koko tulen käytön kattavat oikea-aikaiset ja tehokkaasti toteutetut valmistelut.

Pääosa epäsuoran tulen käytöstä kohdistunee 4—16 km etäisyydelle tuliasemista, mutta osa maaleista, kuten isot johtamispaikat, tietyt tuliasemat, reservijoukkojen ryhmitysalueet ja suuret huoltokeskukset, sijaitsevat 20—30 km etäisyydellä tuliasemista. Näin ollen osalla tuliyksiköistä on oltava riittävän suuri kantama tai määrätty osa ampumatarvikkeista on oltava pitkän kantaman erikoisampumatarvikkeita.

Nopeat tilanteen muutokset ja taistelun kiivaus sekä samanaikainen toiminta laa-

joilla alueilla vaativat tulenkäyttöjärjestelmältä suurta joustavuutta. Tulen käytön keskittämisen lisäksi on kyettävä tarvittaessa jakamaan tuli usean samanaikaisen tarvitsijan kesken tarkoituksenmukaisella, taistelun päämäärää parhaiten palvelevalla tavalla. Toinen vaatimus tulenkäyttöjärjestelmälle on tulen käytön jatkuvuus vastustajan tulivaikutuksesta ja tuettavan joukon liikkeestä huolimatta. Nämä ovat mahdollisia vain keskittämällä riittävä määrä tuliyksiköitä saman, välittömän johdon alaiseksi. Tämän tyyppinen "tulikeskusjärjestelmä" luo myös hyvät edellytykset tulenjohtoportaalalle olla selvillä viestiyhteyks- ja tulenkäyttömahdollisuuksista äkillisissäkin tilannevaihteluissa.

Epäsuoran tulen käytöllä aikaansaavat tappiot riippuvat tulitusajasta. Suojautumattomalle henkilöstölle aikaansaatavien tappioiden pääosa muodostuu 3—5 sekunnin aikana, jonka jälkeen tulituksen kohteeksi joutunut joukko suojautuu poteroihin tai ainakin maahan heittäytymällä. Tällöin korostuu yllättävän, suoraan vaikutusammuntana aloitettavan epäsuoran tulen käyttö sekä riittävä tulentiheys. Tulitukseen osallistuvien aseiden on kyettävä ampumaan 3—4 laukausta muutaman sekunnin aikana tulituksen tapahtuessa ns tuliryöppyinä. Suoraan vaikutusammuntana aloitettavan tulen käytön edellytyksenä on joko tarkka ballistinen ja meteorologinen ammunnan valmistelu tai alueellisten tarkistusammuntojen voimassaolo, päämääränä vähintään 30 % tulen osuvuus tulen avauksessa tulitettavaan maaliin.

Linnoittautuneelle henkilöstölle ja panssaroiduille ajoneuvoille aikaansaavat tappiot riippuvat osumien määrästä yksittäisiin maalipisteisiin, jolloin tulen määrää ja samalla tulitusaikaa kasvattamalla päästään haluttuun tulivaikutukseen. Käyttämällä erikoisampumatarvikkeita maalin laadun mukaan ja ohjattavia tai ohjautuvia ammuksia voidaan haluttuun tulivaikutukseen päästä pienilläkin laukausmäärillä. Panssaroiduista ajoneuvoista muodostuneiden maalien liikkumiskyky korostaa ammunnan valmistelujen tarkkuuden ja suuren hetkellisen tulentiheyden merkitystä.

### 3 KENTTÄTYKISTÖN TULEN VAIKUTUS

#### 3.1 Perusteita

Tulen vaikutuksella ymmärretään aseella tai tuliyksiköllä maalissa tai maalialueella aikaansaatavia tappioita. Tulen teholla ymmärretään aikayksikössä aikaansaatavia tappioita. Molemmat ilmoitetaan yleensä prosentteina. Tulen teho saadaan laskemalla tulen vaikutus ja jakamalla se tulitukseen käytetyllä aikamäärällä. Jatkettaessa tulitusta samaan maaliin tulen vaikutus yleensä kasvaa, mutta tulen teho pienenee.

Epäsuoran tulen vaikutus riippuu lähinnä

- tulen osuvuudesta maaliin
- yhden ammuksen vaikutuksesta tai vaikutusalasta maalissa sekä
- tulen kokonaismäärästä.

Epäsuoran tulen teho riippuu lisäksi tulitusnopeudesta ja tulitusajasta.

Tulen osuvuus maaliin epäsuorassa amunnassa riippuu ammunnan valmistelun tarkkuudesta ja ammunnan hajonnan suuruudesta, joita on käsitelty edellisissä kohdissa. Ohjattavien ja ohjautuvien ammusten osuvuutta tarkastellaan epäsuoran ammunnan panssarintorjunnan yhteydessä.

Ammuksen vaikutustavat maaliin ovat sirpale-, paine-, tunkeutumis- ja ruhjovai-  
kutukset sekä moraalinen vaikutus. Elävän voiman osalta välittömiä vaikutustapoja ovat  
sirpale-, paine- ja ruhjovaiikutus. Moraalinen vaikutus on seurannaisvaikutus epäsuo-  
ran tulen käytöstä ja sillä aikaansaatavista välittömistä, fyysisistä vaikutuksista sekä  
muodostuneista tappioista. Panssaroitujen ajoneuvojen ja muun materiaalin sekä lin-  
noituslaitteiden osalta vaikutustapoja ovat lähinnä paine-, tunkeutumis- ja ruhjovai-  
kutus.

### 3.2 Sirpalevaikutus

#### 3.2.1 Sirpalevaikutus elävään voimaan

Ammuksen vaikutusalan suuruus riippuu monista tekijöistä, joista tärkeimmät  
ovat

- maalin laatu ja suoja-aste
- maaston ja maaperän laatu ja peitteisyys
- ammuksen kaliiperi, rakenne sekä räjähdysainetäytteen määrä ja laatu
- ammuksen tulokulma ja -nopeus sekä
- sytytinlaji.

Seuraavassa tarkastellaan epäsuoran tulen sirpalevaikutusta taulukoissa 1 ja 2 esi-  
tettyihin maalityyppeihin. Maasto-, sää- ja keliolot oletetaan keskimääräisiksi samoin  
kuin ampumaetäisyydet ja tulokulmat.

Ammuksen vaikutusalan suuruus voidaan laskea maalin haavoittuvan pinta-alan,  
halutun osumisvarmuuden ja sirpaletihyden sekä ammuksen koosta, rakenteesta ja  
ammustäyteestä riippuvan sirpalemäärän perusteella.

Elävän voiman yksittäinen maalelementti, taistelija, muodostaa pintaräjähteitä  
käytettäessä suojautumattomana keskimäärin 0,4 m<sup>2</sup>, maahan heittäytyneenä 0,2 m<sup>2</sup>  
ja avopoterossa ampuvana 0,1 m<sup>2</sup> suuruisen maalin. Poteroon täysin suojautuneeseen  
maaliin ei pintaräjähteiden sirpaleilla yleensä katsota olevan vaikutusta. Ilmaräjähteitä  
käytettäessä maanpinnalla oleva taistelija muodostaa keskimäärin 0,4 m<sup>2</sup> suuruisen  
maalin ja avopoteroon suojautunut taistelija keskimäärin 0,1 m<sup>2</sup> suuruisen maalin.  
Maaliolkion suuruus riippuu sirpaleiden tulosuunnasta ja tulokulmasta sekä ilmarä-  
jähteillä räjähdyskorkeudesta. Peitteinen maasto ja kalliainen maaperä lisäävät pinta-  
räjähteiden sirpalevaikutusta.

Ainakin yhden sirpaleen osuminen määrätyn suuruiseen maaliin (a) halutulla osu-  
misvarmuudella (p) edellyttää tiettyä sirpaletihyettä (S), joka on laskettavissa kaavalla

$$S = \frac{1}{a} \ln(1-p)$$

Taulukossa 3 on taistelijan muodostaman maalin edellyttämät sirpaletihydet ai-  
nakin yhden sirpaleen osumiseksi 50 % ja 90 % varmuudella.

Taulukko 3: Maalin koon ja osumisvarmuuden vaikutus sirpaletihyteen (sirp/m<sup>2</sup>)

MAALIN KOKO (a)	OSUMISVARMUUS		MAALIN SUOJA-ASTE JA SYTYTTIMEN LAATU
	50 %	90 %	
0,4 m <sup>2</sup>	1,73	5,76	suojautumaton, pinta/ilmaräjähde
0,2 m <sup>2</sup>	3,47	11,5	suojautunut, pintaräjähde
0,1 m <sup>2</sup>	6,93	23,0	avopotero, pinta/ilmaräjähde

Sirpaletiheys riippuu ammuksista muodostuneiden sirpaleiden määrästä sekä niiden vaikutusetäisyydestä. Elävään voimaan vaikuttavien sirpaleiden koko vaihtelee 0,5—10 g sirpaleiden alunopeudesta ja muodosta riippuen. Sirpalevaikutus kasvaa sirpaletiheyden kasvaessa, joten tehollisten sirpaleiden määrän lisääminen on viime vuosina ollut näkyvä kehityssuunta sirpalekranaattien osalta. Tähän on pyritty erityisesti käyttämällä ohjattua sirpaloitumista tai esisirpaloituja ammuksia, jolloin sirpaleille on saatu optimimuoto ja -koko halutun vaikutuksen aikaansaamiseksi. Taulukossa 4 on eräiden kranaattien ja ammusten tehollisten sirpaleiden määrät (N) sekä taulukossa 5 taulukon 3 sirpaletiheyksien perusteella lasketut keskimääräiset vaikutusalat. ICM-kuorma-ammuksen ja MLRS-raketinheittimen tytärammuksen (M42) sirpaleiden määräksi on arvioitu 30—40 kpl 1,5—3 g massaisia sirpaleita. Tytärkranaattien oletetaan jakautuvan tasaisesti 100—200 m säteisen ympyrän alueelle kuorma-ammuksen räjähdyskorkeudesta riippuen.

Tehollisten sirpaleiden määrä riippuu maaston peitteisyydestä ja tasaisuudesta sekä pintaräjähteillä erityisesti tulokulmasta. Peitteisessä maastossa 10—15 % sirpaleista iskeytyy puihin muutaman metrin sisällä räjähdyspisteestä ja epätasainen maanpinta pienentää vastaavasti sirpalevaikutusta. Tulokulman pienentävä vaikutus on 30°—40° tulokulmilla 75—80 % verrattuna 90° tulokulmaan. Tehollisten sirpaleiden määräksi on taulukossa 4 arvioitu 15 % koko sirpalemäärästä tykistöillä, 40 % rakeinheittimistöillä (tulokulma 50°—60°) ja 60 % M42-tytärkranaatilla.

Taulukko 4: Sirpalekranaattien sirpalemääriä

AMMUS	0,5—10 g SIRPALEET	TYTÄR- KRANAATIT	TEHOLLISET SIRPALEET	HUOM
105 tkr	2300	—	345	1) Vanha ammus
122 tkr	2650	—	400	(keskimsirp 28 g)
130 tkr	2900	—	435	2) uusi ammus
152 tkr	3800	—	570	(keskimsirp 2 g)
155—MK4 1)	1400	—	210	3) Tytärkranaatin
155—MK5 2)	14000	—	2100	(M42) keskim
122 rakh	4600	—	1840	sirpaleluku
155 ICM 3)	35 3)	64	1340	
MLRS 3)	35 3)	644	13500	

Sirpaleiden vaikutusetäisyydet (r) ovat laskettavissa kaavalla

$$r = \sqrt{\frac{N}{4,81 \cdot S}}, \text{ jolloin niiden vaikutusalat (A) ovat}$$

$$A = \pi \cdot \frac{N}{4,81 \cdot S} = 0,65 \cdot \frac{N}{S}$$

Taulukko 5: Sirpalekranaattien pintaräjähdeiden vaikutusaloja (m<sup>2</sup>)

AMMUS	0,4 m <sup>2</sup> MAALI		0,2 m <sup>2</sup> MAALI		0,1 m <sup>2</sup> MAALI
	p = 50 %	p = 90 %	p = 50 %	p = 90 %	p = 50 %
105 tkr	130	40	65	20	30
122 tkr	150	45	75	20	40
130 tkr	160	50	80	25	40
152 tkr	210	65	100	30	50
155—MK4	80	25	40	10	20
155—MK5	790	240	400	120	200
155—ICM	510	150	250	75	120
122 rakh	690	210	340	100	170
MLRS	5100	1500	2500	760	1300

### 3.2.2 Sirpalevaikutus panssaroiuihin maaleihin

Sirpaleiden panssarinläpäisykyky riippuu sirpaleiden materiaalista, koosta, muodosta, iskukulmasta ja iskunopeudesta. Näistä oleellisimpia ovat iskunopeus ja massa eli iskuenergia sekä iskukulma. Sirpaleiden muoto on yleensä epämääräinen, mutta esisirpaloinnilla ja ohjatulla sirpaloinnilla voidaan aikaansaada edullisen muotoisia sirpaleita. Täsmätyyppiset panssarisirpalekranaatit voidaan valmistaa kovametallista.

Sirpaleet menettävät hyvin nopeasti ilmassa nopeutensa, joten riittävän iskuenergian säilymiseksi sirpaleilla on oltava riittävä massa ja iskunopeutta selvästi suurempi alkunopeus. Alkunopeuden suuruuteen vaikuttavat ensisijaisesti käytettävän räjähdysaineen laatu ja sen suhteellinen osuus koko ammuksen massasta. Panssarinläpäisyn lisäksi on sirpaleiden kyettävä vaikuttamaan iskuenergiallaan panssarin sisällä olevaan kohteeseen, yleensä henkilöstöön. Tämä edellyttää sirpaleilta tiettyä isku- ja alkunopeuden lisäystä. Tarvittava alkunopeus on sirpaleen massasta ja räjähdyspisteen etäisyydestä riippuen taulukon 6 mukainen tavallisilla teräskuorisilla kranaateilla.

Taulukko 6: Panssarin läpäisyyn tarvittava sirpaleiden alkunopeus (m/s) räjähdys-  
etäisyyden mukaan

SIRPALEEN MASSA	10 mm panssari			20 mm panssari		
	2 m	5 m	10 m	2 m	5 m	10 m
10 g	1750	1950	2300	2600	3000	3500
20 g	1200	1300	1500	2100	2300	2700
40 g	970	1050	1150	1700	1850	2000
60 g	810	870	930	1450	1600	1700
80 g	760	800	860	1350	1450	1600

Nykyaikaisilla räjähdysaineilla, kuten heksotolilla ja oktollilla, ja edullisella räjähdysaineen lataussuhteella on sirpaleille saatavissa alkunopeus 1400—1600 m/s. Vanhoilla trotyylitaytteisillä kranaateilla on sirpaleille saatavissa alkunopeus 1000—1200 m/s. Taulukon 6 mukaan on panssarinläpäisy mahdollista vähintään 20 g sirpaleilla

10 mm panssariin. 20 mm panssaria ei trotyylitäytteisten kranaattien sirpaleilla voida läpäistä kuin yli 60 g sirpaleilla alta 2 m päästä. Kovametallisirpaleiden alkunopeusvaatimukset ovat suunnilleen kaksi kolmasosaa taulukon 6 arvoista. Suurten sirpaleiden muodostuminen eri kaliiperin kranaateista on taulukon 7 mukainen. Samaan taulukkoon on laskettu kyseisten sirpalemäärien sirpaletihetydet (S) eri etäisyyksillä.

Taulukko 7: Suurten sirpaleiden sirpalemääriä ja sirpaletihetyksiä (sirp/m<sup>2</sup>)

AMMUS	SIRP	RÄJÄHDYSETÄISYYS			SIRP	RÄJÄHDYSETÄISYYS	
		2 m	5 m	10 m		> 64 g	2 m
105 tkr	>16 g 160 kpl	2 m 8,3	5 m 1,3	10 m 0,3	> 64 g 3 kpl	2 m 0,2	5 m —
130 tkr	520 kpl	27	4,3	1,1	60 kpl	3,1	0,5
152 tkr	660 kpl	34	5,5	1,4	80 kpl	4,2	0,7

Sirpaletihetyden on oltava 1,0—1,5 sirp/m<sup>2</sup>, jotta rynnäkö- tai kuljetuspanssari-vaunuun (taulukko 2) saataisiin 6—10 kpl läpäisyn mahdollistavaa osumaa. Tällöin saataneen kimmoamisista huolimatta 3—5 onnistunutta läpäisyä ja riittävä tuhovai-utus panssarin suojassa olevaan henkilöstöön. Vaadittuun sirpaletihetyteen päästään 105 mm kranaateilla 10 mm panssariin 2 m etäisyydeltä sekä 130—152 mm kranaateil-la 10 mm panssariin 5 m etäisyydeltä ja 20 mm panssariin 1—2 m etäisyydeltä.

Sirpaleiden massan on oltava 20—80 g, jotta sirpaleilla olisi kyky säilyttää riittävä iskunopeus ja läpäistä panssari. Tämä vaatimus poikkeaa elävää voimaa vastaan tar-koitettujen sirpalekranaattien sirpalekoon vaatimuksista. Panssaroituja maaleja vas-taan olisi käytettävä kovametallista valmistettuja esisirpaloituja tai ohjatun sirpaloin-nin panssarisirpalekranaatteja, joissa on heksotoli- tai oktolitäyte. Tavallisesta teräk-sestä valmistetuilla trotyylitäytteisillä 105—122 mm sirpalekranaateilla voidaan vai-kuttaa 1—2 m etäisyydeltä kuljetuspanssarivaunuihin sekä 130—155 mm sirpalekra-naateilla 2—5 m etäisyydeltä kuljetuspanssarivaunuihin ja 1—2 m etäisyydeltä ryn-näköpanssarivaunuihin.

### 3.2.3 Ilmaräjähteiden sirpalevaikutus

Aika- tai herätesytyttimillä varustettujen sirpalekranaattien sirpalevaikutus niille edullisilla tulokulmilla ja räjähdyskorkeuksilla ovat 1,5—2,0 kertaiset pintaräjähteen vaikutukseen verrattuna. Avopoteroon suojautuneeseen henkilöstöön vaikutukset ovat moninkertaiset pintaräjähteiden vaikutukseen verrattuna. Poteroiden kattami-nen sirpaleenkestäviksi vähentää ilmaräjähteiden aiheuttamat tappiot lähes olematto-miksi.

Ilmaräjähteitä käytettäessä voidaan arvioida sirpaleiden kokonaismäärästä olevan tehollisia suojautumattomaan henkilöstöön ainakin 50—60 % ja avopoteroihin suo-jautuneeseen henkilöstöön 20—30 %, jolloin taulukoiden 3 ja 4 lähtötiedoilla ilmarä-jähteiden vaikutusalat ovat taulukon 8 mukaiset. Osumisvarmuutena (p) ainakin yh-den sirpaleen osumiseksi on käytetty 50 % ja 90 %.



Taulukko 8: Ilmaräjähteiden vaikutusaloja elävään voimaan

AMMUS	0,4 m <sup>2</sup> maali			0,1 m <sup>2</sup> maali		
	TEH	SIRP	p = 50 % p = 90 %	TEH	SIRP	p = 50 % p = 90 %
105 tkr	1260	470 m <sup>2</sup>	140 m <sup>2</sup>	575	55 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>
122 tkr	1460	550 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>	660	60 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
130 tkr	1600	600 m <sup>2</sup>	180 m <sup>2</sup>	725	70 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
152 tkr	2100	790 m <sup>2</sup>	240 m <sup>2</sup>	950	90 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>
155—MKS	7700	2900 m <sup>2</sup>	870 m <sup>2</sup>	3500	330 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>
122 rakh	2530	950 m <sup>2</sup>	280 m <sup>2</sup>	1150	110 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>

Sirpaleiden lukumäärät suojautumattoman henkilöstön osalta vastaavat sirpalekранаattien edullisia (60°—70°) tulokulmia. Avopoteroihin suojautuneen henkilöstön osalta on otettu huomioon pienten tulokulmien (0°—30°) sirpaleiden sirpalevaikutusta pienentävä vaikutus poteron pohjalle suojautuneeseen taistelijaan.

### 3.3 Paine- ja ruhjovaikutus

Painevaikutus kohdistuu välittömästi tai välillisesti elävään voimaan. Painevaikutuksen suuruus riippuu ammuksen räjähdysaineen määrästä ja laadusta, räjähdyspisteen etäisyydestä, kohteesta sekä paineaallon luonteesta ja vaikutusajasta. Jo yhden ilmankehän ylipaine saattaa aiheuttaa pysyviä vaurioita ja kahden ilmakehän paineiskua pidetään tappavana. Tappavan paineen vaikutussäde on ruhjosäteen kanssa samaa suuruusluokkaa. Ruhjosäteen suuruus voidaan laskea kaavalla

$$R = k \sqrt[3]{G} \quad \left\{ \begin{array}{l} k = \text{maaperän kovuudesta johtuva kerroin} \\ G = \text{räjähdysainetytteen massa} \end{array} \right.$$

Tiivis maa:  $k = 1,0$ , täytemaa:  $k = 1,4$

Räjähdyskuopan syvyys on puolet ruhjosäteen suuruudesta.

Eri kaliiperisten ammusten pintaräjähteiden jäykälle iskusytyttimelle lasketut vaikutusalat poteroihin suojautuneeseen elävään voimaan ovat taulukon 9 mukaiset.

Taulukko 9: Pintaräjähteiden vaikutusalat poteroihin suojautuneeseen elävään voimaan

MAAPERÄ	105 mm	122 mm	130 mm	152 mm	155 mm
Tiivis maa	5 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>
Täytemaa	9 m <sup>2</sup>	13 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>	18 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>

Paine- ja ruhjovaikutuksen panssarinläpäisy voidaan laskea kaavalla

$$d \text{ (cm)} = \sqrt[3]{\frac{m_r}{20 \cdot s}} \quad \left\{ \begin{array}{l} m_r = \text{räjähdysaineen määrä (g)} \\ s = \text{räjähdysaineen mukainen kerroin (trotyyli = 1)} \end{array} \right.$$

Kaavan mukaisesti voidaan rynnäkkö- ja kuljetuspanssarivaunujen 10—30 mm panssari sekä taistelupanssarivaunujen moottoritalan 25—30 mm kansipanssari läpäistä 105—155 mm sirpalekranaattien osumilla. Taistelupanssarivaunujen tornin 50—60 mm kattopanssari voidaan läpäistä 150—155 mm sirpalekranaattien osumilla. ICM- ja MLRS-kuorma-ammusten tytäkranaatin (M42/M46) ontelopanoksen läpäisy on 40—60 mm, joten se läpäisee rynnäkkö- ja kuljetuspanssarivaunujen panssarin sekä taistelupanssarivaunun katto- ja kansipanssarin.

### 3.4 Epäsuoran tulen vaikutus ja teho

Epäsuoran tulen vaikutus eri tyyppisiin maaleihin on laskettavissa kaavalla

$$P = 1 - e^{-\frac{a}{A} \cdot n \cdot t \cdot P_{os}}$$

- |   |                 |  |
|---|-----------------|--|
| { | P               | = aiheutetut tappiot (%)   |
|   | a               | = yksittäisen ammuksen vaikutusala tai maalialkioiden yhteinen pinta-ala |
|   | A               | = maalialueen pinta-ala  |
|   | n               | = tulinopeus (ls/min)  |
|   | t               | = tulitusaika (min)  |
|   | P <sub>os</sub> | = tulen osuvuus maalialueelle A  |

Tulen teho saadaan jakamalla saadut tappiot tulitukseen käytetyllä ajalla. Mikäli halutaan selvittää vain tulen vaikutus voidaan tulo  $n \cdot t$  korvata käytetyllä laukaussäärällä. Taulukossa 10 on tulen osuvuus kuvan 9 mukaisiin maaleihin. Ammunnan valmistelun keskihajontana on käytetty kohdan 2.2.1 mukaista 1,75 %/1,0 %. Ammunnan hajonta on määritetty ampumaetäisyydestä riippuen arvoilla  $r_p$  psto = 0,6 - 0,8 % ja  $r_l$  psto = 0,2-0,3 % ampumaetäisyydestä.

Taulukko 10: Tulen osuvuus ( $p_{os}$ ) eri maalityyppeihin

MAALI	AMMUNNAN VALM VIRHE 1,75 %				AMMUNNAN VALM VIRHE 1,0 %			
	AMPUMAETÄISYYS							
	8 KM	12 KM	20 KM	24 KM	8 KM	12 KM	20 KM	24 KM
1a	.234	.134	.061	.042	.426	.290	.156	.123
1b	.323	.164	.097	.046	.554	.343	.172	.133
2a	.337	.188	.133	.069	.578	.393	.236	.198
2b	.992	.860	.461	.328	.999	.949	.694	.573
3	.764	.471	.324	.167	.910	.728	.475	.395
4a	.337	.188	.133	.069	.578	.393	.236	.197
4b	.764	.463	.093	.140	.910	.715	.420	.329
5a	.243	.136	.068	.048	.426	.295	.174	.142
5b	.536	.278	.112	.076	.749	.502	.264	.200

Tarkasteltavina maaleina ovat taulukoiden 1 ja 2 mukaiset maalit. Tulen osuvuus maalialueille on määrätty käyttäen hyväksi normitettua normaalijakaumaa. Ampumaetäisyyksiksi on valittu prikaatitykistön tavanomaiset (8—12 km) ja kaukotoiminnan (20—24 km) ampumaetäisyydet. Taulukossa 11 on esitetty sirpalekranaattien sirpalevaikutus ja taulukossa 12 paine- ja ruhjovaikutus erityyppisiin maaleihin. Vaikutukset eri maalialkioihin ovat taulukoiden 3—8 mukaiset. Osumisvarmuutena ( $p$ ) on käytetty 50 %.

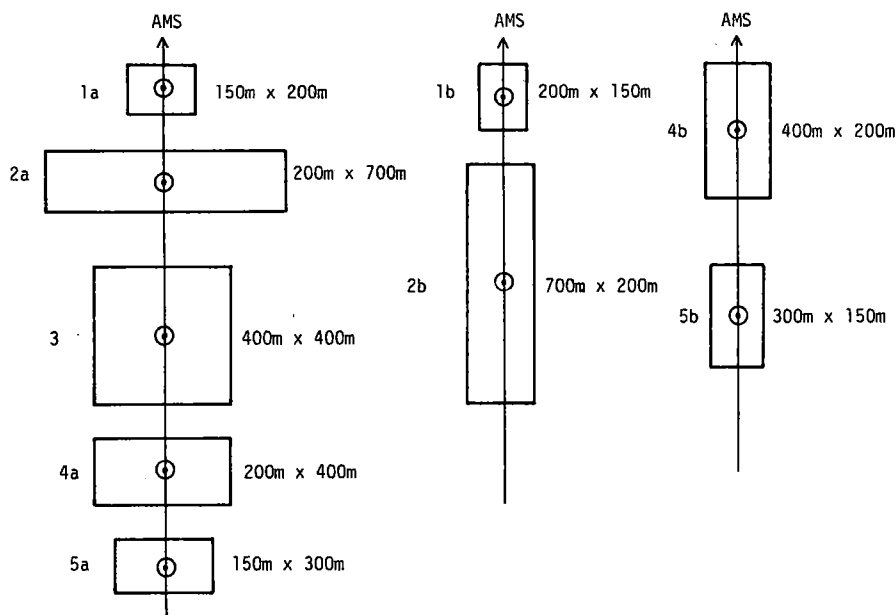
Taulukko 11: Pinta- ja ilmaräjähteiden sirpalevaikutuksen aiheuttamat tappiot (%) eri maalityyppeihin

MAALI	AMMUS	LS- MÄÄRÄ	AMPUMAETÄISYYS			
			8 KM	12 KM	20 KM	24 KM
<b>PSJVJ</b>						
puolustuksessa	122 tkr	72 <sup>1)</sup>	5/7	3/5	—	—
avopoteroissa	130 tkr	48 <sup>1)</sup>	3/5	2/4	1/2	1/1
ampuen	155—MK5	54 <sup>1)</sup>	16/25	11/17	6/9	5/7
200 m x 150 m	155—ICM	54 <sup>2)</sup>	10	7	3	3
28 miestä	122 rak	60 <sup>1)</sup>	10/15	7/10	3/5	—
(a = 0,1 m <sup>2</sup> )	MLRS	18 <sup>3)</sup>	40	36	27	23
<b>Vahv PSJVK</b>						
hyökkäyksessä	122 tkr	72 <sup>1)</sup>	6/20	3/17	—	—
jalan	130 tkr	48 <sup>1)</sup>	4/15	4/13	3/9	2/8
700 m x 200 m	155—MK5	54 <sup>1)</sup>	21/59	18/53	13/41	11/35
90 miestä	155—ICM	54 <sup>2)</sup>	14	12	9	7
(a = 0,4 m <sup>2</sup> )	122 rak	60 <sup>1)</sup>	21/28	18/24	13/17	—
(10 rpsv, 3 psv)	MLRS	18 <sup>3)</sup>	40	36	27	23
<b>KTPATTERI</b>						
tuliasemassa	122 tkr	72 <sup>1)</sup>	7/41	5/30	—	—
300 m x 150 m	130 tkr	48 <sup>1)</sup>	5/31	3/23	2/13	1/10
60 miestä	155—MK5	54 <sup>1)</sup>	25/87	17/75	10/53	8/45
(äpinta = 0,2 m <sup>2</sup> )	155—ICM	54 <sup>2)</sup>	16	11	6	5
a ilma = 0,4 m <sup>2</sup>	122 rak	60 <sup>1)</sup>	23/53	17/40	9/24	—
6 tykkiä	MLRS	18 <sup>3)</sup>	45	33	20	16

1) Pintaräjähde/ilmaräjähde

2) à 64 kpl M42

3) à 644 kpl M42



Kuva 9: Tarkasteltavat maalialueet (taulukko 1, kuvat 1—6)

Taulukot 11 ja 12 on laskettu 1,0 % ammunnan valmistelun virheen mukaan. Tämä vastaa 68 % varmuudella ammunnan valmistelun hajontaa, kun alueelliset tarkistusammunnat on suoritettu.

Taulukossa 12 on 155—ICM:n ja MLRS:n vaikutus panssaroiuihin maaleihin laskettu neljän osuman mukaan. Muut arvot on laskettu yhden osuman mukaan.

Sirpalevaikutusta laskettaessa on henkilöstön maaliakion kokona käytetty taulukoiden 5 ja 8 mukaisia vaikutusaloja sekä panssaroiuihin maaleihin taulukon 2 mukaisia pohjapinta-aloja lisättyä kohdan 3.2.2 mukaisilla vaikutusetäisyyksillä.

Ruhjovaikutus elävään voimaan on laskettu taulukon 9 mukaisilla vaikutusaloilla ja panssaroiuihin maaleihin taulukon 2 mukaisilla, kolmasosalla vähennetyillä pohjapinta-aloilla. M42/M46-tytärarmusten vaikutusalana katettuihin poteroihin suojautuneeseen henkilöstöön on käytetty poteron kokoa (0,25 m<sup>2</sup>) herkän iskusyöttimen takia. Tytärarmusten vaikutusalana panssaroiuun ajoneuvoon on käytetty kolmasosalla vähennettyä pohjapinta-alaa ja taistelupanssarivaunun pohjapinta-alan puolikasta.

Tulen vaikutuksen laskennassa käytetyt laukausmäärät vastaavat patteriston iskua (122—130 mm) tai kolmen laukauksen tuliryöppyä (155 mm) sekä raketinheittimillä jaoksen (3 heitintä) puolisarjaa.

Taulukko 12: Sirpalekранаattien paine- ja ruhjo vaikutuksen aiheuttamat tappiot (%) eri maalityyppeihin

MAALI	AMMUS	LS-MÄÄRÄ	AMPUMAE TÄISYY S			
			8 KM	12 KM	20 KM	24 KM
PSJVJ	122 tkr	72	1	1	—	—
puolustuksessa	130 tkr	48	1	0	0	0
katetuissa	155—MK4	54	1	1	0	0
poteroissa	155—ICM	54 <sup>2)</sup>	2	1	1	1
200 m x 150 m	122 rak	60	1	0	0	—
28 miestä	MLRS	18 <sup>3)</sup>	5	3	2	1
Vahv PSJVK						
etenemisryhmi-	122 tkr	72	10	8	—	—
tyksessä	130 tkr	48	14	13	8	6
400 m x 400 m	155—MK4	54	35	29	20	17
10 rpsv	155—ICM	54 <sup>2)</sup>	70	62	47	41
3 psv	122 rak	60	8	7	5	—
2 kuljpsv	MLRS	18 <sup>3)</sup>	95	91	79	73
KTPATTERI 1)						
tuliasemassa	122 tkr	72	1/19	0/14	—	—
(katetut pote-	130 tkr	48	1/23	0/16	0/9	0/7
rot/telatykit)	155—MK4	54	1/58	0/44	0/28	0/22
300 m x 150 m	155—ICM	54 <sup>2)</sup>	2/64	1/50	1/32	0/26
60 miestä	122 rak	60	1/16	0/11	0/6	—
6 telatykkiä	MLRS	18 <sup>3)</sup>	4/92	3/82	1/61	1/51

1) Tappiot katetuissa poteroissa/telatykeille

2) à 88 kpl M42/M46

3) à 644 kpl M42

### 3.5 Täsmäämmusten vaikutus

Täsmäaseilla tarkoitetaan yleensä aseita tai asejärjestelmiä, joiden osumatodennäköisyys taisteluoloissa määrättyyn maali-alkioon on vähintään 50 %. Kenttätukitöasejärjestelmän täsmäämmukset ovat lähinnä panssarintorjuntaan epäsuorin ammunoin käytettäviä ammuksia. Ne voivat olla ohjattavia, kuten Copperhead-ammus, tai ohjautuvia, kuten Sadarm-ammus.

Täsmäämmusten osumatodennäköisyyteen vaikuttavat tulen osuvuus maaliin sekä ohjausjärjestelmän toimintaetäisyys, toimintavarmuus ja häiriönsieto. Tulen osuvuus riippuu lähinnä maalin paikantamisen ja liiketilan määrittämisen sekä ammunnan valmistelun tarkkuudesta. Täsmäämmusten maali-alkiot, panssarivaunut liikkuvat tavanomaisesti 10—30 km/h taistelukentän oloissa, jolloin tulenaloituspisteen paikantamisen tarkkuus mahdolliset liiketilan muutokset huomioon ottaen on korkeintaan tyydyttävä. Tämän lisäksi maali-alkiot ovat vain lyhyen ajan ohjausjärjestelmän toimintaetäisyyden rajoittamalla alueella. Näin ollen täsmäämmusten tulen osuvuutena voita-

neen käyttää taulukon 10 arvoja ammunnan valmistelun virheen ollessa 1,7 % ampu-maetaisyydestä. Tavanomainen ampumaetaisyys panssarivaunukomppanian ollessa maalina on 6—10 km, joten tulen osuvuus vaihtelee maalin suunnasta riippuen 25—75 %, ollen keskimäärin 30—40 %. Kyseisen maalityypin yhden maali-alkion käyttämä ala on 8 000 m<sup>2</sup> ja täsmäämukseen hakupään etsintäala 250 m x 100 m ellipsi tai 75 m säteinen ympyrä eli vähintään 17 000 m<sup>2</sup>, joten jokainen maali-alkion mukaiselle maali-alueelle osuva täsmäämminen löytää ainakin yhden maali-alkion. Täsmäämysten vai-kuttavana osana on ontelopanos tai ns itsemuovautuva ammus, jotka kykenevät läpäi-semään taistelupanssarivaunun kansipanssarin. Pidettäessä täsmäämysten etsintä-järjestelmän toimintavarmuutena vähintään 50 % saadaan täsmäämuksen tuhoa-mistodennäköisyydeksi yksittäiseen panssarivaunuun 15—20 % tulitettaessa panssari-vaunukomppaniaa.

Copperhead-ammuksen ohjaaminen tapahtuu tulenjohtajan laservalaisulaitteella maasta tai tähystyshelikopterin laservalaisulaitteella ilmasta. Laservalaisulaitteen avauskulma on 1 milliradiaanin suuruusluokkaa, joten näkyvyys- ja maasto-oloista riippuen valaisu voidaan toteuttaa 1—4 km etäisyydeltä panssarivaunun kokoiseen maaliin. Heijastuneiden lasersäteiden voimakkuus mahdollistaa Copperhead-haku-pään toiminnan ainakin 1 000—2 000 m etäisyydeltä. Osa lasersäteestä saattaa heijas-tua maalin edessä tai takana olevista kohteista ja aiheuttaa erityisesti peitteisessä maastossa virheohjauksen. Koska Copperhead-hakupää tarvitsee lentoradan loppuo-salla 10—13 s aikana jatkuvan ohjauksen, aiheuttaa maalina olevan panssarivaunun joutuminen maastokatveeseen tai näköyhteyden katkeaminen maaliin ammuksen har-hautumisen maalin ohi. Laservalaisulaitteen toimintaa voidaan koodatusta lähete-pulssista ja aktiivisen vaiheen lyhytaikaisuudesta huolimatta häiritä. Savujen käytöllä valaisijan ja maalin välissä voidaan Copperhead-ammusten käyttöä rajoittaa tuntu-vasti. Yhden Copperhead-ammuksen tuhoamistodennäköisyyden ollessa 15—20 % tarvitaan yhden panssarivaunun tuhoamiseksi panssarivaunukomppaniasta 3 ammus-ta 50 % varmuudella ja 15—18 ammusta 95 % varmuudella.

Sadarm-kuorma-ammus sisältää kolme itsenäisesti maaliin hakeutuvaa taistelukär-keä. Sadarm-taistelukärkien hakujärjestelmä toimii passiivisesti 95 GHz taajuusalu-eella ja kykenee tunnistamaan maalin panssarivaunun ja maaston muodostaman sätei-lykontrastin perusteella. Hakujärjestelmä ei ole häiritävissä eikä savujenkaan käyttö haittaa merkittävästi taistelukärkien maaliin hakeutumista. Hakujärjestelmä ei kui-tenkaan kykene erottelemaan toimintakuntoista panssarivaunua tuhoutuneesta pans-sarivaunusta tai muusta vastaavan kontrastiherätteen antamasta kohteesta. Yhden Sa-darm-kuorma-ammuksen tuhoamistodennäköisyyden ollessa 15—20 % saadaan yh-den ammuksen kolmella taistelukärjellä panssarivaunukomppaniasta tuhottua yksi vaunu 50 % varmuudella ja kuudella ammuksella 95 % varmuudelle. Kuudella am-muksella saadaan toisaalta 50 % varmuudella tuhottua 3—4 panssarivaunua.

## 4 EPÄSUORAN TULEN KÄYTÖN JOHTAMINEN

### 4.1 Epäsuoran tulen käytön johtamiselle asetettavat vaatimukset

Sotatoimien liikkuvuus, tilanteiden äkilliset vaihtelut sekä maalien nopea liike vaa-tivat epäsuoran tulen käytön johtamiselta suurta nopeutta ja varmuutta. Elektronisen

tiedustelun ja häirinnän yleistyminen ja niiden tehon kasvu edellyttävät johtamisjärjestelmän viestiyhteyksiltä häirinnän sietokyvyn lisäämistä.

Epäsuoran tulen käytön johtaminen on ensisijaisesti taisteluteknillistä johtamista. Johtajien on tunnettava joukkojensa ominaisuudet, käyttömahdollisuudet ja suorituskyky yksityiskohtaisesti. Epäsuoran tulen käytön johtajat eivät ole pelkästään yleisjohtajia, vaan heidän on hallittava myös taistelutekniset toimenpiteet.

Johtaminen vaatii kenttätykistöltä ja epäsuoran tulen käytöltä

- yksinkertaisia, selkeitä komentosuhteita
- kiinteää yhteistoimintaa jalkaväen ja muiden sitä tukevien aselajien kanssa
- jatkuvaa tiedustelua ja taisteluvalmiutta
- kykyä johtaa kaikkien epäsuoraan ammuntaan osallistuvien tulyksiköiden tulta
- kykyä panssarivaunujen ja muiden panssaroitujen ajoneuvojen ryhmitysten tulittamiseen sekä
- yksinkertaisia nopeasti laadittavia tulusuunnitelmia, jotka kyetään pitämään ajan tasalla nopeastikin muuttuvissa tilanteissa eri johtoportaisissa.

Epäsuoran tulen käytön johtaminen edellyttää eri paikkojen välillä komento-, tulikomento- ja yhteistoimintayhteyksiä. Tulikomentyhteyksille asetetaan suurimmat nopeuden, varmuuden ja häirinnän siedon vaatimukset. Komento- ja yhteistoimintayhteyksien nopeusvaatimukset ovat olennaisesti pienemmät. Tulikomentyhteyksissä kymmenet sekunnit ovat tärkeitä, komento- ja yhteistoimintayhteyksissä kymmenet minuutit.

Johtamispaikkojen ja niiden radioasemien oikealla ryhmittämisellä pystytään yksinkertaisimmin lisäämään tulen käytön elektronisen tiedustelun ja häirinnän sietokykyä. Johtamispaikat on sijoitettava lähelle joukkoja siten, että johtamisyhteydet ovat lyhyitä. Elektronisella tiedustelulla vastustaja pyrkii selvittämään muunmuassa kenttätykistön johtosuhteet ja johtamispaikat sekä tulyksiköiden määrän ja ryhmityksen. Kuuntelutiedustelulla pyritään lisäksi selvittämään käynnissä olevan toiminnan laatu ja siihen liittyvä tulen käyttö sekä saamaan viitteitä tulevasta toiminnasta. Elektroninen häirintä kohdistuu ennen kaikkea tulikomentyhteyksiin. Elektronisen sodan käynnin painopiste kenttätykistöjärjestelmän osalta onkin yleensä häirinnässä, jolla oikein ja oikea-aikaisesti toteutettuna on vähintään sama vaikutus kuin onnistuneella vastatykistötoiminnalla.

Epäsuoran tulen käytössä ei voida kaikkialla olla yhtä vahvoja, vaan painopistealueet on pystyttävä määrittämään tarkasti. Johtajien on tunnettava tilanne ja sen arvioitu kehittyminen yksityiskohtaisesti koko vastuualueellaan pystyäkseen oikea-aikaisesti keskittämään useamman tulyksikön tulen suoraan maaliin. Tulyksiköiden tulen keskittäminen edellyttää oikeaa tulasemaryhmitystä. Pystyäkseen käskemään tulenkäytön etuoikeudet sekä ryhmittämään tulyksiköt edellisesti, on johtajien saatava tarvitsemansa tiedot ylemmältä johtoportaalta, tiedusteluyksiköiltä ja alajohtoportailta. Tietojen saanti edellyttää suoraa, nopeita viestiyhteyksiä, joilla on riittävä häirinnän ja tiedustelun sietokyky. Kokonaisuudessaan epäsuoran tulen käytön johtaminen tulee olla välitöntä, oikeisiin tietoihin ja joukon suorituskykyyn perustuvaa. Johtajien on ennakoitava tuleva toiminta mahdollisimman pitkälle ottaen samalla huomiioon tilanteen vaihtoehtoinen kehittyminen.

#### 4.2 Epäsuoran tulen käytön johtamisjärjestelmä

Yhtymän epäsuoran tulen käyttöä johtaa yhtymän tykistöpäällikkö apunaan esikuntaan kuuluva tykistötoimisto (-osasto). Tykistöpäällikkö johtaa toimintaa joko esikunnasta tai komentopaikalta.

Epäsuoran tulen käytön muita johtamispaikkoja ovat

- yhtymän tykistöryhmän
- yhtymän patteriston ja tykistöryhmän patteriston patteristoupseerin
- pataljoonan tulenjohtokomentajan
- mittaustiedustelupatterin ja raketinheitinpatterin sekä erillisyyksiköiden tulenjohtopäällikköiden komentopaikat.

Epäsuoran tulen käytön johtamispaikat on liitettävä yhtymän viestiverkkoon, jolloin eri johtamispaikkojen välillä on tarvittavat varmennetut viestiyhteydet.

Johtaminen perustuu taistelu- ja johtamissuunnitelmaan sekä sen perusteella annettaviin suullisiin ja kirjallisiin käskyihin. Suunnitelmasta käsketään jokaiselle joukolle ainoastaan tehtävä ja sen toiminnassaan tarvitsemat tiedot. Taistelutilanteessa johtamisen tulee perustua välittömiin, nopeasti annettaviin, lyhyihin käskyihin. Tämä edellyttää johtamispaikkojen valintaa siten, että niiltä on hyvät yhteydet alaisiin. Usein on edullisinta, että johtaja pysyy johtamispaikallaan taistelutilanteessa hyvien yhteyksien päässä siirtymättä jatkuvasti joukosta joukkoon ollen muiden joukkojen tavoittamattomissa.

Epäsuoran tulen käytön johtamisessa tarvitaan aina tiedot vastustajan ryhmyksestä, painopisteestä ja tuliyksiköistä sekä arvio sen lähiajan toiminnasta, tiedot omien joukkojen alueajaasta ja tehtävistä, tiestön käytöstä ja huollon järjestelyistä sekä tiedot johtamispaikoista.

Muut välttämättömät tiedot yksityiskohtaisessa johtamisessa on esitetty taulukossa 13.

Mikäli tuliportaalla on tiedossa kaikki tulitoiminnassa ja tulitehtävän toteuttamisessa tarvittavat tiedot voi tuliportaan johtaja päättää myös tulenaloitustavan sekä käytettävän ampumatarvikkeen ja sytyttimen. Taulukoissa 13 ja 14 esitetyt tiedot joudutaan useimmiten viestittämään johtoportaalta toiselle epäsuoran tulen käytön viestiverkoissa. Näiden tietojen nopea käyttöönsaanti edellyttää varmoja viestiyhteyksiä sekä johtajilta nopeata päätöksentekoa ja käskytystä.

Epäsuoran tulen käytön viestijärjestelmän tulee muodostaa toiminnallinen kokonaisuus yhtymän alueella. Viestijärjestelmän on oltava niin joustava, että sen puolesta yhtymään voi kuulua 2—4 perusyhtymää ja 8—16 tuliyksikköä. Viestijärjestelmän tulee mahdollistaa se, että perusyhtymään voi kuulua 3—5 pataljoonaa tulenjohtopatterineen ja lisäksi 1—2 tulenjohtopatteria, neljä tuliporrasta ja kranaatinheitinkompania.

Viestijärjestelmän tulee liittyä saumattomasti yhtymän yleiseen, alueelliseen viestiverkkoon. Puhelin- ja radioverkkojen tulee muodostaa yhteinen kokonaisuus kuitenkin niin, että tarvittaessa voidaan tulla toimeen yksinomaan joko puhelin- tai radioverkoilla.



Taulukko 13. Johtamisessa tarvittavia tietoja

Tiedot	Johtoporras	Ryhmä- upseeri	Pstoups K-ups	Tjkom (PATL)	Tjpääll (KOMPP)
<b>OMAT JOUKOT</b>					
— tuliasemaryhmitys		X	X	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>
— viestiyhteydet		X	X	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup>
— tulenjohtopaikat		X	X	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>
— vastatykistö- suunnitelma		X			
— kaukosuunnitelma		X			
— tulisuunnitelmat		X	X	X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>
— rajoitusalueet		X	X	X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>
— a-tarv tiedot		X	X		
— lähtönopeustiedot		X	X		
— säätiedot		X	X	X	
— viestiliikenne- perusteet		X	X	X	X
— tulenkäytön etu- oikeudet		X	X	X	X

**HUOM**

1. Oman vastualueen osalta
2. Oman vastualueen ja tukevien tuliyksiköiden osalta

Taulukko 14. Tulenjohtamisessa ja tulitoiminnassa tarvittavat tiedot

Tulenjohtamisessa ja tulitoiminnassa tarvittavat tiedot jakautuvat tulenjohtajan ja tuliportaan välillä seuraavan taulukon (taulukko 14) mukaisesti.

Tulenjohtaja	Tuliporras
— maalin koordinaatit ja tarkkuus	• kalustotiedot
• tulenjohtopaikan koordinaattien tarkkuus	• lähtönopeustiedot
• suunnan tarkkuus	• a-tarvikkeet
• etäisyysmittauksen tarkkuus	• tuliasematiedot (mittaukset) sekä niiden tarkkuus
— maaliin haluttu vaikutus	• säätiedot ja tarkkuus
• maalin laajuus	• tulikomento
• maalin liiketila	• tulenkäytön etuoikeudet ja rajoitukset
• maalin suojautumisaste	• tulitoiminta ja tulikomentojen toteutuminen
— tulikomento ja tulenaloitustapa	• korjauskomennot
• tulikomento-yhteydet	
• tuliasemaryhmitys	
• tiedot tarkistusammunnoista	
• tuliportaan valmius ja valmistefun tarkkuus	— vaikutusammunta

Selite: • tarvittava tieto  
— toimenpide/toteutus

### 4.3. Elektronisen sodankäynnin vaikutus epäsuoran tulenkäytön viestiyhteyksiin

Nykyaikaisella tietokonetekniikkaan perustuvalla kuuntelutiedustelujärjestelmällä on muutaman tunnin kuluessa selvitettävissä epäsuoran tulen käytön radioverkkojen rakenne, mikäli näiden verkkojen muodostamisessa tai käytössä ei ole otettu kuuntelutiedustelun mahdollisuutta voimakkaasti huomioon. Kuuntelutiedusteluun liitetyllä paikantamisjärjestelmällä (suuntimot yms) voidaan myöskin radioasemien ja sitä kautta johtamispaikkojen sijainti selvittää ainakin muutaman sadan metrin tarkkuudella jo 2—5 sekunnin mittaisista läheteistä. Johtamispaikkojen sijainnin selvittämistä voidaan vaikeuttaa hajaryhmittämällä radioasemat eri puolelle johtamispaikkaa 200—500 metrin etäisyydelle. Johtamispaikkojen sijainnin ja radioverkkojen rakenteen selvittämisen sekä organisaatioiden ja epäsuoran tulen käyttöperiaatteiden tuntemuksen perusteella on selvitettävissä todennäköiset kenttätykistöjärjestelmän käyttövaihtoehdot. Näistä on tehtävissä johtopäätöksiä tuettavan joukon käynnissä olevasta sekä myös sen tulevasta toiminnasta.

Kenttätykistöjärjestelmän radioyhteyksiin kohdistuva häirintä on tahatonta tai tahallista. Tahaton häirintä muodostuu tavanomaisesta toiminnasta, jossa samalla alueella on panssarijalkaväen ja panssarijoukkojen suuritehoisia ajoneuvoradioita sekä tulenjohtajien kannettavia radioita. Suuntaavista antennista ja radioasemien paikannalinnasta huolimatta tahatonkin häirintä pienentää varman radioyhteysetäisyyden tulenjohtajan ja vasta-aseman välillä 3—6 kilometriin häiritsevän radion ollessa 5 kilometrin etäisyydellä, ja 6—11 kilometriin häiritsevän radion ollessa 10 kilometrin etäisyydellä tulenjohtajan radiosta.

Tahallinen häirintä toteutetaan elektronisen tiedustelun antamien perusteiden mukaisesti erillisillä häirintälähettimillä tai -järjestelmillä. Mikroprosessoripohjaiset yhdistetyt tiedustelu- ja häirintäjärjestelmät kykenevät muutaman sekunnin sisällä automaattisesti aloittamaan häirinnän käsketyllä laajakaistaisellakin taajuusalueella. Häirintälaitteet sijoitetaan ajoneuvoihin, jolloin niiden lähetysteho on 500—1500 wattia, tai helikopteriin, jolloin lähetysteho on 100—500 wattia. Häirinnän ulottuvuuden kannalta ei laitteiden sijoituspaikalla ole ratkaisevaa merkitystä, koska ilmasta toteuttuna häirintälähetteen vaimeneminen on pienempi. Sijoittamalla häirintälähettimet 3—5 kilometrin päähän omista etumaisista joukoista voidaan tahallisella radiohäirinnällä estää radioiden käyttö tulenjohtoyhteyksillä kokonaan tai osaksi häiritävien taajuuksien lukumäärästä riippuen. Tahallisella häirinnällä voidaan ratkaisevasti hidastaa tulenkäyttöä ellei epäsuoran tulen käytön valmisteluissa ole otettu huomioon häirinnän vaikutusta. Tuliportaiden tulikomensoradioyhteyksien häiritsemiseksi on viime vuosina kehitetty kertakäyttöisiä, tietyn ajan toimivia häirintälähettimeä, jotka voidaan pudottaa ilmasta tai jopa ampua tykistöllä ja raketinheittimistöllä tuliasema-alueelle. Nämä toimivat tietyllä taajuusalueella tai määrätyillä taajuuksilla lähettäen koko ajan niin sanottua kohinahäirintää. Edullisesta sijainnistaan johtuen kyseiset pienoishäirintälähettimet kykenevät peittämään alleen hyötysignaalit.

### 4.4. Epäsuoran tulenkäytön viestijärjestelmä

Epäsuoran tulenkäytön viestijärjestelmä muodostu  
— tykistöpäälliköiden käyttämistä puhelinyhteyksistä alajohtoportaisiinsa

- tykistöryhmien ja patteristojen tuliportaiden sisäisistä puhelinverkoista
- tuliportaiden, tulenjohtopatterien ja mittaustiedustelupatterien rakentamista liitymistä yhtymän viestijärjestelmän keskuksiin
- tykistöryhmien ja käyttötuliyksiköiden rakentamista puhelinjohdoista pataljoonien keskuksiin sekä
- tykistöradioilla muodostettavista komentoverkoista ja tulikomentoyhteyksistä.

Viestijärjestelmä on aina osa yhtymän viestijärjestelmästä. Epäsuoran tulenkäytön viestijärjestelmän on oltava toiminnallinen kokonaisuus yhtymässä ja pataljoonissa ja sen on nivellyttävä saumattomasti yhtymien viestijärjestelmiin. Viestijärjestelmän on sovelluttava nopeisiin, liikkuviin sotatoimiin ja kaikkiin taistelulajeihin ja mahdollistettava aselajien yhteistoiminta sekä epäsuoran tulen yhteiskäyttö. Epäsuoran tulenkäytön viestijärjestelmän on sovelluttava myös tiedusteluun sekä tiedustelu- ja paikallisjoukkojen epäsuoran tulenkäyttöön.

Viestijärjestelmän on mahdollistettava kaiken epäsuoran tulenkäyttö kantamien puitteissa yhtymän alueella ja sen on oltava käytövarma myös toimittaessa elektronisen häirinnän alaisena. Viestiliikenne on aina pyrittävä suuntaamaan puhelinjohdoille. Mikäli puhelinjohtoja ei ole rakennettu, käytetään sanomalaiteella varustettuja radioita tai lähettiyhteyksiä. Liikkuivissa sotatoimissa joudutaan pataljoonan alueella käyttämään johtamistoiminnassa pääasiassa radiota. Tällöin viestiliikenne tulee toteuttaa ensisijaisesti sanomalaiteella tai puheliikenteessä 2—3 sekunnin pituisina jaksoina.

Epäsuoran tulenkäytön puhelinjohdot rakennetaan siten, että

- tykistöpäällikkö liitetään tilaajana yhtymän yleiseen puhelinverkkoon
- tykistöryhmät ja yhtymien patteristojen tuliportaat rakentavat puhelinjohdot lähimpään yhtymän keskukseseen
- prikaatin tykistöryhmä rakentaa puhelinjohdon painopistesuunnan pataljoonaan (pataljooniin)
- käyttöpatteristo rakentaa puhelinjohdon (2 kk) sen pataljoonan keskukseseen, jonka käyttötuliyksikkönä se toimii
- raketinheitinpatteri rakentaa puhelinjohdon esikunnan (komentopaikan) keskukseseen tai liittyy armeijakunnan tuliyksiköiden tuliasemakeskuksiin
- tykistöryhmän johtoporras vastaa tykistöryhmän puhelinjohtojen (2 kk) rakentamisesta patteristoihin sekä tykistöryhmää suojaavaan ilmatorjuntayksikköön ja tykistöryhmän huoltokeskukseseen
- mittaustiedustelupatteri rakentaa johdon yleensä armeijakunnan tykistöryhmän tuliasemakeskukseseen sekä
- pataljoonan viestijoukkue ja tulenjohtopatterin viestijaos rakentavat yhteistoiminnassa pataljoonan puhelinverkon pataljoonan komentajan ja tulenjohtokomentajan vaatimusten ja käskyjen mukaisesti.

Puolustuksessa rakennetaan puhelinjohdot painopistesuunnan komppanioihin ja pataljoonan tuliyksiköihin. Pataljoonan kranaatinheitinosasto rakentaa yhteyden pataljoonan keskukseseen ja painopistesuunnan komppaniaan. Pataljoonan komentopaikalla on kaksi keskusta, jotka liitetään kenttäkaapeilla toisiinsa. Keskuksina käytetään 10—14 johdon keskuksia. Keskuksat liitetään yhtymän yleiseen puhelinverkkoon kenttäkaapeilla tai linkeillä.

Viestijärjestelmän radioverkot on muodostettava toiminnallisiksi kokonaisuus-

si toimintasuunnittain. Muodostettavien radioverkkojen tulee olla kevyitä, enintään 3—4 ala-asemaa sisältäviä. Verkot muodostetaan siten, että suuntaavien antennien käyttö on mahdollista. Alajohtoporrasta ei saa sitoa useampaan samanarvoiseen verkkoon. Perusyhtymän epäsuoran tulen radioliikenneverkot muodostetaan VHF-radiolla. Tykistöpäällikön komentoyhteyksinä käytetään vähintään kolmea verkkoa, joista kahteen liitetään tulenjohtokomentajat sekä muut tykistöpäällikön suoranaiset alaiset. Tykistöpäällikön komentoverkkojen ja tuliasemaverkon radioihin liitetään sanomalaitteet. Komentoyhteyksinä tulee ensisijaisesti käyttää yhtymän puhelinyhteyksiä. Tulikomensoradiossa käytetään ympärisäteileviä antennejä. Suuntaavien antennien käyttö valmistellaan ainakin painopistesuuntaan. Tuliportaissa käytetään sanomalaiteita tulikomensoradiossa sekä yhdessä komentoverkossa. Tulikomennot viestitetään ensisijaisesti sanomalaiteilla.

Armeijakunnan epäsuoran tulen radioliikenneverkot muodostetaan edellä esitettyjä periaatteita noudattaen. Ryhmäupseerilla ja patteristoupseerilla on yksi HF-taajuudella ja kolme VHF-taajuuksilla toimivaa radiota.

Pataljoonan epäsuoran tulen viestiliikenteessä korostuu sanomalaitteiden käyttö. Sanomalaiteita tulee käyttää tulikomentoliikenteen lisäksi muun muassa tulisuunnitelmien viestittämisessä sekä komentoyhteyksillä. Pataljoonassa radioita käytetään keskitetysti, jolloin puheensalaamislaitteella varustetuilla radioilla annetaan lyhyitä käskyjä ja muu viestitys toteutetaan sanomalaiteilla.

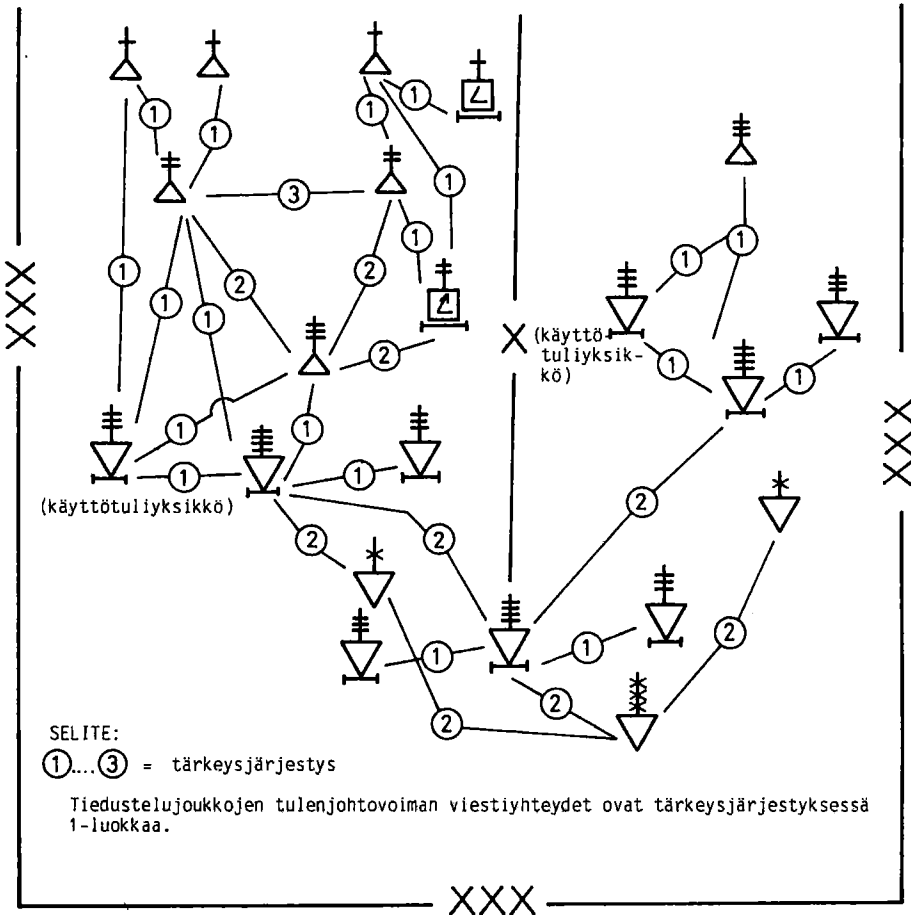
Kuvassa 10 on esitetty viestiyhteyksien tärkeysjärjestys.

#### 4.5. Elektroninen suojautuminen

Elektroninen suojautuminen voidaan jakaa taktisiin, toiminnallisiin ja viestitekniisiin suojautumistapoihin. Taktiset suojautumistavat liittyvät kyseisen joukon käyttötappoihin ja -periaatteisiin, joilla pyritään estämään joukon paljastuminen. Toiminnalliset suojautumistavat liittyvät elektroniselta tiedustelulta ja häirinnältä suojattavien järjestelmien ja laitteiden käyttöön. Suojautumistapoja ovat muun muassa laitteiden oikea sijoittelu ja käyttö, käyttörajoitukset ja käytön valvonta. Teknisiä suojautumistapoja ovat muun muassa häiriöalttiuden vähentäminen lisävälineillä tai parantamalla kyseistä välinettä, hyötylähetteen parantaminen erilaisilla antennirakenteilla ja tehovalinnalla sekä viestitystekniset keinot.

Epäsuoran tulen käyttöön liittyvät taktiset suojautumistavat ovat hajaryhmitys, joukkojen ja välineiden maastouttaminen sekä ryhmitysalueiden elektronista suojautumista edistävä valinta. Myös tuliportaiden ryhmityksen vaihtelu vaikeuttaa oikeiden johtopäätösten tekoa elektronisen tiedustelun tuloksista.

Toiminnalliset suojautumistavat ovat kenttätykistön osalta ryhmitysalueilla tapahtuvaa välineiden käyttöä. Radioasemien oikea sijoittelu maastoon, viestivälineiden vaihteleva ja monipuolinen käyttö sekä radioiden käytön rajoittaminen vain välttämättömään ovat keinoja, joilla voidaan suojautua sekä elektroniselta tiedustelulta että häirinnältä. Toiminnan varmentamiseksi on jokaisen johtajan valvottava viestivälineiden käyttöä ja huolehdittava käyttäjien koulutuksesta.



Kuva 10. Epäsuoran tulenkäytön viestiyhteyksien tärkeysjärjestys.

Yksi väärin toimiva radiön käyttäjä voi aiheuttaa tulitoiminnassa taistelun kulun kannalta ratkaisevan viiveen tai aiheuttaa kyseisellä komentopaikalla tarpeettomia tappioita. Vaikka kuuntelutiedustelun suuntimoilla ei yleensä saada paikannettua johtamispaikkoja epäsuoran tulenkäytön vaatimalla tarkkuudella, niin muun maaliitiedustelun suuntaamiselle ne antavat riittävät perusteet. Tästä syystä radioasemat tulisi pyrkiä sijoittamaan ainakin 300 metrin päähän johtamispaikasta tiedustelulentokoneilla tai -lennokeilla tapahtuvan matalakuvauksen estämiseksi.

Viestitekniset suojautumistavat voidaan jakaa kalustoteknisiin ja viestiliikenteellisiin keinoihin. Kalustoteknisiä keinoja ovat antennien ja niiden paikan valinta, lähetystehon valinta sekä digitaalinen tiedonsiirto. Suuntaavat antennit ja antennien sijoittaminen korkealle sekä eri taajuuksien vaihteleva käyttö mahdollistavat ainakin tahat-

toman häirinnän väistämisen. Suuntaavat antennit ja pienen lähetystehon käyttö yhdessä radioaseman paikan oikean valinnan kanssa vaikeuttavat elektronista tiedustelua. Todettaessa tahallisen häirinnän estävän hyötysignaalin läpimenon on käytettävä tehokkaampaa antennia ja suurempaa lähetystehoja sekä pyrittävä vaihtamaan radion ja sen antennin paikkaa. Radion siirto ja antennikorkeuden lisääminen muutamalla metrillä saattavat parantaa radioyhteyden saamista jopa 50 prosenttia. Viestiliikenteellisinä keinoina tulevat kysymykseen muun muassa viestien sisällön peittäminen ja salaaminen, lyhyt ja katkottu viestitys sekä usean samanaikaisen lähetteen käyttö.

Viestien peittämisellä saadaan aikaan korkeintaan muutaman tunnin viive kyseisen tiedon hyväksikäytössä, koska käytettävien peitteistöjen on oltava helppokäyttöisiä, jolloin ne ovat helposti avattavissa. Epäsuoran tulenkäytön viestiliikenteen salaamisessa ovat mahdollisia vain automaattiset salaamislaitteet, erityisesti tulenjohton suuren viestitysnopeuden takia. Häirittynäkin viestittäminen onnistuu, mikäli yksittäisen lähetepulssin pituus on lyhyempi kuin häirintälaitteen käynnistysaika. Koska häirintä on tavanomaista, tulisi viestitystavan olla ainakin tulenjohtoliikenteessä katkottu liikennemuoto, jossa yhden lähetepulssin pituus on korkeintaan 2—3 sekuntia ja pulsien väli selvästi suurempi. Sama koskee sanomalaitteella lähetettäviä tulikomentoja. Sanomalaitetta käytettäessä voidaan tulikomento helposti lähettää riittävän monta kertaa. Samanaikaisesti hyötytulikomennon kanssa on tarvittaessa lähetettävä harhauttavaa viestiä häirinnän eksyttämiseksi tai lähetettävä kyseinen hyötytulikomento usealla tulikomentotajuudella. Sanomalaitteen käyttö yhdistettynä pikavalitsijalla varustettuun radioon lähetystaajuuden nopeaksi vaihtamiseksi tai hyppivätaajuisen tykistoradion käyttö mahdollistavat tahallisenkin häirinnän väistämisen.

#### 4.6 Viestitoiminnan johtaminen

Viestitekniset ratkaisut eivät yksin tee järjestelmistä toimivia. Järjestelmät on muodostettava myös taktillisesti toimiviksi. Tällöin perusteina ovat organisaatio, taistelujaoitus sekä aluejako ja joukkojen tehtävät. Viestiliikenneasiakirjojen tulee mahdollistaa äkillisten taistelujaoituksen muutosten huomioon ottaminen viestiverkoissa sekä viestiperusteiden nopea muuttaminen tilanteen vaatimusten mukaisesti.

Yhtymän viestiyhteyksijärjestelmä ja epäsuoran tulenkäytön viestiyhteyksijärjestelmä liittyvät kiinteästi toisiinsa muodostaen yhden kokonaisuuden. Kenttätykistön viestiyhteyksijärjestelmä on suunniteltava samanaikaisesti yhtymän viestiyhteyksijärjestelmän kanssa. Muutoin ei synny selkeää, toimivaa järjestelmää, joka palvelee parhaalla mahdollisella tavalla yhtymän kokonaistoiminnan johtamista ja siihen kiinteästi liittyvää epäsuoran tulenkäyttöä. On kuitenkin muistettava, että epäsuoran tulenkäytön johtaminen ja käyttö sekä tulenkäytön keskittäminen vaativat suoria, nopeita tulikomento-yhteyksiä tulenjohtoportaalta tuliportaalalle. Tämän vuoksi on oltava myös epäsuoran tulenkäytön omia viestiyhteyksiä.

### 5. KENTTÄTYKISTÖASEJÄRJESTELMÄMME TULEN KÄYTÖN KEHITYSTARPEITA

#### 5.1 Tulivoiman lisääminen

##### 5.1.1 Yleistä

Asejärjestelmän kehittämisen lähtökohtana tulee olla sen vaikutuksen parantaminen tavanomaisiin maalityyppeihin. Erikoistapausten osalta on aina selvitettävä reaa-

liset vaihtoehdot haluttuun vaikutukseen pääsemiseksi muilla asejärjestelmillä ja viime kädessä taloudelliset resurssit ratkaisevat järjestelmän valinnan. Kenttätykistöasejärjestelmän kehittämisen painopisteen on siten oltava epäsuorien ammuntojen vaikutuksen parantamisessa ns puolikoviin maaleihin, pyrkien samalla vaikutuksen lisäämiseen suojattomaan elävään voimaan nykyiseltä tasolta. Panssarintorjunnan osalta on parannettava tuliportaiden panssarintorjuntakykyä suora-ammunnoin hankkimalla nykyaikaiseen taistelupanssarivaunuun vaikuttavia panssarintorjunta-ammuksia kaikille tykkikalustoille. Panssarintorjunta epäsuorin ammunnoin tulee kyseeseen vain SADARM-tyyppisillä ammuksilla, sillä Copperhead-järjestelmä on liian häiriöaltis ja kallis tehoonsa verrattuna suomalaisessa maastossa ja tulen käyttöjärjestelmässä. Panssarintorjuntaohjukset ovat ilmeisesti edullisempi ratkaisu keski- ja kaukotorjunnan osalta kuin kenttätykistön epäsuorat ammunnat erikoisampumatarvikkeilla. Sen sijaan kenttätykistön käyttö panssarintorjuntasulutteiden rakentamiseen ampumalla on erittäin mielenkiintoinen ja tärkeä osa-alue panssarintorjunnan kokonaiskehittämistä. Ehkä tärkein kenttätykistön tehtävistä on ns väliellinen panssarintorjunta, panssarintorjuntajoukkojen toimintavapauden turvaaminen lamauttamalla niiden toimintaa estävät ja rajoittavat vihollisen tuliporaat.

### 5.1.2 Aseiden ja ampumatarvikkeiden kehittäminen

- Kenttätykistöasejärjestelmän tyypillisimmät maalit ovat
- panssarijalkaväkikomppania taistelu- tai odotusryhmytyksessä
  - panssarintorjunta- ja muiden suora-ammunta-aseiden tuliasemat
  - kenttätykistön ja kranaatinheittimistön tuliasemat sekä
  - johtamispaikat

Näihin maalityyppeihin voidaan vaikuttaa taulukoiden 11 ja 12 mukaan parhaiten ICM-tyyppisellä tytärammuksella. Lamauttavaan vaikutukseen pääsemiseksi tarvitaan yleensä 152—155 mm kaliiperin ammuksia, vain suojautumattomaan henkilöstöön saadaan 122—130 mm kaliiperin ammuksilla lamauttava vaikutus ammuttaessa isku tai tuliryöppy. Tulitusajat yhtä maalia kohti ovat oleellisesti lyhentyneet vastatykistötoimintaa lukuunottamatta viimeisten kahden vuosikymmenen aikana ja kenttätykistöäkin ollaan kehittämässä käyttöperiaatteeltaan AMMU JA SIIRRY — järjestelmään. Näin ollen on muutamassa minuutissa kyettävä tuottamaan halutut tappiot, kymmenien minuuttien vaikutusammuntaan ei enää ole yleensä mahdollisuutta.

Tykkikaluston uusimiseen liittyen on siten pyrittävä kasvattamaan tykkien kaliiperia, korvaamalla alle 122 mm tykkikalustot 152—155 mm tykeillä. Tykkikalustojen osalta tarvittavaan kantaman lisäykseen on pyrittävä ensisijaisesti ammusta kehittämällä ja sisäballistisin keinoin lähtönopeutta kasvattamalla, jotta vältytään tykkien koon ja massan suurenemiselta. Suuri kantama ei ole itsetarkoitus, koska se samalla merkitsee suurta metristä hajontaa, jolloin tulen osuvuus suurilla aluemaaleja lukuunottamatta laskee liian pieneksi ampumatarvikkeiden taloudellisen käytön kannalta tarkasteltuna.

Erikoisampumatarvikkeiden osalta kehittämistarpeet kohdistuvat lähinnä edellä mainittuihin ICM-tyyppisiin ammuksiin puolikovia maaleja vastaan ja pitkän kantaman ammuksiin vihollisen selustassa olevien laajojen aluemaalien lamauttamiseksi. Eräs mielenkiintoinen ampumatarvikkekokeilu olisi raketinheittimistön aika- tai herä-

tesytyttimen kehittäminen, millä on saavutettavissa 30—60 % tulen tehon paraneminen pintaräjähäteisiin verrattuna. Tämän merkitys erityisesti vastatytistötoiminnassa sekä tulitettaessa maahanlaskuja tai isoja johtamispaikkoja on suuri.

Kaikille kaliipereille tulisi kehittää nykyisen yleissirpalekranaatin tilalle esisirpalointia tai ohjattua sirpalointia käyttäen sirpalekranaatti henkilöstöä vastaan (1—10 g sirpalekoko) ja panssarisirpalekranaatti puolikovia maaleja vastaan (20—60 g sirpalekoko). Viimeksi mainitut olisivat kovateräskuorisia, heksotoli- tai oktolititytteisiä sirpalekranaatteja isku- tai herättesytyttimellä. Herättesytyttimen toimintaetäisyyden tulisi olla 1—2 m ja sillä pyrittäisiin poistamaan lähinnä lumen ja pehmeän maaperän sirpalevaikutusta pienentävä vaikutus, säilyttäen sirpaleiden iskunopeus.

### 5.1.3 Tulen osuvuuden parantaminen

Tulen osuvuuteen vaikuttavat

- ammunnan valmistelun tarkkuus,
- ammunnan hajonta sekä
- maalin koko ja liike.

Ammunnan valmistelun virhe riippuu sen eri osatekijöiden määrittystarkkuudesta ja vaikutuksen suuruudesta. Suurimmat virhelähteet ovat lähtönopeus ja säättekijät. Nykyaikaisella maalinpaikantamisvälineistöllä voidaan maali paikantaa tyydyttävällä tarkkuudella, jolloin siitä johtuva ammunnan valmistelun virhe verrattuna tavanomaisen aluemaalin kokoon ei ole merkittävä. Lähtönopeuden virhe voidaan hallita käyttämällä lähtönopeustutkaa, jonka on oltava ainakin patteristokohtainen väline. Oleellisempaa kuin patteriston tulen koossa olon toteaminen yleistarkistuksella on oikean lähtönopeuden määrittäminen kullekin laukausyhdistelmälle silloin, kun päämääränä on tulen käyttö suoraan vaikutusammuntana aloittaen. Maalin ollessa vähintään tyydyttävä ja käytettäessä lähtönopeustutkaa on ammunnan valmistelun keskihajonta 0,9—1,7 % ampumisetäisyydestä ilman alueellisia tarkistusammuntoja. Säättekijät tulisi kyetä mittaamaan ja niiden vaikutus laskemaan niin tarkasti, että sään vaikutus on lähtönopeuden vaikutuksen luokkaa (0,3—0,4 % ampumäetäisyydestä). Tällöin ammunnan valmistelun keskihajonta on vain 0,6—1,0 % ampumäetäisyydestä, jolloin alueellisten tarkistusammuntojen tarve oleellisesti pienenee. Ammunnan valmistelun virheen ollessa 1 % voidaan tuli aloittaa taulukon 10 mukaan ainakin 12 km etäisyydelle suoraan vaikutusammuntana, mikäli vaatimuksena pidetään 30 % osuvuutta. Laajoihin aluemaaleihin (12—16 ha) voidaan tuli aloittaa tällöin suoraan vaikutusammuntana jopa 24 km etäisyydelle. Maalin tarkkuus ja koko ratkaisevat lähtönopeustutkan ja uuden sääkaluston käyttöönoton jälkeen tulenaloitustavan sekä maalin laatu ja haluttu vaikutus käytettävien ampumatarvikkeiden laadun ja määrän. Kyseinen optimointiongelma on helposti myös koneellisesti ratkaistavissa, jolloin tuliportaan johtaja saa perusteet tulitehtävän toteuttamiselle ja ampumatarvikkeiden valinnalle käyttöoikeuksien rajaamisissa puitteissa.

Tavanomaisimman maalin — panssarijalkavälikomppanian — hyvä tie- ja maastoliikkuvuus korostaa tulenjohdon valmistelujen ja yhteistoiminnan järjestelyjen merkitystä vihollisen liikkeen pysäyttämiseksi ja oikean tulenaloitushetken valitsemiseksi. Valmistelut ja yhteistoiminta on koordinoitava pataljoonatasolla epäsuoran tulen, panssarintorjunnan, sulutteidien, ryhmytyksen ja liikesuunnitelman osalta. Valmistelut



ja yhteistoiminta on toteutettava komppaniaportaassa. Joukkueetasolla kyse on epäsuoran tulen käyttöön liittyvien tulitehtävien valmisteluista ja toteuttamisesta komppanian päällikön ja tulenjohtokomentajan käskyjen ja ohjeiden mukaan. Kaikessa tulen käytössä on aina pyrittävä tähytettyyn tulenjohtoon, tulisuunnitelmien toteuttaminen tulee kyseeseen lähinnä hyökkäyksen tulivalmistelussa.

## 5.2 Taistelunkestävyyden lisääminen

### 5.2.1 Vastatykistötoiminnan vaikutuksen pienentäminen

Vastatykistötoiminnan vaikutuksia voidaan arvioida taulukoiden 11 ja 12 perusteella. Sulleassa hajaryhmityksessä olevan 4-tykkisen tulipatterin ryhmitysalueen voidaan katsoa vastaavan kuvan 9 maalityyppiä 5. Taulukoiden 11 ja 12 ammunnan valmistelun virhe (keskihajonta 1,0 %) vastaa iskemäkeskipisteen poikkeamista patteriston todennäköisen pituuspoikkeaman verran maalin keskipisteestä, johon tarkkuuteen on tähytetyssä tulenkäytössä helppo päästä. Tulenjohto omiin tulasemiimme voidaan toteuttaa esimerkiksi tulenjohtolentokoneesta tai tähytyshelikopterista. Tulasemien paikantaminen 100—200 m tarkkuudella on mahdollista mittaustiedustelulla tai muilla teknisillä tiedustelumenetelmillä muutaman minuutin sisällä ammunnan alkamisesta. Taulukon 11 mukaan pintaräjähteinä ammuttu tuli-isku tai tuliryöppy aiheuttaa linnoittamattoman tulipatterin henkilöstölle 12 km etäisyydeltä 5—17 % tappiot ja 20 km etäisyydeltä 2—10 % tappiot. Raketinheittimistön tulen teho on jopa kaksinkertainen kenttätykkeihin verrattuna. Tuli-isku tai tuliryöppy ilmaräjähteillä saattaa aiheuttaa 12 km etäisyydellä yli 40 % tappiot ja 20 km etäisyydelläkin yli 20 % tappiot. Vastatykistötoiminnan vaikutus on tällöin lamauttava, pahimmassa tapauksessa kyseinen tulipatteri on useita tunteja toimintakyvytön. Taulukon 12 mukaan pintaräjähteinä ammuttu tuli-isku tai tuliryöppy aiheuttaa sirpaleen kestäviin katettuihin poteroihin suojautuneelle tulipatterin henkilöstölle vain 1—2 % tappiot. Ampumatarvikkeen laadusta ja ampumaetäisyydestä riippuen voi 1—2 tykkiä saada sirpaleista pienempiä tai suurempia vaurioita. Kyseisen tulipatterin toiminta keskeytyy vain vastatykistö-ammunnan ajaksi.

Edellä oleva korostaa linnoittamisen merkitystä tuliportaiden taistelunkestävyyden ja toimintakyvyn säilymisen tärkeimpänä tekijänä. Tehokas linnoittaminen vaatii aikaa, työkoneita ja materiaalia. Mitä ilmeisemmin linnoittaminen on se tekijä, joka viime kädessä määrää tulasemien vaihtorytmin. Orgaanisia työkoneita ja valmisosakatelevyjä (vast) käyttäen on tuliportaan henkilöstölle rakennettavissa katetut suojapoterot hyvissä oloissa 10—15 h sisällä, vaikeissa sää- ja maasto-olosuhteissa siihen saattaa kulua yli vuorokausi. Kaikissa tilanteissa on ehdottomasti pyrittävä välttämään tuliportaiden siirtämistä linnoitteiltaan keskeneräiseen tulasemaan. On edullisempaa jatkaa toimintaa tulasemassa, jossa henkilöstö on suojassa, mikäli kantama ja ampuimatekniikka sen sallii. Väistöasemien käyttö on mahdollista vain usean vuorokauden valmisteluajan jälkeen, koska väistöasemien käyttöön on aina liityttävä harhauttavaa toimintaa ja valelaitteiden käyttö. Linnoittamiseen on aina liitettävä tulen osuvuutta ratkaisevasti pienentävänä hajaryhmityksen täysimääräinen käyttö sekä tehokas maastouttaminen ja naamiointi. Tuliportaiden ja niiden johtamispaikkojen ryhmityksen tarkoituksenmukainen vaihtelu sekä asutustajamien ja rakennusten antaman tuli-, sää- ja näkösuojan hyväksikäyttö lisäävät selvästi tuliportaiden taistelunkestävyyttä.

### 5.2.2 Ilmavoimien tulivaikutuksen pienentäminen

Ilmavoimien tulivaikutuksen voidaan katsoa vastaavan vähintään taulukoissa 11 ja 12 esitettyä vastatykistötoiminnan tulivaikutusta käytettäessä 2—4 nykyaikaista lentokonetta ja uusinta aseistusta, kuten rynnäkköohjuksia ja ohjautuvia pommeja sekä kassetti- ja sirotepommeja. Myös kiinteiden tai ripustettaviin tykkisäiliöihin sijoitettujen tykkien tulivaikutus on merkittävä tekijä erityisesti marssilla olevien tuliportaiden osalta. Ilmavoimien tulivaikutusta oleellisesti lisäävänä tekijänä ovat tulituki-helikopterit ja välillisesti myös tähytys- ja tulenjohtohelikopterit.

Tuliportaat voivat suojautua ilmavoimien tulivaikutusta vastaan omatoimisesti vain passiivisin menetelmin. Hajaryhmitys, linnoittaminen ja maastouttaminen ovat ilmavoimienkin tulivaikutusta vastaan tehokkaita menetelmiä. Erityisesti korostuvat oikea tuliasema-alueen ja maaston valinta sekä maastouttaminen ja naamiointi, koska pääosassa ilmavoimien tulenkäytöstä tuliportaita vastaan on lentäjän saatava näköhavainto maalista ennen laukaisuhetkeä. Hajaryhmityksessä on pyrittävä siihen, että jokainen tuliaseman kohde — tykki, komentotelta, ajoneuvo, ammuspotero — muodostaa oman maalipisteensä ilmavoimien tulelle. Tämä merkitsee sitä, että kyseisest kohteesta on sijoitettava vähintään 50—70 m päähän toisistaan ja sitä, että komento-paikkojen ja hajaryhmitettyjen tulijaosten sekä huoltopaikkojen väli on yli 200 m.

Tuliportaita on aina suojattava myös ilmatorjunnalla. Koska kenttätykistö muodostaa pääosan omasta tulenkäytöstämme, kohdistuu siihen huomattava osa vastustajan ilmavoimien tulesta. Ilmatorjunnalla ei kyetä estämään vastustajan ilmavoimien tulenkäyttöä, mutta sillä voidaan pienentää ilmavoimien tulivaikutusta, estämällä lentäjän vapaa maalin etsintä ja tähtäys sekä pakottamalla lentäjää laukaisemaan asekuormansa ilmatorjunta-aseiden kantaman ulkopuolelta. Ilmatorjunnan kannalta hankalimpia kohteita ovat rynnäkkökoneiden matalahyökkäykset kassetti- tai sirotepommein. Nämä tulevat kyseeseen lähinnä kuvaustiedustelulla tarkasti paikannettuihin tuliasemiin, jotka sijaitsevat suojaisella lentoreitillä selvästi erottuvassa maastonkohdassa. Matalahyökkäysten tulivaikutusta vastaan voidaan parhaiten suojautua tehokkaalla ilmavalvonta- ja -hälytysjärjestelmällä yhdistettynä linnoitteiden käyttöön.

Helikopterin sekä tähytys- ja tulenjohtolentokoneiden tuliportaisiin kohdistaman toiminnan estämiseksi tai ainakin rajoittamiseksi tulisi kenttätykistön tuliportailta olla orgaanista ilmatorjuntaa tai oto-ilmatorjunta-aseita. Kyseeseen tulevat 12—14 mm panssariluotiset konekiväärit tai 20 mm tykit. Tarve on 3—4 kpl patteriston tuliporasta tai 8—10 kpl tykistöryhmää kohti, jolloin tärkeimmät kohteet voidaan suojata sekä tuliasemassa että marssilla ainakin lähietäisyydeltä. Aseet on varustettava jalustalla, joka on helppo kiinnittää kuorma-autoon marssin ajaksi. Tuliasemassa oltaessa aseet on tarvittaessa voitava sijoittaa tuliportaan lähipuolustusasemiin mahdollisia pinta-ammuntatehtäviä varten. Kenttätykistön omat ilmatorjunta-aseet eivät kuitenkaan poista muun ilmatorjunnan tarvetta tuliasemien suojaan.

### 5.2.3 Panssarintorjunta

Kenttätykistön tuliportaat on ryhmitettävä pataljoonien vastuualueiden takanaan, suurikantamaisimmat tuliportaat välittömästi pataljoonien vastuualueiden taakse. Niin ollen on hyvin todennäköistä, että tuliportaat joutuvat aika ajoin taisteluun ainakin tiedustelu- ja rynnäkköpanssarivaunujen kanssa. Vaikka tuliportaat py-

rittäisiin sijoittamaan panssariurilta syrjään, on mahdollista, että tuliasema-alueille pääsee tunkeutumaan myös osastoja, joita tuetaan taistelupanssarivaunuilla. Tuliportaiden tulee siis kyetä omakohtaiseen panssarintorjuntaan ja pystyä tarvittaessa jopa taistelupanssarivaunun tuhoamiseen omin välinein. Jouduttaessa ryhmittämään tuliportaat tehtäviensä takia panssareille edulliseen maastoon tai panssariurien sivulle on samalla järjestettävä alueen panssarintorjunta varsinaisilla panssarintorjuntajoukoilla, jotta tuliportaiden toimintavapaus taataan.

Tuliportaiden panssarintorjunta perustuu tykkien suora-ammuntaan, varamiinoiteisiin ja kevyiden sinkojen käyttöön. Panssarintorjunta liittyy yleensä tuliportaiden lähipuolustukseen, mutta tuliportaita voidaan käyttää myös panssarintorjunnan varareservinä, määräämällä niille erillisiä patterin tai jaoksen panssarintorjuntatehtäviä. Näitä tehtäviä määrättäessä on erityisesti otettava huomioon tykkikaluston ja maaston soveltuvuus kyseiseen tehtävään. Tuliportaille on annettava mahdollisuus toteuttaa panssarintorjuntatehtävänsä suojaisesta sivustatuliasemasta, sillä avoimessa kaksintaistelussa kenttätykki jää aina toiseksi panssarivaunuun verrattuna. Kaikille tykkimalleille tulee hankkia panssarintorjuntaan soveltuva erikoisampumatarvike, jonka osuma tuhoaa ainakin tiedustelu- ja rynnäköpanssarivaunun. Uusimmalla tykkikalustolla varustetuilla patteristoilla on oltava kyky tuhota myös taistelupanssarivaunu. Tuliportaiden lähipanssarintorjuntakykyä on parannettava lisäämällä tuliportaalle kevyitä tai kertasingoja sekä panssarimiinoja niin, että jokainen tulipatteri ja komentopaikka kykenee samanaikaisesti tehokkaaseen panssarintorjuntaan lähipuolustukseensa liittyen. Tämä edellyttää 8—12 lähipanssarintorjunta-asetta patteristoa tai 25—30 lähipanssarintorjunta-asetta tykistöryhmää kohti. Panssarimiinojen määrä on 300—400 kpl tykistöryhmää kohti, osa panssarimiinoista voitaneen korvata tähtys- ja kylkimiinoilla. Vaikka panssarintorjunta on kenttätykistön tuliportaille toissijainen tehtävä, saattaa päätehtävän — jalkaväen tukeminen epäsuorin ammunnoin — onnistuminen riippua tuliportaiden panssarintorjuntakyvystä.

### 5.3. Epäsuoran tulenkäytön johtamisjärjestelmän kehittäminen

#### 5.3.1 Johtamisjärjestelmä

Laajat vastualueet, nopeat tilanteenvaihtelut ja maalien suuri tie- ja maastoliikkuvuus vaativat tulenkäyttäjärjestelmältä kykyä reagoida nopeasti ja joustavasti monilukuisiin epäsuoran tulenkäytön tarpeisiin samanaikaisesti koko järjestelmän käyttöalueella. Tämä edellyttää tulenkäyttäjärjestelmältä reaaliaikaisesti hankittuja oikeita tietoja vallitsevasta tilanteesta sekä päätöksenteko-oikeutta epäsuoran tulenkäytöstä riittävän alhaisella päätöksentekotasolla. Nämä molemmat korostavat ryhmäupseerin merkitystä tulenkäyttäjärjestelmän johtamisessa. Tiedustelun hankkimat vihollistiedot, erityisesti maali tiedustelun tulokset, on saatava suoraan tykistöryhmän komentopaikalle ilman väliportaita ja aikaviiveitä. Tykistöpäällikön ja tulenjohtokomentajien on pidettävä ryhmäupseeri tietoisena omasta tilanteesta ja sen lähituntien muutoksista, erityisesti joukkojen käytöstä. Tykistöpäällikön on jaettava käytössään oleva epäsuora tuli komentajansa päätöksen ja taistelusuunnitelman mukaan tulenkäyttöoikeuksina alajohtoportaille seuraavan taisteluvaiheen ajaksi, mikä mahdollistaa välit-

töman tulenkäyttöpäätöksen siirtämisen tulenjohtokomentajille ja ryhmäupseereille. Kaiken tykistön tulen keskittäminen tai hajauttaminen välittömästi edellisen tulitehtävän päätyttyä on mahdollista vain keskittämällä sekä orgaaniset että alistetut patteristojen tuliportaat ryhmäupseerin alaisiksi. Tällä taataan myös tulen käytön jatkuvuus ainakin painopistesuunnassa nopeissakin tilannevaihteluissa. Tällöin epäsuoran tulen käytön johtamis- ja erityisesti viestijärjestelmä yksinkertaistuu. Yksittäisen tulenjohtajan on oltava selvillä vain tulenjohtokomentajan ja tykistöryhmän komentopaikoista, joilta hänen tulikomentona esittämänsä tulippyntö välitetään sen toteuttavalle tuliportaalle. Tämä järjestelmä ei poista käyttötuliyksikköperiaatetta, mutta muodostaa siitä entistä selvemmin puhelinjohtojen rakentamista ohjaavan menettelyn. Samoin tulen käytön etuoikeuden määräämisen pitää automaattisesti aikaansaada tietyt viestijärjestelyt, erityisesti keskitettäessä kahden tai useamman tykistöryhmän tulta. Tässäkin korostuu kyseisen joukon tykistöryhmän komentopaikan merkitys tulenkäyttöjärjestelmän johtamispaikkana. Tykistöryhmän komentopaikka on näin ollen ryhmitettävä välittömästi painopistesuunnan pataljoonien komentopaikkojen taakse ja tykistöryhmän johtoportaan esikuntapatterilla tulee itsellään olla kyky liittyä oman johtoportaansa alueelliseen viestiverkkoon sekä toiminta-alueensa pataljoonien viestiverkkoihin. Tykistöryhmän johtoportaan esikuntapatteria tuleekin kehittää nykyistä taistelunkestävämmäksi ja maastokelpoisemmaksi johtamisvälineiltään ja ajoneuvoiltaan.

### 5.3.2 Viestijärjestelmän kehittäminen

Epäsuoran tulen käytön peruseriaate on, että tarvittaessa kaikki tuli pystytään keskittämään yhtymän vastuualueella samaan maaliin. Tämä edellyttää samalla epäsuoran tulen viestijärjestelmää, joka on yksi yhtenäinen kokonaisuus yhtymässä. Viestijärjestelmän on mahdollistettava lisäksi kenttätykistön, kranaatinheitimistön ja rannikotykistön yhteiskäyttö.

Painopiste kenttätykistön viestijärjestelmän kehittämisessä on oltava tulikomentoyhteyksissä. Tulikomentojen nopea ja varma perillemeno elektronisesta häirinnästä huolimatta on tärkeitä. Tulikomentoliikenteen riittävän nopeuden saavuttamiseksi on tulikomento saatava perille tuliportaaseen ilman välittämistä. Epäsuoran tulen painopisteen muodostaminen ja siirtäminen edellyttää lisäksi tuliportaiden johtajien välisiä varmoja viestiyhteyksiä tulikomentojen toteuttamiseksi.

Häirinnän aiheuttamaa ongelmaa ei voida ratkaista pelkästään puhelinjohtojen rakentamisella. Liikkuvissa sotatoimissa ei riittäviä puhelinjohtoja ehditä rakentaa. Tällöin on pakko käyttää erityisesti tulikomentoliikenteessä radioita. Sanomalaitteiden lisäksi on käytettävä suuntaavia antennoja.

Kenttätykistön viestiyhteyksijärjestelmän eri yhteydet tulee asettaa tärkeysjärjestykseen, niin että järjestelmää voidaan tarvittaessa kehittää osina liittämällä siihen uusia välineitä hankintojen edistyessä.

Kaikessa kehittämisessä tulee pyrkiä yksinkertaisiin, varmoihin ja kenttäkelpoisiin ratkaisuihin, jotka ovat myös käyttäjien kannalta helposti omaksuttavissa.

Epäsuoran tulen viestiyhteyksijärjestelmää kehitettäessä lähtökohdan muodostavat eräät keskeiset tosiasiat.

Epäsuoran tulen käytön viestikeskuksissa tulee keskuskaluston olla toimintavalmiina joko ajoneuvo- tai konntiasennuksena. Tällöin valmiuden saavuttaminen vaatii ainoastaan keskuksen maadoittamista sekä johtojen kytkemistä päätteellä keskuskäpeliin. Ryhmä- ja tuliasemakeskuksissa tulee käyttää 30 ... 39 johdon keskuksia, jotka mahdollistavat kaikkien tilaajien kytkennät keskukseen sekä liittymisen yhtymän verkkoon. Komentopaikoilla radiot on voitava liittää joko keskuksen tai keskusvaihteen päätteelle. Keskusten väliset yhteydet on aikaansaattava ensisijaisesti linkeillä. Linkit voidaan korvata lyhyillä etäisyyksillä (1—4 kilometriä) kenttäkaapelilla.

Tulenohtajien radiot on varustettava sanomalaitteella. Tulioportaiden komento- paikoilla sanomalaitteet on korvattava rivikirjoittimella varustetulla keskussanomalaiteella, joka pystyy suoriutumaan 4—10 sanomalaitteen tehtävistä. Tulioportaiden tuliasemalaskinten on pystyttävä hyödyntämään tulenohtajien sanomalaitteella viestittämä tulikomento siten, että ampuma-arvot saadaan tykeille asti.

## PÄÄTÄNTÄ

Kenttätukikistösejärjestelmän kehittäminen nykyistä paremmaksi ja nopeammaksi riippuu monesta eri tekijästä, joista osa on järjestettävissä kenttätukikistön sisäisin toimenpitein, mutta osa vaatii yhtymien komentajien sekä operatiivisen johdon ja muiden aselajien selviä ratkaisuja ja kitkatonta yhteistoimintaa.

Eräs oleellinen tekijä kenttätukikistösejärjestelmän toimintakyvyn ja tehon kannalta on järjestelmän taistelunkestävyys, erityisesti tulioportaiden ja johtamispaikkojen osalta. Taistelunkestävyyttä voidaan hajaryhmituksen ja sopivan maastonvalinnan lisäksi parantaa linnoittamalla ja maastouttamalla, jotka vaativat runsaasti aikaa. Tämä edellyttää yhtymän komentajalta riittävän ajoissa tehtyä, selvää kannanottoa tulen käytön painopisteen muodostamisesta, jotta valmistelut ehditään tehdä ennen taistelujen alkua. Taistelunkestävyyteen vaikuttavat oleellisesti myös panssarintorjunnan ja ilmatorjunnan järjestelyt. Yhtymän operatiivisen johdon on otettava nämä korostetusti huomioon asettaessaan vaatimuksia kyseisille toiminnoille.

Epäsuoran tulen tarkoituksenmukainen, lyhyessä ajassa suoraan vaikutusammuntona toteutettu keskittäminen ja jakaminen vaativat epäsuoran tulen johtamis- ja viestijärjestelmältä suurta nopeutta ja varmuutta häirinnän alaisenakin. Tämä on mahdollista vain, jos kenttätukikistöllä on monipuolinen, nykyaikainen viestikalusto ja jos yhtymien viestijärjestelmien rakenteessa on otettu epäsuoran tulen käytön erityistarpeet huomioon. Tulen käytön välitön, tosiaikainen johtaminen korostaakin tykistöryhmän komentopaikan merkitystä yhtymän viestiverkkojen eräänä tärkeimmistä viestikeskuksista. Tykistöryhmien komentopaikat tulisikin varustaa tehokkailla maastokelpoisilla ja taistelunkestävillä johtamisvälineillä niin, että ne ovat välittömästi toimintapaikalleen saavuttuaan johtamiskykyisiä.

Kenttätukikistön voidaan katsoa olevan ehkä tärkein osa omasta tulen käytön kokonaisjärjestelmästämmä taistelun onnistumisen kannalta. Oikea-aikaisesti ja oikeamääräisesti järjestetty epäsuora tuli saattaa ratkaista yksinään taistelun kulun. Lisäksi on hyvin järjestetyllä vastatykistötoiminnalla pienennettävissä tuettavan joukon tappioita oleellisesti. Kenttätukikistösejärjestelmältä edellytetään kuitenkin nykyistä parempaa tulen vaikutusta ja tehoa erityisesti puolikoviin maaleihin. Tämä vaatii tiettyjen taloudellisten voimavarojen käyttämistä kenttätukikistön ja erityisesti kenttätukikistön nykyaikaisten ampumatarvikkeiden hankkimiseksi, jopa muiden tärkeidenkin hankinto-

jen kustannuksella. Tässäkin asiassa kenttätykistön tulisi kyetä pysymään nykyaikaisen tekniikan ja sotatekniikan kehityksen mukana, jotta se teknisenä asejärjestelmänä voisi vastata nykyajan taistelun asettamiin vaatimuksiin.

## LÄHDELUETTELO

### *Julkaistut asiakirjat*

- Ilmola Ilkka  
Operaatiotaidon ja taktiikan kehitysnäkymät 1980-luvulle  
Tiede ja ase n:o 35/1977
- Knuutila Jukka  
Panssari- ja mekanisoidujen joukkojen organisaarion ja käyttöperiaatteiden kehityksestä toisen maailmansodan jälkeen  
Tiede ja ase n:o 37/1979
- Miettinen Jorma K  
Uuden aseteknologian vaikutus sodan kuvaan  
Tiede ja ase n:o 40/1982
- Kaisto Matti  
Lentotiedustelun ja ilmavoimien tulivaikutuksen viimeaikainen kehitys  
Tiede ja ase n:o 40/1982
- Vuolevi Matti  
Kuvaustiedustelu ja mahdollisuudet suojaautua siltä  
Tiede ja ase n:o 41/1983
- Myyrä Jarmo  
Elektronista sodankäyntiä Falklandilla ja Libanonissa vuonna 1982  
Tiede ja ase n:o 41/1983
- Rajahalme Esko ja Myyrä Jarmo  
Tilannekuvan ylläpitäminen ja vaatimukset viestijärjestelmälle  
Tiede ja ase n:o 42/1984
- Noopila Risto  
Kranaattien sirpaloitumiselle asetettavat vaatimukset  
Tiede ja ase n:o 42/1984
- Kauppi Jaakko  
Näkökohtia kenttätykistön tulenkäytön viestiyhteyksien kehittämiseksi  
Tykkimies 1980
- Turunen Ismo ja Sillanpää Juhani  
Eräitä kenttätykistön ammusten kehitysnäkymiä  
Tykkimies 1980
- Aaltonen Tauno  
Kenttätykistön kehityspiirteitä  
Tykkimies 1982
- Tarvainen Esa  
Nato-yhtymien kenttätykistö  
Tykkimies 1982
- Kasurinen Kari  
Epäsuoran tulen käyttö Varsovan liiton yhtymän hyökkäyksessä  
Tykkimies 1982
- Arola Markku  
Kenttätykistön ilmatorjunnan tarve  
Tykkimies 1982
- Heinilä Erkki  
Kenttätykistön liikkuvuus suurvalloissa  
Tykkimies 1982
- Holma Juha  
Epäsuoran tulenkäytön järjestelyt vihollisen selustassa  
Tykkimies 1982

Uutinen Ari

Kenttätykistön linnoittaminen ja maastouttaminen  
Tykkimies 1984

Majuri Pekka ja Kiljunen Paavo

Kenttätykistön erikoisvälineistön kehittäminen  
Tykkimies 1984

Hulkkonen Heikki

Epäsuoran tulen viestiyhteysjärjestelmän kehittäminen  
Tykkimies 1984

Hulkkonen Heikki

Lennokki ennustaa tuhon  
Sotilasajakauslehti n:o 10/1984

PÄÄESIKUNTA

Todennäköisyys- ja ampumaopin perusteet  
Helsinki 1984

*Julkaisemattomat asiakirjat*

Pajunen Heikki

Epäsuoran tulen sirpalevaikutus erilaisiin maaleihin  
SKK:n diplomityö n:o 1429/1979

Ovaska Lauri

Yhtymän epäsuoran tulen käytön johtamisjärjestelmä ja sen kehittäminen  
SKK:n diplomityö n:o 1528/1983

Peltola Jarmo

Epäsuoran tulen teholle asetettavat vaatimukset eri maalityyppeihin.  
SKK:n diplomityö n:o 1555/1983.