

MIINAT ENNEN, NYT JA TULEVAISUUDESSA; TEKNINEN TARKASTELU

Yleisesikuntaeverstiluutnantti Jussi Lukkari ja
yleisesikuntamajuri Alpo Julkunen

1. YLEISTÄ

1.1 Miinan historiasta

Miina on yksinkertaisemmillaan syyttimellä varustettu räjähdyspanos. Aina näin ei ole ollut. Ensimmäisiä miinoja lienevät olleet keskiajalla ne ruutipanokset, jotka kaivettiin vastustajan linnoitusten muurien alle ja jotka sitten räjähtäessään sortivat muurin osan. Myöhemmin miinoja ammuttiin miinanheittimillä. Nykyisin nämä tunnetaan kranaatteina ja kranaatinheittiminä. Keskiaikaisesta "mineerauksesta" on jäänyt ainakin nimi. Vielä nytkin englanniksi sama substantiivi merkitsee miinaa ja kaivosta sekä verbi miinoittamista, kaivostyötä ja louhintaa.

Varsinainen miina (land mine) kehittyi ensimmäisen maailmansodan aikaan ase—vasta-ase-periaatteella panssarien vyöryessä taistelukentälle. Ensimmäiset panssarimiinat olivat kentällä rakennettuja tilapäisvälineitä. Panososa oli kranaatti tai kasapanos, jossa oli esimerkiksi käsikranaatin syytin.

Toinen maailmansota alkoi monella armeijalla siitä, mihin ensimmäinen päättyi: panssari- ja miina-aseen merkitystä ei yleisesti tajuttu. Poikkeuksena tästä säännöstä voidaan mainita Saksa. Toisen maailmansodan aikana kehitettiin oikeastaan kaikki miinatyytit, jotka ovat nykyäänkin käytössä. Tällaisia ovat jalkaväki-, panssari-, sirote- ja kaukolaukaistavat miinat. Tunnettuja esimerkkejä ovat saksalaiset hyppy- ja telamiinat, sirote-miinoista italialainen "termos-pommi" (muistutti termospulloa) ja saksalainen, mm Lapissa käytetty "sammakko-miina" (suomalaisten mielestä se muistutti maassa sammakkoa). Venäläiset käyttivät radiolla laukaistavia miinoja mm Viipurissa.

Sodan aikana miinasta tuli halpa massa-ase. Pohjois-Afrikassa britit ja saksalaiset käyttivät miinakenttiä, jotka olivat useita kilometriä syviä ja kymmenien kilometrien levyisiä. Miinoja niissä oli satoja tuhansia. Venäläiset käyttivät sodan aikana yli 200 miljoonaa miinaa. Rommel olisi halunnut niitä "Atlantin valliin" 100 miljoonaa, mutta sai "vain" muutamia miljoonia. Saksalaiset ja venäläiset kehittivätkin miinasodankäynnin pisimmälle.

Yhdysvaltaisten tutkimusten mukaan miinat aiheuttivat II MS:ssa keskimäärin 16 % panssarivaunutappioista. Tämän lisäksi on muistettava, että monissa tapauksissa panssarit oli helppo tuhota muulla panssarintorjuntatulella niiden ryömiessä hitaasti miinoitteissa. Miinojen aiheuttamat panssarivaunutappiot vaihtelevat rintamittain ja sodittain. Seuraavassa luettelossa on esimerkkejä tutkimustuloksista. Omista sodistamme ei ymmärrettävästi ole pystytty tekemään vastaavia, koska aineisto jäi rintaman väärrälle puolelle:

— Pohjois-Afrikka	18 %
— Italian rintama	28 %
— Korean sota	70 %
— Indokiinan sota (Ranska)	85 %
— Vietnamin sota (USA)	70 % ¹⁾

Sissisodissa miinojen osuus korostuu.

Vaikka tässä kirjoituksessa ei paneuduta taktisiin kysymyksiin, on syytä todeta muutamia sotakokemuksia, jotka ovat edelleen päteviä:

- miinat soveltuvat puolustus- ja hyökkäyssotatoimeen
- miinat lisäävät oloaika muun tulen vaikutuspiirissä
- miinoitteet on pystyttävä valvomaan tähytyksellä ja tulella (suora-ammunta- ja epäsuora tuli)
- ”yllättävä” miinoite on tehokkain
- miinoitteissa on oltava raivausta vaikeuttavia miinoja
- miinoitteilla on oltava syvyyttä (vrt ”syvä suluttaminen”)
- joukoilla on oltava välitöntä miinoitteiden (nopeaa) raivauskykyä jopa tulen alla.

Miina on vaikea ase. Se vaikuttaa samalla tavalla omiin ja vihollisiin. Merkitsemättömät ja raivaamattomat miinat ovat hankalia myös sodan jälkeen. Esimerkkeinä voidaan mainita Falkland ja Lappi. Lapin raivaus vaati sodan jälkeen 200 hengen tappiot, joista oli kuolonuhreja 72. Pahin oli vuosi 1945, jolloin kuoli 54 ja haavoittui 107 raivaajaa. On arvioitu, että sotien jälkeen raivaamaton sotamateriaali on meillä aiheuttanut 1 000 siviiliuhria.² Miinasodankäyntiä onkin yritetty inhimillistä kansainvälisin (Geneven) sopimuksin. Sulutuskuri tarkoittaa, että rakennetaan vain suunniteltuja ja käskettyjä miinoitteita, jotka merkitään ja dokumentoidaan ja joista tiedotetaan omille joukoille. Lisäksi tietenkin noudatetaan miinoittamisesta annettuja ohjeita.

Sodan jälkeen miinoja on kehitetty panssarivaunujen kehityksen myötä. Muita kehitykseen vaikuttaneita tekijöitä ovat olleet mm: taistelujen nopeutunut rytmi, varastointimääräykset taajaan asutuilla alueilla (Keski-Eurooppa), panostekniikan kehittyminen, uudet räjähdysaineet, muovimateriaalien kehittyminen, mikroelektronikka ja lataamo- ja muu tuotantotekniikka. Nykyiset miinat ovat pienempiä ja yhtä tehokkaita kuin isot ja suuremmat, ne ovat vaikeita raivata ja ne voidaan toimittaa kohteeseen tilanteenmukaisesti varustettuna sopivasti säädetyllä toiminta-ajalla. Samalla miinat eivät välttämättä ole enää niin halpoja massa-aseita kuin aikaisemmin. Toisaalta vanhoja välineitä modernisoidaan vaihtamalla esimerkiksi laukaisimia.

1.2 Miinojen luokittelusta

Yleisimmin miinat luokitellaan käyttötarkoituksen mukaan jalkaväki- ja panssarimiinoihin. Kaikki miinat eivät sovi oikein kumpaankaan luokkaan. Niinpä miinoja on ryhmitelty myös:

- vaikutustavan mukaan (esim tela-, pohja-, sirpale-, kylki- ja viuhkamiinat)
- asennus- tai levitystavan mukaan (käsini ja koneellisesti asennettavat, siroteamiinat sekä kaukolevitteiset miinat)

— sukupolvien mukaan (1., 2. ja 3. sukupolvi jne; mitkä puolestaan voivat määräytyä monin tavoin).

Ohjesäännöissä ryhmittely onkin osoittautunut ongelmalliseksi. Käytössä on monen ikäistä miina- ja sytytinkalustoa. Miinat "vanhenevat", eivätkä entiset panssarimiinat tehoa nykyisiin taistelupanssarivaunuihin; esimerkiksi vanhoista panssarimiinoistamme on tullut automiinoja. Toisaalta raskaat viuhkamiinat tehoavat panssaroiimattomiin ajoneuvoihin ja helikoptereihin.

Sulutusohjesäännössämme miinat jaetaan:

- jalkaväkimiinoin (polku-, lanka-, hyppy- ja viuhkamiinat)
- ajoneuvo- ja panssarimiinat (tela-, pohja-, auto- ja kylkimiinat)
- vesimiinat (vene- ja jäämiinat)
- erikoismiinat (täry-, tähys-, ansa- ja aikamiina).³

Tietenkin jako on aina aikansa lapsi. Viuhkamiina on kahdessa ryhmässä, toisaalta uusimmassa pohjamiinassamme on useita erikoismiinan toimintoja.

2. VAIKUTUSTEKNIKOISTA

2.1. P a i n e v a i k u t u s

Kun räjähdysaine saadaan, tavalla tai toisella, syttymään, ilmiössä vapautuu nopeasti energiaa. Sekunnin murto-osissa syntyvät ja nopeasti laajetessaan jäähtyvät, alunperin hyvin kuumat, kaasut aiheuttaen paineiskun, joka vapaassa tilassa leviää palloaaltona. Lähellä paine on niin musertava, että se kykenee murskaamaan rakenteita. Tämä ruhjovyöhyke voidaan laskea, kun tunnetaan räjähdysaineen määrä ja laatu sekä väliaine. Kauempana paine aiheuttaa vähäisempiä vaurioita. Paineen heijastuminen ja kesto aika vaikuttavat merkittävästi tuhoihin.

Vanhimmissa miinoissa käytettiin hyväksi lähes pelkästään painevaikutusta. Tällainen miina murskaa sytytintä kuormittavan raajan, pyörän, katkaisee telan, rikkoo telapyörän ja muita osia. Miina aiheuttaa ainakin liikuntakyvyttömyyden.

Toisen maailmansodan aikana telamiina tuhosi panssarivaunun. Nykyiset taistelupanssarivaunut ovat painavampia ja rakenteellisesti kestävämpiä, ja telamiina aiheuttaa vain liikuntakyvyttömyyden. Kerrotaan, että lähi-idän sodissa vaunumiehistö valitsi mieluummin osuman telamiinaan, jossa oli räjähdysainetta noin 5 kg, kuin menon panssaritaiteluun. Omien kokemustemme mukaan n 10 kg:n telamiina aiheuttaa taistelupanssarivaunullekin sellaiset vauriot, ettei pelkkä telan jatkaminen riitä. Räjähdyksessä vaurioituu lisäksi telapyörä, akseli ja laakerit, miehistöllekin kokemus lienee vähintään epämiellyttävä.

Nykyään näitä telamiinoja modenisoidaan varustamalla ne puikko- tai herätelaukaisimilla. Telojen välissä vaunun alla laugetessaan tällainen painevaikutteinen miina pystyy puhkaisemaan pohjapanssarin tai aiheuttamaan muita vaurioita rakenteille.

Kevyemmille panssarivaunuille vauriot ovat suuremmat. Libanonin kokemusten mukaan panssarivaunueuvo 83:n ajaessa telamiinaan, jossa on

viitisen kiloa räjähdysainetta, miehistö säilyy todennäköisesti ilman pysyviä vammoja. Vauriot voidaan korjata, mutta korjaus maksaa useita satoja tuhansia markkoja. Kuorma-auto tuhoutuu ja miehistölle tulee tappioita.

Jalkaväkimiinat aiheuttavat usein ainakin syytintä kuormittavan raajan alimman nivelen menetyksen.

2.2. Sirpalevaikutus

Sirpalevaikutukseen perustuvia miinoja on käytetty varsinkin elävää voimaa vastaan (hyppy- ja lankamiinat). Kun tiedetään tappavan ja haavoittavan sirpaleen energia ja hallitaan sirpaloitumisteoria voidaan miina suunnitella. Tavoitteena on optimoida sirpalekoko ja -määrä, niiden suuntautuminen, räjähdysaine-/sirpalemassa sekä hinta/laatu-suhde.

Teoria ja käytäntö ovat päätyneet samaan: uudet miinat perustuvat suunnattuun sirpalevaikutukseen käyttäen valmiita optimikokoisia sirpaleita. Näitä Claymore-tyyppisiä ja sirote miinoja on otettu käyttöön eri puolilla maailmaa. Lähes koko sirpaleviuhka saadaan lentämään tiettyssä sektorissa varsin matalana parvena. Sirpaletiheys ja vaikutusetäisyys ovat kasvaneet perinteisiin sirpalemiinoihin verrattuna.

2.3 Suunnattu räjähdysvaikutus

Kun räjähdysaine muotoillaan ja syyttämispiste valitaan oikein voidaan räjähdyspaine suunnata. Tavallaan suunnattua räjähdysvaikutusta on käytetty hyväksi monissa paine- ja sirpalemiinoissa. Räjähdysaineen pinnasta irtoavan metallivuorauksen nopeus saadaan Gourneyn kaavalla (1) ja suunta Taylorin yhtälöllä (2). Näitä likimääräisiä peruskaavoja on tutkimuksen myötä tarkennettu. Ne kuitenkin antavat hyvän likiarvon niin sirpale- kuin ontelopanoksenkin kohdalla. Tosin ne olettavat nopeuden ja suunnan olevan vakion; mikä ei tietenkään käytännössä pidä paikkaansa. Sirpalenopeus (V) on tyypillisesti 2 000 . . . 3 000 m/s, riippuen tietenkin sirpalekuoren ja räjähdysaineen massojen suhteesta sekä panoksen rakenteesta.

$$(1) \quad V = \frac{A}{(\mu + k)^{1/2}}$$

$$(2) \quad \sin(\alpha/2) = V/2U_D(\sin \beta)$$

SELITE:

V = Sirpalekuoren nopeus (m/s)

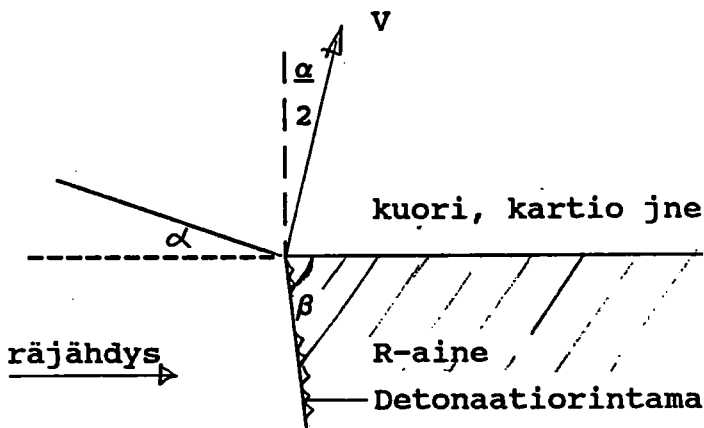
A = Räjähdysaineen energiaa kuvaava arvo;
esim TNT 2370 m/s, Heksotoli 2700 m/s,
HMX 2970 m/s

μ = Sirpale- ja räjähdysainemassan suhde

k = Panoksen rakenteesta tuleva vakio
(0,3 . . . 1)

U_D = Detonaationopeus

Oheinen kaavio selittää kulmien riippuvuuden toisistaan. Käytännössä kulma α on välillä $\pm 10^\circ$. Koska $\sin \beta$ on lähes 1, se on joissakin lähteissä jätetty pois.⁴



Tekniikan tunnetuin sovellutus on ontelopanos, englanniksi hollow (tai shaped) charge. Koska terminologia ei ole vakiintunutta, alan kirjallisuudessa käytetään eri nimityksiä, jotka juontavat juurensa vaikkapa keksijöistä ja kokeilijoista. Sekaannusta lisää se, että ontelopanoksen kartiokulman muuttuessa terävästä tylpäksi, vaikuttava osa muuttuu ontelosuihkusta (jet) iskumassaksi (slug). Jälkimmäinen panos on nimetty ilmeisesti myyvämmällä nimellään "self-forming fragment" (SFF) tai "explosively-formed projectile" (EFP) — suomeksi iskumassa-panos. Näiden välillä on vielä puolipallopintainen kartio, josta muodostuu välimuoto.

Panoksen vaikutusetaisyys ja -tapa määräytyvät kartion muodon mukaan. Näin ollen riippuu välineen käyttötarkoituksesta, onko kartiokulma terävä, tylppä vai jokin muu.

Ontelosuihkuun perustuvista panoksista (kartiokulma terävä), joita käytetään varsinkin pst-aseissa, näkee seuraavia nimityksiä:

- RSV III (riktad sprängverkan)
- hollow (shaped) charge
- Monroe/Neumann effect
- HEAT (High Explosive Anti-Tank, ontelokranaatti).

Iskumassaan perustuvista panoksista, joiden kartio on tylppäkulmainen tai esim paraboloidi "lautanen" ja joita käytetään etupäässä miinoissa, näkee seuraavia nimityksiä:

- RSV IV
- SFF tai EFP
- Mizney-Shardin Effect (unkarilaisen ja saksalaisen kehittäjän mukaan)
- Plate tai "P" charge.

Kartion muodon mukaan iskumassan ja ontelosuihkun suhteellinen osuus ja iskumassan nopeus muuttuvat.

Iskumassapanokset

Iskumassapanokset eivät läpäisyltään vedä vertoja ontelokranaateille ja nuoliamuksille. Kuitenkin iskumassaperiaatteella on varsinkin miinoissa muutamia etuja:

- miina vaikuttaa panssarivaunun huonoiten suojattuihin osiin (etenkin pohja, kylki)
- kaliiperi ei ole rajoitettu (vrt pst-kranaatit)
- miinaa (panosta) ei tarvitse ampua suoraan ja suurella nopeudella maaliin kuten pst-kranaattia
- ei vaadita välitöntä kontaktia maaliin (vrt pst-kranaatti)
- suurempi läpäisyreikä ja jälkivaikutus vaunun sisällä (kuin ontelokranaatilla)
- ontelokranaatilla on tietty stand-off (optimi) räjähdysetaisyys
- reaktiivinen panssari räjähtää ontelosuihkun vaikutuksesta
- iskumassalla on suurempi nopeus (2 000 . . . 3 000 m/s) kuin muilla massiivisilla pst-kranaateilla.

Ontelopanosteoria on selvitetty jo 1944 ja julkaistu 1948. Se on epätarkempi tylpillä kartiokulmilla. Vieläkään ei iskumassapanosten teoria ole, 2- ja 3-ulotteisista tietokonesimulaatiomalleista huolimatta, täysin hallinnassa. Mallit perustuvat hydrodynamiikkaan. Tarkkojen kaavojen ja ohjelmien hintojen sanotaan olevan "tähtitieteellisiä". Lopulliset tulokset ovat toistaiseksi saavutettu kokeilemalla.

Muuttujia onkin runsaasti ja pienetkin muutokset vaikuttavat radikaalisti massan muovautumiseen ja koossapysymiseen. Tällaisia ovat mm:

- räjähdysaineen, panoksen ja kartion geometria
- ainepaksuudet (r-aine, kartio, kuori)
- panoksen kuori
- kartion materiaali (tiheys, murtolujuus ja -venymä, syväveto-ominaisuudet, muokkauslujittuminen, kovuus)
- räjähdysaine; detonaationopeus ja sen muuttuminen kartion kärjestä pohjaan
- detonaatorintaman suunta
- sytytyspiste
- valmistustarkkuus ja symmetria.

Esimerkiksi samanlaisen kuparikartion kovuuden vaihtelu kaupallisessa lopputuotteessa voi aiheuttaa iskumassan hajoamisen. Valmistustarkkuus ja symmetria ovat erittäin tärkeitä.

Räjähdyspanoksella on tarkoitus muovata mahdollisimman suuri osa kartion massasta yhdeksi ammuksiksi, joka lentää mahdollisimman stabiilisti maaliin. Massa tarvitsee tietyn määrän räjähdysainetta taakseen muovautuakseen ja saadakseen riittävän liike-energian läpäisyyn.

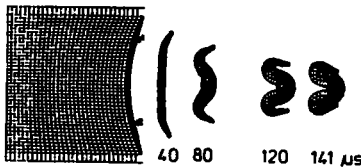
Iskumassapanoksen kartiomateriaalin tulisi olla mahdollisimman "pehmeää" ja muokkautuvaa, jotta se muovautuisi "ammukseksi". Toisaalta sen pitäisi muokkauslujittua, jotta se ei osuessaan "leviäisi" (L/D-suhde; L = ammuksen pituus ja D = halkaisija). Teoreettisesti paras aine olisi tantaali. Sen kalleuden vuoksi käytetään muokkautuvia teräksiä ja kuparia. Jälkivaikutusta vaunun sisällä voidaan lisätä herkästi syttyvillä kartiomateriaaleilla (esim. alumiini ja zirkonium). Koska ne ovat keveitä, ammuksen tiheys ja läpäisy pienenevät.

Puuttumatta syvällisesti L/D-suhteen vaikutuksesta panssarin läpäisyyn voidaan todeta, että sitä pyritään kasvattamaan materiaalin valinnalla, kartion muodolla ja

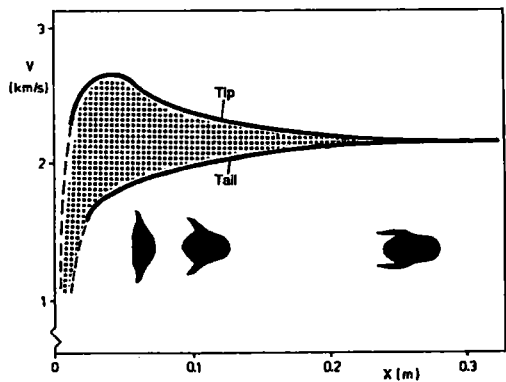
räjähdyksineen detonaatorintaman avulla. Uusimmissa panoksissa käytetään paraboloidia, reunoille ohenevaa "kartiota" (liner). Muita keinoja hallita iskumassan muotoa ovat detonaationopeuden muuttaminen panoksen eri osissa, detonaatorintaman ja kartion kohtauskulman säätelyllä. Tämä tehdään sijoittamalla inertti "linssi" räjäyttimen ja panoksen väliin. Panoksen kuorella ja räjähdysaineen detonaationopeudella on myös merkitystä.

Massiivisen ammuksen tunkeutuma ja läpäisy homogeenisessa panssarissa voidaan laskea useilla yksinkertaisillakin kokeellisilla kaavoilla. Sama pätee iskumassa-ammuksiin. Pidemmillä matkoilla (kuten kylkimiinoilla) on otettava huomioon ilmanvastus. Liike-energian ($E = \frac{1}{2}mv^2$) tulee olla riittävän suuri pinta-alayksikköä kohden. Energiaa voidaan kasvattaa joko massaa tai nopeutta suurentamalla. Valitettavasti on niin, että jos pyritään kasvattamaan nopeutta, kartio pyrkii hajoamaan. Jos taas yritetään saada koko kartio muovautumaan yhdeksi ammuksiksi, nopeus pienenee. Edelleen panssarin läpäisy on "hyötysuhteeltaan" parempi nopeudella 2 000 . . . 2 500 m/s kuin esimerkiksi 3000 m/s nopeudella. Teoreettisesti on arvioitu voitavan saavuttaa yhden kaliiperin läpäisy 100 m:n etäisyydeltä. Käytännössä tähän ei ole vielä päästy.

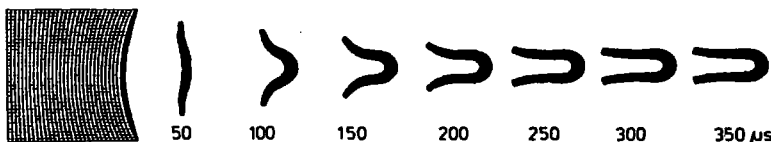
Seuraavien kuvien tulkinta ei ole yksiselitteinen. Ne esitetään esimerkkinä eri tutkimuksista. Kuvassa 1 ja 3 on numeerisen simuloinnin tulokset, jotka osoittavat panoksen kuoren merkityksen iskumassan muovautumiseen. Suoritetut kokeet osoittavat tietokonetulokset oikeiksi. Kuvassa 2 on esitetty erään iskumassan kärjen ja perän nopeuden muutokset matkan funktiona. Kuvassa 5 on sama ilmiö käyrästönä, kun kartion massa muuttuu ja sitä ohennetaan reunoilta. Kuvassa 4 on esitetty erään panoksen kuparikartion ontelosuihkun ja iskumassan nopeudet kulman muuttuessa.



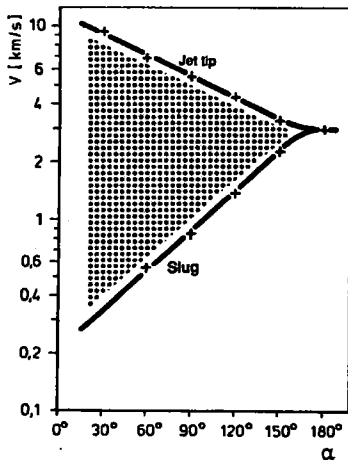
Kuva 1



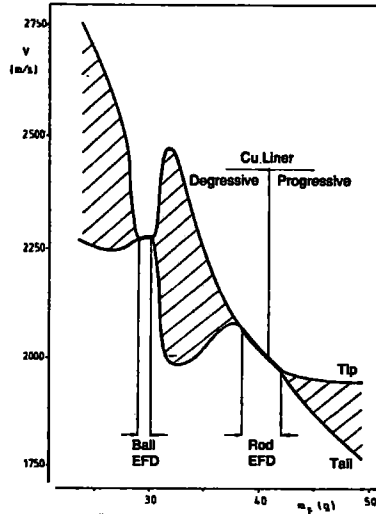
Kuva 2



Kuva 3



Kuva 4



Kuva 5

2.4. Yhteenveto

Kukin taisteluväline ja miina suunnitellaan tiettyyn tarkoitukseen vaikuttamaan panssarivaunuun (pohja, kylki, katto tai tela) tai muihin ajoneuvoihin ja kohteisiin tai elävään voimaan. Joskus esimerkiksi sirote miinan tulee tehotta sekä ajoneuvoihin että elävään voimaan. Tällaiset kaksivaikutteiset miinat yleistynevät. Panssarivaunu on edelleen miinan päämaali.

Pyrittäessä parempaan kustannus/hyöty-suhteeseen yleistyvät suunnattuun sirpale- ja räjähdysvaikutukseen perustuvat miinat. Nopeat tietokoneet uusine ohjelmineen ovat tuoneet suunnittelijoille uusia työvälineitä.

3. MIINOISTA JA NIIDEN SUUNNITTELUSTA

3.1. Miinan pääosat

Yleensä miinassa on kuori, sytytin, laukaisin ja panososa.

Miinan kuoren muoto, koko ja materiaali ovat hyvin oleellisia tekijöitä. Sen tulee suojata miinaa kaikissa käyttöolosuhteissa, varastoinnissa ja asennettaessa käsin, koneellisesti tai sirottamalla. Perinteinen metallikuori on vaihtunut monissa miinoissa muoviseksi. Kehittyneistä muoveista voidaan mainita esimerkkinä polykarbonaatti, josta valmistettuun kuoreen voidaan valaa räjähdyspanos ilman lämmöstä aiheutuvia muodonmuutoksia ja jännityksiä. Miinuspuolella ovat muovityökaluhen korkeat hinnat. Valmistettavien sarjojen tulee olla pitkiä.

Kosketusperiaatteella toimivan miinan sytyttimen kuormittaminen aloittaa ketjun, mikä johtaa ensin aloitenallin ja/tai nallin syttymiseen ja räjäyttimen avulla panososan räjähtämiseen.

(Tässä yhteydessä on varoitettava erilaisista nimityksistä mm englannin ja suomen sotilasslangeissa.) Syyttimen yhteydessä on yleensä tätä ketjua säätelemässä ja välittämässä laukaisin. Aina siitä ei voida erottaa erillistä syytintä. Yksinkertaisimmillaan syytin on esimerkiksi jalkaväkimiinan ja tavanomaisen telamiinan painosyytin. Toisena ääripäänä on pohjamiinan elektroninen laukaisin, jossa voi olla useita ilmaisimia (sensoreita), kauko-ohjausmahdollisuus, säädettävä toiminta-aika tai itsetuho mahdollisuus elektronisine ja mekaanisine varmistimineen.

Panososa vaikuttaa maaliinsa suoraan paineella tai liike-energialla (sirpale, ontelosuihku, iskumassa) tai vaikkapa taistelukaasulla.

3.2 Miinalle asetettavia vaatimuksia

Teho

Miinan tulee olla riittävän tehokas tarkoitettuun maaliinsa. Toisaalta se ei saisi olla liian tehokas. Tällöin on kyse tietenkin kustannushyöty ajattelusta. Suunnittelussa tulee nähdä maalin kehittyminen miinan elinikä aikajänteenä.

Painevaikutteisen telamiinan minimipanos on noin 3 kg, jotta sillä olisi riittävä vaikutus vielä telapyöräänkin. Tällä panoskoolla olosuhteiden tulee olla lähes ihanteellisten. Maaperä voi olla pehmeää, jolloin osa energiasta siirtää vain maata. Tela ei aina ole keskellä ja kokonaan miinan päällä. Ontelopanos voi olla pienempikin, varsinkin, jos se on tarkoitettu ensisijaisesti pohjamiinaksi. (Asiantuntijat tosin epäilevät pienimpien sirotepanssarimiinoiden tehoa uusimpien taistelupanssarivaunujen teloihin.) Iskumassapanosten teho perustuu iskumassan ja panssarista irtoavien sirpaleiden vaikutukseen.

Yleisesti käytetty maalilaitte panssarintorjunta-aseiden tehon testaamisessa on kerrosmaali. Pohjamiinoiden maalilaitteessa, joka on vaakatasossa, on n 50 mm homogeenistä valssattua panssariterästä (HRA) ja sen takana yläpuolella todistelevyinä useita ohuempia levyjä kauppalatuista terästä. Kylkimiinoiden teho todetaan maalilaitteella, joka matkii panssarivaunun kyljen kerrospanssarointia (100 . . . 150 mm). Yleensä maali on vielä viistossa asennossa ja takana on todistelevy jälkivaikutuksen todentamiseksi.

Jalkaväkimiinassa riittää muutaman kymmenen gramman räjähdyspanos laukaisijan pysäyttämiseen. Sirpalemiinoiden tappavan sirpaleen teho mitataan noin 20 mm lautaseinän avulla.

Laukaisukuormitus tai syyttimen (laukaisimen) herkkyys

Miinan syyttimen tai laukaisimen tulee olla riittävän herkkä reagoidakseen tarkoitettuun maaliin, mutta riittävän turvallinen asentajalleen. Jalkaväkimiinoiden vetosyyttimillä laukaisukuormitus on usein välillä 30 . . . 80 N, painosyyttimillä hieman suurempikin ja panssarimiinoilla 2 000 . . . 3 000 N.

Herätelaukaisimen herkkyys säädetään esimerkiksi taistelupanssarivaunun tietyllä nopeusalueella aiheuttaman tärinän ja magneettikentän muutoksen perusteella laukeavaksi.

Turvallisuus

Miinan tulee olla turvallinen varastoida (10 . . .30 v), kuljettaa ja asentaa. Joskus vaaditaan, että oma miina on turvallinen raivata tai purkaa. Näitä ominaisuuksia testataan koekäytöllä ja kokeilla, joissa simuloidaan varastointia, kuljetuksia ja taistelukentän rasituksia (sääkaappi-, pudotus-, läpiampumis-, räjähdysvälityskokeet jne).

Muovikuorien tulo on tuonut myös räjähdysaineen ja muovin keskinäisen yhteensopivuuden testattavien kohteiden joukkoon. Kuorimateriaaliksi muuten hyvin sopiva ABS-muovi esimerkiksi reagoi TNT:n kanssa. Metallikuorisilla miinoilla ei ollut tämän tyyppin ongelmia.

Asennettavuus

Miinan tulee olla helppo ja turvallinen asentaa. Tähän vaikuttavat sytytinkonstruktio sekä miinan koko ja muoto. Käsin asennettavissa on otettava huomioon mm talven vaikutus. Arvioitavia tekijöitä ovat miinasijan teko, asennustoimenpiteiden yksinkertaisuus ja nopeus. Uusien miinojemme pakkauksessa on kaikki asentamiseen tarvittavat välineet, enää ei tarvitse katkoa keppejä jaloiksi ja rautalankoja sytyttimen kiinnitykseen.

Koneellisessa asennuksessa koko toiminnan tulisi olla mekanisoitu ja automatisoitu.

Toimintavarmuus (luotettavuus)

Miinan tulee toimia oikeaan maaliin kaikissa olosuhteissa määrätyn varastointiajan jälkeen niinkään määrätyn ajan asentamisesta.

Olosuhdetesteillä selvitetään välineen selviytymistä mm kosteuden tai veden (ainakin roiskevesitiivis), suolaveden, pölyn ja hiekan suhteen sekä lämpötilojen (meillä yleensä $\pm 40^{\circ}\text{C}$) ja jäätyneen sietoa tai tiiveyttä. Sääkaappi on tärkeä testiväline.

Meillä vaaditaan yli 90 % toimintavarmuutta. Miinoille, joissa on asetettava toiminta-aika, (joka päättyy miinan neutraloitumiseen tai itsetuhoon) asetetaan hyvin korkeita vaatimuksia (esim: 99,98 %). Luotettavuus on niinkään kustannuskysymys.

Raivauksen sieto

Miinan tulisi olla vaikea raivata mekaanisilla, räjähtävillä ja herätearaivaimilla kuten miina-auroilla ja -jyrillä, varsta-, putki-, raketti- ja FAE-raivaimilla. Simuloidut herätteet eivät saisi räjäyttää miinaa. Yhden miinan räjähtäminen ei saa aiheuttaa muiden laukeamista miinoitteessa (sympaattinen räjähdys). Sen tulee kestää miinaharavien impulssit tai se voi olla metalliton. Käsin raivausta vastaan se on voitava ansoittaa tai siinä on jokin muu "raivauksen estävä laite". (Meille riittänee termiksi hyvä suomalainen sana: ansoitettu/ansoituuslaite.)

Näihin vaatimuksiin yritetään vastata monin keinoin. Miina voidaan asentaa syvälle ja se on rakenteeltaan kestävä. Kaksoisimpulssiin perustuva mekaaninen tai elektroninen sytytin toimii vasta toisesta kuormituksesta päästään jyrän ohi. Samaan

päästään yliajolaskurilla. Herätelaukaisimissa voi olla useita ilmaisimia. Esimerkiksi miina laukeaa magneettisesta herätteestä ehdolla että samalla on voimassa riittävä jatkuva värinä. Sokkivarmistin estää miinan laukeamisen räjähdyspaineesta. Ansoitus voidaan tehdä elektronisesti tai mekaanisesti esim elohopeakytkimellä, jolloin miinan kallistus räjäyttää miinan.

Tietenkin miinan tulisi kestää muitakin taistelulentän rasituksia kuten sirpaleita, paineiskuja ja tulipaloja. Jossakin maissa painotetaan helppoa ja toisissa vaikeaa raivattavuutta. Vaihtelevat miinoitusmenetelmät (-tekniikka) ja jalkaväkimiinojen käyttö vaikeuttavat raivaamista.

Maastouttaminen ja naamiointi

Yleisin miinojen paikantamisväline on ihmissilmä. Kehittyneet elektro-optiset tiedustelumenetelmät paljastavat jopa pöyhityn maan. Miinan tulisi olla vaikeasti havaittava maasta ja ilmasta. Tähän pyritään mattapintaisella naamiomaalauksella, miinan koolla ja muodolla. Maan pinnalla miinan tulee sulautua hyvin maastoon. Miinasijan tulee olla helppo naamioida, myös koneellisessa asennuksessa.

Varastointi ja huolto

Miinoja ei voida kierrättää varastossa kuten ampumatarvikkeita. Miinoilta vaaditaan 10 . . . 30 vuoden varastointikestävyyttä vaihtuvalämpöisissä varastoissa, minkä jälkeen niiden vielä pitää toimia käytettäessä.

Mikäli väline vaatii huoltoa elinaikanaan, toimenpiteiden tulee olla helposti toteutettavissa. Kaikkien komponenttien ja pakkausten tulee kestää varastointia. Vaikeimmin säilyvät osat kuten sytyttimet pakataan esim tyhjiöpakkauksiin.

Aikaisemmin elektronisten miinojen ongelmana olivat virtalähteet. Tavanomaiset paristothan kestävät varastointia vain 1 . . . 2 vuotta. Nykyiset litium-paristot kestävät +20°C lämpötilassa jopa 10 vuotta, jolloin niiden kapasiteetista on vielä jäljellä 90 %. Tämän jälkeen miinan elektroniikka testataan ja paristo vaihdetaan. Varastointikestävyyttä seurataan jatkuvasti.

Pakkaus on olennainen osa kokonaisuutta. Sen on suojattava miinaa varastoinnin ja kuljetusten aikana. Miinat pakataan optimaalisesti, koneelliseen (pakkaus on lavautuva) ja manuaaliseen kuorman käsittelyyn sopiviksi. Tämä saattaa vaikuttaa myös miinan muotoon. Loppukäyttäjän vuoksi pakkaus ei voi olla liian painava ja siinä tulee olla kaikki asentamiseen tarvittavat välineet käyttöohjeineen ja sisällysluetteloineen. Edelleen laatikon (vastaavan) tulee täyttää viranomaisten turvallisuusmääräykset räjähtävän materiaalin varastoinnista ja kuljetuksista.

Hinta

Yleensä miinoja käytetään massamaisesti. Mitä sofistikoitumpi miina, sitä kalliimpi se on ja sitä vähemmän niitä on vara hankkia. Tässä yhteydessä puhutaan usein kustannus—hyöty vastaavuudesta. Hinnan minimointia ei voi tehdä turvallisuuden kustannuksella. Kokonaiskustannuksiin tulee laskea koko miinan elinikä, myös kehittäminen ja suunnittelu, valmistus, koulutus, huolto, varastointi ja kuljetukset.

Perinteiset miinat ovat rakenteeltaan yksinkertaisia. Kuka tahansa aikaansa seuraava pioneeri voi suunnitella ja valmistuttaa sen prototyypin. Konstruktion

hyvyys mitataan kuitenkin vasta sillä, pystytäänkö sinänsä ehkä toimivaa miinaa valmistamaan edullisesti teollisena sarjatuotteena.

Varmistusaika

Vanhastaan miina on asennettaessa pantu toimintakuntoon eli "viritetty". Asentajan käsi ei ole saanut tärinästä. Elektroniset ja koneellisesti asennettavat sekä sirotemiinat ovat merkinneet muutosta. Näistä varmistus poistuu 15 s . . . 40 min kuluttua maahan putoamisesta tai virittämisestä. Näin asentaja ehtii poistua turvallisesti paikalta. Aikautin voi olla mekaaninen, elektroninen tai näiden yhdistelmä.

Nykyisin näkee vaatimuksia, että räjäytysketjun on oltava fyysisesti poikki varmistusajan. Sen loputtua ketju vasta kytkeytyy. Tällaiset järjestelmät ovat kuitenkin mekaanisina hyvin vaativia.

Toiminta-aika

Liikkuvilla sotatoimissa miinoitteet ovat tuskin oikeassa paikassa enää muutaman vuorokauden kuluttua. Jotta miinojen taktiseen käyttöön saataisiin enemmän joustavuutta, on alettu vaatia ennalta asetettua tai säädettävää toiminta-aikaa. Yleensä portaittaisesti valitun ajan jälkeen ne neutraloituvat (tulevat vaarattomiksi) tai räjäyttävät itsensä. Vastahyökkäykset tulevat helpommiksi ja omien miinoitteiden raivaaminen vaarattommaksi.

Toiminta-aika voi olla lyhyt (tunteja) tai pitkä (vuorokausia—viikkoja—kuukausia). Lyhyet ajat toteutetaan mikroelektroniikalla. Pitkät ajat voidaan hoitaa muutenkin. Maahan asennettavissa miinoissa on mahdollisen asetettavan toiminta-ajan lisäksi yleistä, että kun pariston jännite laskee tietyllä tasolle, se purkautuu ja miinasta tulee "vaaraton". Toiminta-aika voidaan asettaa jo tehtaalla tai asennettaessa. Miinan itsetuho takaa, ettei miinaa käytetä alkuperäistä käyttäjänsä vastaan.

Kaukokäyttö

Miinoittajan unelma on, että miinoite voidaan nappia painamalla virittää ja varmistaa, tai että miina tunnistaisi omat panssarivaunut ja päästäisi ne läpi. Vaikka tämä onkin teknisesti mahdollista, menetelmän epävarmuus, hinta ja vihollisen mahdolliset elektroniset vastatoimenpiteet ovat toistaiseksi estäneet käyttöönoton.

Voisi ajatella, että ainakin miinoitteisiin jätettävät kulkuaukot järjestettäisiin kaukokäyttöisillä herätemiinoilla. Kylkimiinoilla tämä voitaisiin hoitaa helposti myös kaapelilla.

Yhdistelmä

Miinalla voi olla monia ominaisuuksia edellä luetelluista. Monet näistä ovat toisilleen ristiriitaisia tai toisiinsa liittyviä joskus jopa toisensa poissulkevia. Ne lisäävät lähes aina hintaa ja kokoa sekä vähentävät kokonaisuuden toimintavarmuutta. Lopputulos on usein "optimoitu kompromissi". Yleensä hinta on hyvin

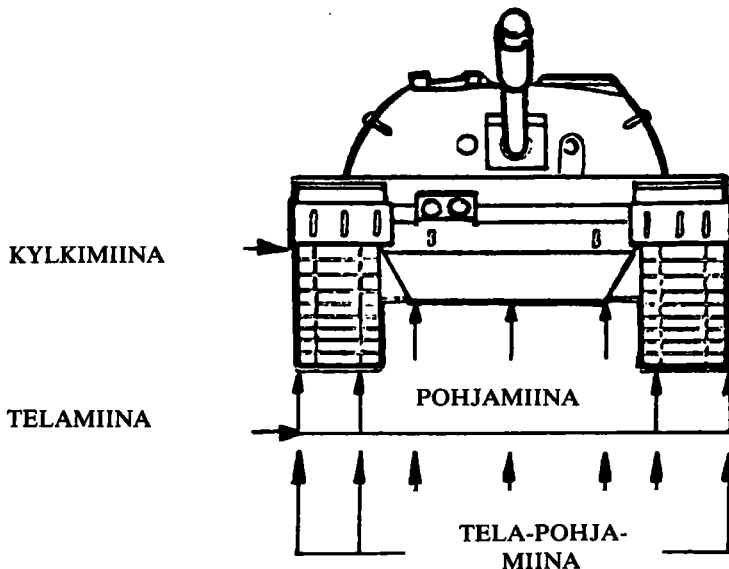
määrävä. Massatuote ei voi olla kallis. Kalleuden täytyy tuoda etuja kuten parempi teho ja pienempi määrällinen tarve.

Yleisesikuntaupseerin tulisi kyetä määrittämään sotavarusteen (suunnittelu)vaatimukset. Niiden tulisi olla konkreettisia, mahdollisuuksien rajoissa, mitattavissa tai havaittavissa olevia. Ehdottomat vaatimukset tulisi erottaa suotavista ominaisuuksista, samoin oleelliset epäoleellisista. Tehtävä ei ole helppo. Esimerkiksi koko (mm), paino (kg), väri, pakkaus (mm, kg, kpl), käyttö- ja varastointilämpötila-alue (\pm °C), läpäisy (matka, paksuus, kulma, kovuus, osumatodennäköisyys jne), laukaisutapa, varastointi- ja kuljetuskestävyys (kosteus, lämpötila, aika, pudotuskorkeus jne), hinta (mk) ja niin edelleen tulee määrittää, jos se on tarpeen. Edelleen on muistettava, että "monikäyttöinen" ei sovellu kunnolla mihinkään.

3.3 Panssarimiinat

Panssarimiinat vaikuttavat panssarivaunujen heikoiden suojattuihin osiin kuten telaan, pohjaan tai kylkeen. Tela on kiinni maassa ja 500 . . . 700 mm levyinen. Pohjan panssarointi on vain muutamia senttejä ja 400 . . . 500 mm:n korkeudella maasta. Miinat ainakin pysäyttävät taistelupanssarivaunun, pohja- ja kylkimiinat voivat lisäksi tuhota sen ja aiheuttaa henkilöstölle tappioita. Tarkasti ottaen miina voi vaikuttaa neljällä eri tavalla kuvan 6 mukaisesti.

Kuva 6. Panssarivaunu miinan maalina.



Tämä jako vaatii muutaman selvityksen sanan. Meillä molempia pohjasta vaikuttavia tyyppejä kutsutaan yksinkertaisesti pohjamiinoiksi, koska omat pohjamiinamme pystyvät katkaisemaan telan ja puhkaisemaan pohjan. Niitä kutsutaan myös täyslevydeiltä vaikuttaviksi panssarimiinoiksi (FWA MINE = full

width attack mine). Muualla maailmalla on mm siroteamiinatyyppisiä, jotka todella tehoavat vain pohjaan. Kuvaan on tulossa vielä katosta vaikuttavat tyypit, joita on jo kehitteillä. Tällainen miina sinkoaisi yhden tai useita panososa ilmaan, josta se maalin paikannettuaan ampuisi iskumassa-ammuksen taistelupanssarivaunun kattoon.

Miinojen hinnat nousevat jyrkästi siirryttäessä perinteisistä mekaanisista miinoista elektronisiin heräte- ja siroteamiinoin. Hintoja voi verrata seuraavalla tavalla:

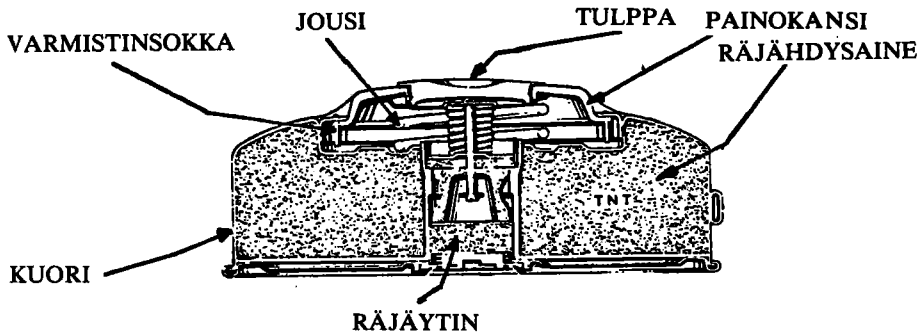
— telamiina	100	RY (rahayksikköä)
— herätepohjamiina 7—10*	100	”
— sirote ”	15* 100	” (kranaatit ml).

Hinnalla tietenkin saa enemmän tehoa, nopeutta ja tilantemukaisen toiminnan. Esimerkiksi MLRS-raketinheittimellä ammuttu 1 000*500 neliömetrin miinoite, joka syntyy muutamassa minuutissa kymmenien kilometrien päähän; jopa vihollisen puolelle, maksaa n 2 500 000 markkaa. Uusien siroteamiinatyyppien ja -järjestelmien yleistäessä hinnat todennäköisesti laskevat.

Telamiinat

Telamiinat katkaisevat telan ja mahdollisesti vaurioittavat telapyörää. Ne ovat perinteisiä panssariamiinoja ja painavat noin 10 kg. Niitä on vielä useissa maissa runsaasti varastoissa. Nimensä mukaisesti ne laukeavat telan tai pyörän painosta. Laukaisukuormitus säädetään esimerkiksi jousikuormalla, murtosokan tai laukaisimen murtolujuudella. Asentaminen tapahtuu käsin tai koneellisesti. Kuvassa 7 on tyyppillinen metallikuorinen telamiina.

Kuva 7. Telamiina.



Nykyisin telamiinoja modernisoidaan monissa maissa uusimalla niiden laukaisimia puikko- tai herätelaukaisimiksi. Tällöin niistä tulee pohjamiinoja, koska niiden teho riittää repäisemään taistelupanssarin pohjan ja aiheuttamaan muita vaurioita. Myös painosytyttimiä kehitellään. Tällöin niihin voidaan saada parempi kestävyys räjähtäviä ja/tai mekaanisia raivaimia vastaan, säädettävä toiminta-aika jne. Uudet sytyttimet ovat kuitenkin niin kalliita, että tuskin kellään on varaa hankkia niitä kaikkiin vanhoihin miinoihin.

Osa nyt jo vanhahtavista, siroteamiinoista on telamiinoja.

POHJAMIINAT

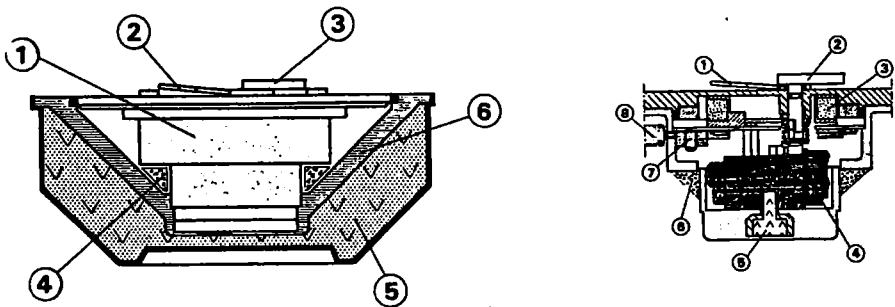
Pohjamiinalla tarkoitetaan panssarimiinaa, joka katkaisee telan, vaurioittaa telapyörää (ja muuta rakennetta) sekä puhkaisee pohjan. Sisällä vauriot riippuvat suuresti miinan räjähdyskohdasta ja tietenkin mm vaunun rakenteesta, sammuttamista ja henkilöstön suojavälineistä.

Kokeiltaessa pohjamiina 87 taistelupanssarivaunun telan alla todettiin mm polviakselin laakeripesän haljenneen, telapyörän vaurioituneen ja kahden telakengän kadonneen. Pohjan alla räjähtänyt miina puhkasi ja repäisi pohjan. Sisällä oli sirpaleiden aiheuttamia vaurioita. Paine ja lämpötila kohosivat hetkellisesti korkeiksi maalivaunun sisällä. Vaunun palosammutusjärjestelmä laukesi mutta moottori ei pysähtynyt. Miina ei ollutkaan pahimmalla mahdollisella kohdalla.

Yleensä pohjamiinoissa käytetään ontelohanoksia, joiden kartiokulma on tylppä. Jotta iskumassapanoksen kartio voisi muotoutua häiriöttä ja tällainen miina voitaisiin asentaa n 100 mm:n syvyyteen, on siinä oltava naamioidinnin poistopanos. Se on muutamian kymmenien grammojen ruutipanos (esim mustaruutia), joka syttyessään ennen varsinaista panosta poistaa miinan panososan päällisen rakenteen ja naamiokerroksen.

Voidaan sanoa, että lähes kaikki uudet panssarimiinat ovat pohjamiinoja. Niiden levitystapa vaikuttaa ratkaisevasti miinan kokoon ja rakenteeseen. Monet miinat sopivat koneelliseen asennukseen tai ne lingotaan tai sirotellaan maa-ajoneuvosta tai ilma-aluksesta tai ammutaan tykistöaseilla. Varsinkin tykistön kranaattien kuormammissa olevien miinojen koko on rajallinen ja niiden on kestävä kova lähtökiikkyvyys. Kuvassa 8 on ruotsalainen koneellisesti asennettavan pohjamiinan ja sen laukaisimen rakenne.

Kuva 8. Ruotsalainen FFV 028 herätepohjamiina.



1. LAUKAISIN
2. KULJETUSVAMISTIN
3. VIRITIN
4. NAAMIOINNIN POISTOPANOS
5. RÄJÄHDYSAINE
6. KARTIO

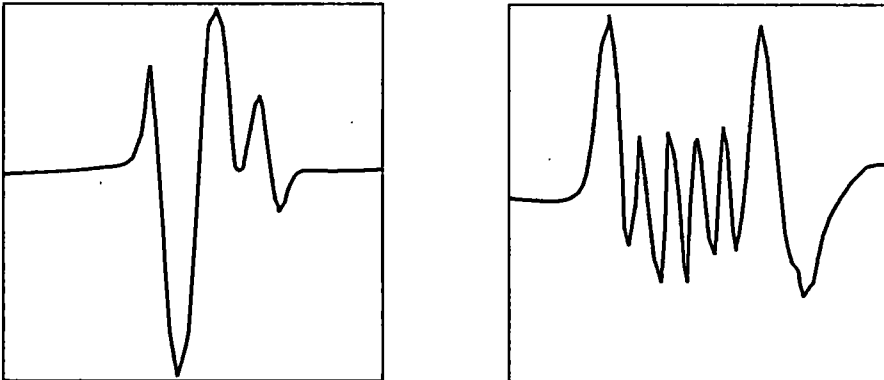
1. KULJETUSVARMISTIN
2. VIRITIN
3. KELA
4. VARMISTINKONEISTO
5. RÄJÄYTIN
6. NAAMIOINNIN POISTOPANOS
7. ELEKTRONIIKKA
8. PARISTO

Ensimmäiset pohjamiinat oli varustettu puikkolaukaisimilla. Panssarivaunun kääntäessä puikkoa, mekaaninen syytin laukaisee miinan tietyn hidastusajan jälkeen. Nykyisin ne varustetaan yleensä herätelaukaisimella. Heräte voi tulla lämpösäteilystä (IP), maan tai ilman värähtelystä (seisminen tai akustinen), maali voidaan havaita maan magneettikentän muutoksesta, tutkaheijastuksesta tai valonsäteen avulla (laser-säde, valokenno). Yleisimmin käytetään tärinä- ja magneettista herätettä. Huonona puolena tällöin on, että myös läheltä ohittava maali laukaisee miinan. Saksalaisessa siroteamiinassa (AT-2) on tämän estämiseksi antenni-ilmaisin.

Mikroelektronikalla ja ilmaisinyhdistelmillä miinasta saadaan ”älykäs”, toisinaan siihen on ohjelmoitu logiikka. Tällöin se voi tunnistaa ja valita maalin (n:s vaunu vasemmalta) tai tyyppin (taistelupanssarivaunu, kuljetuspanssarivaunu tai muu pyöräajoneuvo). Edelleen miina voidaan saada ottamaan huomioon maalin nopeus ja räjähtämään tietyllä, haavoittuvimmalla kohdalla. Miina voi myös vastustaa elektronisesti simuloituja raivausyrityksiä tai kieltäytyä laukeamasta mm räjähtävien raivaimien paineiskusta, mutta lauetta raivaajan poistoyrityksestä. Toisaalta sama miina voi olla omille turvallinen muutaman tunnin kuluttua. Samassa miinoitteessa voi olla eri tavalla toimivia ulkoisesti samanlaisia miinoja.

Meillä on miinoja kehiteltäessä mitattu lämpösäteilyä, tärinöitä ja vaunujen aiheuttamia häiriöitä maan magneettikentässä. Koska tärinän eteneminen on maaperästä riippuva ominaisuus, se ei voi määrittää laukaisukohtaa. Edelleen magneettiherätteellä on hankalaa määrittää ”parasta” laukaisukohtaa pohjamiinalle, koska maalien magneettiset ”sormenjäljet” ovat niin toisistaan poikkeavia. Telamiinalla puolestaan voitaisiin vaikka valita monesko telapyörä halutaan rikkoa. Kuvassa 9 on esimerkkejä magneettisen herätteen mittaustuloksista.

Kuva 9. Esimerkki taistelupanssarivaunun pohjan ja kuljetuspanssarivaunun telan alta mitatusta magneettisesta herätteestä. Laukaisukohta voidaan valita jonkin huipun nousevalta tai laskevalta osalta.



Kylkimiinat

Kylkimiina on tarkoitettu osumaan tien sivusta panssarivaunun kylkeen. Tosin tehokkaimmat sinkoaseisiin perustuvat miinat saattavat tehoa vaunuun ammuttuna etusektoristakin.

Keski-Euroopassa suositaan onteloraketteihin tai -kranaatteihin perustuvia "sinkomiinoja". Siellä ampumaetäisyys voi olla satoja metrejä. Meillä ampumaetäisyydet ovat lyhyempiä. Miinamme ovat olleet iskumassaan perustuvia ontelohanoksia kylkimiinoja jo vuodesta 1973 lähtien. Näyttää siltä, että ainakin 2000-luvun alkupuolelle saakka toimintaperiaatteen teho on riittävä taistelupanssarivaunuihin. Lisäksi vanha kertasinke (74 KES 68) on muutettu kylkimiina käyttöönsä sopivaksi.

Kylkimiina voidaan laukaista tähyseisesti vetolangan, sähköjohtimen tai radion avulla. Edelleen se on mahdollista asentaa "lankamiinaksi" tai varustaa herätelaukaisimella. Pohjamiinoista poiketen tarkka laukaisuhetki määritetään yleensä optisesti tai esimerkiksi infrapunailmaisimella. Laukaisuehtona käytetään tällöin riittävää tärinää tai taajuudeltaan oikeaa ääntä. Mainittakoon, että Libanonissa käytettävät "tienvarsipommit" ovat usein radiolaukaistavia.

Ohjelmoitavasta, vielä kehitteillä olevasta, kylkimiinan herätelaukaisimesta voidaan mainita British Aerospacen AJAX, joka voidaan asentaa modifioituun APILAS tai LAW80 kertasinkeeseen. Laukaisimessa on täry- ja sarja IP-sensoreita sekä mikrosuoritin, joten se määrittää oikean laukaisuhetken mittaamistaan maalin koosta ja liiketiedoista. Sen osumatodennäköisyydeksi 3 . . 80 km/h liikkuvaan maaliin 200 metrin päässä ilmoitetaan yli 95 %. Oikea toiminta edellyttää kuitenkin, että maali ajaa suoraan vakionopeudella. Maalityyppi, järjestys kolonnassa, tulosuunta ja etäisyysalue sekä toiminta-aika voidaan ohjelmoida asennettaessa. Miinan neutralointi ja itsetunto sekä kauko-ohjaus ovat mahdollisia. Välineen kokonaishinta nousee yli 20 000 markan.

3.4 J a l k a v ä k i m i i n a t

Jalkaväkimiinoja voidaan käyttää elävää voimaa vastaan eri tavoin. Hyvin yleisesti niitä käytetään panssarimiinoitteissa vaikeuttamaan raivaamista.

Polkumiinat vaikuttavat yksilöön. Ne asennetaan käsin, koneellisesti tai sirottamalla. Sirotemiinat ovat pieniä, kestäviä ja vaikeasti havaittavia. Metallia voi olla hyvin vähän esimerkiksi vain iskurin piikissä ja jousessa. Italialaisessa VS—Mk 2 miinassa on yksinkertainen mutta toimiva sokkivarmistin, mikä estää laukeamisen maahan pudotettaessa tai raivattaessa. Kun miinaa kuormitetaan "hitaasti", ilma virtaa ulos pienestä reiästä, varmistus poistuu ja iskuri iskee nalliin. Nopeasti kuormitettaessa ilma jää kumituttiin, mikä estää varmistimen kiertymisen ja edelleen iskurin toiminnan.

Sirpalemiinat tehoavat joukkoon. Ne voivat olla lanka-, hyppy- tai viuhkamiinoja. Käsin asennettavat putki- ja hyppymiinat alkavat olla harvinaisuuksia. Vaikutusetäisyys on kymmenestä metristä satoihin metreihin. Sirotemiinoissa on mm hyppy-, lanka- ja muita sirpalemiinoja.

Kevyet viuhkamiinat soveltuvat hyvin ylläköihin ja eri kohteiden lähipuolustukseen. Niitä voidaan sijoittaa jopa panssaroitujen ajoneuvojen kylkiin "sissintorjuntaan". Raskaat miinat tehoavat panssarimattomiin ajoneuvoihin, joten ne sopivat lisäksi maahanlaskun- ja maihinnoituksen torjuntaan. Molemmat tyypit voidaan asentaa tähy-, lanka- tai herätemiinoiksi.

Sirpaleviuhkan muodostuminen perustuu siihen, että detonaatorintama sinkoaa räjähdysaineen pinnalla olevat sirpaleet (tai kuoren) vakiokulmassa. Ilmiötä voidaan

säädellä pintojen kaarevuudella, sytytyskohdalla, räjähdysaineella, sirpaleiden koolla ja muodolla ja valmistustarkkuudella. Sirpalevaikutus miinan takana on muovikuoren vuoksi pieni, ja näin omat joukot voivat olla hyvin lähellä.

Kevyet viuhkamiinat painavat muutaman kilogramman, ja niissä on 0,5 g:n sirpaleita noin 1 000 kpl. Kuvassa 10 on viuhkamiinan 88 sirpalekuvio ja osumatodennäköisyydet.

Raskaat viuhkamiinat painavat noin 10 kg, ja niissä on 4—5 g:n sirpaleita n 1 000 kpl. Kuvassa 11 on viuhkamiinan 84 sirpalekuvio ja osumatodennäköisyydet.

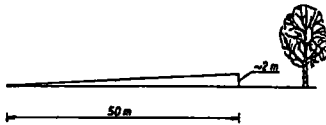
Kuva 10. Esimerkki kevyen viuhkamiinan sirpaleviuhkasta.

Kuva 11. Esimerkki raskaan viuhkamiinan sirpaleviuhkasta.

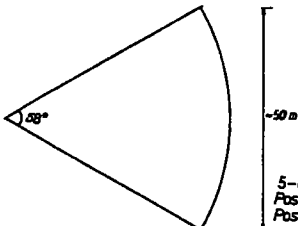
VIUHKAMIINA 88

VAIKUTUS SUOJATTOMAAN ELÄVÄÄN VOIMAAN

Sektori pystytasossa



Sektori vaakatasossa

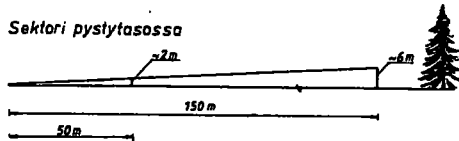


Tehokas vaikutusalue 1300 m² jolla
km 8 sirpaletta/m²
km Pos=86% henkilöön
km Pos=100% autoon
(odotusarvo 48 sirpaletta)

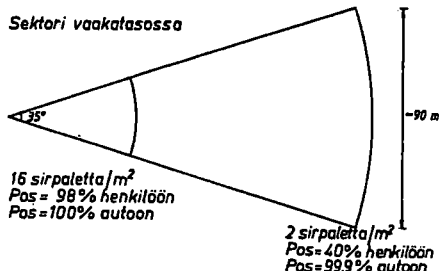
VIUHKAMIINA 84

VAIKUTUS SUOJATTOMAAN ELÄVÄÄN VOIMAAN

Sektori pystytasossa



Sektori vaakatasossa



Tehokas vaikutusalue 7000m² jolla
km 4 sirpaletta/m²
km Pos= 63% henkilöön
km Pos= 99,9% autoon
(odotusarvo 24 sirpaletta)

Sirotesirpalemiinoissa ovat yleistyneet tyypit, jotka maahan pudottuaan sinkoavat useita n 10 metrin pituisia laukaisulankoja ympäriinsä. Kun lankaa kuormitetaan, miinan panososa esisirpaloituneine kuorineen hyppää ylös ja räjähtää.

3.5 Sirotemiinat

Sirotemiinoilla ymmärretään miinoja, jotka asennetaan tilanteenmukaisesti nopeasti "kylvämällä" maanpinnalle. Muita tunnusmerkkejä on, että miinatiheyttä voidaan jotenkin säädellä ja, että miinat tulevat toimintavalmiiksi maassa käsin koskematta. Nämä uuden sukupolven miinat on suunniteltu juuri tähän tarkoitukseen. Joissakin lähteissä sirotemiinat erotetaan kaukolevitteisistä miinoista. On makuasia, luokitellaanko maa-ajoneuvojen miinalingot ja -heittimet, jotka heittävät miinat muutamien kymmenien tai satojen metrien päähän, miinoituskoneiksi vai sirottimiksi. Usein miinat ovat kuitenkin samoja eri järjestelmissä.

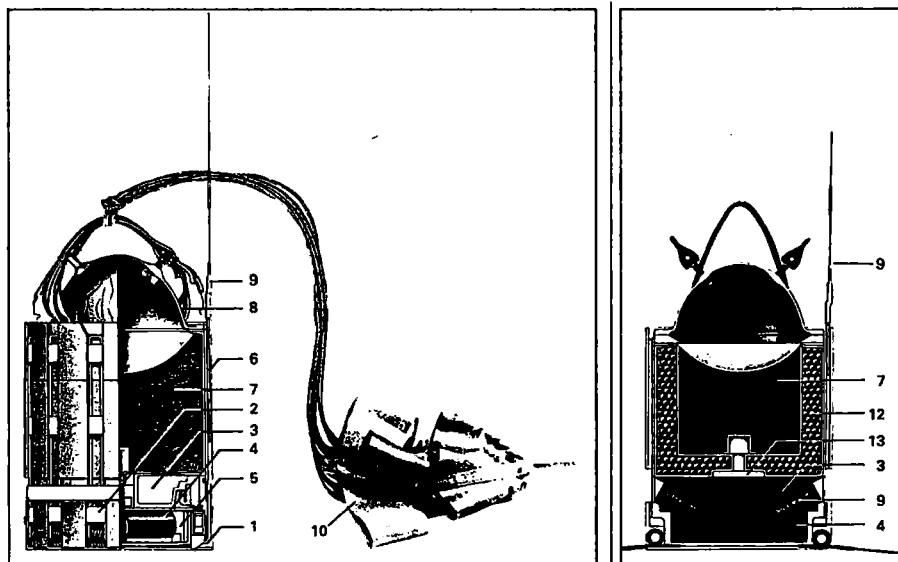
Sirotemiinat voidaan levittää mm:

- maassa olevasta kasetista (MOPMS, USA)
- ajoneuvosta (GEMSS, USA; Ranger, UK; MiWS, SLT)
- helikopterista (M 56, USA)
- lentokoneesta (GATOR, USA; MW-1, SLT)
- tykistöasein (MLRS:AT 2, SLT ja Italia; 155 mm: AP ADAM ja AT RAAMS, USA).

SELITE:	MOPMS	= Modular Pack Mine System
	GEMSS	= Ground Emplaced Mine Scattering System
	MiWS	= Minenwerfer System (SCORPION)
	AP ADAM	= Anti-Personnel Area Denial Artillery Munition
	AT RAAMS	= Anti-Tank Remote Anti-Armor Mine System

Kaikki edellä mainitut järjestelmät tai miinat ovat palveluskäytössä, mutta tässä ei ole kaikki. Lisäksi uusia on kehitteillä tai käyttöönottovaiheessa. Miinasirotteet, kuten näitä siroteaseperheen jäseniä myös kutsutaan, kuuluvat usein lentokenttiä ja kiitoteitä vastaan tarkoitettuihin järjestelmiin. Kuvassa 12 on kaksi esimerkkiä siroteamiinoista. Oikeanpuoleinen on kaksitehoinen: se toimii sekä pohjamiinana että sirpalemiinana. Siinä on heräte- ja antenni-ilmaisimen lisäksi laukaisulangat. Kuten sirpaleiden sijoittumisesta voi päätellä, se hyppää korkealle (10 m) ennen laukeamistaan.

Kuva 12. Dynamit Nobelin AT-2 panssari- ja hyppymiina. 1. Varmistinlaitteisto, 2. Pystytysmekanismi, 3. Laukaisin, 4. Paristo, 5. Sensorit, 6. Kuori, 7. Ontelopanos, 8. Suojakansi, 9. Maalianturi, 10. Laskuvarjo, 12. Sirpalekuori, 13. Heittopanos.



Sirotemiinoittaminen eri menetelmin kuuluu osana kokonaisjärjestelmään, joten on väärin sanoa, että jokin tietty menetelmä on huono. Sirotemiinoittamisessa avainsana on tilanteenmukaisuus. Maasta kasetista kömento-ohjatusti (= tähytystysti) levitetty miinoite sulkee tarkoituksellisesti jätetyn aukon. Ajoneuvosta rakennetaan nopeasti miinoite, tai panssarimiinoitetta täydennetään jalkaväkimiinoilla. Helikopteri ei voi juuri tunkeutua vihollisen puolelle ja on hidas, mutta se on kuitenkin nopeampi kuin maastoajoneuvot. Lentokoneenkin täytyy toistaiseksi lentää sulutettavan alueen yli. Tykistöaseilla saadaan nopeimmin ja varmimmin sulute myös vihollisen puolelle.

Sirotemiinoilta vaaditaan muista miinoista poikkeavia ominaisuuksia. Niiden on kestettävä "toimitustapa", eli lähtökiihtyvyyden ja maahantulo. Tyypillisesti vaatimus tykistön kuorma-ammuksille on kestää 10 000 . . . 20 000 g:n kiihtyvyyden, kriittisten komponenttien on kestettävä enemmänkin. Edelleen miinan on käännyttävä oikeinpäin tai sen on oltava kaksipuoleinen. Yleensä niissä on tehtaalla tai levittimessä säädettävä toiminta-aika. Koska miina voi joutua toimitetuksi vihollisen puolelle, missä miinoitetta ei voida valvoa, niissä on oltava ansoituslaite.

Lähinnä toimitustavasta johtuen miinojen on oltava pieniä mutta riittävän tehokkaita. Niissä voidaan käyttää erikoistekniikkaa ja -toimintoja, koska ne ovat muutenkin kalliita. Panoksessa voidaan käyttää hyvin "epäherkkiä", tehokkaita mutta kalliita muovisidosteisia räjähdysaineita (PBX = Plastic Bonded Explosives, joita ei saa sekoittaa muovailtaviin räjähdysaineisiin, plastic explosives). Edelleen kalleudesta johtuen jalkaväkimiinojen osuus on pieni: kun meillä niitä käytetään 3 . . . 5 kappaletta yhtä panssarimiinaa kohden, on eräissä sirotemiinoitusjärjestelmissä yksi jv-miina viittä panssarimiinaa kohden: Sodankäynnin kansainväliset sopimukset edellyttävät, että miinoitteet dokumentoidaan. Tämänkin vuoksi sirotemiinoissa on yleisesti itsetuhomekanismi. Sulutuskurin ylläpito ei ole ainakaan helpottunut.

3.6 Miinan tie tarpeesta tuotteeksi

Meillä uuden sotatarvikkeen synty alkaa yleensä tarpeesta, mikä puolestaan voi syntyä monin eri tavoin. Miinan vanhentuminen on eräs syy. Päätös kehittämisestä ja hankinnasta tulisi tehdä ajoissa. Perusselvitys mahdollisuuksista voidaan tehdä virkatyönä, ilman huomattavia lisäkustannuksia. Kehittämiss vastuussa olevat seuraavat jatkuvasti miina-alan teknistä kehitystä, joten kaikkea ei tarvitse alkaa aivan alusta.

Hanke tulee saada pitkän ja keskipitkän aikavälin suunnitelmiin. Yleensä tuotteen kehittämiseen tarvitaan myös kehittämisvaroja, jotka niinikään tulee sisällyttää budjettiin.

Tuote voidaan hankkia ulkomailta tai kotimaasta, (tai ehkä valmistaa kotimaassa lisenssillä), valmiina. Miina voidaan kehittää itse tai kehittämistyö voidaan antaa teollisuuden tehtäväksi. Tällöinkin tuotteen valmistaa oma teollisuutemme ja miinan kyseessä ollen se ladataan pioneerivarikossa.

Kun kehittämisresurssit kuten raha, henkilöt ja välineet sekä tilat ovat olemassa, voidaan ryhtyä suunnittelemaan ja kehittämään miinaa alustavien suunnitteluvaatiusten mukaan. Suomessa ei juuri ole alan kokonaistoimittajia. Nykyiset miinat ovat ainakin tuotantoteknisesti niin monimutkaisia, että kehitystehtäviä joudutaan

jakamaan eri teollisuuslaitoksille. Usein työhön osallistuvat myös valtion ja puolustusvoimien tutkimuslaitokset. Panososa suunnitellaan tavallisesti itse. Testausta ja kokeiluja varten Pioneerivarikolla on pieni kokeiluosasto.

Eri komponentteja kuten panososaa, syytintä, ilmaisimia ja laukaisinta testataan ensin erikseen ja niihin tehdään tarpeelliset muutokset ennen prototyypin valmistamista ja kokeiluja. Proto ei välttämättä ole vielä teollinen tuote. Pienetkin muutokset saattavat vaikuttaa muihin osiin ja kokonaisuuden toimintaan. Tämän vuoksi tuote on aina testattava tehtyjen muutosten jälkeen. Jotta syy ja seuraus pysyvät selvinä, tulee muutos tehdä kerralla vain yhteen tekijään. Käyttäjänkin mielipide täytyy saada selville jossakin vaiheessa. Kaikki yllätykset tapaavat olla negatiivisia.

Nollasarjaa eli koetuantosarjaa varten prototyyppiin joudutaan kenties tekemään vielä muutoksia. Tuotteen saaminen sopivaksi teolliseen tuotantoon niin, että se täyttää vastaanottovaatimukset vie runsaasti aikaa. Lisäksi monien komponenttien ja työkalujen toimitusajat ovat useita kuukausia.

Miina hyväksytään käyttöönnettäväksi yleensä vasta 0-sarjan testaamisen ja kokeilujen jälkeen. Harjoitusvälineet, kuten käsittelymiinat ja ilmaisinpanokselliset versiot, tulisi saada koulutuskäyttöön jo taistelumiinojen tuotannon alkaessa. Tähän tosin päästään harvoin.

Miinan valmistajat valitaan tarjouskilpailun perusteella. Parasta olisi, jos tuotteelle löytyisi kokonaisuittaja, joka vastaisi myös laadusta. Oloissamme on toistaiseksi halvin, ja usein ainoa toteuttamiskelpoinen, tapa ostaa komponentit tarjouskilpailun perusteella sekä koota ja ladata miinat Pioneerivarikolla. Menettely on luonnollisesti raskas hankintaorganisaatiolle.

Aikaa tarpeen toteamisesta sarjatuotannon alkamiseen kuluu useita vuosia. Kehittämisen resurssipula ja välineiden teknistymisen vaikuttavat pidentävästi kehittämisprojektin läpimenoaikaan, joka muualla on keskimäärin 4—5 vuotta.

4. MIINAN TULEVAISUUDESTA

Taktiikan, tekniikan, aseiden ja vasta-aseiden kehittyminen, asejärjestelmien kansainvälistyminen sekä olemassaolevat miinat vaikuttavat tulevaan kehitykseen. Tulevaisuudessa edellytetään:

- lyhyempää asennusaikaa (tilanteenmukaisesti)
- suurempaa tehoa (tuhoava vaikutus)
- omaa toimintavapautta
- parempaa raivauksensietoa
- miinamäärän pienentämistä
- vähempää työvoimaa.

Vanhoja panssariimiinoja modernisoidaan uusilla syyttimillä tai laukaisimilla. Tätä tekevät myös suurvallat. Koneellinen miinoittaminen herätepanssariiniinoin tulee yleistymään. Perinteiset, maanpäälle ja viillokseen asentavat koneet, saavat rinnalleen sirotemiinoja levittäviä linkoja ja heittämiä.

Sirotemiinaperheitä eli -järjestelmiä pystyvät kehittämään vain super- ja suurvallat. Lisäksi alalla yritetään päästä kansainväliseen yhteistyöhön. Kansalliset intressit ovat kaataneet monia lupaaviakin projekteja. Ilma-alusten ja tykistöaseiden

sirotemiinat tulevat yleistymään. Lentokoneisiin suunnitellaan kaukaa laukaistavia siroteaseita.

Samoja miinoja ja komponentteja tullaan käyttämään useissa eri järjestelmissä ja samalla yritetään päästä monimutkaisista levitysjärjestelmistä. Tulevaisuudessa miina tulisi voida varastoida ja siirtää levittimeen samassa säiliössä. Herätelaukaisimin varusteut kylkimiinat (sinkomiinat) yleistynevät.

Miina on muuttumassa "staattisesta dynaamiseksi". Kun staattinen miina laukeaa maalin osuessa siihen, dynaaminen miina havaitsee vihollisen ilmaisimillaan ja toimii kenties jo matkojen päästä. Kehittyneet sensorit voivat valvoa tietyn sektorin, kokonaisia alueita ja myös ilmatilaa, jolloin esimerkiksi helikopterimiinat tulevat mahdollisiksi.

Miinojen kasvava vaikutusetaisyys pienentää niiden määrää. Yksi hakeutuva miina riittää tuhoamaan yhden maalin (kustannus—hyötysuhde). Kalliiden välineiden tulisi olla uudelleen käytettäviä. Laukaisimia, sensoreita ja panoksia kehitetään edelleen. Reaktiivisten panssarien vaikutus otetaan huomioon. Todennäköisesti vasta 2000-luvulla saavutetaan todellisia tuloksia laukaisimien kaukosäädössä, jolloin miina voidaan kykeä päälle ja pois. Siihen asti lienee tyydyttävä aseteltavaan toiminta-aikaan.

Kauko-ohjattava miinarobotti, joka valitsee arvokkaimman maalin, "ryömii" tai hyppää tuliasemaan ja tuhoaa kohteen ei ole enää vain fiktiota. Siihen ei ole pitkälti nykyisistä herätekytkimiinoista ja hakeutuvista ammuksista.

Pienten maiden täytyy tyytyä pienempiin parannuksiin ja yrittää liittää uudet järjestelmät jo olemassa oleviin.

Näihin päiviin asti tykistön sirotemiinamonopoli on ollut Atlantin takana. Nyt eurooppalaisetkin ovat tulossa kisaan mukaan saatuaan asevoimiensa käyttöön ensimmäiset miina-ammukset. Suomi ei toistaiseksi ole hankkinut sirotemiinoja.

LÄHTEET

1. Stiff Peter: Taming the Landmine, Galago 1986.
2. Ylönen Heikki: SKK:n diplomityö.
3. Sulutusohjesääntö 1976.
4. Military Technology 4/87.

Muut lähteet:

- Jane's Military Vehicles and Ground Support Equipment (vuosikirja), Lontoo, Englanti.
- Brassey's Battlefield Weapons Systems and Technology III: Ammunitions (Including Grenades and Mines), Srivenham, Englanti, 1981.
- Eri valmistajien miinaesitteet (vast).
- Sotilasaikakauslehdet:
 - International Defense Revue 1986—88
 - Military Technology 1987—88
 - The Military Engineer 1987—88
 - Jane's Defence Weekly 1987—88
 - Nato's Sixteen Nations 6/1986

Lisäksi on käytetty hyväksi PEpionttstton kokeiluista ja kehittämistyöstä keräämää julkistettavissa olevaa aineistoa ja asiantuntemusta.

On syytä mainita, että varsinkin lehdistössä ja esitteissä oleviin tietoihin uusista välineistä on suhtauduttava varovasti. Niissä myydään usein vain "visioita ja optioita". Kaikki keksinnöt eivät tule koskaan palveluskäyttöön. Valmistajilla on usein kovin optimistisia käsityksiä välineidensä suorituskyvystä. On myös tärkeää osata lukea, mitä esitteissä ei ole sanottu. Lisäksi olosuhteemme ja järjestelmämme poikkeavat usein ratkaisevasti alkuperämaan vastaavista.