

Katsaus polttotaisteluvälineisiin ja -välineisiin sekä polttosuojeluun

Yleisesikuntamajuri K T a r v a i n e n

Tulen käyttö taistelussa on monin verroin vanhempaa perua kuin esimerkiksi ruudin käyttö. Jo Vanhassa Testamentissa kerrotaan, kuinka Simson poltti filistealaisten viljapellot, viinitarhat ja öljypuut pyydystämällä kolmesataa kettua, sitomalla aina kaksi häntää yhteen, asettamalla tulisoihdun kunkin häntäparin väliin ja päästämällä ketut menemään. Kreikkalainen taktikko Aeneas on kirjoituksissaan esittänyt tiettävästi ensimmäisen kerran polttotaisteluvälineiden kokoonpanon noin vuonna 350 e.Kr. Hänen seoksensa sisälsi rikkiä, pikeä, mäntypuuta, rohtimia ja sytykkeet. Seitsemän vuosisataa myöhemmin nimeää roomalainen sotapäällikkö Vegetius rikin, bitumin, pihkan ja naftan polttotaisteluvälineiksi. Huomattavin ero näissä kahdessa luettelossa on naftan mukaantulo jälkimmäiseen. Tosin jo assyrialaiset reliefit kahdeksanmelta vuosisadalta ennen Kristusta kuvaavat sotureita, jotka sytyttävät tulipaloja heittämällä palavaa öljyä.

Aeneaan kuvailema tuliniija on ilmeisesti eräs vanhimpia polttotaisteluvälineitä. Se oli yksinkertaisesti rautakärjillä varustettu puuniija, jonka keskiosaan oli kiedottu polttomateriaali, esimerkiksi tervattu köysi. Kun tämä sytytettiin ja heitettiin voimalla puista linnoitusta vastaan, tarttui se seinään kiinni sytyttäen rakennuksen. Intiaanien lempiase, tulinuoli, kuului myös jo roomalaiseen arsenaaliin. Vergilius luet-

telee neljännellä vuosisadalla jälkeen Kristuksen tulivuolissa käytettävissä aineina rohtimet, pien, rikin, bitumin ja raakaöljyn.

Thucydides kuvailee viidenneltä vuosisadalta ennen Kristusta piellä ja rikillä käsiteltyjä hiiliä käyttävän liekinheittimen, jolla sytytettiin puisia linnoituksia.

Vanhan ja keskiajan historia on täynnä tietoja mielenkiintoisista ja nerokkaista polttotaisteluvälineistä. Monta paloa on taistelukentällä roihunnut ennenkuin kehitys on kiertynyt Vietnamissa leimahtavaan napalmpommiin. Tässä kirjoituksessa ei kuitenkaan ole tarkoitus enemmälti upottaa historiaan, vaan esittää koottuna niitä tietoja polttotaisteluaineista, polttotaisteluvälineistä ja polttosuojelusta, mitä tuoreimmista kirjallisista lähteistä on löytenyt. Lähihistoriaa eli tietoja toisen maailmansodan ajalta esitetään kuitenkin muutamissa kohdin joko selventämään kehitystendenssiä tai siitä syystä, ettei tuoreempia tietoja ole löytenyt.

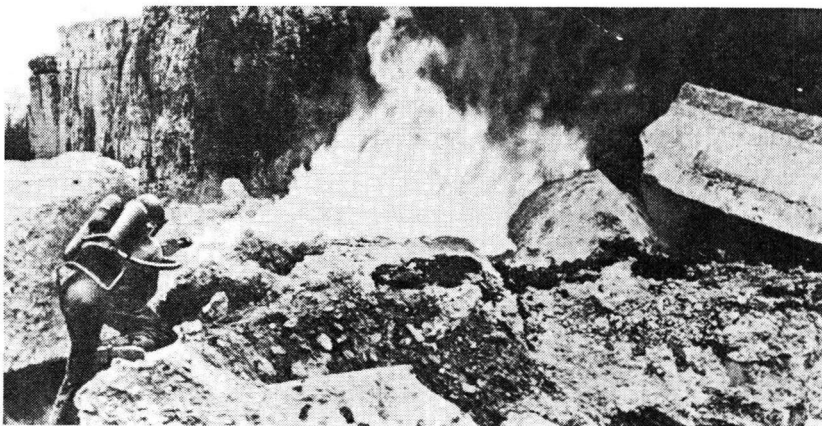
I POLTTOTAISTELUAINHEET

A. NAPALM

1. Napalmin kehitys

Napalmista näyttää nykyisin tulleen yleisnimi hyytelömäisinä käytettäville polttonesteperustaisille polttotaisteluaineille. Alunperin käytettiin bensiinin hyytelöimiseen nafteeni- ja palmitiinihappojen alumiinisuoloja. Näiden nimien alkukirjaimista muodostettiin ainetta kuvaava nimi napalm. Kun sekoitetaan 4—12 % tätä ainetta bensiiniin, muodostuu seoksesta muutamassa tunnissa liimamainen, venyvä hyytelö. Se syttyy suhteellisen helposti palaen hitaasti ja täydellisesti kehittäen noin 1000 °C lämpötilan. Palaessa kehittyy 11000 kcal lämpöä bensiinikiloa kohti. Tähän kuluu 3,5 kg happea, joka vastaa 11,7 m³ ilmaa. Bensiinin hyytelöimiseen sopivia aineita tunnetaan varsin runsaasti. Toi-

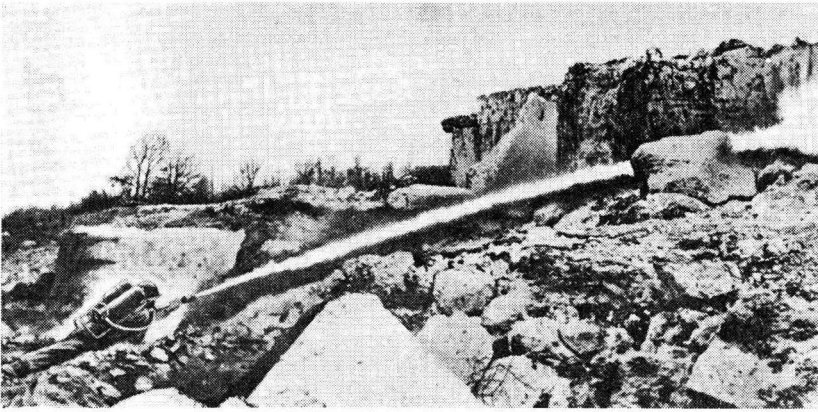
sen maailmansodan aikana näitä aineita kehitettiin intensiivisesti lähinnä palopommeissa ja liekinheittimissä käytettävän hyytelön valmistamiseksi. Amerikkalaiset valmistivat sodan aikana kaikkiaan 40 000 tn erilaisia hyytelöittäjiä, joihin kuuluivat ainakin kumi, polyakrylaatit, natriumstearaatti, aluminiumstearaatti ja -lauraatti sekä rasvahappojen ja nafteenihapon aluminiumsuolat.



Kuva 1
Liekinheitin tulittaa tavallisella polttonesteellä

Synteettistä ja luonnonkumia käytettiin hyytelöittäjänä vain vähäisessä määrin, koska siitä oli sodan aikana puutetta ja se oli korvaamaton muissa tehtävissä. Polyakrylaatit ovat heikonpuoleisia hyytelöittäjiä. Seos jää konsistenssiltaan epähomogeeniseksi. Tällainen hyytelö sopii tyydyttävästi palopommeihin, mutta liekinheittimiin huonosti. Natriumstearaatti oli ensimmäisiä hyytelöittäjänä kokeiltuja aineita. Aine muodostaa kiinteän hyytelön, jolla on taipumus sitkistyä.

Aluminiumstearaattia käyttivät englantilaiset nimellä FRAS. Aine muodostaa hyytelön vasta yli 50 °C lämpötilassa. Lisäksi hyytelö on kovaa ja kokkareista ja siltä puuttuvat liimamaiset ominaisuudet, joten aineella oli paljon heikkouksia. Pienen molekyylipainon omaavat tyydyttyjen rasvahappojen saippuat, kuten esimerkiksi aluminiumlau-



Kuva 2
Liekinheitin tulittaa napalmilla

raatti, liukenevat bensiiniin huoneenlämpötilassa melko nopeasti. Näiden hyytelöiden ominaisuudet alhaisissa lämpötiloissa ovat kuitenkin epätydyttäviä.

Aluminiumoleaatti muodostaa hyytelön vain lämmityksen jälkeen. Sen hyytelöittämisiskyky on melko heikko, joten ainetta on käytettävä runsaasti tarvittavan jäykkyyden saavuttamiseksi. Aluminiumnaftenaatit ovat alhaisen sulamispisteen omaavia kiinteitä aineita. Hyytelöittäminen on monimutkainen toimenpide, mutta hyytelön ominaisuudet ovat hyvät.

Aluminiumsaippuoiden seokset osoittautuivat käyttökelpoisimmiksi bensiinin hyytelöittäjiksi. Suuren merkityksen saanut napalm sisälsi yhden osan aluminiumnaftenaattia, 50 osaa aluminiumpalmitaattia ja 100 osaa bensiiniä. Valmistusprosessissa aluminiumnaftenaatti kuumentettiin lämpötilaan 100°C ja sekoitettiin muiden aineiden kanssa, jolloin saatiin homogeeninen, sitkeä massa. Tämä puristettiin metalliseulan lävitse bensiinisäiliöön, jolloin 5–6 tunnissa muodostui hyytelömäinen massa.

Myöhemmin käytettiin napalmainetta, joka sisälsi kookosrasvahappojen aluminiumsuoloja, oleiinihappoa ja nafteenihappoa suhteessa 2:1:1. Happoseos saippuoidaan ensin natriumhydroksidiliuoksella ja kun lisätään aluminiumsulfaattiliuosta, saadaan pulverimaista aluminiumsaip-

puaa. Tämä suodatetaan, kuivatetaan ja pakataan vesitiiviiseen pak-kaukseen. Valmiin napalmjauheen alumiinipitoisuuden tulee olla 5,4—5,8 % ja kosteuspitoisuus 0,4—0,8 %.

Eräät aineet voivat estää tai haitata bensiinin hyytelöitymistä tai oksidoida seoksen. Tällaisia ovat mm liika kosteus, kalkki tai kaustinen sooda, natriumsaippua, kupari, lyijy, rauta, mangaani ja koboltti sekä alumiineja, alkoholeja tai happoja sisältävät ruosteenestoaineet.

2. Nykyiset napalmit

Toisen maailmansodan jälkeen on napalmia suuressa mittakaavassa käytetty ainakin Korean sodassa 1950—1953 sekä Vietnamissa. Amerikkalaisten näissä sodissa käyttämä napalm NP₁ on edellisen kappaleen lopussa kuvattua tyyppiä, joka sisältää alumiinisuoloja sekä kookosöljyn orgaanisia rasvahappoja, nafteenihappoa ja oleiinihappoa. Sekoitamalla 6 % tätä ainetta ja 94 % bensiiniä saadaan 14—17 tunnissa aikaan hyytelö.

Napalm NP₂ on parannettu painos edellisestä. Lisäämällä napalmjauheeseen 5 % piigeeliä saadaan parempi hyytelöityminen ja palominaisuudet. Piigeeli estää kosteuden haittavaikutukset napalmiin.

Amerikkalaiset ovat käyttäneet Vietnamissa myöskin tyyppimerkinällä I.M. tunnettua napalmia. Se on isobutyylimetyyliakrylaatin (I.M.) ja bensiinin seos (5 % I.M. ja 95 % bensiiniä), johon lisätään pieni määrä steariinihappoa, sammutettua kalkkia ja vettä. Amerikkalaisten lähteiden mukaan se on teholtaan erinomainen hyytelö, mutta sen käyttö on melko komplisoitua.

Napalmin polttoainevaikutusta on parannettu sekoittamalla bensiiniin magnesiumia, alumiiniumia, bariumnitraattia tai näiden seoksia. Täten voidaan palamislämpötilaa, joka tavallisella napalmilla on 800—1000°, kohottaa aina 2000° C:een saakka. Jos napalm NP₁:een sekoitetaan esim natriumia, palaa seos myös lumessa ja vedessä. Ainetta kutsutaan supernapalmiksi.

Valkoinen fosfori on voimakkaasti savua muodostava aine, joka syttyy ilmasta itsestään. Jos napalm NP₁:een lisätään valkoista fosforia, asfalttia ja kaliumperkloraatia ja alumiiniumin tai magnesiumin seosta,

saavuttaa tämä aktivoitu napalm 1980 °C palamislämpötilan, jolloin se aiheuttaa syviä ja vaikeita palohaavoja.

Vietnamin kokemukset osoittivat amerikkalaisille, että kaikkien natriumsaippuapohjaisten napalmien pahin heikkous oli heikko tartuntakyky. Tämän vuoksi kehittivät ilmavoimien tiedemiehet taipuisamman tuotteen, joka sisältää 50 % polystyreeniä, 25 % bensiiniä ja 25 % bensolia. Ainetta kutsutaan napalm-B:ksi. Ainakin vuodesta 1966 lähtien sitä on käytetty Vietnamissa massamaisesti. Vuonna 1967 lienevät amerikkalaiset käyttäneet sitä Vietnamissa noin 300 miljoonaa kg.

3. Napalmin ominaisuudet

Napalm omaa suuren tuho vaikutuksen, se voi aiheuttaa suuria paloja ja polttaa käytännöllisesti katsoen kaikkea materiaalia, jonka kanssa se joutuu kosketukseen. Toisaalta sen valmistus on yksinkertaista ja sitä voidaan käyttää massamaisesti. Napalmin tärkeimmät ominaisuudet ovat:

1. Se ei syty itsestään, mutta syttyy hyvin herkästi joutuessaan kontaktiin tulen tai fosforin kanssa. Sen liekki voi saavuttaa 4—5 m:n korkeuden. Palolämpötila kohoaa 800—1000 °C:een, lisäaineilla jopa 2000 °C:een.

2. Napalm liimautuu lähes kaikkiin pintoihin, myös sileisiin esineisiin ja ihoon. Se palaa tasaisesti ja hitaasti aiheuttaen pahoja palovammoja.

3. Sen loppuunpalaminen kestää suhteellisen kauan, normaalisti 3—4 minuuttia, suurten pisaroiden ollessa kyseessä jopa 10—15 minuuttia.

4. Palaessaan se kehittää erittäin paksun mustan savun, joka sisältää runsaasti hiilimonoksidia ja on siis sangen myrkyllistä.

5. Joutuessaan veteen se jää kellumaan pinnalle (ominaispaino 0,7—0,85) ja jatkaa palamistaan. Sen sammuttaminen vedellä on erittäin vaikeaa.

4. Napalmhyytelön valmistaminen kenttäoloissa

Napalmhyytelöä valmistetaan sekoittamalla natriumsaippuaa bensiinin tai muun polttonesteen kanssa 5—10 minuuttia, jolloin napalmhiukaset turpoavat niin etteivät ne enää laskeudu astian pohjalle. Tämä puuromainen massa hyytelöityy sitä nopeammin mitä korkeampi on seoksen lämpötila. Jos lämpötila on alle 15 °C, on seokseen lisättävä hyytelöitymistä edistävää lisäainetta, esimerkiksi jotakin aromaattista orgaanista happoa. Napalmpommit täytetään hyytelöllä yleensä tehtaalla. Merivoimien käyttöön on lentotukialuksia varten kehitetty injektorityyppinen sekoituslaite, joka mahdollistaa napalmaineen ja bensiinin jatkuvan sekoittamisen, sillä lentokoneiden napalmtankit on täytettävä heti niiden palattua lennolta.

Maavoimia varten on kehitetty kannettava, jatkuvatoiminen sekoituslaitteisto.

Liekinheittämiin on kentällä voitava täyttää napalmhyytelö ja paineilma. Tätä varten on kehitetty mootoriajoneuvoon sijoitettuja sekoittajia, joiden tankkia voidaan lämmittää hyytelöitymisen nopeuttamiseksi. Ajoneuvoon on lisäksi asennettu kompressori, joka täyttää paineilmapullot.

B. MUUT POLTTOTAISTELUAINHEET

1. Valkoinen fosfori

Valkoinen fosfori on erittäin myrkyllinen aine, joka ei liukene veteen, liukenee huonosti alkoholiin, glyseriiniin ja etikkahappoon, mutta hyvin öljyihin.

Valkoinen fosfori oksidoituu joutuessaan kosketuksiin ilman kanssa ja kun sen lämpötila nousee 50—60 °C:een, se syttyy itsestään muodostaen paksum vaalean savun. Sen palamislämpötila kohoaa 1200 °C:een ja avoimessa tilassa se palaa tasaisesti ja kauan. Tämän vuoksi ovat fosforin aiheuttamat palohaavat syviä ja vaikeita parantaa.

Amerikkalaisen käsityksen mukaan on valkoinen fosfori ihanteelli-

nen polttotaisteluaaine ilmatorjunta-aseita vastaan, koska se paksulla savullaan suojaa hyökkääjää ja samalla sen polttovaikutus lamauttaa elävän voiman.

2. Magnesium

Vaikka useat metallit saadaan palamaan korkealla palamislämmöllä ja vaikka monet niistä muutenkin ovat sopivia polttotaisteluaeineina käytettäviksi, on magnesium osoittautunut tähän käyttöön kaikkein sopivimmaksi.

Magnesium reagoi nopeasti hapen kanssa ja alkaa palaa voimakkaasti, kun se kuumennetaan sulamispisteensä (650 °C) yläpuolelle. Kun metalli on syttynyt nousee sen lämpötila nopeasti kiehumapisteeseen (1100 °C) ja magnesiumkaasua muodostuu nopeasti. Kun tämä kaasu sekoittuu ilman kanssa, nousee liekin lämpötila aina 2000 °C:een. Palaessaan 1 kg magnesiumia kuluttaa 0,8 kg happea, mikä merkitsee, että magnesiumilla on pienempi taipumus kuin muilla polttotaisteluaeineilla kuluttaa ilman happi alle 16 %:n rajan, mikä tarvitaan ympäröivän materiaalin sytyttämiseen.

Palopommeja varten magnesiumin vaikutusta usein tehostetaan seosaineilla. Saksalaiset tiedemiehet kehittivät jo vuonna 1909 seoksen, joka sisältää 86 % magnesiumia, 13 % alumiinia ja hieman kuparia. Seos tunnetaan nimellä elektron. Vastaavassa amerikkalaisessa seoksessa on magnesiumin osuus hieman suurempi.

Magnesiumin keveys (ominaispaino 1,8) ja ominaisuus, että käytännöllisesti katsoen koko pommi palaa tekevät tämän aineen äärimmäisen tehokkaaksi palonaiheuttajaksi silloin, kun se saadaan kosketukseen sytytettävän materiaalin kanssa. Pommi on kuitenkin saatava itse kohteeseen, sillä magnesiumipommi voi palaa 2—3 m:n päässä kohteesta sytyttämättä sitä. Tämän vuoksi pyritäänkin yleensä käyttämään suurta määrää pieniä magnesiumipommeja tiettyyn kohteeseen.

3. Termiitti

Alumiinin ja rautaoksidin seos suhteessa 1:3, jota kutsutaan termiitiksi, palaa erittäin korkeassa lämpötilassa (2370 °C) sulattaen mm rau-

dan ja teräksenkin, jonka kanssa se joutuu kosketukseen. Kun termiitti-massa sytytetään yhdestä kohdasta, leviää tuli nopeasti koko massaansa ja se palaa lyhyessä ajassa loppuun. Tämä palamistapahtuman lyhytaikaisuus aiheuttaa sen, ettei termiitti ole erityisen sopivaa käytettäväksi itsenäisenä polttotaisteluaineena. Sen kehittämä korkea lämpötila tekee termiitin ihanteelliseksi toisen polttotaisteluaineen sytyttäjänä. Sangen tavallinen järjestelmä palopommissa on käyttää termiittiä magnesiumseoksen sytyttäjänä.

4. Eräitä apuaineita

Kun natrium joutuu kosketuksiin veden kanssa se reagoi innokkaasti vapauttaen vedestä kaasumaista vetyä ja kehittämällä tarpeeksi lämpöä sytyttämään vedyn. Tämän harvinaisen itsesytytymiskyvyn ansiosta natriumia voidaan käyttää esimerkiksi sytyttämään veteen levitettyä öljyä. Kaliumilla on samat ominaisuudet kuin natriumilla, mutta sen korkea hinta on esteenä laajemmalle käytölle.

Polttotaisteluaineet voidaan sytyttää joko räjähdysaineella tai tulella. Tulen aiheuttajana käytetään mm vetyä, mustaa ruutia tai sähkövirtaa.

Polttotaisteluaineiden palamista edistävät seoksessa olevat happirikkaat aineet. Tällaisina aineina käytetään mm raudan, bariumin ja lyijyn oksideja sekä bariumin, kaliumin ja strontiumin nitraatteja. Ilman tällaisia happirikkaita aineita ei suuria määriä intensiivisesti palavia polttotaisteluaineita saada syttymään.

II POLTTOTAISTELUVALINEET

A. NAPALMPOMMIT

Kehittäessään palopommeja toisen maailmansodan aikana käytettäväksi Japania ja Saksaa vastaan tutkivat amerikkalaiset koelalueillaan pommiensa tehoa kummallekin sotänäyttämölle tyypillisiin rakennuksiin. Kokeiden perusteella kehitettiin kummassakin maassa käytettäväksi omat pommityyppinsä. Tyynen meren sotänäyttämöä varten

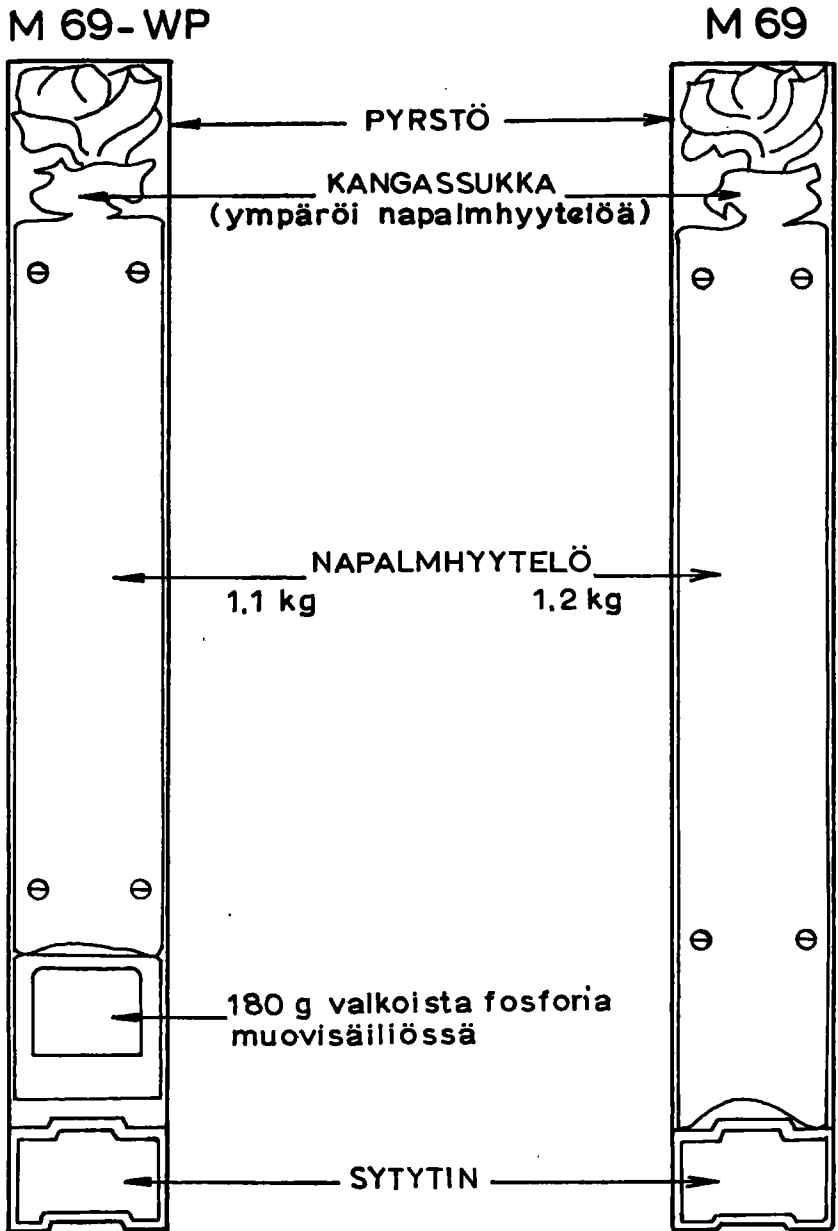
kehitettiin noin 3 kg:n painoinen palopommi M 69. Siinä oli täyteenä 1,2 kg 9 %:n napalmhyyytelöä ja se sytytettiin trotyyliä ja valkoista fosforia sisältävällä järjestelmällä (kuva 3). Näitä pieniä pommeja käytetään tavallisesti pommisäiliössä, joka avautuu heti irrottuaan lentokoneesta tai lentää stabiilina maalia kohden pommien irtautuessa matkan aikana. Säiliöt painavat yli 200 kg ja sisältävät 38—45 pommia. Stabiileja säiliöitä käytetään pudotuskorkeuden ollessa yli 1,5 km. Pommit leviävät tällöin alueelle, jonka koko on noin 100 m × 400 m. Heti avautuvia säiliöitä, joihin mahtuu enemmän pommeja, käytetään pienemmillä pudotuskorkeuksilla. Sodan loppuvaiheessa lisättiin pommiin aika-sytyttimellä varustettu tetryyliblaus, joka räjähtää 1 ½—6 minuuttia pudotuksen jälkeen pitäen sirpalevaikutuksellaan sammuttajat loitolla. Lisäksi kehitettiin suurempi, 30 kg:n pommi M-47, joka sisälsi 18 kg 11,5 %:n napalmhyyytelöä.

Japanin rakennuksiin oli palopommeilla valtava tuho vaikutus. Amerikkalaiset käyttivät Tyynen meren sotänäyttämöllä 123 000 tn palopommeja ja saivat Japanin jo antautumisen partaalle. Euroopassa, missä rakentamistapa oli lujempi ja rakennusmateriaali yleensä huonommin syttyvää, käyttivät amerikkalaiset suurempaa pommia M-47. Lisäksi käytettiin pudotettavia säiliöitä, joissa oli 5,7—6,7 %:n napalmhyyytelöä ja pieni räjähdyspanos.

Esimerkiksi teollisuuslaitoksia vastaan osoittautuivat palopommit räjähtäviä pommeja tehokkaammiksi. Hyökkäyksissä käytettiin tosin molempia samanaikaisesti, jolloin sammuttajat saatiin pysymään suojissa kunnes palot olivat hyvin päässeet alkuun. Euroopan sotänäyttämöllä amerikkalaiset käyttivät 123 000 tn palopommeja.

Korean sodan alussa käyttivät amerikkalaiset pudotettavia 250—500 l:n vetoisia napalmsäiliöitä, joilla oli suuri tuho vaikutus suojautumattomiin pohjoiskorealaisiin. Myöhemmin seuranneessa asemasotavaiheessa väheni napalmhyökkäysten teho, kun vastustajalla oli aikaa kaivautua. Tällöin osoittautui tehokkaimmaksi yhdistetty hyökkäys, jossa ensin käytettiin lentopommitusta räjähtävillä pommeilla ja tykistötulta, sitten pommitusta palopommein ja lopuksi jälleen räjähtäviä pommeja ja tykistötulta.

Myös panssarivaunuja vastaan osoittautui tehokkaimmaksi yhdistetty



Kuva 3
Napalmpommi M 69 halkileikkattuna

hyökkäys raketein ja palopommein. Paikallaan olevia panssarivaunuja vastaan ei pelkillä palopommeilla juuri ole tehoa. Jos vaunun luukut on suljettu, jää sisällä oleva miehistö napalmhyökkäyksessä henkiin, sillä lyhyt paloaika ei ehdi aiheuttaa tappavaa hapenpuutetta vaunuissa. Uusittu hyökkäys tietenkin pidentää paloaikaa ja aiheuttaa tappioita. Nykyaikaisten vaunujen kehittyneet ilmastointi- ja sammutuslaitteet lisäävät niiden selviytymismahdollisuuksia.

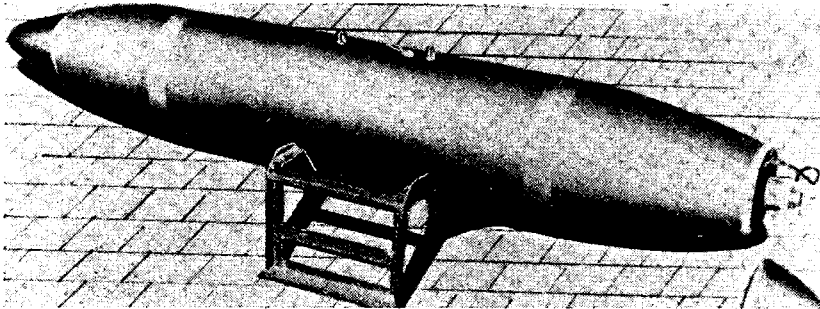
Korean sodassa oli amerikkalaisen F-84-F-koneen aseistuksena joko 4 kpl 20 mm:n tykkejä, 16 rakettia tai 2×400 kg:n tai 4×200 kg:n napalmpommit.

Tällaiset suuret pommit pyritään pudottamaan alle 30 m:n korkeudelta, jolloin saavutetaan paras osumatodennäköisyys ja tuhovaikutus. Pommin keskimääräinen vaikutusalue on 25 m × 80 m, mutta lentonopeus ja maaston muoto vaikuttavat siihen suuresti.

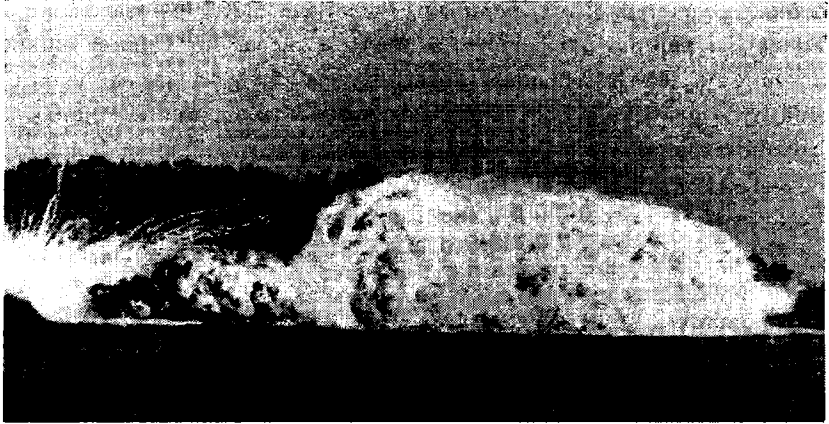
Vietnamissa amerikkalaisten palopommivalikoima on suuri. Käytössä on kolme kokoluokkaa:

pienet pommit	2,8— 5 kg
keskisuuret pommit	40— 45 kg
suuret pommit	200—210 kg

Pienet pommit pudotetaan tavallisesti 10—150 pommin säiliössä. Tällaisen yksityisen pommin polttovaikutus ulottuu 15—20 m:iin. Keski-



Kuva 4
340 kg:n napalmpommi



Kuva 5
Napalmpommin räjähdys

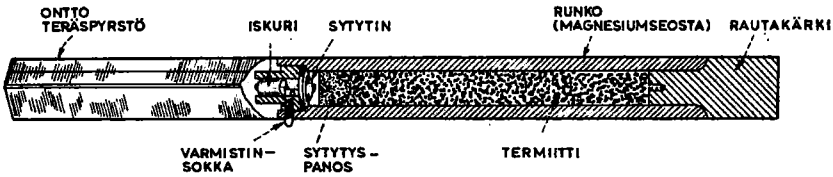
suuret pommit pudotetaan 2—6 pommin säiliöissä. Pommin vaikutus-
etäisyys on 20—25 m.

Suurten napalmpommien vaikutuksista antaa amerikkalainen ohje-
sääntö seuraavia tietoja:

Paino (kg)	Polttoainetilavuus (l)	Vaikutusalue (m ²)
340	380	80×30
230	280	60×20
110	125	60×20

B. MUUT PALOPOMMIT

Magnesiumpommi (kuva 6) on tyypillinen esimerkki pommista, joka
palaava kohteessa yhtenä kappaleena. Tässä pommista aiheuttaa tärkeim-
män polttovaikutuksen kuori, joka on tehty putkenmuotoiseksi magne-
siumseoksesta. Sen sisällä on termiittiä, jonka tehtävänä on sytyttää
magnesium. Pommista on tavallisesti rautakärki, joka lisää sen tunkeu-
tumiskykyä. Samoin on pommista pyrstöosa, joka antaa sille oikean



Kuva 6
Magnesiumpommi halkileikattuna

lentoasennon. Pommi syttyy maahantuloiskusta ja palaa normaalisti noin 10 minuuttia yhtenä kappaleena.

Raskaita palopommeja käytetään lähinnä pistemaalien tuhoamiseen. Kun pommi pudotetaan suuresta korkeudesta kohoaa sen loppuvauhti noin 300 m/s:ksi. Tällöin pommi tunkeutuu 10—30 cm:n betonikerroksen lävitse.

Raskaissa pommeissa polttotäytteen osuus kokonaispainosta vaihtelee 35 %:n ja 55 %:n välillä. Raskaimmissa ja parhaiten tunkeutuivissa malleissa tämä prosentti on pienin. Sytytyspanoksen lisäksi on näissä pommeissa myös räjähdyspanos, joka levittää aineen aina 50—150 m:n etäisyydelle.

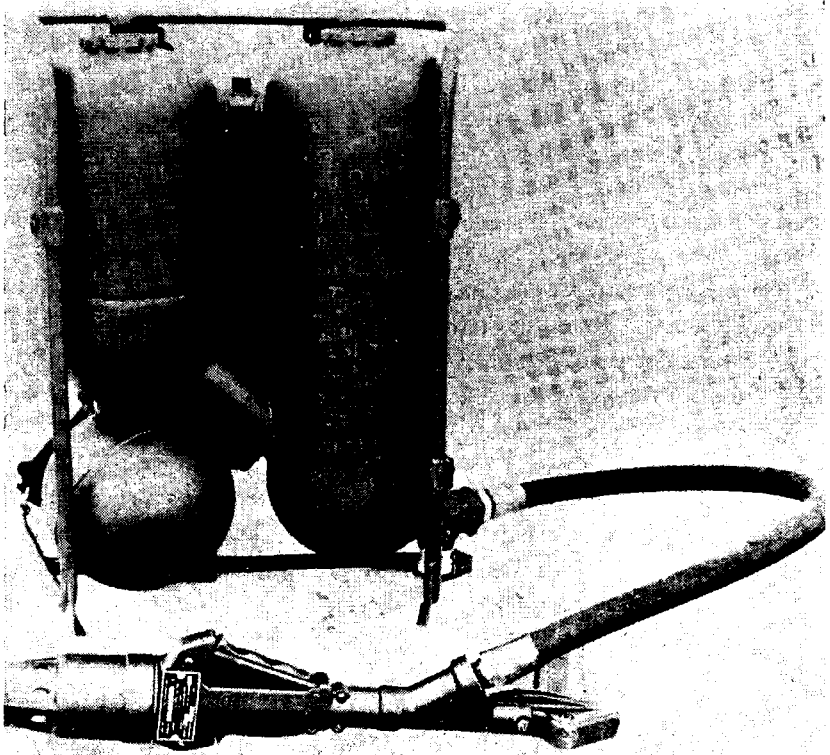
Saksalaisilla oli toisessa maailmansodassa käytössä 100 kg:n palopommeja, joissa paloaineena oli joko fosfori- tai petrooliseos. Japanilaisten suurin palopommi oli 50-kiloinen, joskin heillä oli myös 250 kg:n yhdistelmäpommi. Pommi sisälsi voimakkaan räjähdyspanoksen lisäksi 756 päistään avointa termiitillä täytettyä rautasynteria.

C. LIEKINHEITTIMET

1. Liekinheitinten ominaisuudet

Eräs vanhimpia polttoaisteluaineiden käyttötapoja on heittää palavaa öljyä vihollisen päälle. Liekinheitin on tämän vanhan periaatteen nykyaikainen sovellutus, jossa polttoaine toimitetaan maaliin paineilman tai kaasun avulla.

Liekinheittimet voidaan liikuteltavuutensa perusteella jakaa kolmeen pääryhmään: kiinteät, moottoroidut ja kannettavat. Kaikkien rakenneperiaate on samantyyppinen. Metallisäiliössä on polttonestettä, joka kaasunpaineella lingotaan ulos laitteesta ja sytytetään sen jättäessä laitteen.



Kuva 7
Kannettava liekinheitin ABC-M9-7

Liekinheittimen pääosat ovat säiliöosa ja aseosa (kuva 7). Säiliöosa muodostuu yhdestä tai useammasta polttoainesäiliöstä, painesäiliöstä

sekä paineensäätimestä, joka automaattisesti muuttaa ulostulevan paineen vakiosuuruiseksi. Aseosaan kuuluu letku, jolla polttoaine johdetaan säiliöstä sekä liipaisin- ja sytytysosa, jolla suihku suunnataan maaliin, laukaistaan ja sytytetään. Sytytysjärjestelmä on useimmiten sähköinen, mutta myös pyroteknillistä järjestelmää käytetään.

Liekinheitintä voidaan käyttää asepesäkkeitä vastaan täyttämällä nämä liekeillä ja savulla niin, että henkilöstön on joko poistuttava pesäkkeestä tai suljettava tiiviisti pesäkkeeseensä johtavat aukot. Edelleen voidaan liekinheitintä käyttää sytyttämään esimerkiksi rakennuksia tai ammuskasoja. Napalmia käyttävällä liekinheittimellä voidaan suihku saada heijastumaan kulmienkin taakse, joten sillä on suuri merkitys asutuskeskustaistelussa.

Liekinheitintä on pyrittävä käyttämään niin lyhyeltä etäisyydeltä kuin suinkin, jotta mahdollisimman suuri osa polttoaineesta saadaan maaliin saakka ja vain vähän palaa matkalla. Kannettavan napalmiliekinheitin pisin tehokas kantama on noin 50 m, ja moottoroidun noin 200 m. Vasta- tai sivutuuli lyhentävät näitä etäisyyksiä. Polttoaine voidaan ampua joko jatkuvana virtana tai pulsseina. Yhden täytön ampuma-aika on kannettavilla liekinheitimillä noin 10 sekuntia ja moottoroiduilla noin 60 sekuntia riippuen polttoaineen määrästä. Kannettavissa tyypeissä on polttoainesäiliön suuruus noin 15 l, moottoroiduissa 100—1500 l, omaa perävaunua käyttäen jopa 3000 l.

Käytettäessä napalmia kannettavissa liekinheitimissä, joissa ulostuloaukon läpimitta on noin 1/4", vastaa sopiva viskositeetti napalm-konsentraatiota 4,2 %. Moottoroiduissa liekinheitimissä, joissa ulostuloaukon läpimitta on 1/2—1", käytetään korkeamman viskositeetin omaavaa hytyelöä.

Kannettavalle liekinheittimelle antaa 20 atm:n paine optimiominaisuudet, mutta moottoroiduissa laitteissa vaatii korkean viskositeetin omaava polttoaine suurempaa painetta. Kiinteistä liekinheitimistä on maan päällä tavallisesti vain ulostuloaukko. Niissä käytetään paineenantajana tavallisesti ruutipanosta, joka antaa 40—50 atm:n paineen.

Kannettavia liekinheitimiä käytetään tavallisesti kahta tai kolmea yhdessä, jolloin niitä suojataan tuliasein. Tuulen vaikutuksen huomioonottaminen vaatii liekinheitin käyttäjältä hyvää koulutustasoa.

2. Liekinheitinten käyttö sotatoimissa

Ensimmäisen kerran käyttivät kannettavaa liekinheitintä japanilaiset Venäjän—Japanin sodassa. Saksalaiset käyttivät sitä muutamia kertoja ensimmäisessä maailmansodassa. Myöskin englantilaiset saivat oman aseensa valmiiksi sodan kestäessä.

Italialaiset käyttivät liekinheitintä etiopialaisia vastaan. Espanjan sisällissodassa kokeiltiin saksalaista asetta, joka sitten Belgian läpimurrossa 1940 oli tärkeä hyökkäysase. Japanilaiset ja amerikkalaiset käyttivät liekinheitintä runsaasti. Saksalaisten maihinnousu-uhan aikana rakensivat englantilaiset rannikolleen kiinteitä liekinheittimiä, myöhemmin myös moottoroituja ja kannettavia. Myöskin saksalaisilla oli Normandian rannikolla runsaasti kiinteitä liekinheittimiä, mutta ne tuhoutuivat ilmapommituksissa.

Liekinheitintyypeistä voidaan mainita pieni italialainen psvliekinheitin CV 33, jossa oli 450 l:n polttoainetankki kantaman ollessa noin 35 m. Saksalainen kannettava liekinheitin M 41/42, jota käytettiin mm Eben Emaelin valloituksessa, painoi 22 kg. Polttoainesäiliön tilavuus oli 7 l ja kantama 30 m. Sodan lopussa valmistui kevyt malli, jonka paino oli 3,1 kg, polttoainesäiliö 1 l ja kantama 30—40 m. Kiinteässä saksalaisessa liekinheitinmallissa A brv Fm W 42 heitti räjähdyspanos 25 l polttoainetta 45—60 m:n etäisyydelle. Itärintamalla saksalaiset käyttivät menestyksellä psvliekinheitin Pz KW III:a, jossa oli 1000 l polttoainetta ja 80 m:n kantama.

Amerikkalaiset käyttivät Iwo Jimalla ja Okinavalla sekä kannettavia että psvliekinheittimiä. Lisäksi heillä oli kevyesti panssaroituun maastoautoon sijoitettu liekinheitinmalli.

3. Nykyiset liekinheitinmallit

a. Kannettavat liekinheitinimet

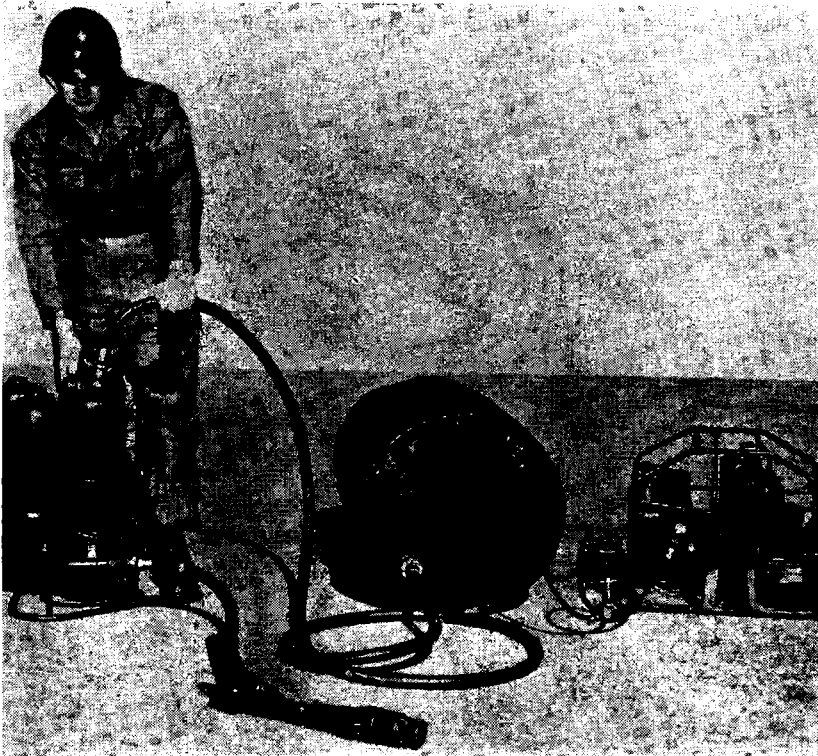
Amerikkalaisilla on kaksi kannettavaa liekinheitintyyppiä, jotka eivät käyttöominaisuuksiltaan oleellisesti eroa toisistaan. Kannettavan

liekinheittimen ABC-M9-7 (kuva 7) tärkeimmät ominaisuudet ovat

- paino: täytettynä 23 kg
- kantama: sitkostettu neste 40—50 m, tavallinen 20—25 m
- polttoainetilavuus: 11,5 l
- tulitusaika: 5—8 sekuntia tai 3—4 lyhyttä puhallusta.

Kannettava liekinheitin M2A 1—7 on hieman raskaampi. Se oli käytössä jo toisessa maailmansodassa.

Kummankin liekinheittimen paine- ja polttoainesäiliöiden täyttöön tarvitaan kompressori lisälaitteineen (kuva 8).



Kuva 8

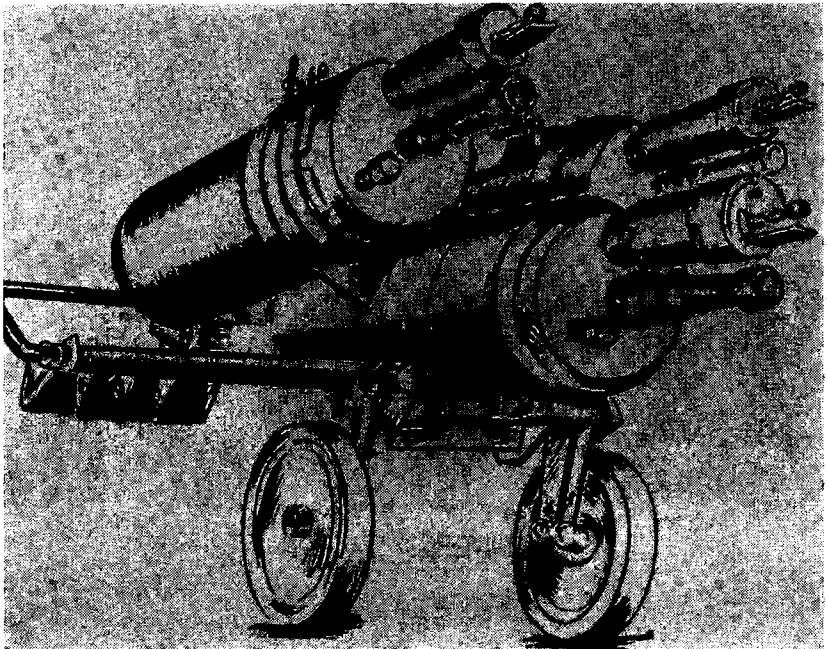
M2A1—7 liekinheittintä täytetään ilmakompressorilla 200 l:n napalmtynnyristä

Uusimmassa tunnetussa neuvostoliittolaisessa kannettavassa liekinheitinmalli LPO on kolme erillistä polttoainesäiliötä. Aseosassa, joka muistuttaa kiväärinkaliiperista asetta, on etutuet ja tähtäin. Laukaisupaineen antaa todennäköisesti hitaasti palava, sähköllä sytytettävä laukaisupanos. Ampuja käyttää suojanaamaria.

Tärkeimmät ominaisuudet ovat

- paino: täytettynä 20—25 kg
- kantama: sitkostettu neste 45—55 m, tavallinen 20 m
- polttoainetilavuus: 8—10 l
- tulitusaika: 3×2 —3 sekuntia.

Lisäksi neuvostoliittolaisilla on pyörillä varustettu liekinheitin TPO (kuva 9), jossa aseosa voidaan viedä 30 m:n päähän 30 l:n vetoisesta polttoainesäiliöstään tuliasemaan.



Kuva 9
Neuvostoliittolainen liekinheitin TPO

b. Moottoroidut liekinheittimet

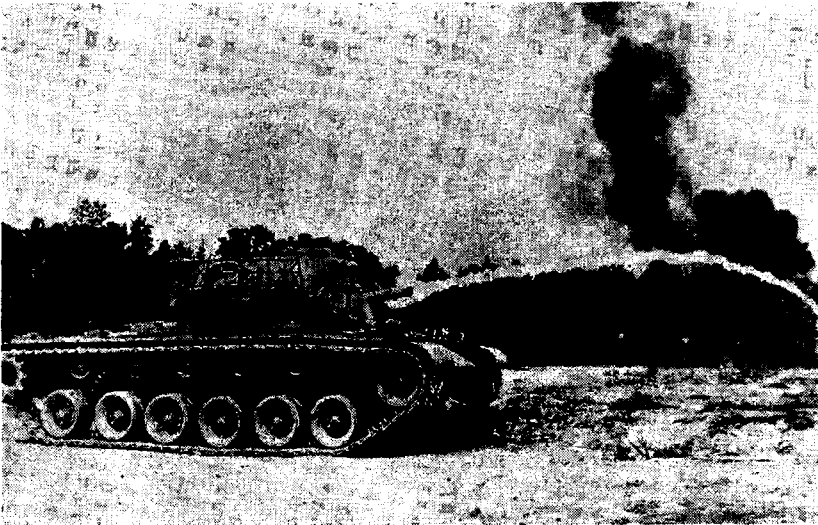
Amerikkalaisilla on käytössä liekinheitinpanssarivaunu M 67 A 1 (kuva 10) ja moottoroitu liekinheitin M 132 (kuva 11).

Liekinheitinsv M 67 A 1 on rakennettu M 48 A 2-psv:sta, jonka ase-osa on korvattu liekinheittimellä. Tärkeimmät ominaisuudet ovat

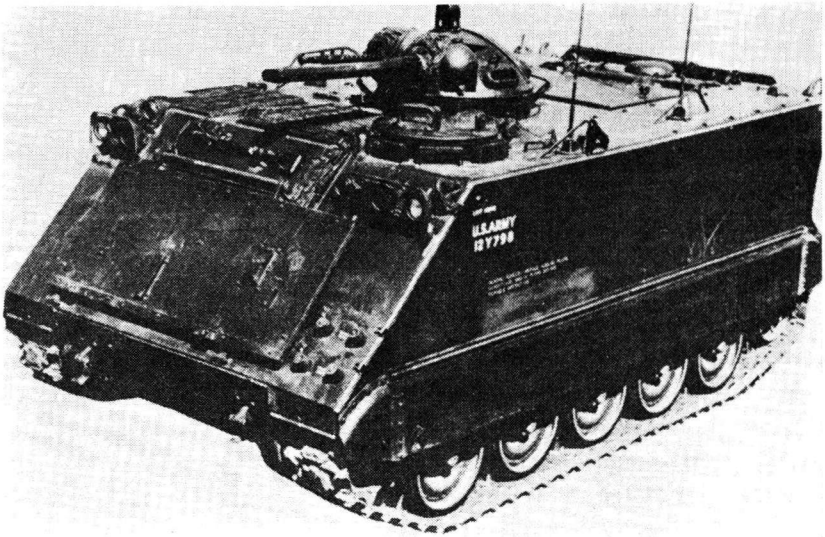
- kantama: 180—200 m
- polttoainetilavuus: 1400 l
- tulitusaika: 60 sekuntia tai useita lyhyitä puhalluksia
- liikkuvuus: kuten M 48 A 2-psv.

Moottoroitu liekinheitin M 132 on rakennettu panssaroidusta miehistönkuljetusajoneuvosta M 113 asentamalla siihen torniliekinheitin sekä neljä polttoaine- ja painetankkia. Tornissa on lisäksi 7.62 mm konekivääri. Tärkeimmät ominaisuudet ovat

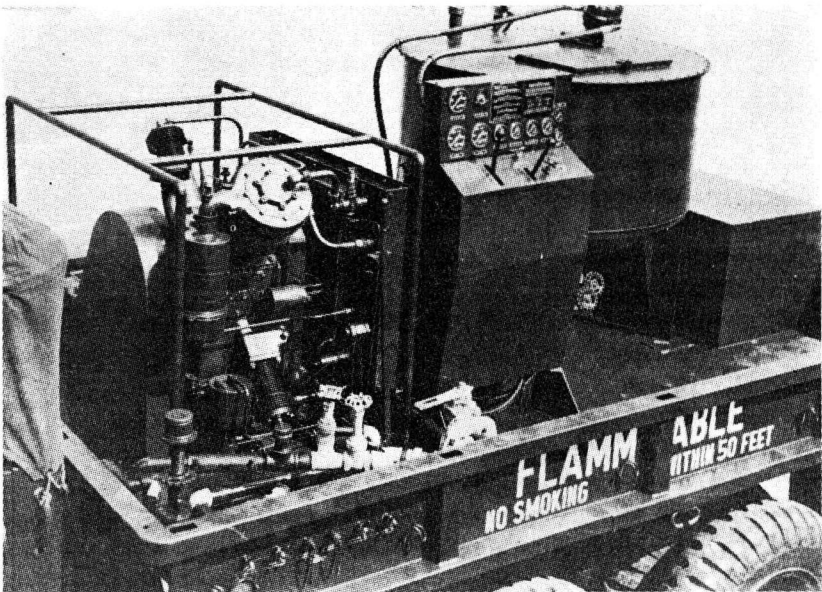
- kantama: 150—170 m
- polttoainetilavuus: 750 l



Kuva 10
Liekinheitinpanssarivaunu M67A1



Kuva 11
Moottoroitu liekinheitin M 132



Kuva 12
Liekinheitinten täyttölaitteisto M4 A2

- tulitusaika: 32 sekuntia tai useita lyhyitä puhalluksia
- liikkuvuus: kuten panssaroitu miehistönkuljetusajoneuvo M 113, amfiibiokykyinen ja ilmakuljetuskelpoinen.

Noiden laitteiden paine- ja polttoainetäyttö kestää 15—40 minuuttia. Täyttölaitteisto M 4 A 2 (kuva 12) on sijoitettu kuorma-auton lavalle ja se sisältää 750 l:n napalmsekoittimen sekä ilmakompressorin.

Neuvostoliitossa on käytössä psvliekinheitin ATO-42, joka on tavallisesti asennettu konekiväärin paikalle. Tärkeimmät ominaisuudet ovat

- kantama: 100—120 m
- tulitusaika: 8—12 kertaa 1—3 sekunnin puhalluksia.

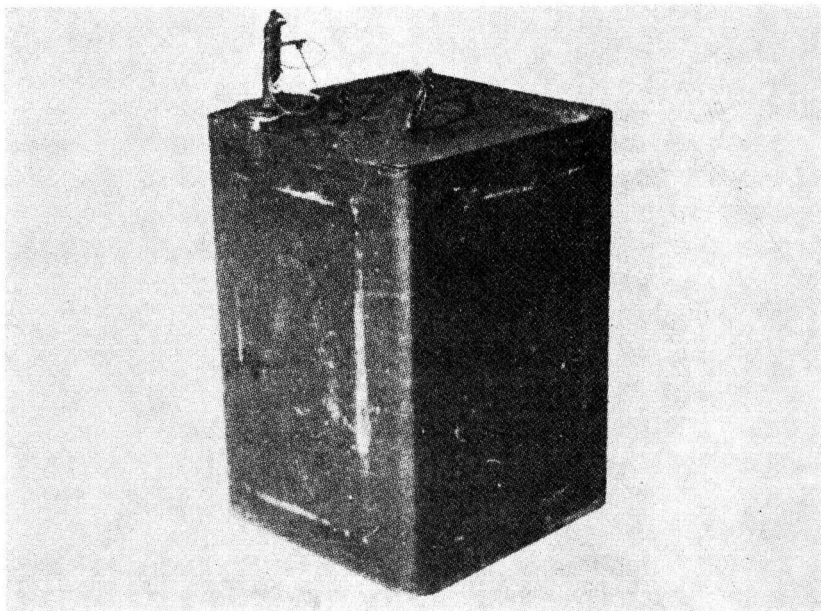
D. TAISTELUKENTÄLLÄ RAKENNETTAVAT POLTTOTAISTELUVÄLINEET

Varsinkin amerikkalaiset ovat kehittäneet polttotaisteluvälineitä käytettäväksi taistelukentän valvontaan ja valaisuun sekä esteenä usein yhdessä piikkilanka-, miina- ym esteiden kanssa käytettäväksi. Nämä polttotaisteluvälineet rakennetaan osista tavallisesti käyttöpaikalla ja niiden rakenne vaihtelee käyttötarkoituksen ja asentajan taidon ja mielikuvituksen mukaan. Ne voivat olla joko laukaistavia tai miinatyyppisiä.

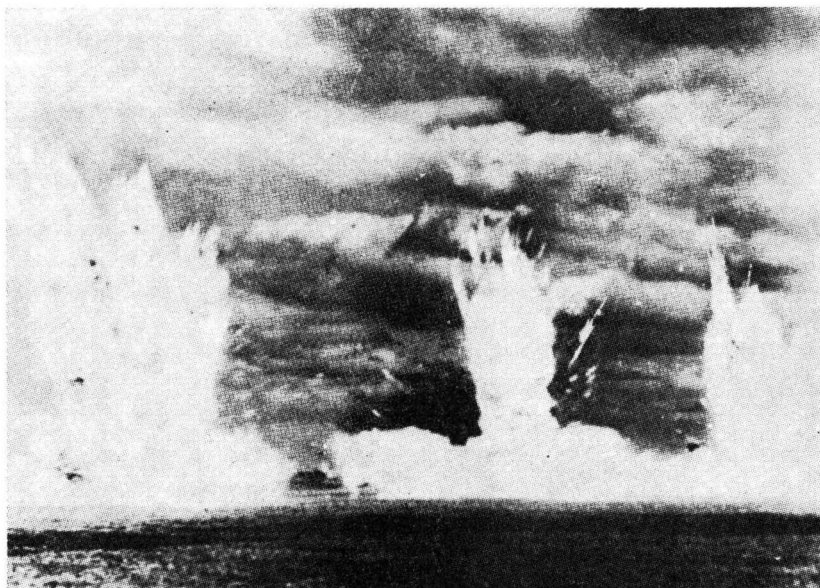
1. Räjähävät polttotaisteluvälineet

Räjähävä polttotaisteluväline koostuu säiliöstä, polttonesteestä (tavallisesti napalm) sekä laukaisujärjestelmästä, jonka tehtävänä on syyttää polttoneste ja levittää se. Laukaisujärjestelmässä käytetään joko räjähdysainepanosta tai fosforikäsikranaattia. Vaikutusala riippuu laitteen koosta.

Räjäytettävänä laitteina amerikkalaiset käyttävät yleisimmin 20—75 l:n metalliastioita, jotka sijoitetaan maanpinnalle tai V-kaivantoon. 20 l:n laite (kuva 13) on nopea asentaa lähipuolustusvälineeksi. Tällai-



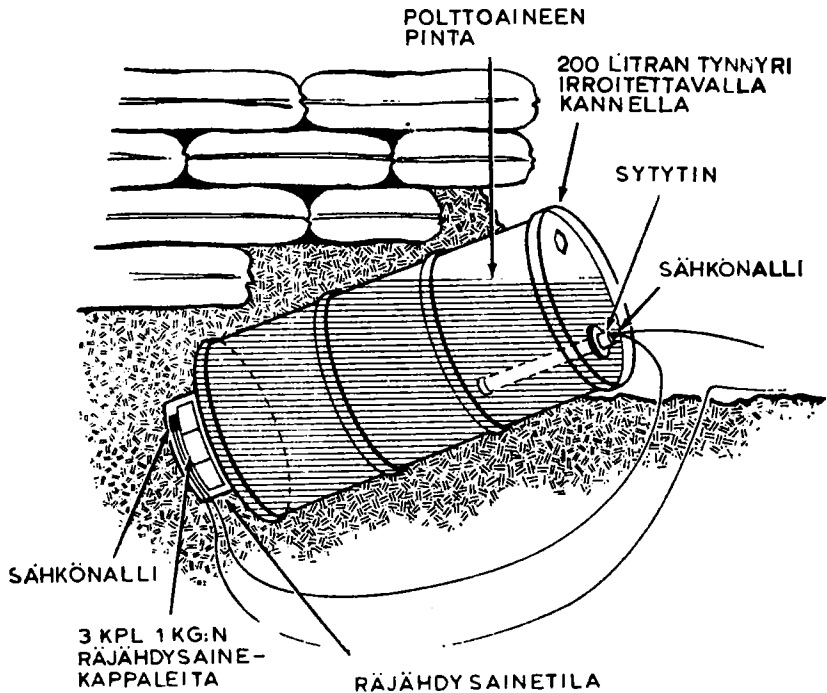
Kuva 13
Räjätettävä 20 litran napalmastia sytyttiminen (yllä), kolmen sellaisen
räjähdys (alla)





Kuva 14

Räjätettävä sirpaloituva 200 litran napalmtynnyri asennettuna (3 sytytintä)



Kuva 15
200 litran napalmtynnyri liekinheittäjänä

sen laitteen vaikutussäde on 20–30 m. Kaivannolla voidaan polttovai-
 kutuksen suuntaa ohjata jossakin määrin.

Amerikkalaiset käyttävät myös suuria, jopa 200 l:n napalmtäytteisiä
 metallisäiliöitä. Tällaisen räjähdyksellä on suuri psykologinen vaikutus
 ja tappioita aiheuttavat sekä palava polttoneste että säiliön sirpaleet.
 Sirpalevaikutusta voidaan tehostaa vuoraamalla astia piikkilangalla ja
 metallitangoilla (kuva 14). 200 l:n laitteen vaikutussäde on noin 85 m.

Näitä laitteita voidaan käyttää myös polttomiinoina varustamalla
 sotilas, on edullisinta käyttää pieniä (20 l) laitteita. Sirpalevaikutuksen
 lisäämiseksi on laitteet edullista vuorata piikkilangalla. Paras vaikutus
 saadaan, jos laite voidaan sijoittaa hyvin naamioituna noin kahden met-

rin korkeuteen esimerkiksi puun oksaan paikalle, missä on mahdollisimman vähän esteitä.

Tilapäisinä esteinä voidaan käyttää 20—75 l:n vetoisia maakaivantoja, joihin kaadetaan valmiiksi sitkostettu napalm ja asennetaan sytytysjärjestelmä. Muoviasioita tai kelmuja sekä muita tilapäismateriaaleja voidaan käyttää kaivantojen pohjalla ja peitteenä. Tällaisen laitteen vaikutussäde on napalmin määrästä ja räjähdyspanoksen koosta riippuen 20—80 m.

2. Kentällä rakennettavat liekinheittimet

Taistelukentällä voidaan konstruoida myös laitteita, jotka heittävät palavan polttonesteen etukäteen valittuun suuntaan. Tällainen laite voi olla joko laukaistava tai miinatyyppinen. Polttonestesäiliönä voidaan laitteessa käyttää esimerkiksi sopivaan kulmaan kallistettua suurta hylsyä, V-kaivantoon sijoitettua tynnyriä (kuva 15) tai tilapäisvälinein vuorattua kuoppaa. Nesteen heittämiseksi asennetaan astian pohjalle räjähdysainepanos ja suupuoleen sytytysväline.

3. Kentällä rakennettavat valaisulaitteet

Monia polttotaisteluvälineitä voidaan rajoitetusti käyttää taistelukentän valaisemiseen. Kaikki napalmilaitteet aiheuttavat räjähtäessään kirkkaan leimahduksen ja räjähdysten ja niiden levittämä napalm palaa 5—10 minuuttia valaisten ympäristön. Erikoisjärjestelyillä voidaan napalm-tynnyristä tehdä valaisulaite, joka palaa kirkkaasti useita tunteja. 20—200 l:n tynnyri täytetään sitkostetulla napalmilla, suljetaan tiiviisti ja upotetaan maahan niin, että kansi on hieman maanpinnan alapuolella. Kannen päälle pannaan muutama kierukka räjähtävää tulilankaa, joka peitetään maalla sekä fosforikäsikranaatti. Kun tulilanka sytytetään, se leikkaa irti tynnyrin kannen ja fosforikäsikranaatti sytyttää napalmin palamaan. Paloaikaa voidaan säädellä tynnyrin koolla, polttonesteen viskositeetilla ja lisäämällä siihen korsia tai maata. Jos valaisulaite sytytetään 12 tunnin kuluessa rakentamisestaan, voidaan valmiiksi sitkostettu polttoneste sijoittaa myös maakuoppaan. Tällaisten valaisulaitteiden sammuttaminen tilapäisvälinein on sangen hankalaa.

Tyynessä vedessä saadaan valaisu aikaan kaatamalla veden pinnalle bensiniä, öljyä tai napalmia ja sytyttämällä se.

E. SYTYTYSSAMMUKSET, -KASIKRANAATIT JA LUODIT

Kun ilmavoimien kyky polttotaistelua-aineiden levittämiseen on lisääntynyt, on tykistön ja kranaatinheittimistön sytytysammusten merkitys vähentynyt. Parhaat polttotaistelua-aineiden maalit ovat usein niiden kantaman ulkopuolella. Erikoiskohteisiin käytettynä sekä lentoseen suhteen alivoimaisille näillä kuitenkin edelleen on merkitystä.

Sytytysammusten täyteenä käytetään useimmiten fosforia tai fosforiseoksia, jotka räjähdyspanos levittää maalialueelle. Japanilaisilla on oma tekniikkansa, he käyttävät ammuksissaan fosforin ja hiilisulfidin seoksella kyllästettyjä kumikuulia tai fosforilla täytettyjä avonaisia pieniä teräslieriöitä. Sytytyskäsikranaatteja voidaan käyttää sytyttämään materiaalia tai ammuksia. Täyteenä käytetään yleisimmin termiittiä tai fosforia ja kranaatteja on sekä ehjänä palavaa että räjähtävää tyyppiä. Tavallisesti tällaiset kranaatit heitetään kohteeseen käsin, mutta myös kiväärillä tai erityisellä heittimellä ammuttavia malleja on valmistettu. Eräänlainen sytytyskäsikranaatti on myös suomalaisten hyvin tuntema polttopullo.

Polttotaisteluaineita sisältäviä kiväärin ja konekiväärin patruunoita käyttävät sekä ma- että ilmavoimat. Tavallisin on valojuovapatruuna, jonka päätehtävä on auttaa automaattiasujen tulenjohtossa, mutta jolla voidaan myös sytyttää esimerkiksi polttonestesäiliöitä. Toinen tyyppi on räjähtävä sytytysluoti, jossa on sekä räjähdys- että sytytyspanos. Näitä käytetään lentokoneita tai muita kevyitä materiaali- maaleja vastaan.

III POLTTOSUOJELU

A. YLEISTÄ

Toisessa maailmansodassa oli polttotaisteluaineiden käytön painopiste vastustajan kotialueen kohteissa, vaikka niitä käytettiin myös itse

taistelukentällä. Vietnamissa jakoa kotialueeseen ja sotatoimialueeseen ei voida tehdä, mutta voidaan todeta polttotaisteluaineiden suuri osuus Pohjois-Vietnamin pommituksista.

Toisen maailmansodan aikana joutuivat etenkin Englanti, Saksa ja Japani tekemään suuria ponnistuksia suojatakseen kotialueensa kaupungit, teollisuuslaitokset ja sotilaskohteet polttotaisteluaineiden vaikutuksilta. Osoittautui, että hyviin tuloksiin polttosuojelussa voitiin päästä vain käyttämällä koordinoitusti sekä aktiivisia että passiivisia torjuntakeinoja. Hyvin järjestetyllä palontorjunnalla voitiin palopommien vaikutuksia suuresti vähentää, mutta vasta kun tähän liittyi viholliselle tappioita tuottava ja pommitustarkkuutta heikentävä aktiivinen ilmapuolustus, päästiin torjunnassa hyviin tuloksiin. Tämä toteamus pätee sellaisenaan myös taistelukentällä.

Tämän kirjoituksen tarkoituksena ei ole enemmälti puuttua polttosuojelun strategiaan eikä liiemmästi taktiikkaankaan, kun asian valtakunnallinen merkitys tuli todetuksi. Polttotaisteluaineiden ja -välineiden moninaisuus ja vaihtelevat ominaisuudet asettavat taistelukentän polttosuojelulle niin monia teknillisluontoisia vaatimuksia, että niissä on aihetta yhteen kirjoitukseen. Taistelukentän polttosuojelussa korostuvat oikeiden suojautumismenetelmien sekä nopeiden ja oikeiden sammutus- ja ensiaputoimenpiteiden merkitys.

Polttotaisteluaineiden teho vaihtelee jossakin määrin sää- ja maastotekijöiden mukaan. Lumi heikentää varsinkin napalmin vaikutusta kun taas kuivana vuodenaikana palot leviävät helposti. Polttotaisteluaineiden käyttöä maasto- ja säättekijät tuskin koskaan estävät, mutta niiden vaikutus on otettava huomioon suojelujärjestelyissä.

B. JOUKKOKOHTAINEN POLTTOSUOJELU

1. Koulutus

Polttotaisteluaineiden käytön tuloksellisuus riippuu oleellisesti kohteena olevan joukon polttosuojelun tasosta. Polttotaisteluaineilla on

suuri psykologinen vaikutus. Hyökkäyskohteeksi joutuneen joukon taistelumoraali heikkenee sitä nopeammin, mitä heikompi ennakkovalmennus joukolla on. Jos joukko ei tunne oikeita torjunta- ja suojautumiskeinoja, kasvavat tappiot nopeasti. Polttosuojelukoulutuksen tehtävänä on opettaa joukolle oikeat suojautumismenettelyt polttotaisteluaineita vastaan, totuttaa se polttotaisteluaineiden käyttöön sekä luoda joukkoon usko selviytyä tulen vaikutuksista sekä aggressiivinen tahto tuhota vihollisen polttotaisteluvälineet.

Koulutuksessa on opetettava vihollisen polttotaisteluaineiden käyttömahdollisuudet ja niitä koskevat rajoitukset. Jokaisen mieleen on jäätävä kuva siitä, että vihollinen voi käyttää polttotaisteluaineita. Johtajien on kyettävä kussakin tilanteessa arvioimaan, mitä vihollisen polttotaisteluainehyökkäys aiheuttaisi. Erilaisten palojen sammuttamisen on luonnollisesti kuuluttava joukon koulutukseen.

2. Aktiiviset torjuntatoimenpiteet

Vihollisen polttotaisteluvälineiden nopea tuhoaminen vaatii puolustajalta tiivistä yhteistoimintaa. Johtajien on kiinnitettävä huomiota omien aseiden katveisiin sekä maastonkohtiin, joita myöten vihollinen voi salassa tuoda polttotaisteluvälineensä aseisiin. Edelleen on otettava huomioon, että vihollinen voi suojata niitä savuilla sekä tykistö- ja kranaatinheitintulella.

Havaituista vihollisen polttotaisteluvälineistä on välittömästi ilmoitettava omille tulenjohtajille ja tukeville aseille. Milloin on havaittu samalla alueella useampia aseita, tulisi niiden tuhoamiseen välittömästi käyttää kaaritulta. Ratkaisevassa asemassa torjuntatoimenpiteisiin nähden on se henkilöstö, joka on lähellä aiottua polttotaisteluainemaalia. Heidän on pyrittävä tuhoamaan polttotaisteluvälineet ja niiden käyttäjät käsiaseiden tulella, käsikranaateilla tai panssaritorjunta-aseilla.

Joutuessaan polttotaisteluainehyökkäyksen kohteeksi henkilöstön on suojauduttava lähimpään suojapaikkaan. Jos lähistöllä ei ole sopivaa suojapaikkaa, on juostava suorassa kulmassa tulen suuntaan tai hyökkäävän lentokoneen lentosuuntaan nähden.

3. Suojautuminen

Paras suojapaikka polttotaisteluaeineita vastaan on katettu potero tai muu katollinen suoja. Jos tilanne ja aika sallivat, voidaan suojaa parantaa seuraavilla toimenpiteillä.

a. **Esteet.** Keinotekoiset esteet (ovet, seinät, verhot) sekä luonnonesteet (taisteluhaudan mutkat ja taskut sekä kalliomuodostelmat) linnoituslaitteissa lisäävät suojaa polttotaisteluaeineiden roiskepisaroita sekä tulen ja palokaasujen painetta vastaan. Sisäänkäynnin tai avopoteroitten peittäminen märillä huovilla tai suojakankailla lisää suojaa.

b. **Ilmanvaihto.** Polttotaisteluaeineiden aiheuttamat tappiot vähenevät, jos linnoituslaitteisiin saadaan helposti raitista ilmaa. Suurista tuuletusaukoista voi kuitenkin olla myös haittaa varsinkin suojauttaessa radioaktiivista laskeuraa vastaan.

c. **Naamiointi.** Hyvä naamiointi estää vihollisen hyökkäykset pistemäisiä kohteita vastaan, jos se ei pysty havaitsemaan maalien aukkoja, joihin tulen suunnata. Myös valeasemat vaikeuttavat vihollisen toimintaa.

4. Sammutustoiminta

Joukon on taistelutilanteen salliessa pyrittävä sammuttamaan havaitsemansa palot ja aina palot, jotka voivat estää tai vaikeuttaa joukon toimintaa. Palon uhkaamat yksiköt pyritään tilanteen salliessa siirtämään paikkaan, joka tarjoaa luonnollisen suojan tulta vastaan. Metsäpaloalueen halki kulkevia maanteitä pitkin voidaan yleensä siirtyä ajoneuvoilla.

Rakennus- ja metsäpalojen sammuttamisessa käytetään tavanomaisia sammutusmenetelmiä soveltaen niitä käytettävissä olevan kaluston mukaan.

Polttoaine- ja ammusvarastojen palot voidaan useimmiten sammuttaa, jos sammutustoimenpiteet saadaan käynnistettyä heti palon alkuvaiheessa. Tehokkaimmin saadaan palot sammumaan käyttämällä erikoisvälineitä ja -aineita. Mikäli näitä ei ole käytettävissä tukahdutetaan palo hiekalla, peitteillä, märillä säkeillä tms tilapäisvälineillä.

Jos tuli on tarttunut maahanjuosseeseen polttoaineeseen, ammuslaatikoihin tai ympäröivään kasvillisuuteen, voivat polttoainetyynnyrit tai ammuksiset räjähtää. Tällaisen vaaran uhatessa on sammutustoimet pyrittävä suorittamaan suojatusta paikasta. Tulen leviäminen estetään valelemalla vedellä ympäristö. Uhatut osat varastosta pyritään siirtämään pois tai suojaamaan ne lämpösäteilyltä valelemalla vedellä tai peittämällä märillä peitteillä tai hiekalla.

C. OMAKOHTAINEN POLTTOSUOJELU

1. Suojautuminen napalmhyökkäykseltä

Napalmpommi- tai liekinheitinhyökkäyksen kohteeksi joutuneen on mahdollisimman nopeasti

- suojauduttava lähimpään suojapaikkaan
- peitettävä itsensä, etenkin pää, niska ja kädet suojaviitalla, sadetakilla tms. peitteellä
- pantava käsineet käteen
- tarvittaessa pantava suojanaamari päähän suojaksi napalmroiskeita, kovaa kuumuutta ja paksua savua vastaan.

Linnoituslaitteissa peitetään kaikki aukot. Panssarivaunuissa suljetaan kaikki luukut ja päämoottori käynnistetään. Jos lentokoneen hyökkäyssuunta todetaan, ajetaan vaunu katveeseen kukkulan, puiden, talon tms taakse. Jos vaunu on avoimessa maastossa, on sen ajettava suurimmalla nopeudellaan pois paloalueelta.

Napalmin aiheuttamalle palolle on tunnusomaista liekkien keltainen väri sekä paksu musta savu. Napalmpalon sammuttamiseen ei voi käyttää vettä, koska vesi vain levittää napalmia. Liekit tukahdutetaan peittämällä ne hiekalla, maalla tai märillä peitteillä. Pienet palot voidaan tukahduttaa myös tuoreilla oksilla.

Tuoreilla oksilla voidaan laite sekä naamioida että suojata polttotaiteluaineilta. Jos ne syttyvät tuleen, ne voidaan poistaa. Oksat on heti kuivuessaan vaihdettava tuoreisiin.

Iholle saadut palavat napalmroiskeet tukahdutetaan lakilla tai

muulla käsilläolevalla varusesineellä. Paljaita käsiä ei tule käyttää, koska tällöin helposti saadaan palovammoja myös niihin. Sammutettu napalm ei aiheuta ihoon mitään vammoja. Mikäli palavat roiskeet saadaan nopeasti sammumaan ei myöskään aiheudu merkittäviä vammoja.

Varusteista palava napalm tukahdutetaan suojaviitalla tai sadetakilla tai kastamalla varusesine veteen. Jos palo on selässä, on kyseinen varusesine pyrittävä riisumaan nopeasti. Se pannaan maahan palava puoli alaspäin ja tampataan kunnes tuli on sammunut. Napalmtahrat raaputetaan pois varusteista esim puukolla.

Napalmpalon sammuttaminen panssarivaunussa suoritetaan seuraavasti:

a. Palot henkilöstötiloissa tukahdutetaan vaatekappaleilla yms. Vain hätätilassa käytetään hiilihapposammutinta, koska se huonontaa ilmaa. Vaunun sammutusjärjestelmää on käytettävä heti jos havaitaan moottoritulassa tulta.

b. Jos vaunu täyttyy savulla, pannaan suojanaamari päähän.

c. Vaunu ajetaan pois paloalueelta, mikäli mahdollista kohtisuoraan lentokoneen hyökkäyssuuntaan nähden. Jos moottori pysähtyy, yritetään käynnistää se uudelleen 10—20 sekunnin väliajoin.

d. Jos henkilöstö joutuu poistumaan vaunusta, puetaan käsineet käteen, otetaan käsiammutin esiin, suojataan keho, etenkin pää, suojaviitalla tai sadetakilla ja avataan luukku varovasti. Tuli luukun ympäriltä sammutetaan ja hypätään siihen suuntaan, missä tuli on heikoin. Ennen poistumistaan kuljettaja katkaisee virran pääkatkaisijasta. Tuli moottoritulassa on pyrittävä sammuttamaan. Palot telapyörien kumiosissa tukahdutetaan, jonka jälkeen napalm raaputetaan pois.

Napalmpalojen sammuttamiseen on 45—50-prosenttinen ammoniumfosfaattidihydraattiliuos ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) erittäin tehokas. Kun tämä liuos jakaantuu NH_3 :een ja fosforihappoon (H_3PO_4), sammuttaa se palon alentamalla tehokkaasti palavan aineen lämpötilaa.

On huomattava, ettei tavallinen suojanaamari suojaa palamisessa syntyvää häkää vastaan. Sitä vastaan suojautumiseen tarvitaan häkäsuodatin tai eristysnaamari. Jos ilman näitä välineitä joudutaan toimimaan huoneessa, jossa on häkää, on pidettävä pää mahdollisimman alhaalla. Tavallista suojanaamaria ei käytetä.

2. Suojautuminen muilta polttotaisteluaineilta

Termiittiä sisältävän palopommin liekki on savuton ja häikäisevän kirkas. Magnesiumia sisältävissä pommeissa (esim. elektron) on samoin kirkas liekki, mutta niistä nousee vaalea savu. Palo sammutetaan tukahduttamalla hiekalla. Koska pommit usein sisältävät hidastesytyttimellä varustetun räjähdyspanoksen, on suojelutoimenpiteet tällöin rajoitettava pommin lähistöllä olevan syttyvän materiaalin kasteluun. Itse pommeja ei pidä kastella vedellä, koska palon aiheuttamassa korkeassa lämpötilassa vesi pommiin sisällyttämän alumiinivaikuttuksesta voi hajota hapeksi ja vedyksi, jotka lisäävät palon voimaa.

Fosforin palaessa on liekki vaalea ja pilarimainen. Fosforin sammuttamiseen voidaan käyttää vettä, mutta sammutus vaatii runsasta ja jatkuvaa veden käyttöä. Jos fosforia on roiskunut iholle tai varusteisiin, on nopein sammutustapa veteen sukeltaminen. Mikäli tähän ei ole mahdollisuutta, on palo pyrittävä tukahduttamaan märällä kankaalla, hiekalla, lumella tai vedellä. Fosforin saastuttamat varusesineet riisutaan pois niin pian kuin mahdollista.

Kun fosfori on saatu sammumaan, on se uudelleen syttymisen estämiseksi pidettävä jatkuvasti kosteana. Varusesineisiin tarttunut fosfori poistetaan esimerkiksi puukolla.

Jos on käytettävissä 5-prosenttista kuparisulfaattiliuosta, 10-prosenttista kalkkivettä tai liuosta, missä molempia näitä aineita on sekoitettu 10-prosenttiseen saippuaveteen, saadaan fosfori tehokkaasti sammutettua käyttämällä näillä liuoksilla kasteltua kangasta.

3. Ensiapu

Ensimmäinen vaihe polttotaisteluaineiden aiheuttamille potilaille annettavassa ensiavussa on luonnollisesti palojen sammuttaminen. Tämän lisäksi tulee kysymykseen myrkytysten ja palovammojen hoito.

Polttotaisteluaineiden palaessa sekä sammutusaineista syntyy kaasuja, jotka voivat aiheuttaa myrkytyksiä henkilöstölle. Näitä kaasuja ovat häikä eli hiilimonoksidi (CO), hiilidioksidi (CO₂), hiilitetrakloridi (CCl₄) sekä joskus syaanivety (HCN). Myrkytyspotilaille annetaan teko hengitystä ja potilas toimitetaan nopeasti lääkärinhoitoon.

Palovammojen hoito vaatii lääkintähenkilöstön toimenpiteitä ja kentällä annettavan ensiavun mahdollisuudet ovat sangen rajoitetut. Lievät ja pinta-alaltaan pienet haavat voidaan peittää voidesiteellä. Palovammojen paranemisen kannalta on puhtaus erittäin tärkeä, joten siteellä peittämällä voidaan yrittää estää lian pääsyä haavoihin potilaan kuljetuksen aikana.

Napalmin aiheuttamat palovammat ovat paljon vaikeampia kuin tavalliset palovammat. Kuolleisuus on korkea osittain häikämyrkytyksen vaikutuksesta. Kaasumyrkytysten ja palohaavojen aiheuttamien kovien tuskien takia ovat shokkitilat tavallisia, vaikka palovammat useimmiten käsittävät alle 10 % ihosta. Napalmin aiheuttamat palovammat ovat syviä, kolmannen asteen palovammoja ja niitä esiintyy yleensä ympäri kehoa, etenkin päässä, kaulassa ja raajoissa. Jollei vaatteita ehditä riisua ajoissa, syntyy helposti myös tavallisia palovammoja.

Luuhun saakka ulottuvat palovammat ovat varsin yleisiä. Palovammat ovat yleensä pyöreitä keskustan ollessa hiiltynyt ja reunojen tulehtuneen turvonneita. Kuolio leviää nopeasti lähitunteina ja lähipäivinä. Haava infektoituu helposti. Ylemmät hengityselimet vahingoituvat usein napalmpalossa, mikäli hengitystä ei ole suojattu.

Napalmhaavat paranevat hitaasti ja jättävät pahoja arpia. Vietnamin kokemusten mukaan 67 % paranee kolmen kuukauden kuluessa, 20 % 3—6 kuukaudessa 13 %:n vaatiessa yli 6 kuukautta.

Potilaiden lääkärinhoito noudattaa yleisiä palovammojen hoitoperiaatteita. Se käsittää kivuntorjunnan, shokin torjunnan, neste- ja suolatasapainon ylläpitämisen, palovammojen paikallishoidon, hengityselinten ja muiden vaikeiden palovammojen kirurgisen hoidon, kaasumyrkytysten hoidon sekä infektion torjunnan. Ruokavaliolla pyritään estämään potilaiden painonlasku. Fosforin aiheuttamissa haavoissa ei ensiavussa voida käyttää voiteita, koska fosfori liukenee öljyihin.

IV YHDISTELMÄ

Sitkostettu polttoneste, napalm, on tämän hetken tärkein poltto-
taisteluaaine. Vaihtelemalla sen kokoomusta ja käyttämällä lisäaineita
voidaan sen ominaisuuksia säädellä ilmastoon ja käyttötarkoitukseen
sopivaksi. Hyytymisprosessi tarvitsee kuitenkin aina lämpöä, joten kyl-

mässä ilmanalassa napalmin sitkostaminen kentällä vaatii erikoisjärjestelyjä. Klassillisen alumiinisaippuaperustaisen napalmin rinnalle on tullut tuote, jossa polystyreeni on hallitsevana osana. Paitsi että tämä napalm on ominaisuuksiltaan erinomaista se lisää merkittävästi teollisuuden kykyä tuottaa polttotaisteluaaineita sodan aikana laajentamalla raaka-ainevalikoimaa.

Metalli- ja fosforiseokset ovat säilyttäneet merkityksensä sytytysaineina ja palopommien täytteinä.

Ilma-aseen kehittyessä on lentopommista tullut tärkein polttotaisteluväline. Taistelukentällä käytetään napalm- ja fosforipommeja usein yhdessä räjähtävien pommien, rakettien tai tykistötulen kanssa, jolloin niiden tuho vaikutus on suuri. Suojautumattomaan elävään voimaan aiheuttaa pelkkä napalmpommihyökkäyskin erittäin suuret tappiot.

Napalmia käytetään runsaasti myös erilaisissa tilapäisluonteisissa taistelukentän valvonta- ja valaisuvälineissä. Suurvaltojen aseistukseen kuuluu useita liekinheitintyyppisiä.

Sodan ajan polttosuojelu on valtakunnallinen kysymys, jossa paras tulos saavutetaan koordinoimalla sekä aktiiviset että passiiviset torjuntatoimenpiteet samansuuntaisiksi. Teknilliseltä kannalta aiheuttaa tiettyjä vaikeuksia polttotaisteluaainevalikoiman moninaisuus, koska varsinkin sammutustoimenpiteet on sopeutettava polttotaisteluaineen mukaan. Tämä asettaa koulutukselle suuret vaatimukset. Myös joukon henkinen valmentaminen polttotaisteluaineiden käytön varalta on tärkeää, koska varsinkin vihollisen napalmhyökkäys aiheuttaa tottumattomassa joukossa taistelumoraalin laskua.

Kaikki suurvallat ovat valmistautuneet polttotaisteluaineiden käyttöön eikä siihen liity samanlaisia rajoittavia tekijöitä kuin ydinaseen ja taistelukaasujen käyttöön. Näin ollen on lähes varmaa, että niitä tulevaisuudessa käytetään sodan muusta luonteesta riippumatta. Pienen maan, jonka aktiivisten torjuntatoimenpiteiden mahdollisuudet varsinkin ilma-asetta vastaan ovat rajoitetut, on kaikin voimin keskityttävä passiivisen polttosuojelun kehittämiseen. Tähän onkin hyvät mahdollisuudet, sillä polttosuojelu ei vaadi kalliita välineitä, vaan taitoa, tietoja ja taitoja, joita kasvatetaan koulutuksella. Polttosuojelun heikkoon tasoon eivät vähäiset määrärahat ole selitys.

LÄHTEET**Kirjallisuus**

- Fisher, George J. B.
Incendiary Warfare
New York 1946
- Takman, John (toim.)
Napalm
Stockholm 1967
- Headquarters, Department of The Army
FM 20-33
Combat Flame Operations
Washington 1965
- Headquarters, Department of The Army
TM 3-366
Flame Fuels
Washington 1965
- Headquarters, Departments of The Army and The Air Force
Military Chemistry and Chemical
Agents
Washington 1963
- Försvarsstaben
Skyddsinstruktion för krigsmakten
Stockholm 1960
- Pääsikunta
Suojeluohjesääntö I
Mikkeli 1960
- Pääsikunta
Suojelulääkintäopas
Mikkeli 1961

Aikakauslehdet

- Naerland, A
Napalm
Norsk Militært Tidsskrift
n:o 7/1967
- Berbowek, A and Philippoff, W
History of Gelled Fuels-Their Chemistry and Rheology
Esso Air World
Jan/Febr/1967
- Kuosa, M
Napalm. Esimerkkejä napalmin käytöstä sodassa
Suomen Sotilas — Suomen Mies
n:o 2/1968

A Survey on Incendiary Agents, Incendiary Munitions and Incendiary Defense.

The use of fire in the battle dates back to a further time in the past than e.g. the use of powder. In this article the writer surveys the development of incendiaries and incendiary equipment from World War I to the present day together with fire protection.

The gelled fuels form nowadays the most important group of incendiary agents. During World War II many different chemicals were already developed for thickening fuels. The most important of these, original napalm, contained aluminium soaps. By varying the chemicals available and the percentages of these it has been possible to manufacture incendiary agents suitable for various usages and conditions. Of a completely different type as a thickener is Napalm-B, whose main material is polystyrene. The Americans used it in large amounts in Vietnam since 1966. Among the rest of the incendiary agents white phosphorus, magnesium and thermit seem to be used most.

As to the size and combination the choice among fire and incendiary bombs is large. Light and medium bombs are usually dropped in clusters. The best destruction is usually attained when both explosives and fire bombs are used in the same attack. Napalm is widely used in various flame throwers and flame field expedients.

The results achieved in the use of incendiaries depends essentially on the standard of the incendiary defense of the troop attached. When training troops for incendiary defense it is necessary to teach the troop the right methods of protecting themselves against incendiaries, make men accustomed to the use of incendiaries and create in the troop a belief in surviving the effects of fire as well as an aggressive will to destroy the enemy's incendiary equipment.

The writer deals in detail with the protection of a single soldier and armored vehicle in an incendiary attack as well as the actions in the extinguishing of the fire and in first aid. The protection procedures vary considerably depending on the incendiary used. In the battle field the main stress has to be laid on protection against napalm.

Finally the writer states, that the best results in fire defense are attained by coordinating both active and passive steps in protection. It is in the developing of passive protection procedures that even a small country faces good possibilities, for fire protection does not need so much expensive equipment as good will, knowledge and skill, which are reached by effective training.