



**SAVONIA**

**Tekniikka**

Palopäällystön koulutus

OPINNÄYTETYÖ

MAASTOPALOISSA KÄYTETTÄVÄ KALUSTO

Sebastian Holm

26.5.2015

|  |                       |           |
|--|-----------------------|-----------|
| <b>SAVONIA–AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO</b>  |                       |           |
| Koulutusohjelma<br>Palopäälylystön koulutusohjelma   |                       |           |
| Tekijä<br>Sebastian Holm   |                       |           |
| Työn nimi<br>Maastopaloissa käytettävä kalusto   |                       |           |
| Työn laji  | Päiväys               | Sivumäärä |
| Opinnäytetyö   | 10.5.2015             | 58+1      |
| Työn valvoja   | Yrityksen yhdysenkilö |           |
| Vanhempi opettaja Kimmo Vähäkoski  |                       |           |
| Yritys   |                       |           |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mitä kalustoa ja varusteita Suomessa käytetään maastopalojen sammuttamiseen sekä tutkia vaihtoehtoisia menetelmiä ja kalustoa, joita olisi valmiiksi saatavilla esimerkiksi Keski-Euroopasta. Opinnäytetyön tutkimusaineisto perustuu Pronton tilastoihin maastopaloista sekä opinnäytetyön laatijan henkilökohtaisiin kokemuksiin maastopalojen sammuttamisesta. Muuna materiaalina opinnäytetyössä on käytetty pelastusalaan koskevia säädöksiä sekä eri palokalustoliikkeiden tuotemateriaalia.</p> <p>Pääasiassa nykyinen käytössä oleva kalusto toimii maastopalojen sammuttamisessa, mutta etenkin hankalimmissa ja suurissa maastopaloissa nykyinen kalusto ja sammuttajan varusteet ovat liian raskaita, mikä aiheuttaa ylimääräistä fyysistä rasitusta maastopalon sammuttajille. Keski-Euroopasta ja Amerikasta löytyy runsaasti uudenlaista sammutuskalustoa ja sammutusvarusteita, jotka on suunniteltu käyttäjälleen ergonomisiksi ja kevyiksi. Työssä on myös selvitetty eri letkukokojen käyttömahdollisuuksia. 25 mm paloletku ei ole nykyisin normaalissa käytössä Suomessa, mutta tietyissä tapauksissa sitä voitaisiin käyttää maastopalojen sammuttamiseen.</p> <p>Opinnäytetyössä esitettyjä nykyistä kevyempiä varusteita voitaisiin käyttää myös muissa pelastustoimen tehtävissä, joissa ei tarvita savusukeltamiseen suunniteltua suojausta. Vaihtoehtoiset sammutusmenetelmät korostuvat varsinkin tilanteissa, joissa on pulaa sammutusmiehistöstä, sillä ne ovat tehokkaampia kuin nykyiset sammutusmenetelmät.</p> |                       |           |
| Avainsanat<br>maastopalot, metsäpalot, palokalusto, paloasu  |                       |           |
| Luottamuksellisuus<br>julkinen   |                       |           |

|  |                                   |               |
|--|-----------------------------------|---------------|
| <b>SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>  |                                   |               |
| Degree Programme<br>Fire Officer (Engineer)  |                                   |               |
| Author<br>Sebastian Holm   |                                   |               |
| Title of Project<br>Fire Fighting Equipment for Wildfires  |                                   |               |
| Type of Project<br>Final Project   | Date<br>10 <sup>th</sup> May 2015 | Pages<br>58+1 |
| Academic Supervisor<br>Mr Kimmo Vähäköski, Senior Instructor   | Company Supervisor                |               |
| Company  |                                   |               |
| <p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to study the equipment used for extinguishing wildfires and the gear used by extinguishers in Finland as well as alternative methods that are used in Central Europe, for example. The data for the study is based on the statistics in PRONTO (the resource and accident statistic in Finland) on wildfires and the writer's personal experiences extinguishing wildfires. Also, decrees concerning the rescue services and the products of various fire equipment companies were presented.</p> <p>Mainly, the currently used equipment works well when extinguishing wildfires, but especially in more difficult and larger wildfires, it is too heavy and causes the extinguishers additional physical stress. There are plenty of new kind of extinguishing equipment and gear available in Central Europe and North America, which have been designed to be ergonomic and light in weight to use. Also, possibilities to use other hose sizes was studied: the 25 mm fire hose is not currently use in Finland, but in certain situations it could be used to extinguish wildfires.</p> <p>The more lightweight equipment presented in the final project could also be used during other assignments carried out by the rescue services, e.g., assignments that do not require as high level of protection as smoke diving. Alternative extinguishing methods which are more efficient than the currently used methods, like ultra-high pressure fire extinguishing system (UHPS) and compressed air foam system (CAFS), could be used in especial situations when the extinguishing crew does not have enough members.</p> |                                   |               |
| <p>Keywords</p> <p>wildland fires, forest fires, fire fighting equipment, fire fighting gear</p>   |                                   |               |
| <p>Confidentiality</p> <p>public</p>   |                                   |               |

## SISÄLTÖ

|   |    |
|---|----|
| 1 JOHDANTO  | 6  |
| 2 SÄÄDÖSPERUSTA   | 8  |
| 3 KÄSITTEISTÖ   | 9  |
| 4 MAASTOPALOT SUOMESSA  | 10 |
| 4.1 Tilastotietoa maastopaloista                                    | 10 |
| 4.2 Toiminta maastopaloissa   | 13 |
| 5 MAASTOPALOISSA NYKYISIN KÄYTETTÄVÄ KALUSTO JA<br>VARUSTEET        | 14 |
| 5.1 Pumppukalusto   | 14 |
| 5.2 Letkukalusto  | 18 |
| 5.3 Armatuurikalusto  | 24 |
| 5.4 Raivausvälineet   | 33 |
| 5.5 Alkusammutusvälineet  | 34 |
| 5.6 Muu kalusto   | 36 |
| 5.7 Henkilökohtaiset suojarusteet                                   | 39 |
| 6 MAASTOPALOISSA KÄYTETTÄVÄT KULKUVÄLINEET, KONTIT JA<br>PERÄKÄRRYT | 41 |
| 6.1 Ajoneuvot   | 41 |
| 6.2 Kalustokontit ja -peräkärryt                                    | 42 |
| 6.3 Mönkijät ja maastoajoneuvot                                     | 42 |
| 6.4 Veneet  | 43 |
| 6.5 Helikopterit  | 44 |
| 6.6 Traktorit, metsäkoneet ja kaivinkoneet                          | 45 |

|  |    |
|--|----|
| 7 MAASTOPALOISSA KÄYTETTÄVÄN KALUSTON JA VARUSTEIDEN<br>KEHITTÄMINEN | 46 |
| 7.1 Henkilökohtaiset suojarusteet                                    | 46 |
| 7.2 Vaihtoehtoiset sammutusvälineet                                  | 49 |
| 7.3 Letkukalusto   | 53 |
| <br>   |    |
| 8 POHDINTA   | 55 |
| <br>   |    |
| LÄHTEET  | 57 |
| <br>   |    |
| LIITE 1 SAMMUTUSVESIVIRRAN LASKENTATAULUKKO                          | 59 |

## 1 JOHDANTO

Maastopalon sammuttaminen mielletään yleensä melko hankalaksi sammutustehtäväksi, mikäli paloalue pääsee leviämään suureksi tai sijaitsee hankalassa maastossa. Kuivana vuotena maastopalojen lukumäärä voi olla yli 3 000 vuodessa ja ne voivat painottua samoille alueille, joten pelastuslaitosten resurssit saattavat olla täystyöllistettyjä. Suomessa käytetään maastopalojen sammuttamiseen lähinnä perussammutusautosta löytyvää kalustoa ja normaalia sammutusvarustusta, jotka voivat olla maastopalojen sammuttamiseen liian raskaita. Esimerkiksi Keski- ja Etelä-Euroopassa maastopalojen sammuttamiseen käytetään kevyempää palokalustoa ja kevyempiä sammutusvarusteita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitä kalustoa ja varusteita käytetään Suomessa maastopalojen sammuttamiseen sekä se, miten ne soveltuvat maastopalojen sammuttamiseen. Opinnäytetyössä on tuotu myös esille kevyempiä vaihtoehtoja nykyiselle kalustolle ja varusteille. Opinnäytetyön aihe koskee luonnollisia maastopaloja eli aiheen ulkopuolelle jätetään turvetuotantoalueen ja kaatopaikan maastopalot, joissa sammutustoiminta tukeutuu suurilta osilta toiminnanharjoittajan sammutustoimintaan. Kaluston ja varusteiden osalta opinnäytetyössä käsitellään palokuntien käytössä olevaa kalustoa ja varusteita.

Opinnäytetyön sisältö kerätään pelastusalan eri oppimateriaaleista sekä kirjoittajan omista kokemuksista maastopalojen sammuttamisesta. Kehittämisosion sisältö perustuu Pronton onnettomuusselosteissa esiintyneisiin havaintoihin sekä kirjoittajan havainnoimiin ongelmiin maastopalojen sammuttamisessa erityisesti vuosien 2013 ja 2014 aikana. Kirjoittaja on jäsenenä Kaarinan VPK:ssa, joka on erikoistunut Varsinais-Suomen pelastuslaitoksen alueella sammutusvesihuollon järjestämiseen. Erikoistumisen myötä tämä palokunta osallistuu alueen suurimpien maastopalojen sammuttamiseen. Kirjoittaja on osallistunut 18 kertaa erilaisiin maastopalotehtäviin vuosien 2013 ja 2014 aikana. Opinnäytetyössä esiintyvät kuvat ovat Kaarinan VPK:n kalustosta.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta: nykyisin käytössä olevasta kalustosta ja varusteista sekä kaluston ja varusteiden kehittämisestä. Nykyisin käytössä oleva kalusto ja

varusteet –osuus on oppikirjamainen, joten sitä voitaisiin hyödyntää pelastusalan oppimateriaaleissa.

## 2 SÄÄDÖSPERUSTA

Maastopalon sammutustehtävä on pelastustoimintaa pelastuslain (379/2011) 32 §:n 5. kohdan mukaisesti. Saman pykälän 6. kohdan mukaan pelastustoimintaan kuuluvat myös maastopalon sammuttamiseen liittyvät johtamis-, viestintä-, huolto- ja muut tuki-toiminnot. Pelastuslaitoksen vastuu pelastustoiminnasta on määritelty 32 §:ssä seuraavasti: *Pelastuslaitos vastaa pelastustoimintaan kuuluvien tehtävien hoitamisesta, kun tulipalo, muu onnettomuus tai niiden uhka vaatii kiireellisiä toimenpiteitä ihmisen hengen tai terveyden, omaisuuden tai ympäristön suojaamiseksi tai pelastamiseksi eivätkä toimenpiteet ole onnettomuuden tai sen uhan kohteeksi joutuneen omin toimin hoidettavissa tai kuulu muun viranomaisen tai organisaation hoidettavaksi.* Maastopalojen sammuttaminen on pelastuslain mukaan yksi pelastuslaitosten tehtävistä. Maastopaloihin liittyen pelastuslaissa on myös säädetty metsäpalojen tähytyksestä, joka kuuluu aluehallintovirastolle, ja metsäpalovaroituksen antamisesta, joka kuuluu Ilmatieteenlaitokselle.

Paloasun eri osien vähimmäisvaatimukset ja testaustavat on esitetty EN-standardeissa. Suomessa käytettävien paloasujen tulee olla CE-merkittyjä ja EN-standardien mukaisia. Vanhemmat paloasut eivät välttämättä täytä nykyisiä vaatimuksia, ja niiden käytöstä on palopukujen osalta ohjeistettu pelastussukellusohjeen liitteessä 3. Tässä opinnäytetyössä on käsitelty erityisesti palopuvun ja palokypärän käyttöä ja soveltuvuutta maastopaloihin. Palopuvun vaatimuksen on määritelty SFS-EN 469:ssä ja palokypärän vaatimukset SFS-EN 443:ssa.



### 3 KÄSITTEISTÖ

**Maastopalo** on rakentamattomalla alueella tapahtuva hallitsematon palo. Maastopaloja ovat esimerkiksi metsäpalo, ruohikkopalo ja suopalo.

**Liitinkoko** ilmoitetaan kirjaimilla A, B tai C. A-liitinkoon halkaisija on 100 mm ja sitä käytetään 110 mm eli 4":n kokoluokan paloletkuissa ja muissa paloliittimissä. B-liitinkoon halkaisija on 80 mm ja sitä käytetään 76 mm eli 3:n kokoluokan paloletkuissa ja muissa paloliittimissä. C-liitinkoon halkaisija on 50 mm ja sitä käytetään 38–51 mm eli 1,5":n tai 2":n kokoluokan paloletkuissa ja muissa paloliittimissä. A-liitinkokoa suuremmat liittimet ilmoitetaan kokoa vastaavin numeroin millimetreissä eli esimerkiksi 6":n paloletkun liittimet ovat kokoa 150 mm.

**Luonnonvedenottoaikka** on sammutusveden ottoon sopiva, rakentamaton tai rakennettu pintavedenottoaikka. Luonnonvedenottoaikoja ovat esimerkiksi järvi, joki tai meri.


**Palokohde** on se, mikä palossa palaa. Palokohde voi olla esimerkiksi maasto, rakennus, huoneisto, irtaimisto, esine tai aine.

## 4 MAASTOPALOT SUOMESSA

### 4.1 Tilastotietoa maastopaloista

Maastopalojen määrä vaihtelee vuosittain. Kuivana kesänä maastopalotehtäviä voi olla yli 3 000 ja sateisena kesänä lukumäärä voi jäädä noin tuhanteen tehtävään. Maastopaloja syttyy lähinnä huhti- ja syyskuun välisenä aikana keskimäärin 388 kuukaudessa. Lokakuussa maastopaloja on ollut keskimäärin 91, maaliskuussa 37 ja marraskuusta helmikuuhun maastopaloja on ollut keskimäärin 12 kuukaudessa vuosina 2011–2014. Taulukossa 1 on jaoteltu maastopalotehtävät pelastustoimen alueittain. (PRONTO.)

Taulukko 1. Maastopalot alueittain vuosina 2011–2014 (PRONTO)


| Pelastusopisto<br>Holm Sebastian/3.5.2015 |              | Pelastustoimen tehtävät vuosittain |              |              |               |  |
|---|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--|
| Pelastustoimen alue                       | 2011         | 2012                               | 2013         | 2014         | Yhteensä      |  |
| Helsinki                                  | 145          | 62                                 | 182          | 168          | 557           |  |
| Länsi-Uusimaa                             | 138          | 61                                 | 166          | 183          | 548           |  |
| Keski-Uusimaa                             | 133          | 45                                 | 113          | 108          | 399           |  |
| Itä-Uusimaa                               | 54           | 27                                 | 60           | 68           | 209           |  |
| Varsinais-Suomi                           | 198          | 130                                | 362          | 330          | 1 020         |  |
| Kanta-Häme                                | 123          | 45                                 | 99           | 121          | 388           |  |
| Päijät-Häme                               | 134          | 35                                 | 57           | 84           | 310           |  |
| Kymenlaakso                               | 109          | 51                                 | 134          | 133          | 427           |  |
| Etelä-Karjala                             | 111          | 38                                 | 62           | 103          | 314           |  |
| Etelä-Savo                                | 134          | 38                                 | 98           | 153          | 423           |  |
| Keski-Suomi                               | 159          | 52                                 | 154          | 194          | 559           |  |
| Pirkanmaa                                 | 234          | 57                                 | 180          | 247          | 718           |  |
| Satakunta                                 | 133          | 59                                 | 144          | 247          | 583           |  |
| Etelä-Pohjanmaa                           | 140          | 46                                 | 134          | 224          | 544           |  |
| Pohjanmaa                                 | 61           | 30                                 | 67           | 108          | 266           |  |
| Keski-Pohjanmaa                           | 48           | 21                                 | 53           | 101          | 223           |  |
| Pohjois-Savo                              | 158          | 40                                 | 122          | 186          | 506           |  |
| Pohjois-Karjala                           | 132          | 36                                 | 96           | 149          | 413           |  |
| Jokilaaksot                               | 122          | 29                                 | 94           | 186          | 431           |  |
| Kainuu                                    | 81           | 23                                 | 85           | 91           | 280           |  |
| Oulu-Koillismaa                           | 131          | 64                                 | 163          | 202          | 560           |  |
| Lappi                                     | 191          | 82                                 | 231          | 201          | 705           |  |
| <b>Yhteensä</b>                           | <b>2 869</b> | <b>1 071</b>                       | <b>2 856</b> | <b>3 587</b> | <b>10 383</b> |  |

Vuosina 2011–2014 maastopaloissa paloi maastoa yhteensä 4 117,59 hehtaaria eli keskimäärin yhdessä maastopalossa paloi 0,4 hehtaaria maastoa. Palaneesta maastosta met-

sää oli 3 029,33 hehtaaria. Yhdessä metsäpalossa paloi keskimäärin 0,61 hehtaaria metsää. Maastoa paloi eniten Lapin pelastuslaitoksen alueella, jossa sitä paloi 1 398,8 hehtaaria eli keskimäärin yhdessä maastopalossa 1,98 hehtaaria vuosina 2011–2014. Maastopalotehtäviä on ollut vuosina 2011–2014 Varsinais-Suomen pelastuslaitoksen alueella, jossa niitä oli 1 020, tosin Lappiin verrattuna palaneen maaston pinta-ala on ollut Varsinais-Suomessa keskimäärin noin kymmenen kertaa pienempi eli 0,25 hehtaaria. Reilu kolmannes maastopaloista palaa metsässä. Viidesosa maastopaloista on pelto-, ruohikko- tai kaislikkopaloja. Peltoa, ruohikkoa ja kaislikkoa palaa etenkin keväällä, ennen kasvukauden alkua. Maastotyyppien mukaan kolmanneksi eniten maastopaloja on taajamien puistoissa tai vastaavilla viheralueilla, joita on noin 13 prosenttia kaikista maastopaloista, eniten näitä maastopaloja on ollut Helsingissä. Maastopalojen maastotyyppit on esitetty tarkemmin taulukossa 2. Maastopalojen syttymissyöt ovat useimmiten olleet nuotio tai grilli, roskien poltto tai salama. Kellonajallisesti maastopaloista on tehty hätäilmoituksia eniten kello 13:00:n ja 18:00:n välisenä aikana. (PRONTO.)

Tilastoissa esitettävät maastopalojen pinta-alat perustuvat Pronton onnettomuus-/tehtäselosteen täyttäjän arvioon. Maastopalon pinta-ala voidaan kirjata neliömetreissä tai hehtaareissa. Tosin osa Pronton käyttäjistä kirjaa epähuomiossa neliömetrilukeman hehtaarille tarkoitettuun lokeroon, jolloin tilastoihin saattaa jäädä virheellistä tietoa. Esimerkiksi 9 m<sup>2</sup>:n tupakasta aiheutunut ruohikon kyteminen oli kirjattu 9 hehtaarin ruohikkopaloksi.

Taulukko 2. Maastopalot alueittain maastotyyppin mukaan vuosina 2011–2014 (PRONTO)

| Pelastusopisto<br>Holm Sebastian/3.5.2015 |   | Maastopalot maastotyyppin mukaan                  |                     |  |  |                |  |   |                  |                    |   |               |  |
|---|---|---|---------------------|--|--|----------------|--|---|------------------|--------------------|---|---------------|---|
| Pelastus-<br>toimen alue                  | Vars.<br>metsä,<br>talousmet-<br>sä,<br>aluskasvil-<br>lisyys | Hakkuu-<br>alue,<br>raivio tai<br>metsä-<br>aukea | Muu<br>suo-<br>alue | Pelto,<br>ruo-<br>hikko<br>tai<br>kais-<br>likko | Tuotantokäy-<br>tössä<br>oleva<br>turvesuo | Turve-<br>auma | Puis-<br>to-<br>tms.<br>viher-<br>alue<br>taaja-<br>ma-<br>alueel-<br>la | Tienvar-<br>si tai<br>rautatien<br>piennar-<br>alue | Kaato-<br>paikka | Muu<br>maas-<br>to | Tie-<br>toa<br>ei<br>ole<br>kir-<br>jattu | Yh-<br>teensä |   |
| Helsinki                                  | 92  | 37  | 0                   | 40   | 0  | 0              | 338  | 15  | 1                | 30                 | 4   | 557           |   |
| Länsi-<br>Uusimaa                         | 235   | 36  | 2                   | 95   | 0  | 1              | 111  | 29  | 4                | 29                 | 6   | 548           |   |
| Keski-<br>Uusimaa                         | 141   | 26  | 1                   | 68   | 0  | 2              | 100  | 32  | 0                | 27                 | 2   | 399           |   |
| Itä-<br>Uusimaa                           | 76  | 17  | 0                   | 66   | 0  | 1              | 17   | 18  | 0                | 14                 | 0   | 209           |   |
| Varsinais-<br>Suomi                       | 462   | 33  | 5                   | 243  | 9  | 2              | 116  | 60  | 4                | 79                 | 7   | 1 020         |   |
| Kanta-<br>Häme                            | 129   | 55  | 3                   | 94   | 1  | 7              | 25   | 36  | 2                | 36                 | 0   | 388           |   |
| Päijät-<br>Häme                           | 120   | 37  | 5                   | 52   | 1  | 2              | 40   | 28  | 7                | 14                 | 4   | 310           |   |
| Kymen-<br>laakso                          | 190   | 37  | 5                   | 59   | 0  | 4              | 62   | 38  | 4                | 26                 | 2   | 427           |   |
| Etelä-<br>Karjala                         | 114   | 41  | 4                   | 54   | 7  | 12             | 36   | 28  | 1                | 15                 | 2   | 314           |   |
| Etelä-Savo                                | 187   | 51  | 9                   | 78   | 15   | 14             | 23   | 22  | 1                | 21                 | 2   | 423           |   |
| Keski-<br>Suomi                           | 203   | 78  | 10                  | 129  | 10   | 18             | 42   | 43  | 4                | 21                 | 1   | 559           |   |
| Pirkanmaa                                 | 250   | 66  | 5                   | 175  | 7  | 1              | 86   | 58  | 13               | 53                 | 4   | 718           |   |
| Satakunta                                 | 182   | 57  | 13                  | 125  | 10   | 32             | 51   | 45  | 7                | 59                 | 2   | 583           |   |
| Etelä-<br>Pohjanmaa                       | 132   | 27  | 5                   | 186  | 34   | 63             | 23   | 43  | 1                | 23                 | 7   | 544           |   |
| Pohjanmaa                                 | 103   | 16  | 3                   | 83   | 0  | 5              | 26   | 12  | 3                | 14                 | 1   | 266           |   |
| Keski-<br>Pohjanmaa                       | 79  | 17  | 3                   | 56   | 9  | 20             | 15   | 8   | 0                | 16                 | 0   | 223           |   |
| Pohjois-<br>Savo                          | 173   | 57  | 4                   | 141  | 8  | 13             | 37   | 36  | 7                | 28                 | 2   | 506           |   |
| Pohjois-<br>Karjala                       | 152   | 60  | 9                   | 86   | 6  | 25             | 24   | 24  | 0                | 23                 | 4   | 413           |   |
| Jokilaaksot                               | 109   | 28  | 5                   | 179  | 14   | 14             | 22   | 27  | 0                | 28                 | 5   | 431           |   |
| Kainuu                                    | 117   | 45  | 6                   | 40   | 10   | 12             | 11   | 18  | 1                | 18                 | 2   | 280           |   |
| Oulu-<br>Koillismaa                       | 150   | 44  | 9                   | 117  | 23   | 81             | 62   | 48  | 7                | 18                 | 1   | 560           |   |
| Lappi                                     | 284   | 90  | 22                  | 127  | 4  | 14             | 48   | 52  | 1                | 51                 | 12  | 705           |   |
| <b>Yhteensä</b>                           | <b>3 680</b>  | <b>955</b>  | <b>128</b>          | <b>2 293</b>                                     | <b>168</b>                                 | <b>343</b>     | <b>1 315</b>   | <b>720</b>  | <b>68</b>        | <b>643</b>         | <b>70</b>                                 | <b>10 383</b> |   |

## 4.2 Toiminta maastopaloissa

Maastopaloihin on olemassa viisi erilaista hälytysvastetta savuhavainto, maastopalo: pieni, maastopalo: keskisuuri, maastopalo: suuri ja maastopalo: suuri+lisähälytys. Hätäkeskuspäivystäjä hälyttää hätäilmoituksen perusteella sopivimman hälytysvasteen ja tilanteen muuttuessa sitä voidaan korottaa joko hätäkeskuspäivystäjän uusilla tiedoilla tai pelastustoiminnan johtajan määräyksestä. Tehtäviin savuhavainto ja maastopalo: pieni hälytetään pelastusryhmä, joka muodostuu tarkoituksenmukaisista ajoneuvoista, pelastusryhmänjohtajasta sekä 3–7 miehistön jäsenestä. Keskisuureen maastopaloon hälytetään pelastusjoukkue eli yleensä pelastustoiminnan johtaja ja 2–3 pelastusryhmää. Suureen maastopaloon hälytetään alueen mukaan yleensä vahvennettu pelastusjoukkue eli pelastustoiminnan johtaja sekä 4–5 pelastusryhmää. Maastopalo: suuri, lisähälytys – tehtävään hälytetään yleensä pelastuskomppania eli pelastustoiminnan johtaja, esikunta sekä vähintään kaksi pelastusjoukkuetta.

Maastopalojen sammutustehtävissä on yleensä neljä perustehtävää, jotka yleensä hankaloituvat suuremmissa tehtävissä. Perustehtäviä ovat kohteen paikallistaminen, riittävän sammutustehon järjestäminen palokohteeseen, riittävän vesihuollon järjestäminen sekä riittävän vaihtohenkilöstön ja huollon järjestäminen.

## 5 MAASTOPALOISSA NYKYISIN KÄYTETTÄVÄ KALUSTO JA VARUSTEET

### 5.1 Pumppukalusto

Pumppukalustoa tarvitaan veden siirtämiseen paloletkuissa sekä tarvittavan suihkupuiheen aikaansaamiseen. Pumpulla voidaan pumpata sammutusvettä joko säiliöstä, altaasta tai luonnonvedenotto paikasta. Syöttöliittimellä varustettuja pumppuja voidaan käyttää myös pitkissä letkuvedoissa paineenkorotuspumppuna, jolloin työskentelypaine ja sammutusvesivirtaus ovat parempia paloalueella.

### Moottoriruiskut

Moottoriruisku koostuu polttomoottorista, pumpusta sekä imupumpusta. Polttomoottori pyörittää pumppua, ja imupumpulla saadaan aikaan imu. Imupumppu voi olla automaattinen tai käsikäyttöinen. Moottoriruiskun muuhun perusvarustukseen kuuluvat imuletkut, imusiivilä, syöttöliitin ja kalustonaru. Lisäksi käytettäessä moottoriruiskua voidaan tarvita sankoa imusiivilän päässä estämässä epäpuhtauksien pääsyn pumppuun. Moottoriruisku tarvitsee toimiakseen polttoainetta, joten pitkäkestoisissa tilanteissa tulee varmistaa lisäpolttoaineen saanti kohteeseen. Esimerkiksi Rosenbauer Beaver -moottoriruiskun 20 litran suuruinen polttoainetankki riittää kahden tunnin yhtäjaksoiseen käyttöön.

*Kevyiksi moottoriruiskuiksi* lasketaan ruiskut joiden tuotto on alle 1 000 l/min. Yleisimpiä Suomessa käytettäviä kevyitä moottoriruiskuja ovat Esteri 650-TO Plus ja Rosenbauer Otter -moottoriruiskut. Maastopalojen sammutuksessa kevyet moottoriruiskut soveltuvat parhaiten paineenkorotuspumpuiksi tai sammutusveden hankintaan palokohteen välittömästä läheisyydestä, sillä niiden tuotto ei riitä pitkiin runkojohtoselvityksiin. Kevyitä moottoriruiskuja voidaan käyttää myös säiliöautojen täyttämiseen, mutta esimerkiksi käytettäessä Esteri 650-TO Plus -moottoriruiskua normaalikokoisen säiliöauton (säiliön koko 12 000 l) täyttämiseen kuluu aikaa yli 18 minuuttia, tuoton ollessa 650 l/min 5 baarin paineella.

*Keskiraskaiden moottoriruiskujen* tuottoalue on 1 000 – 2 000 l/min. Yleisimpiä Suomessa käytettäviä kevyitä moottoriruiskuja ovat Esteri 1800-TO ja Rosenbauer Fox -moottoriruiskut. Keskiraskaat moottoriruiskut soveltuvat suuren tuottonsa ansiosta säiliöautojen täyttämiseen, paineenkorotuspumpuiksi sekä runkojohtoselvitysten syöttämiseen. Ainoa rajoittava tekijä varsinkin maastopaloissa on ruiskun suuri koko ja paino (yli 100 kg), joten vaikeakulkuisessa maastossa sen liikuttaminen voi olla hankalaa. Suomessa on myös käytössä muutamia teloilla varustettuja Kulmalan ESA-30 Kulkuri -moottoriruiskuja (Kuva 1.), joita voidaan ajaa myös vaikeakulkuisessa maastossa.



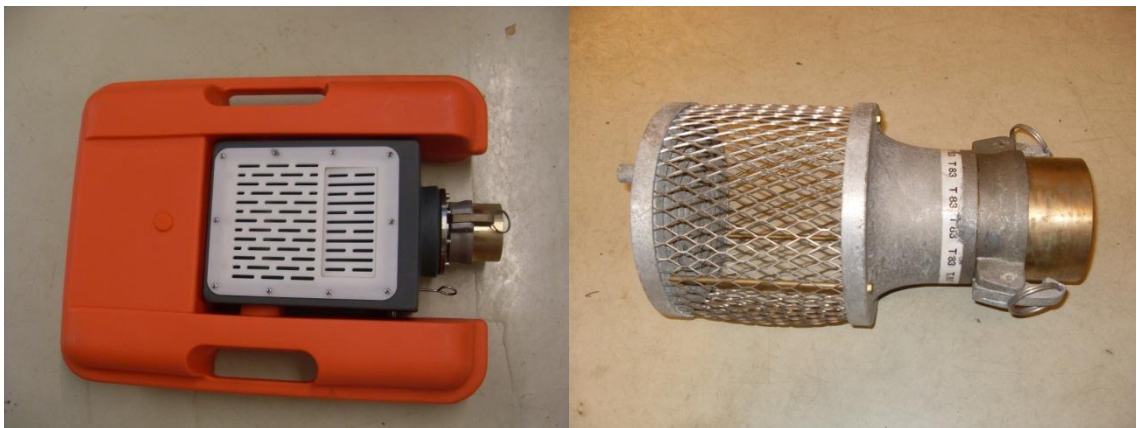
Kuva 1. ESA-30 Kulkuri –moottoriruisku luonnonvedenottoaikailla.

*Raskaiden moottoriruiskujen* tuottoalue on yli 2 000 l/min ja ne ovat yleensä kuvan 2 tapaisia hinattavia laitteita. Suomessa on olemassa joitain kymmeniä raskaita moottoriruiskuja, ja ne on useimmiten hankittu teollisuuden palontorjuntaa varten. Raskaita moottoriruiskuja voidaan käyttää myös maastopaloissa, etenkin suuriläpimittaisten runkojohtoselvitysten syöttämiseen. Raskaita moottoriruiskuja voidaan käyttää pääsääntöisesti vain sellaisilla luonnonvedenottoaikoilla, jonne pääsee ajamaan autolla. Suuren tuoton ansiosta runkojohdon selvitysmatka voi olla muutaman kilometrin mittainen.



Kuva 2. Esteri 4000 –suurtehoruisku toimimassa paineenkorotuspumpuna.

*Kelluvalla imusiivilällä* (Kuva 3.) voidaan imeä vettä matalasta luonnonvedenottopai-  
kasta, jolloin moottoriruiskun käyttömahdollisuudet monipuolistuvat. Kelluva imusiivi-  
lä tarvitsee toimiakseen koon ja mallin mukaan noin 5–15 cm syvyisen luonnonvesiläh-  
teen. Normaalilla imusiivilällä (Kuva 4.) voidaan vahingossa imeä pohjamutia tai pieniä  
kiviä, jos imusiivilä koskettaa vesilähteen pohjaa. Käytettäessä raskaita moottoriruisku-  
ja tulee huomioida, että kelluvan imusiivilän imupinta-ala vastaa moottoriruiskun val-  
mistajan suosituksia imupinta-alasta, sillä muuten pumpun tuotto pienenee.



Kuvat 3 ja 4. Vasemmalla kelluva imusiivilä ja oikealla normaali imusiivilä.

*Syöttöliitintä* käytetään sarjakytkenässä eli silloin, kun pumppua käytetään paineenko-  
rotuspumppuna (Kuva 5.). Sarjakytkenässä imuyhteeseen tuleva tulopaine tulee olla  
vähintään 1 bar eli 100 kPa, muuten syöttöjohto voi litistyä, jolloin vesi ei kulje eteen-  
päin. Syöttöliitin on yleensä pumppukohtainen ja sen kiinnitysliitin vastaa imuletkun  
liitintä. Syöttöliittimen syöttöpuolella on yleensä A- tai B-paloliitin.



Kuva 5. B-paloliittimellä varustettu syöttöliitin pumpun imuyhteessä.

Muut pumput



*Kellupumput* soveltuvat käytettäväksi parhaiten, kun paloalueen välittömässä läheisyydessä on luonnonvedenottoaika. Kellupumppu kelluu veden pinnalla, ja se tarvitsee toimiakseen noin 10 cm vettä. Kellupumpun selvitys on melko nopeaa, sillä se tarvitsee vain käynnistää ja selvittää paloletku pumppuun. Kellupumppu on tuotoltaan melko pieni (n. 250 l/min 5 bar), ja sen tuotto riittääkin vain yhden työsuihkun toimintaan. Suomessa yleisimmin käytössä olevat kellupumput ovat merkiltään Hale tai Waterous. Markkinoilla on saatavissa myös suurituottoisia kellupumppuja. Runsaasti käytetty kellupumppu on yleensä melko lyhytikäinen, sillä sen moottori käy suurilla kierrosluvuilla, jolloin se myös kuluu ja rikkoontuu helpommin.

*Hydraulinen uppopumppu* toimii hydraulimoottorin tuottamalla voimalla. Hydraulisilla uppopumppuilla saadaan tuotettua suuria vesimääriä, joten niitä voidaan käyttää maastopaloissa kuten moottoriruiskuja. Dynasetin tuotevalikoimasta löytyvien hydraulisten uppopumppujen tuotto vaihtelee 600 l/min ja 20 000 l/min välillä. Hydraulinen uppopumppu lasketaan veteen pääsääntöisesti nosturilla, koska hydraulinen uppopumppu voi painaa yli 100 kg. Sitä ei voida laskea vesistön pohjaan, koska silloin se imisi pohjamutia. Pumppua tulee laskea veteen sen verran, että pumpun imuosa on vedenpinnan alapuolella. Hydraulisia uppopumppuja voidaan käyttää pääasiassa paikoissa, joissa kuorma-auto saadaan ajettua vedenottoaikaan läheisyyteen. Hydraulisia uppopumppuja on käytössä Suomessa muutamia, esimerkiksi Satakunnan pelastuslaitoksen alueella Ulvilan paloasemalla ja Panelian VPK:lla.

Keski-Euroopassa Hydrauliset uppopumput ovat huomattavasti yleisempiä vesihuollon järjestämiseen kuin Suomessa. Esimerkiksi monessa hollantilaisessa palokunnassa on käytössä vaihtolavalla olevia hydraulisia uppopumppuja, jotka lasketaan veteen kellukkeilla.

## 5.2 Letkukalusto

*39–42 mm letkua* käytetään pääsääntöisesti työletkuna. Nykyisin Pelastusopisto suosittelee käytettävän 42 mm letkua työletkuna, koska sen painehäviö on pienempi. Suomessa on tosin edelleen käytössä myös 39 mm työletkuja, esimerkiksi Varsinais-Suomen pelastuslaitos hankkii työletkuiksi 39 mm letkuja.

*76 mm letkua* käytetään pääsääntöisesti selvitysten tekemisiin pumpulta palokohteeseen, jonka läheisyydessä se jakautuu työletkuihin. 76 mm letkua käytetään yleisesti myös lisäveden järjestämiseen.

*110 ja 150 mm letkuja* käytetään pääsääntöisesti lisäveden järjestämiseen. Näissä letkuissa painehäviö on hyvin pieni, joten letkuvedon pituus voi olla useita kilometrejä. 110 ja 150 mm letkujen käytön rajoittava tekijä on niiden suuri koko ja käyttöpaine. Letkujen selvittäminen tehdään pääsääntöisesti ajoneuvoilla. 110 mm letkun maksimi käyttöpaine on 12 bar, mutta käytännön kokemuksista etenkin 110 mm letkun rikkoutumisriski kasvaa huomattavasti yli 8 bar käyttöpaineella. 150 mm letkun maksimi käyttöpaine on 7 bar. 110 ja 150 mm letkuilla saadaan kuljetettua suuria vesimääriä, mutta suurta käyttöpainetta ne eivät kestä.

*Paloletkujen letkukitka ja vesivirta nyrkkisäännöillä* on esitetty taulukossa 3. Vesivirran osalta taulukossa esitetään keskimääräistä vesivirtaa, joka voi tarkemmassa tarkastelussa olla myös huomattavasti esitettyjä arvoja suurempi letkuselvityksen ja pumppupaineen suuruuden mukaan. Nyrkkisääntöjä voidaan käyttää vesivirran ja paineen riittävyyden nopeaan arviointiin.

Taulukko 3. Letkukitka ja vesivirta nyrkkisäännöin (Hyttinen ym. 2008, 224).

| Letkun sisäläpimitta (mm) | Vesivirta (l/min) | Letkukitka (kPa) 20 m kohti |
|---------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 150                       | 3 600             | 11                          |
| 110, erillinen johto      | 1 800             | 15                          |
| 110, 2 rinnakkaisjohtoa   | 1 800             | 4                           |
| 110, erillinen johto      | 900               | 4                           |
| 76, erillinen johto       | 900               | 25                          |
| 76, 2 rinnakkaisjohtoa    | 900               | 6                           |
| 76, 3 rinnakkaisjohtoa    | 900               | 3                           |
| 51                        | 300               | 20                          |
| 42                        | 300               | 50                          |
| 39                        | 300               | 80                          |

*Letkukitka* voidaan laskea tarkasti kaavalla  $p_k = (l/100) \cdot k \cdot V^2$ , jossa  $p_k$  = letkukitka (kPa),  $l$  = letkujohdon pituus (m),  $V$  = letkujohdon vesivirta (l/s) ja  $k$  = kitkakerroin (taulukosta). Letkukitkakaavasta voidaan johtaa laskukaava letkun maksimipituudeksi tietylle vesivirralla:  $l = (P_l - P_t) / (k \cdot V^2) \cdot 100$ , jossa  $P_l$  = lähtöpaine ja  $P_t$  = tulopaine. (Hyttinen ym. 2008, 221)

Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty laskukaavalla laskettu paloletkulinjojen enimmäispituudet tietyille sammutusvesituotoille. Taulukossa 4 pyritään kuvaamaan teoriassa eri letkukokojen käytettävyyttä esimerkiksi maastopalojen sammuttamiseen. 25 – 42 mm letkujen kohdalla tuotto ja pituus on laskettu 4 ja 7 bar:n suihkupaineilla. 51 – 150 mm letkujen kohdalla tulopaine tarkoittaa jakoliittimellä olevaa painetta, joka on taulukko 3:ssa laskettu 5 ja 10 bar:n lukemille. Taulukko 5 kuvaa esimerkiksi lisävesiselvityksen maksimi pituutta. Pumpupaineena on taulukko 4:ssä ja 5:ssä käytetty 15 baria, paitsi 110 mm letkun kohdalla pumpupaine on 12 bar ja 150 mm letkun kohdalla 7 bar. Taulukot 4 ja 5 ovat teoreettisia laskelmia, niissä ei ole huomioitu korkeuseroja eli hydrostaattista paine-eroa ja letkujen mutkittelua, joka kasvattaa letkukitkaa ja vähentää vesivirtausta. 1 metrin korkeusero aiheuttaa 10 kPa:n suuruisen hydrostaattisen paine-eron, eli esimerkiksi 10 metrin korkeusero pumpun ja suihkuputken välillä aiheuttaa 100 kPa:n eli 1

barin painehäviön letkussa. Taulukoiden 4 ja 5 arvot on laskettu Excel- taulukkolaskentaohjelmistolla, johon on syötetty tarvittavat kaavat ja arvot (LIITE 1). Kyseistä Excel-taulukkoa voitaisiin käyttää esimerkiksi johtauton tietokoneella, jolloin pelastustoiminnan johtaja voisi arvioida parhaan käytettävän letkukoon tilanteen mukaisesti. Excel-taulukossa pystytään huomioimaan myös mahdolliset korkeuserot.

Excel-taulukosta saadut arvot vastaavat lähes käytännön testissä saatuja arvoja vesivirrasta. 6.4.2013 Kaarinan ja Kuusiston VPK:den järjestämässä vesivirtaustestissä Esteri 4000 –suurtehoruiskun vesivirta tasaisessa maastossa 280 metrin mittaisessa 110 mm letkujohdon toisessa päässä oli 3 180 l/min. Pumppupaine oli 6 bar ja suihkupaine oli 1 bar. Edellä mainitut arvot syötettynä Excel-taulukkoon saadaan letkujohdon maksimipituudeksi 254 m. Se on lähes sama kuin käytännön testissä, jossa ei voida olla varmoja esimerkiksi painemittareiden tarkkuudesta.

Taulukko 4. 25 – 150 mm:n paloletkujen maksimi pituus/tuotto erilaisilla suihku-  
/tulopaineilla lähtöpaineen ollessa 15 baria, paitsi 110 mm letkun kohdalla pumppupai-  
ne on 12 bar ja 150 mm letkun kohdalla 7 bar.

| letkukoko | pituus<br>m | tuotto<br>l/min | tulo-<br>/suihkupaine | letkukoko | pituus<br>m | tuotto<br>l/min | tulopaine |        |       |
|-----------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|--------|-------|
| 25 mm     | 60          | 197             | 4 bar                 | 76 mm     | 4500        | 400             | 5 bar     |        |       |
|           | 40          | 205             | 7 bar                 |           | 1120        | 801             |           |        |       |
| 39 mm     | 580         | 200             | 4 bar                 | 76 mm     | 500         | 1200            | 10 bar    |        |       |
|           | 260         | 299             | 7 bar                 |           | 320         | 1500            |           |        |       |
|           | 140         | 407             |                       |           | 180         | 2000            |           |        |       |
|           | 60          | 623             |                       |           | 120         | 2450            |           |        |       |
|           | 40          | 750             |                       |           | 2250        | 400             |           |        |       |
|           | 400         | 205             |                       |           | 560         | 801             |           |        |       |
|           | 180         | 306             |                       |           | 240         | 1225            |           |        |       |
|           | 100         | 410             |                       |           | 160         | 1500            |           |        |       |
|           | 40          | 650             |                       |           | 80          | 2110            |           |        |       |
| 30        | 750         | 60              |                       | 2450      |             |                 |           |        |       |
| 42 mm     | 980         | 201             | 4 bar                 | 110 mm    | 22500       | 400             | 5 bar     |        |       |
|           | 440         | 300             | 7 bar                 |           | 5620        | 800             |           |        |       |
|           | 240         | 406             |                       |           | 2500        | 1200            |           |        |       |
|           | 100         | 629             |                       |           | 1600        | 1500            |           |        |       |
|           | 70          | 750             |                       |           | 900         | 2000            |           |        |       |
|           | 720         | 200             |                       |           | 580         | 2490            |           |        |       |
|           | 320         | 300             |                       |           | 400         | 3000            |           |        |       |
|           | 180         | 400             |                       |           | 300         | 3460            |           |        |       |
|           | 80          | 600             |                       |           | 6420        | 400             |           |        |       |
|           | 50          | 750             |                       |           | 1600        | 801             |           |        |       |
| 51 mm     | 520         | 401             |                       | 5 bar     | 110 mm      | 700             | 1210      | 10 bar |       |
|           | 220         | 616             | 10 bar                | 460       |             | 1495            |           |        |       |
|           | 100         | 914             |                       | 260       |             | 1990            |           |        |       |
|           | 40          | 1446            |                       | 160       |             | 2535            |           |        |       |
|           | 260         | 401             |                       | 120       |             | 2920            |           |        |       |
|           | 120         | 590             |                       | 80        |             | 3500            |           |        |       |
|           | 60          | 830             |                       | 150 mm    |             | 5140            | 1000      |        | 5 bar |
|           | 40          | 1000            |                       |           |             | 2280            | 1501      |        |       |
|           | 20          | 1400            |                       |           |             | 1280            | 2004      |        |       |
|           |             |                 |                       | 150 mm    | 560         | 3030            |           |        |       |
|           |             |                 |                       |           | 320         | 4000            |           |        |       |

Esimerkki taulukko 4:n käytöstä: Keskellä tasaista metsää palaa 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) maastoa ja paloalueelle on matkaa lähimmältä tieltä 700 metriä. Pelastustoiminnan johtaja haluaa kohteeseen kaksi työsuihkua. Taulukko 4:n mukaan 76 mm letkussa kulkee sammutusvettä 801 l/min 120 metriin asti 5 barin paineella, eli jos perusselvitys tehdään 700 metrin matkalta 76 mm paloletkulla, jakoliittimelle tulee sammutusvettä varmasti vähintään 800 l/min 5 barin paineella. Jakoliittimeltä voidaan vetää kaksi erillistä 20 m työletkua, jolloin työvara riittää paloalueella ja suihkupaine on yli 4 bar ja suihkuputken sammutusvesivirtaus on noin 400 l/min.

Taulukko 5. 76 – 110 mm:n paloletkujen maksimi pituus/tuotto tulopaineen ollessa 1 bar.

| letkuko-<br>ko | pituus<br>m | tuotto<br>l/min | lähtöpai-<br>ne | letkuko-<br>ko | pituus<br>m | tuotto<br>l/min | lähtöpai-<br>ne |      |
|----------------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|------|
| 76 mm          | 1000        | 1000            | 15 bar          | 150 mm         | 15420       | 1000            | 7 bar           |      |
|                | 440         | 1513            |                 |                | 6860        | 1500            |                 |      |
|                | 240         | 2050            |                 |                | 3860        | 2000            |                 |      |
|                | 160         | 2500            |                 |                | 2460        | 2500            |                 |      |
|                | 100         | 3150            |                 |                | 1700        | 3000            |                 |      |
|                | 80          | 3500            |                 |                | 1260        | 3500            |                 |      |
|                | 110 mm      | 5660            |                 |                | 1000        | 960             |                 | 4000 |
|                | 2500        | 1500            | 760             |                | 4500        |                 |                 |      |
|                | 1400        | 2000            | 620             |                | 5000        |                 |                 |      |
|                | 900         | 2500            | 500             |                | 5500        |                 |                 |      |
|                | 620         | 3000            | 420             |                | 6000        |                 |                 |      |
|                | 460         | 3500            |                 |                |             |                 |                 |      |
|                | 360         | 4000            |                 |                |             |                 |                 |      |
|                | 280         | 4500            |                 |                |             |                 |                 |      |
|                | 220         | 5000            |                 |                |             |                 |                 |      |

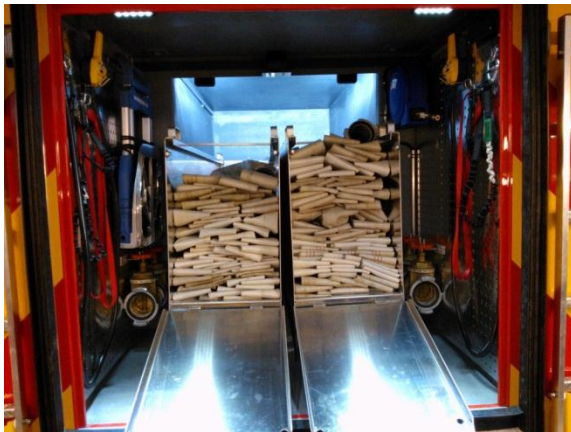
#### Letkujen kuljetustavat

Letkut on pakattu pelastusajoneuvoihin pääasiassa letkukehikoihin (Kuva 6.), joihin mahtuu 1 kpl 110 mm letkua, 1–2 kpl 76 mm letkua tai 2–3 kpl 39–42 mm letkua 20 metrin pätkissä. Letkukehikko on hyvä tapa selvittää letkuja, mutta pitkillä letkuselvi-tyksiä tehtäessä kannattaa käyttää mahdollisuuksien mukaan mönkijää apuna letkun selvityksessä. Markkinoilta löytyy myös letkurinkkoja, joita voidaan hyödyntää pitem-

missä selvityksissä, tällöin myös sammuttajan kädet ovat vapaana, koska ei tarvitse kantaa letkukehikoita. Esimerkiksi Peltaco Oy:n myymään JUSA-letkurinkkaan mahtuu 80 metriä 39–76 mm letkua. Pitkiä usean sadan metrin mittaisia 110 ja 150 mm letkulinjoja selvitetään pääasiassa pelastusajoneuvoihin tai kontteihin tehdyistä letkutiloista (Kuva 7.) ajamalla.



Kuva 6. 20 metrin mittainen 110 mm paloletku alumiinisessa letkukehikossa.



Kuva 7. 1,2 kilometriä 110 mm paloletkua pakattuna letkuauton letkulaatikoihin.

### 5.3 Armatuurikalusto

#### Suihkuputki

Suihkuputkilla saadaan suihkutettua sammutusvesi palokohteeseen. Maastopalojen sammuttamiseen soveltuvat kaikenlaiset suihkuputket, koska maastopalojen sammuttamisessa ei pisarakoolla ole samanlaista merkitystä kuin huoneistopaloissa. Mikäli pumpun ja palokohteen välimatka on pitkä tai suihkupaine on pieni palokohteen rajalla, tulee sammuttamissa välttää huoneistopalosuihkuputkien (Kuva 8.) käyttöä, koska ne vaativat toimiakseen tietyn suihkupaineen (noin 6–7 bar valmistajan mukaan). Mikäli maastopalon sammuttamiseen on saatavilla ainoastaan huoneistopalosuihkuputkia ja suihkupaine ei ole riittävän suuri, osassa suihkuputkista voidaan säätää suihkuputken vesivirtaa pienemmäksi, jolloin suihkupaine paranee. Nykyaikaiset suihkuputket menevät myös helposti tukkoon, jos sammutusveteen pääsee epäpuhtauksia kuten sammalta tai turvetta. Parhaiten maastopalojen sammuttamiseen soveltuvat vanhanaikaiset suoratai sumusuihkuputket (Kuva 9.), koska ne toimivat hyvin myös pienellä paineella ja sietävät myös epäpuhtauksia sammutusvedessä. Suihkuputkia käytettäessä tulee huomioida myös saatavilla olevan sammutusveden määrä. Mikäli käytössä on vain sammutusajoneuvon säiliön vesi, tulee suihkuputkesta säätää sopiva sammutusvesivirtaus, jotta sammutusvesi riittää palon sammuttamiseen. Maastopaloissa käytetään pääsääntöisesti suihkuputkia C-paloliittimellä. Järeitä B-paloliittimellä varustettuja työsuihkuja käytetään harvemmin maastopaloissa, koska niiden siirtely on hankalaa.



Kuvat 8 ja 9. Vasemmalla huoneistopalosuihkuputki ja oikealla suoratai sumusuihkuputki.



## Vesitykki

Vesitykkeitä voidaan käyttää maastopalojen sammuttamiseen monin eri tavoin. Mikäli maastopalon sammutustehtävään on saatavilla liian vähän miehistöä, voidaan vesitykillä tehdä rajoituslinja paloalueen rajalle tai laittaa vesitykki ilman miehitystä suihkuttamaan sammutusvettä palavaan maastoon, jolloin paloa saadaan hillittyä ja samanaikaistesti kohteessa oleva miehistö tekee letkuselvityksiä palokohteeseen. Suuremmissa ja leviävissä maastopaloissa vesitykki voidaan viedä valmiiksi paikkaan, johon palon ennustetaan leviävän. Vesitykkiä voidaan käyttää myös pelastusajoneuvon katolta, mikäli paloalue on lähellä tietä. Maastopalon jälkisammutusvaiheessa vesitykillä saadaan kasteltua suuri ala kerralla. Nykyaikaisiin vesitykkeihin on saatavilla myös oskilointilaite, jolla vesitykki tekee halutun laajuisia automaattisia vaakapyyhkäisyjä, eli vesitykkiä ei välttämättä tarvitse miehittää. Vesitykkeitä on saatavilla myös sammutusvesivirran säätimellä, eli niitä voidaan käyttää myös pienemmillä sammutusvesivirtauksilla. Mikäli käytetään vesitykkeitä, joissa ei voida säätää sammutusveden virtausta, tulee huomioida sammutusveden riittävyys, koska vesitykin sammutusvesivirtaus on yleensä yli 1 000 l/min.

## Pistosuihkuputki

Pistosuihkuputkia käytetään lähinnä rakennuspaloissa palon rajoittamiseen, mutta niitä voidaan käyttää myös maastopalojen sammuttamiseen, etenkin jälkisammutusvaiheessa. Turvepohjoisessa maastossa tai sammalikossa palo voi jäädä kytemään syvälle maaperään. Turvetuotantoalueella palo voi olla pahimmillaan parin metrin syvyydessä. Pistosuihkuputkia voidaan lyödä maastoon, jolloin vesi imeytyy paremmin maaperään sammuttaen mahdolliset kytevät palopesäkkeet. Pistosuihkuputki on yleensä kuvan 10 kaltainen 50–100 cm pitkä putki. Sen alapäässä on reikiä, joista vesi suihkuu. Putken yläpäätä voidaan lyödä lekalla tai vasaralla, jolloin putki saadaan työnnettyä myös kovempaan maastoon.



Kuva 10. Pistosuihkuputki

### Jakoliitin

Jakoliittimellä voidaan jakaa läpimitaltaan suurempi letkulinja useampaan pienempään linjaan eli useimmiten 76 mm pääjohto jaetaan kahteen tai kolmeen 39–42 mm työjohtoon. Maastopaloissa tulisi käyttää jakoliittimenä B/CBC-mallista jakoliittintä (Kuva 11.), koska tällöin 76 mm linjaa voidaan jatkaa pitemmälle paloalueen toiseen reunaan, jolloin saadaan parempi suihkupaine ja sammutusvesivirta kauemmas. Pitkissä letkujen selvityksissä on järkevämpää käyttää palloventtiilein varustettuja jakoliittimiä, koska niissä on valmistajien mukaan 60 prosenttia pienempi painehäviö kuin kierreventtiilisisä jakoliittimissä.



Kuva 11. Vasemmalla B/CBC-jakoliitin palloventtiileillä ja oikealla B/CCC-jakoliitin kierreventtiileillä.

#### Oksaliitin

Oksaliittimellä (kuva 12.) voidaan jakaa yksittäisiä työletkuja letkulinjasta. Oksaliittimiä kannattaa sijoittaa tasaisesti runkolinjaan, varsinkin suurissa maastopaloissa, jolloin niitä on helppo käyttää esimerkiksi paloalueen sammuttamiseen, kun leviäminen on saatu hallintaan. Oksaliittimiä käytettäessä tulee arvioida niiden määrä oikeaksi, eli jos pitkästä runkolinjasta lähtee useita oksia, sammutusvesimäärä voi jäädä melko pieneksi runkolinjan toisessa päässä. Oksaliittimiä on käytössä pääasiassa kahta eri kokoa eli B- tai C-paloliittimillä varustettu putki, jossa on C-paloliittimellä varustettu oksa. Lisäksi Suomesta löytyy erilaisia paikallisia sovelluksia oksaliittimestä.



Kuva 12. Oksaliitin B-B/C varustettuna luistiventtiilillä.

## Vuoroliitin

Vuoroliitintä (Kuva 13.) käytetään sammutusveden syöttämiseen säiliövuoroajossa joko sammutusajoneuvoon tai suoraan palokohteeseen menevään runkolinjaan. Vuoroliitintä voidaan käyttää myös, jos halutaan yhdistää yhdestä pumpusta lähtevät kaksi samanmittaista letkulinjaa yhdeksi letkulinjaksi. Vuoroliitin on varustettu läpällä, eli siihen voidaan syöttää vettä vain toisesta syöttöaukosta kerrallaan (Kuva 14). Mikäli vuoroliittimen läpi halutaan syöttää kahdella letkulla, tulee niiden paine olla täsmälleen sama, mikä on käytännössä mahdollista, jos syötetään sammutusvettä yhdeltä pumpulta kahdella samanmittaisella letkulla. Vuoroliittimissä on yleensä kaksi A- tai B-paloliittimellä varustettua syöttöaukkoa ja yksi A- tai B-paloliittimellä varustettua lähtöaukko. Vuoroliittimiä on saatavilla myös 150 mm paloletkuille sopivina.



Kuva 13. Vuoroliitin BB/B-paloliittimillä varustettuna



Kuva 14. Vuoroliittimen läppä

## Haaraliitin

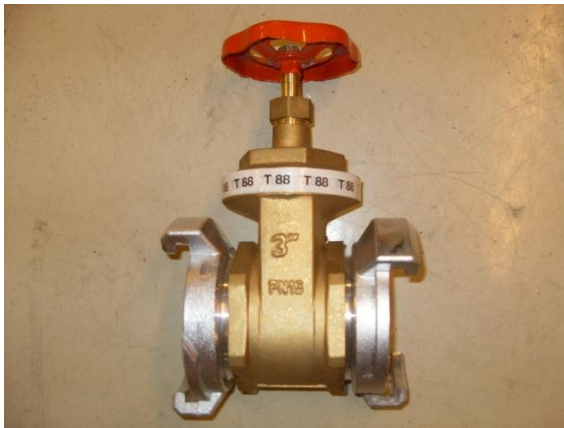
Haaraliitin on ulkonäöltään samanlainen kuin vuoroliitin, mutta haaraliittimessä ei ole läppää sisällä. Haaraliitintä käytetään kahden eri pumpun letkulinjojen yhdistämiseen (Kuva 15.). Haaraliitintä voidaan käyttää myös samanlaisiin tehtäviin kuin vuoroliitintä, mutta tällöin tulee huomioida, että mikäli haaraliittimeen ei syötetä kahdella paineellisella letkulla, vesi voi kulkeutua väärään suuntaan. Sama asia tulee huomioida myös käytettäessä kahta eri pumppua, sillä jos toinen pumppu rikkoutuu tai halutaan ottaa pois käytöstä, vesi pääsee kulkeutumaan väärään suuntaan, ellei myös toimivaa pumppua sammuteta. Ongelma voidaan ratkaista laittamalla sulkuliitin haaraliittimen syöttöaukoihin, jolloin vedensyöttöä ei tarvitse keskeyttää edellä mainituissa tilanteissa. Haaraliitintä voidaan käyttää myös väärinpäin, jolloin se toimii yhdessä sulkuliittimien kanssa jakoliittimenä, jos palokohteeseen ei ole saatavilla tarpeeksi normaaleja jakoliittimiä. Haaraliittimessä on yleensä kaksi A- tai B-paloliittimellä varustettua syöttöaukkoa ja yksi A- tai B-paloliittimellä varustettua lähtöaukko. Haaraliitintä on saatavilla myös 150 mm paloletkuille sopivina. Vuoro- ja haaraliitin ovat ulkonäöltään samanlaisia, ja ne voivat mennä myös käyttäjältään sekaisin, joten esimerkiksi haaraliittimen väriytyksellä voisi olla erilainen kuin vuoroliittimen väriytyksellä, mikäli niitä säilytetään samassa pelastusajoneuvossa.



Kuva 15. Kaksi 76 mm paloletkua syöttää sammutusvettä pumppuun BB/A-haaraliittimen kautta.

## Sulkuliitin

Sulkuliittimellä voidaan pysäyttää tarvittaessa veden virtaaminen letkulinjassa. Maastopaloissa sulkuliitintä on järkevää käyttää palokohteeseen menevän letkulinjan alkupäässä, jolloin se voidaan tarvittaessa sulkea, mikäli halutaan vaihtaa sammutusajoneuvoja tai jättää kohde esimerkiksi yöksi ilman sammutusajoneuvoa. Tällöin sulkuliitin estää letkuissa olevan sammutusveden pois valumista, jolloin saadaan säästettyä sammutusvettä, sillä pitkissä letkuvedoissa voi olla useita satoja litroja vettä letkujen sisällä. Sulkuliittimiä on saatavilla kaikille yleisimmille liitinkooille. Yleensä sulkuliitin on varustettu luistiventtiilillä (Kuva 16.), mutta niitä on saatavilla myös pallo- tai läppäventtiilisinä.



Kuva 16. B-sulkuliitin luistiventtiilillä.

## Supistusliitin

Supistusliittimellä (Kuva 17.) yleensä supistetaan suurempi aukko pienemmäksi, esimerkiksi jakoliittimestä tai pumpusta B-liitinkoon ulostulo muunnetaan C-liitinkoon ulostuloksi, jolloin siihen voidaan kytkeä 39–42 mm paloletku. Supistusliittimellä voidaan tarvittaessa myös suurentaa aukon kokoa, mikäli ei ole saatavilla oikean kokoisia liittimiä. Esimerkiksi sammutusauton pumpulta halutaan selvittää 110 mm linja palokohteeseen, mutta pumpussa on vain B-liitinkoon lähtöjä, jolloin väliin laitetaan A-B-supistusliitin. Supistusliittimiä on pääasiassa käytössä kahta kokoa: B-C ja A-B-supistusliittimet.



Kuva 17. A/B ja B/C –supistusliittimet.

### Vesiverholiitin

Vesiverholiittimillä saadaan synnytettyä vesiverhoja, joita voidaan käyttää maastopalojen sammuttamisessa esimerkiksi rakennusten tai ajoneuvojen suojaamiseen, mikäli palo uhkaa levitä niihin. Vesiverholiitin kuluttaa toimiessaan sammutusvettä jatkuvasti, joten käytettäessä vesiverholiitintä tulee sammutusvettä olla riittävästi saatavilla. Vesiverholiitin on yleensä B- tai C-paloliittimellä varustettu putkenpala. Sen toisessa päässä on levy, joka muodostaa vesiverhon.

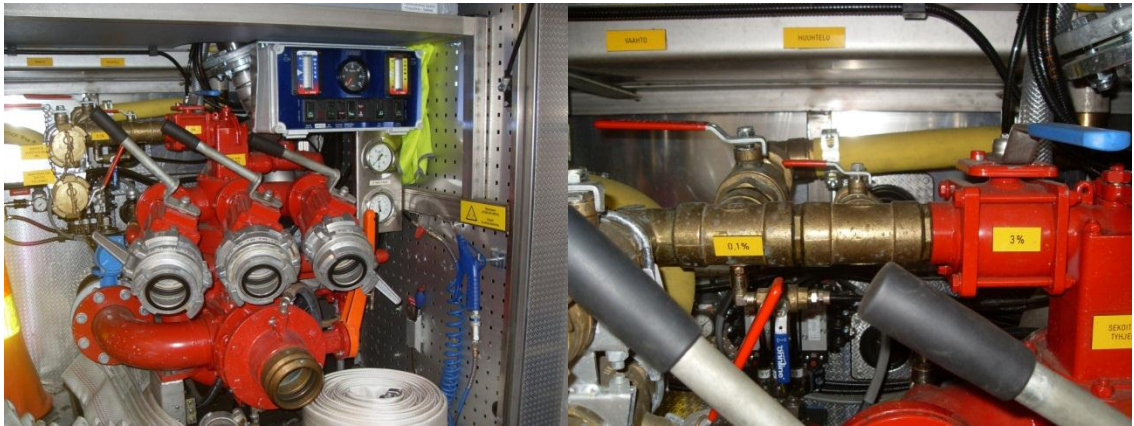
### Vaahtokalusto

Vaahtokalustolla voidaan maastopaloissa lisätä sammutusveden joukkoon vaahdotetta, jolloin veden pintajännitys laskee ja se imeytyy paremmin maastoon. Sammutusvaahto myös estää palon uudelleen syttymistä. Vaahdotetta saadaan lisättyä sammutusveteen välisekoittimella tai lisäämällä sitä suoraan ajoneuvon säiliöön. Käytettäessä irrallista välisekoittajaa kannattaa vaahdotetta sekoittaa mahdollisimman pienillä prosenteilla, sillä pienikin määrä vaahdotetta laskee veden pintajännitystä. Osa vaahtonesteistä on ympäristölle haitallista, joten niitä tulee käyttää harkiten ja mahdollisimman vähäisesti. Varsinaisen vaahtonesteen sijaan voidaan käyttää myös esimerkiksi mäntysuopaa tai nestemäisiä astianpesuaineita, sillä myös ne laskevat veden pintajännitystä ja estävät uudelleen syttymistä. Sammutusvaahton suihkuttamiseen maastoon voidaan käyttää



tavallisia suihkuputkia, koska niillä sammutusvaahto saadaan suihkutettua paineella maastoon, jolloin se myös imeytyy paremmin. Vaahtosingoilla sammutusvaahto jäisi vaahtopatjaksi maaston pinnalle, jolloin se voi lentää tuulen vaikutuksesta pois vaahtotetulta alueelta.

Nykyisin osa uusista säiliö- ja sammutusautoista on varustettu kiinteillä vaahtonsekoitusjärjestelmillä (Kuva 18), jolloin ei tarvita erillistä välisekoittajaa letkujen välissä. Kiinteissä vaahtonsekoitusjärjestelmissä voidaan usein valita haluttu sekoitusprosentti ja niillä voidaan myös imeä ulkopuolisista vaahtoastioista, mikäli ajoneuvossa ei ole omaa vaahtonestesäiliötä tai se tyhjenee tehtävän aikana.



Kuva 18. Kiinteällä vaahtonsekoitusjärjestelmällä varustettu palopumppu, jossa mahdollisuus 0,1 tai 3 prosentin vaahtoseokseen.

### Palopostikalusto

Palopostikalustoa tarvitaan maastopaloissa lisäveden selvittämiseen sammutusvesiasemasta tai palopostista. Sammutusvesiasemasta tai palopostista ei voi yleensä tehdä suoraa linjaa palokohteeseen. Väliin tarvitaan moottoriruisku tai pelastusajoneuvon pumpu, koska vesijohtoverkoston paine ei välttämättä riitä suihkupaineeksi, ellei esimerkiksi hyvätuottoinen sammutusvesiasema sijaitse palokohteen välittömässä läheisyydessä.



## 5.4 Raivausvälineet

### Moottorisaha

Moottorisahalla voidaan tehdä rajoituslinjoja, mikäli maastopaloa ei muuten saada sammutettua. Latvapalona etenevässä metsäpalossa moottorisahalla tehdyt rajoituskäytävät saattavat ollaärkevin tapa palon leviämisen estämiseen, mikäli esimerkiksi helikopteria ei ole saatavilla sammutustehtävään. Rajoituskäytävät tehdään muutaman metrin levyisiksi, millä pyritään estämään liekkien pääseminen rajoituskäytävän toiselle puolelle. Rajoituskäytäviä tehdessä tulee huomioida työturvallisuus ja olla riittävän kaukana paloalueen kärjestä, jotta puut ehditään kaatamaan työturvallisesti. Rajoituskäytävien toimintaa tehostavat niihin selvitetty vesisuihkut, joilla voidaan rajoittaa entistään palon leviämistä.

### Raivaussaha

Raivaussahaa käytetään normaalisti nuorten taimikoiden raivaamiseen metsänhoidollisissa tarkoituksissa. Maastopalojen sammuttamisessa raivaussahaa voidaan käyttää rajoituskäytävien tekoon, mikäli palo leviää taimikossa tai uhkaa levitä sellaiseen. Moottorisaha ei välttämättä sovellu taimikoiden raivaamiseen, sillä sen teräketju saattaa jumittua ohuisiin oksiin, kun taas raivaussaha on suunniteltu taimikoiden raivaamiseen. Raivaussahalla voidaan myös raivata kulkuyhteys paloalueelle, jos alueelle joudutaan kulkemaan taimikon läpi.

Kuokka, lapio, talikko, kirves ym.

Kuokalla, lapiolla, talikolla, kirveellä ja muilla vastaavilla työkaluilla (Kuva 19.) voidaan raivata hankalakulkuista maastoa, jotta palokohteeseen päästäisiin kulkemaan helpommin. Niistä on myös hyötyä palon sammuttamisessa ja varsinkin jälkisammutuksessa, kun kyteviä palopesäkkeitä raivataan kivien, kantojen tai muiden esteiden alta.



Kuva 19. Sammutusauton raivauskalustoa

## 5.5 Alkusammutusvälineet

### Sanko, tynnyri

Sankoja voidaan käyttää maastopalon alkusammutukseen, mikäli ei ole heti saatavilla letkukalustoa. Tynnyreitä ja sankoja voidaan jättää paloalueelle, kun pelastuslaitos on poistunut kohteesta. Mikäli kuitenkin käy niin, että maasto jää kytemään tai syttyy uudestaan palamaan, alkusammutus on helppoa, kun kohteessa on vettä valmiiksi.

### Sankoruisku

Sankoruisku on käsipumpulla ja letkulla varustettu sanko (Kuva 20.). Sankoruiskua voidaan käyttää pienten maastopalojen sammuttamiseen tai alkusammutukseen, kunnes

palokohteeseen saadaan vedettyä letkut. Sankoruiskun sammutusteho paranee, jos sen säiliöön lisätään vaahtonestettä.



Kuva 20. Sankoruisku

## Hosa

Hosaa voidaan käyttää maastopalon alkusammuttamiseen, jos kohteeseen ei ole heti saatavilla sammutusvettä tai sammutusvesi pääsee loppumaan. Palokunnilla on harvemmin olemassa valmiita hosa, joten ne tehdään tilannepaikalle esimerkiksi kuusen tai männyn tiheästä oksasta. Hosalla pyritään rajoittamaan palo leviämistä huiskuttamalla hosaa liekkeihin paloalueen rajalla. Tällöin yritetään tukahduttaa liekkejä.

## 5.6 Muu kalusto

### Paloletkun pikapaikka

Paloletkun pikapaikka (Kuva 21.) on muovinen kumilevy, joka laitetaan letkussa olevan reiän päälle. Maastopaloissa letkuihin voi tulla reikiä esimerkiksi niiden jäädessä jumiin terävien kivien väliin, niiden osuessa teräviin oksiin tai jos letkuja on jouduttu vetämään piikkilanka-aidan ali. Pikapaikkaa voidaan käyttää melko pieniin reikiin (halkaisijaltaan enintään noin 3 cm), koska suuremmissa rei'issä paloletku yleensä repeää reiän kohdalta halki, jolloin paloletku on käyttökelvoton ja sitä ei pysty enää korjaamaan tilapäisesti. Pikapaikkoja on saatavilla kaikkiin markkinoilla oleviin letkukokoihin. Pikapaikkaa voidaan käyttää vain samankokoiseen letkuun, johon se on mitoitettu, sillä muuten paikka jää liian löysäksi tai liian kireäksi.



Kuva 21. Erikokoisia paloletkun pikapaikkoja.

### Valaisukalusto

Valaisukalusto tarvitaan, mikäli sammutustöitä joudutaan tekemään pimeässä. Henkilökohtaisten valaisimien lisäksi palokohteeseen on järkevää selvittää työvaloja, jolloin alue saadaan valaistua paremmin. Työvaloina voidaan myös käyttää pelastusajoneuvon valomastoa ja työvaloja, mikäli ne valaisevat palokohteeseen asti. Nykyisin markkinoilla on saatavissa myös akkukäyttöisiä työvaloja, kuten esimerkiksi Peli Led 9430, jonka

valoteho on 2000 tai 1000 lumenia ja akun kesto vastaavasti 8 tai 15 tuntia. Akkukäytöisillä työvaloilla vältytään turhilta jatkojohtojen vetämiseltä maastoon.

### Letkusillat

Letkusilloilla saadaan pidettyä tie kulkukelpoisena, mikäli letkuja joudutaan vetämään tien yli. Käytettäessä 110 mm letkuille tarkoitettuja letkusilloja tulee huomioida niiden korkeus 14 cm, joka saattaa rikkoa henkilöautojen alustan osia. Letkusilloja käytettäessä tuleekin harkita kiertotien mahdollisuutta, jolloin vältyttäisiin turhilta vahingoilta. Lisäksi letkujen ylitykset ajoneuvoilla aiheuttavat paineiskuja letkuihin, joista voi aiheutua letkurikkoja.

### Letkun keräyslaitteet

Letkun keräyslaitetta tarvitaan jälkisammutustöiden jälkeen, kun aloitetaan letkujen kerääminen. Pienet määrät letkua on helppo kerätä käsin, mutta mikäli sammutustöihin on tarvittu usean sadan metrin letkulinja, sammutusmiesten työtä helpottaa huomattavasti letkunkeräyslaite. Suomessa on pääasiassa käytössä käsikäyttöisiä veivattavia letkunkeräyslaitteita, joka kerää letkun rullalle. Letkun keräystä voidaan helpottaa, jos letkun keräyslaite saadaan asennettua esimerkiksi mönkijän peräkärriin. Tällöin keräyslaitetta ei tarvitse erikseen kantaa ja samalla letkurullat saadaan peräkärriin.

### Lämpökamera

Lämpökameraa käytetään pääsääntöisesti rakennuspaloissa kytevien palopesäkkeiden etsimiseen. Maastopalojen sammutustöissä lämpökameraa voidaan käyttää jälkisammutusvaiheessa palopesäkkeiden etsimiseen, varsinkin turvepohjaisen alueen maastopalossa, jossa palo voi olla pureutunut syväälle maastoon. Lämpökameran näytöltä käyttäjä näkee kuvattavan alueen lämpötilat ja kuumat kohdat näkyvät eri värillä.

## Radiokalusto

Radiokalustoa tarvitaan sammutushenkilöstön keskinäiseen viestintään. Viestivälineitä tarvitaan esimerkiksi tilannetietojen kertomiseen, tehtävien antoon, vesimerkkien antoon tai vaaratilanteista kertomiseen. Ihannetilanteessa jokaisella sammuttajalla tai sammutusparilla tulisi olla käytössään viestiväline, mutta jos se ei ole mahdollista, viestimisvälineet tulisi jakaa sammutuspareille tai -ryhmille, joilla ei ole näköyhteyttä yksikönjohtajaan tai muihin sammutuspareihin. Myös konemiehellä tulisi olla käytössään viestimisväline, jolloin saadaan tiedotettua esimerkiksi vesikatkoista. Suomessa on pelastustoimen käytössä pääasiassa VIRVE-verkkoa käyttäviä päätelaitteita. Osa pelastuslaitoksista käyttää pelastusryhmän tai -yksikön sisäiseen liikenteeseen VHF-päätelaitteita tai suorakanavatilaa käyttäviä VIRVE-päätelaitteita.

## Paikantamisvälineet

Maastopalot voivat sijaita keskellä metsää, jolloin oikean paikan ja lähimmän tien hahmottaminen voi olla hankalaa. VIRVE-päätelaitteilla voidaan lähettää paikkatietoa erilaisiin pelastustoimen johtamisjärjestelmiin kuten PEKEen, jolloin muut paikalle saapuvat yksiköt näkevät kartalta palokohteen tarkan sijainnin ja lähimmän tien. Nykyisin yleistyneissä älypuhelimissa on myös kartta- ja paikannussovelluksia, joita voidaan myös hyödyntää palokohteen oikean sijainnin löytämisessä ja muiden oikeaan ohjeistamiseen. Kompassia voidaan käyttää esimerkiksi pitkän letkujohdon selvittämisessä, jotta letkujohto saadaan selvitettyä oikeaan suuntaan mahdollisimman suorana.

## 5.7 Henkilökohtaiset suojaruusteet

### Paloasu

Paloasuun kuuluvat palopuku, palokypärä, kypärän alushappu, palokäsineet ja palojalkineet. Suomalaisilla palo- ja sammutusmiehillä on pääasiassa käytössä yksi paloasukokonaisuus, jota käytetään pääsääntöisesti kaikissa hälytystehtävissä. Nykyaikaisen paloasun suunnittelun ja vaatimusten lähtökohdaksi on vaativa savusukellustehtävä, joten esimerkiksi maastopalojen sammuttamiseen nykyaikainen paloasu on turhan raskas asuste. Maastopaloissa sammuttajan ei välttämättä tarvitse jatkuvasti pitää yllä kypärän alushappua ja palokäsineitä, jollei tilanne edellytä sitä. Palokypärää tulisi käyttää aina paineellisten paloletkujen läheisyydessä, koska paloletkuihin saattaa tulla reikiä tai kone mies voi epähuomiossa laittaa liian suuren paineen letkuun, jolloin se voi räjähtää. Palokypärä myös suojaa sammuttajan päätä myös mahdollisesti puista tippuvista oksista tai kalliolla liukastumistilanteissa.

### Paineilmahengityslaitte

Paineilmahengityslaitetta käytettäessä sammuttaja hengittää paineilmapullossa olevaa paineilmaa. Maastopaloissa paineilmahengityslaitetta voidaan käyttää, mikäli savunmuodostus on niin voimakasta, että alueella oleskelu ei muuten onnistu. Esimerkiksi mikäli voimakasta maastopaloa joudutaan sammuttamaan tuulen alapuolelta, tulisi käyttää paineilmahengityslaitetta. Paineilmalaitteen yhdellä paineilmapullolla pystyy työskentelemään keskimäärin 20 – 30 minuuttia henkilön ilmankulutuksen ja työtehtävän mukaan.

### Henkilökohtaiset valaisimet

Henkilökohtaisia valaisimia tarvitaan sammutus- tai jälkisammutustöihin pimeällä. Nykyisin markkinoilla on saatavilla erikokoisia ja -tehoisia valaisimia. Tehokkaimmin

toimivat led-käyttöiset valaisimet, joilla on hyvä valoteho ja pitkä akunkesto. Yleisimmin pelastustoimessa käytetään olkahihnalla varustettuja valaisimia tai kypärävalaisimia. Nykyisin on myös yleistynyt kuvan 22 kaltainen Yhdysvalloista lähtöisin oleva rintaan kiinnitettävä valaisin, joka valaisee rintamasuunnan alueen ja samalla vapauttaa käyttäjän kädet esimerkiksi välineiden kantamiseen.



Kuva 22. Palopuvun takkiin kiinnitettävä Streamlight Survivor Led –valaisin.



## 6 MAASTOPALOISSA KÄYTETTÄVÄT KULKUVÄLINEET, KONTIT JA PERÄKÄRRYT

### 6.1 Ajoneuvot

Nykyaikaiset pelastusajoneuvot ovat pääsääntöisesti varusteltu irtokalustolla, joita tarvitaan pienten ja keskisuurten maastopalojen sammuttamiseen. Suuriin ja hankalakulkuihin maastopaloihin saatetaan tarvita erikoiskalustoa, jota ei löydy peruspelastusajoneuvoista. Pelastusajoneuvojen yleisoppaassa on määritelty irtokaluston minimimäärät sammutus-, säiliö-, säiliösammutus- ja kevytsammutusautoille. Sammutus- ja säiliösammutusautojen minimi-irtokalustoon kuuluvat mm 300 m 39–52 mm paloletkua, 200 m 76 mm paloletkua, 3 suihkuputkea C-paloliittimellä, 2 vuorojakoliitintä BB/CBC-paloliittimillä, paloletkujen pikapaikkasarja, 2 pistosuihkuputkea C-paloliittimellä, palopostikalustoa, raivauskalustoa ja kellupumppu tai moottoriruisku varusteineen. Säiliöauton minimi-irtokalustoon kuuluvat mm 180 m 39–52 mm paloletkua, 120 m 76 mm paloletkua, vuoroliitin BB/B-paloliittimillä, jakoliitin B/CBC-paloliittimillä, suihkuputki C-paloliittimellä, siirrettävä vesitykki, palopostikalustoa ja raivauskalustoa. Kevytsammutusautot on varustettu raskaita pelastusajoneuvoja suppeammalla irtokalustolla. Kevytsammutusautojen irtokalusto vaihtelee pelastuslaitoksittain, sillä ne ovat vielä varsin uusia hankintoja ja osa on vielä kokeiluasteella.

Nykyaikaiset sammutusautot ovat pääosin takavetoisia noin 15–18 tonnin kuorma-autoja. Osalla pelastuslaitoksista on käytössään myös nelivetoisia sammutusautoja. Vanhemmat sammutusautot voivat olla myös 10–15 tonnin painoisia. Nykyiset sammutusautot on varustettu pääasiassa 1 000–3 000 litran vesisäiliöllä, säiliöautot 10 000–20 000 litran vesisäiliöllä ja säiliösammutusautot 5 000–10 000 litran vesisäiliöllä. Sammutus-, säiliö- ja säiliösammutusautot on pääsääntöisesti varustettu kiinteällä palopumpulla. Yleisin Suomessa käytössä oleva palopumppu on kotimainen Esteri D-240-mallisarja, jonka lisäksi on myös käytössä Rosenbauer, Darley ja Ziegler-palopumppuja.

## 6.2 Kalustokontit ja -peräkärret

Raskaiden pelastusajoneuvojen kalustoa voidaan täydentää esimerkiksi kalustoperäkärreillä tai -konteilla, niihin voidaan sijoittaa etenkin sellaista irtokalustoa, joka ei mahdu raskaiden pelastusajoneuvojen kalustotiloihin. Kalustoperäkärret on yleensä varusteltu alueella olevien tarpeiden mukaan. Kalustoperäkärreihin voidaan sijoittaa esimerkiksi keskiraskas moottoriruisku varusteineen, erikokoista letkukalustoa joko letkukehikoissa, -rinkoissa tai laskostettuna, jolloin sitä voidaan selvittää ajaessa. Lisäksi kalustoperäkärreitä voidaan varustaan tarvittavalla armatuuri- ja raivauskalustolla, kuten oksaliittimillä, suora- tai sumusuihkuputkilla, jakoliittimillä, lapioilla, talikoilla ja raivaussahalla. Kalustoperäkärreitä voidaan vetää mönkijällä tai maastoajoneuvolla lähemmäs palokohdetta tai luonnonvesilähdettä, jolloin raskasta sammutusautoa ei välttämättä tarvitse ajaa metsään ja irtokaluston kantomatka lyhenee. Kalustokontteihin voidaan sijoittaa huomattavasti enemmän irtokalustoa kuin kalustoperäkärreihin. Kalustokontti on useimmiten varusteltu käytettäväksi suuriin maastopaloihin, ja niiden varustukseen kuuluu alueen mukaan noin yksi kilometri 110 tai 150 mm paloletkua, useita moottoriruiskuja, runsaasti armatuuri- ja raivauskalustoa sekä pienempää letkukalustoa letkukehikoissa ja -rinkoissa. Käytettäessä erillisiä kalustoperäkärreitä tai -kontteja voidaan pitää tilanteen mukaan sammutusauto/-autoja koskemattomina, jolloin niitä voidaan tarvittaessa käyttää päällekkäisiin hälytystehtäviin.

Joillain pelastuslaitoksilla on käytössään kalustoautoja, jotka on kalustettu erikoistehtäviin. Esimerkiksi Varsinais-Suomessa ja Keski-Pohjanmaalla on erillisiä vesihuoltoautoja, jotka ovat erikoistuneet vesihuollon järjestämiseen, joka on oleellinen osa esimerkiksi suuren maastopalon sammuttamista. Kalustoauton käyttöperiaate on samanlainen kuin kalustoperäkärren tai -kontin.

## 6.3 Mönkijät ja maastoajoneuvot

Mönkijä on erittäin hyödyllinen kulkuväline maastopalojen sammutustöissä. Mönkijällä voidaan kuljettaa kalustoa lähemmäs palokohdetta, jolloin käytettävät henkilöstöresurssit voidaan kohdentaa kaluston kantamisen sijaan palon sammuttamiseen. Mönkijöitä on

saatavilla neli- ja kuusipyörävetoisina. Mönkijä voidaan koon mukaan varustaa myös kiinteällä kalustolavalla mönkijän takaosaan, jolloin ei välttämättä tarvita peräkärriä kaluston kuljettamiseen. Mönkijä toimii maastopaloissa parhaiten, jos sen kalustolava on varustettu letkulaatikoilla, joista voidaan ajossa selvittää runkojohtoa pumpulta palokohteeseen. Mönkijä kannattaa varustaa maastopalotilanteessa moottorisahalla, jolla pystytään tarvittaessa raivaamaan tietä mönkijälle, jos metsä on hyvin tiheäkasvuinen.

Suomessa on käytössä muutamia vesisäiliöllä ja moottoriruiskulla varustettuja mönkijäperäkärriä. Säiliökärri voidaan vetää mönkijällä palokohteen lähelle, jolloin pienemmissä maastopaloissa vältetään paloletkujen vetämiseltä autolta tai luonnonvesilähteeltä. Suurissa paloissa säiliökärriellä voidaan rajoittaa palon etenemistä, kunnes varsinaiset paloletkut on saatu selvitettyä kohteeseen. Säiliökärriä on käytössä esimerkiksi Satakunnassa Kullaan VPK:lla ja Lapissa Pelkosenniemen VPK:lla, joilla molemmilla on 500 litran vesisäiliö ja pieni moottoriruisku peräkärriessä. Kullaan peräkärri on lisäksi varustettu pikapalopostikelalla. Pelkosenniemen kärriessä vesisäiliö on asennettu kiinteästi, ja Kullaan peräkärriin varusteet on helposti irrotettavissa, jolloin peräkärriä voidaan käyttää myös muuhun käyttötarkoitukseen.

#### 6.4 Veneet

Venekalustoa käytetään maastopaloissa, jos tehtävä on esimerkiksi saarella, jonne ei pääse autolla tai jos vene on nopein kulkuväline palokohteeseen. Pelastustoimella on käytössä erikokoisia veneitä ja aluksia. Käytettäessä venettä kulkuvälineenä tulisi olla alkutiedot hyvin selvillä, jotta osataan varata oikea määrä kalustoa mukaan, sillä vene matka voi olla pitkäkestoinen, ja jos jotain unohtuu, hakumatka voi kestää kauan. Veneen käytössä tulee myös olla tarkkana kaluston ja miehistön kokonaispainosta, sillä pienissä veneissä kantavuus ylittyy helposti muutaman sammuttajan, moottoriruiskun ja muun irtokaluston painosta. Isot pelastustoimen käytössä olevat alukset on yleensä varustettu kiinteillä sammutusvesipumpuilla, joten niillä saadaan hyvin järjestettyä riittävä vesihuolto saaritehtäviin.

## 6.5 Helikopterit

Helikopteri voidaan varustaa sammutussäkillä, joka helpottaa maastopalojen sammutustöitä hankalasti maasta saavutettavien maastopalojen sammutustöitä. Sammutussäkki on myös hyödyllinen laajassa latvapalona etenevässä metsäpalossa, jolloin helikopteri pystyy sammuttamaan sammutussäkillä paloalueen kärkeä ilmasta käsin. Helikopteri on myös hyödyllinen saarissa olevien maastopalojen sammuttamiseen, mikäli saareen ei pääse autolla. Helikopterilla voidaan myös kuljettaa miehistöä ja kalustoa alueelle, jonne ei pääse autolla, mikä on melko yleinen tapa esimerkiksi Lapissa ja Keski-Euroopan vuoristoissa. Suomessa on sammutussäkeillä varustettuja helikoptereja Rajavartiolaitoksella ja Puolustusvoimilla, Lapissa toimiva Aslak-pelastushelikopteri on myös varustettu sammutussäkillä.

Rajavartiolaitoksen käytössä on kolme erilaista konetyyppiä: AS332 Super Puma Turussa sekä Agusta Bell 412 - ja AgustaWestland 199Ke Koala -konetyypit Helsingissä ja Rovaniemellä. Rajavartiolaitoksen käytössä olevien konetyyppien ominaisuuksia on eritelty taulukossa 6. Puolustusvoimilla on käytössä NH90-kuljetushelikoptereita Utin Jääkäriyrykmentissä Kouvolassa.

Taulukko 6. Rajavartiolaitoksen helikoptereiden tärkeimmät tekniset tiedot pelastustoiminnan kannalta (Rajavartiolaitoksen luentomateriaali 2011).

|                        | AS332 Super Puma | Agusta Bell 412 | AgustaWestland 199Ke Koala |
|------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| Toimintamatka          | 1 000 km         | 800 km          | 900 km                     |
| Kokonaislentoaika      | 4,5 h            | 3,5 h           | 3 h                        |
| Kuljetuskyky           | 3 100 kg         | 2 130 kg        | 1 100 kg                   |
| Miehistön määrä        | 5 hlö            | 4 hlö           | 2 hlö                      |
| Matkustajaluku max     | 20 hlö           | 12 hlö          | 6 hlö                      |
| Sammutussäkin tilavuus | 2 000 l          | 900 l           | 825 l                      |

## 6.6 Traktorit, metsäkoneet ja kaivinkoneet

Maastopalojen sammuttamiseen voidaan hyödyntää myös erilaisia työkoneita kuten traktoreita, metsäkoneita ja kaivinkoneita. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi maaston raivaamiseen, kaluston kuljettamiseen tai rajoituslinjan tekemiseen. Nämä työkoneet eivät yleensä kuulu pelastuslaitoksen kalustoon, mutta niitä on olemassa muilla kunnallisilla tai valtiollisilla toimijoilla kuten esimerkiksi puolustusvoimilla. Lisäksi työkoneita voidaan lainata erilaisilta yksityisiltä toimijoilta kuten turvetuotantoalueelta, maatalous- tai metsänhoitoyrittäjältä.

## 7 MAASTOPALOISSA KÄYTETTÄVÄN KALUSTON JA VARUSTEIDEN KEHITTÄMINEN

PRONTO:n onnettomuusselosteiden mukaan suuremmissa (yli yhden hehtaarin) maastopaloissa ongelmia tuottaa vaikeakulkuinen maasto, palon paikallistaminen, pitkät selvitysmatkat sekä miehistön riittävyys ja jaksaminen. Ulkomailla näitä ongelmia on ratkaistu kevyemmällä varusteilla ja erilaisilla sammutusmenetelmillä, joita on myös saatavilla Suomalaisilta palokalustoa myyviltä yrityksiltä.

### 7.1 Henkilökohtaiset suojarusteet

Nykyisin maastopalojen sammuttamisessa käytetään pääosin normaalia paloasua, joka on suunniteltu savusukeltamiseen. Maastopalotehtävissä voitaisiin käyttää kevyempää paloasu-kokonaisuutta, sillä markkinoilla on saatavilla kevyempiä varusteita, jotka täyttävät maastopaloissa vaaditut standardit. Kevyempiä varusteita voidaan käyttää myös muissa pelastustoimen tehtävissä kuten esimerkiksi liikenneonnettomuuksissa, vahingontorjuntatehtävissä, konemiestehtävissä tai johtotehtävissä. Esimerkiksi Saksassa on hyvin yleistä, että sammutusmiehillä on kahdet tai kolmet paloasukokonaisuudet erilaisiin tehtäviin.

Kevyt varusteita käytettäessä tulee kuitenkin aina muistaa mahdollinen päällekkäinen tehtävä, jossa voidaan tarvita savusukellusta, jolloin tarvitaan normaalit sammutusvarusteet. Kevyt varusteet olisikin hyvä varustaa tietynlaisella värikoodilla, jotta välttyttäisiin sekaannuksilta ja niitä ei käytettäisi savusukellustehtäviin, jos niitä ei ole luokiteltu savusukellukseen. Kevytvarusteiden hankkiminen tuo myös lisää hankintakustannuksia, koska tällöin sammutus- tai palomiehellä tulisi olla kahdet erilaiset paloasut. Hankintakustannuksia voitaisiin pienentää hankkimalla osa kevytvarusteista yhteiskäyttöön, esimerkiksi kevytkypärät voisivat olla ajoneuvokohtaisia.

## Kevytpalokypärä

EN 443 -standardin, B-tyypin palokypärät ovat yleisimmin Suomessa käytössä olevia palokypäriä, joita ovat esimerkiksi Rosenbauer Heros Extreme, MSA Gallet F1SF ja Dräger HPS 7000. B-tyypin palokypärä luo käyttäjälleen standardin mukaisen täyden päänsuojan. B-tyypin palokypärän paino vaihtelee 1,4 ja 1,6 kg:n välillä, joten usean tunnin käytön jälkeen B-tyypin palokypärän käyttäjällä voi esiintyä särkyä niskoissa. EN 443-standardin, A-tyypin palokypärä on B-tyypin palokypärää kevyempi, ja se tarjoaa käyttäjälleen  $\frac{3}{4}$ -osan päänsuojan. A-tyypin palokypärää voidaan standardin mukaan käyttää myös savusukelluksessa, mutta siinä ei ole kasvo-osan pikakiinnitysmahdollisuutta. A-tyypin palokypärässä melunsuojaus on heikompi B-tyypin palokypärään verrattuna. A-tyypin palokypäriä on saatavilla markkinoilla esimerkiksi Rosenbauer Heros-smart ja MSA Gallet Fuego. Rosenbauer Heros-smart täyttää myös visiirin osalta EN 14458 -standardin, jolloin se kestää korkeita lämpötiloja. MSA Gallet Fuegon kasvosuoja täyttää EN 166 -standardin, jolloin kasvosuojaa voidaan käyttää vain pelastustehtävissä. A-tyypin palokypärät painavat mallin mukaan noin 1–1,1 kg, joten se on B-tyypin palokypärää kevyempi. A-tyypin palokypärä on myös hintatasoltaan edullisempi, kuin B-tyypin palokypärä. (SFS-EN 443.)

Maastopalojen sammutustyössä olisi järkevämpää käyttää A-tyypin palokypärää, koska sammuttaja ei ole maastopaloissa samanlaisessa vaarassa kuin rakennuspaloissa. A-tyypin palokypärä on myös miellyttävämpi pitää päässä, koska se on kevyempi, jolloin palokypärää myös todennäköisesti pidetään enemmän päässä kuin riisutaan. A-tyypin palokypärää soveltuu myös muihin tehtäviin, joten esimerkiksi palokunnat, jotka eivät suorita savusukellusta, voisivat hankkia miehistölle pelkästään A-tyypin palokypäriä, koska ne ovat hankintahinnaltaan halvempia kuin B-tyypin palokypärät.

MSA Galletilla on saatavilla myös A-tyypin palokypärästä kevyempi versio MSA Gallet F2 X-Trem, joka täyttää EN 397 -standardin, eli se suojaa käyttäjän päätä iskuilta, teräviltä esineiltä sekä kemiallisilta aineilta, mutta se ei kestä palokypärältä vaadittua lämpötiloja. F2 X-Trem on valmistajan mukaan suunniteltu käytettäväksi metsäpaloihin ja pelastustehtäviin. F2 X-Tremiä voidaan käyttää tavanomaisten maastopalojen sammutustehtäviin, joissa ei ole poikkeuksellisen kovia lämpötiloja. F2 X-Trem soveltuu

hyvin myös johto- tai konemiehteisiin, joissa ei tehdä varsinaista sammutustyötä. F2 X-Trem painaa vain 0,82 kg, joten se on varsinaisiin palokypäriin verrattuna huomattavasti kevyempi. Käytettäessä F2 X-Tremiä tulee huomioda, että päällekkäisiin tehtäviin on tarvittaessa saatavilla A- tai B-tyypin palokypäriä. Esimerkiksi Helsingin kaupungin pelastuslaitos on sijoittanut muutamaa pelastusyksiköihin MSA Gallet F2 X-Trem -kypäriä käytettäväksi liikenneonnettomuuksissa tai muissa kevyemmissä tehtävissä. (MSA Sweden.)

EN 443 -standardin rinnalle on tulossa lähivuosina uusi standardi, jossa määritellään maastopaloissa käytettävän palokypärän vähimmäisvaatimukset. Uusi standardi on ollut vuonna 2012 ensimmäisellä lausuntokierroksella ja luonnoksena toimii prEN 16471. Uusi standardi sallisi todennäköisesti esimerkiksi MSA Gallet F2 X-Tremin käytön virallisesti maastopalojen sammutustöissä, jolloin myös muutkin kilpailevat palokypäriä valmistajat saattaisivat tuoda markkinoille uuden standardin mukaisia palokypäriä.

### Kevytpalopuku

Suomessa on käytössä EN 469-standardin suojaustason Xf2, Xr2, Y1 ja Z2 –mukaisia palopukuja, uusimmat palopuvut, jotka on varustettu esimerkiksi Gore-Tex–kalvolla läpäisevät myös Y2-suojaustason. Xf kuvaa suojaustason liekkikuumuudelta ja Xr lämpösäteilyltä. Y kuvaa palopuvun vesitiiveyttä ja Z vesihöyryn läpäisykykyä. Kirjaimen perässä oleva numero kuvaa suojaustason; 1 on heikompi suojaustaso ja 2 parempi suojaustaso. Savusukelta voidaan vähintään Xf2, Xr2, Y1 ja Z2 –suojaustason paloasulla. Maastopaloissa sammuttaja ei kohtaa yhtä suuria lämpötiloja, kuin savusukelluksessa, joten palopuvun suojaustaso voi olla heikompi. (SFS-EN 469.)

Rosenbauer THL–palopuku täyttää EN 469 -standardin suojaustasot Xf1, Xr1, Y2 ja Z2. THL–palopuku on suunniteltu käytettäväksi teknisiin pelastustehtäviin ja tulipalojen sammuttamiseen ulkona, eli puku soveltuu hyvin maastopalojen sammuttamiseen. THL–palopuku ei ole ominaisuuksiltaan yhtä raskas kuin savusukellamiseen suunnitellut palopuvut. THL–palopuku on myös painoltaan melko kevyt, jolloin sammuttajalta säästyy voimia esimerkiksi helteisellä säällä tehtävässä maastopalon sammutustyössä.



Takki painaa 1,37 kg ja housut 1,2 kg, kun puvun koko on 52–54. Vastaavasti Rosenbauer Fire Max II –palopuvun (täyttää suojaustasot Xf2, Xr2, Y2 ja Z2) takki painaa 1,75 kg ja housut 1,5 kg. (Rosenbauer Ag.)

Turvata Oy:n edustama puolalainen Safelife on tuomassa markkinoille maastopaloihin soveltuvaa uutta kevyempää palopukua. Safelifen kevytpalopuvun valmistus on alkamassa, ja tätä kirjottaessa puvun testaukset ovat olleet kesken.

### Hengityssuojaimet

Maastopaloissa käytetään paineilmahengityslaitetta yleensä vain pakottavista syistä, jos savunmuodostus on hyvin voimakasta ja joudutaan tekemään sammutushyökkäys savun alapuolelta. Tulipalosta syntyy aina palamistuotteita eli savua, tuhkaa, nokea ja hiiltymää, joiden hengittäminen ei ole terveellistä. Maastopaloissa terveydelle haitallisia palamistuotteita syntyy huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi huoneistopalossa. Maastopalot palavat yleensä avopalona, jolloin haitalliset hiukkaset sekoittuvat ilmakehään, jolloin altistuminen niille jää melko vähäiseksi. Tosin kuivana kesänä yksittäinen palo- tai sammutusmies voi altistua useaan kertaan maastopaloista syntyviin haitallisiin hiukkasiin. Parhaan hengityssuojan antaa paineilmahengityslaite, mutta maastopaloissa paineilmahengityslaitteen sijaan voitaisiin käyttää kevyempiä hengityssuojaimia kuten kertakäyttöistä hiukkassuodatinta tai puolimaskia hiukkassuodatinpatruunalla. Hiukkassuodatin suodattaa hengitysilmaasta pois tulipalosta syntyviä pienhiukkasia. Kertakäyttöiset hiukkassuodattimet maksavat yleensä noin 1,5–10 euroa suojaustason mukaan ja suodatinpatruunat noin 10 euroa. Kevyitä hengityssuojaimia voidaan käyttää myös esimerkiksi rakennuspalon jälkisammutustyössä, jossa altistutaan haitallisille hiukkasille moninkertaisesti maastopaloon nähden.

## 7.2 Vaihtoehtoiset sammutusvälineet

### Polttomoottorikäyttöinen korkeapainepumppu

Keski-Euroopassa käytössä oleviin kevytsammutusautoihin on yleisesti asennettu polttomoottorikäyttöinen korkeapainepumppu perinteisen palopumpun sijaan. Polttomoottorikäyttöisiä korkeapainepumppuja voidaan asentaa myös esimerkiksi mönkijän takaosaan tai peräkärriin. Suomessa on käytössä muutamia polttomoottorikäyttöisiä korkeapainepumppuja, esimerkiksi Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen kaksi kevytsammutusautoa on varustettu Rosenbauer UHPS-korkeapainepumpulla.

Korkeapainepumppu kuluttaa vähän vettä, mutta käytettäessä oikeanlaista suihkuputkea ja sammutustekniikkaa vastaa korkeapainepumppu sammutusteholtaan perinteistä palopumppua. Nykyaikaiset polttomoottorikäyttöiset korkeapainepumput on varustettu vaahdonsekoittimella, jolloin sammutusteho paranee entisestään. Maastopalon sammutustyöhön polttomoottorikäyttöinen korkeapainepumppu soveltuu hyvin, jos esimerkiksi miehistövahvuus on alkutilanteessa pieni, korkeapainepumpulla voidaan aloittaa sammutustyöt. Jos polttomoottorikäyttöinen korkeapainepumppu on asennettu mönkijän lavalle tai peräkärriin, sillä voidaan ajaa paloalueen lähelle ja rajoittaa paloa, kunnes paloalueelle saadaan vedettyä varsinaiset paloletkut. Korkeapainepumppua ei ole yhteensopiva normaalien paloletkujen kanssa, vaan se vaatii korkean paineen takia jäykistetyin kumiletkun, joka on yleensä kelalla korkeapainepumpun vieressä, joten mallin mukaan korkeapainepumpun käyttösäde on noin 50–100 metriä.

Esimerkiksi Rosenbauer UHPS -korkeapainepumppujärjestelmän vakiomalli on varustettu 60 metrin letkukelalla, sumu- tai suorasuihkuputkella, vaahtoputkella ja 0–6 % vaahdonsekoittimella. Rosenbauer UHPS tuottaa 100 bar:n paineen ja vedenkulutus on 38 tai 51 l/min. Järjestelmä voidaan varustaa erikokoisilla vesisäiliöillä. Esimerkiksi 100 litran vesisäiliö riittää noin 2,5 minuutin sammutukseen ja 350 litraa riittää noin 9 minuutin sammutukseen. (Rosenbauer Ag.)

## Paineilmaa hyödyntävät sammutusjärjestelmät

Paineilmakäyttöisellä sammutusjärjestelmällä tarkoitetaan vesisäiliön, paineilmapullon ja letkun muodostamaa laitetta, jossa paineilma luo sammutukseen tarvittavan paineen. Markkinoilla on olemassa myös laitteita, johon on liitetty vaahtonestesäiliö. Esimerkiksi Rosenbauer POLY CAFS -sammutuslaitteet on varustettu vaahtonestesäiliöllä (CAFS = Compressed Air Foam Solution). Paineilmakäyttöisessä CAFS-järjestelmässä paineilma paineistaa vesisäiliön ja veden virratessa ulos säiliöstä sekoittuu siihen paineilmalla vaahtonestettä, jolloin syntyy CAFS-sammutetta. CAFS-sammute tarrautuu hyvin pystysuoriin pintoihin kuten esimerkiksi puuhun. CAFS-sammute tarrautuu hyvin myös maastoon, koska se suihkuu kovalla paineella ja lisäksi se luo vaahtopatjan suihkutetulle alueelle, mikä estää palon uudelleen syttymistä. Rosenbauer POLY CAFS -järjestelmä on saatavilla varustettuna pyörillä tai reppumallisena, lisäksi se voidaan asentaa esimerkiksi mönkijään tai ajoneuvoon. Kannettavissa malleissa säiliön koko vaihtelee 9–50 litraan ja kiinteissä asennuksissa 35–300 litraan. Kiinteissä asennuksissa pystytään myös säätämään vaahton sekoitussuhdetta. Pienimmässä kannettavassa POLY CAFS -laitteessa vedenkulutus on noin 10 l/min 7 barin paineella eli sammute riittää noin minuutin yhtäjaksoiseen sammuttamiseen. Suuremmissa kiinteissä asennuksissa veden kulutus on noin 35 l/min 8 bar paineella, joka riittää esimerkiksi 300 litran säiliöllä noin 8,5 minuutin yhtäjaksoiseen sammutukseen. (Rosenbauer Ag.)

Selässä kannettavalla Rosenbauer POLY PORTEX SL10 CAFS -laitteella voidaan sammuttaa pienehkö maastopalo tai rajata paloa, kunnes kohteeseen saadaan vedettyä kunnolliset paloletkut. Suuremmat POLY CAFS -mallit soveltuvat hyvin esimerkiksi mönkijän lavalle, näillä pystytään rajoittamaan ja sammuttamaan maastopaloa hankalissa olosuhteissa, ja jos CAFS-sammute riittää koko paloalueelle, kohteeseen ei tarvitse välttämättä vetää ollenkaan paloletkuja. (Rosenbauer Ag.)

CAFS-laitteistoja on saatavilla myös irtonaisena välisekoittajana. Se on varustettu paineilmapullolla tai ajoneuvoihin kiinteästi asennettuna, joissa sammutusveden vaatiman paineen tuottaa perinteinen palopumppu. Palopumpusta sammutusvesi ohjautuu painelähtöihin, jossa sekoittuu ensin vaahto ja sen jälkeen kompressorilla tuotettu paineilma tai paineilmapullon paineilma, jolloin muodostuu CAFS-sammutetta. CAFS-laitteistot

on yleensä varustettu 20–40 metrin pikaletkukelalla, jota on helppo käyttää ajoneuvon läheisyydessä. Pitempiä selvityksiä varten CAFS-laitteisto voidaan varustaa myös normaaleilla kynsiliittimillä. CAFS-laitteiston etuna tavallisiin kiinteisiin välisekoittimiin on myös se, että vaahto ei kierrä palopumpun pesässä, vaan se sekoittuu veteen painelähdössä pumpun ulkopuolella, jolloin välttyään vaahtonesteen aiheuttamilta mahdollisilta vaurioilta pumppupesässä. Kiinteästi ajoneuvoihin asennettavia CAFS-laitteistoja valmistavat esimerkiksi Rosenbauer, One Seven ja Darley. Suomessa CAFS-laitteisto on asennettu esimerkiksi Pirkanmaan pelastuslaitoksen Vilppulan paloaseman kevytsammutusautoon. (Rosenbauer Ag.)

CAFS-laitteiston etuja perinteiseen palopumppuun on sen suurempi hyötysuhde. Hyötysuhde vaihtelee eri valmistajilla. Rosenbauerin mukaan 1 500 litraa vesi-vahtoliuosta muodostaa 12 000 litraa CAFS-sammutetta eli 1 litra vesi-vahtoliuosta vastaa 8 litraa CAFS-sammutetta. One Seven kertoo oman CAFS-laitteiston tuottavan yhdestä vesipisarasta 7 CAFS-sammute pisaraa. CAFS-laitteistosta lähtevä paloletku on huomattavasti kevyempi perinteisestä palopumpusta lähtevään paloletkuun verrattuna, koska CAFS sammute sisältää runsaasti ilmaa, jolloin täyden paloletkun paino on kevyempi kuin normaalisti. Rosenbauerin mukaan CAFS-sammute sisältää noin 25–90 % ilmaa seossuhteesta ja mallista riippuen.

### Maastopalosprinkleri

Yhdysvalloissa on tapana osassa osavaltioissa varustaa esimerkiksi kansallispuistoja tai suojeltuja metsäalueita maastopalosprinklereillä, joka voi toimia myös tarvittaessa maaston kastelussa kuivana kautena. Maastopalosprinklereitä on myös asennettu metsässä sijaitsevien rakennusten suojaksi. Maastopalosprinkleri on yleensä samanlainen kastelulaite, kuin mitä Suomessa on esimerkiksi käytössä viljelysmaiden kastelussa. Maastopalon uhatessa sprinklattua aluetta maastopalosprinklerit ainakin hidastavat palon etenemistä suojatulle alueelle, kunnes sinne saadaan sammutusvälineitä ja henkilöstöä paikalle. Suomessa ei ole välttämättä järkevää alkaa sprinklaamaan metsiä, mutta vastaavia kastelulaitteita voitaisiin käyttää etenkin maastopalojen jälkisammutukseen, jolloin palokohde voitaisiin jättää ilman miehitystä esimerkiksi yöksi. Kastelulait-

teita voitaisiin myös sijoittaa alueille, jonne hallitsematon maastopalo on leviämässä tai paloalueen reunoille, jos sammutushenkilöstöä ei ole riittävästi. (One Stop Fire Products Inc.)

### Reppusammutin

Yhdysvalloissa ja Iso-Britanniassa maastopalojen sammuttajilla on usein käytössään reppusammutin. Se on kuminen selässä kannettava pussi, johon mahtuu noin 20 litraa vettä. Pussista sammutusvesi suihkutetaan lyhyen letkun päässä olevalla suuttimella joko painovoimaisesti tai suihkuputkessa olevalla käsipumpulla. Suihkuputki voidaan varustaa myös vaahtonestesäiliöllä, jolloin veden sammutusteho paranee. Reppusammuttimella voidaan sammuttaa pieni maastopalo tai rajoittaa palon leviämistä, kunnes kohteeseen saadaan parempi sammutuskalusto. (Williamsons Firefighting and Rescue.)

### 7.3 Letkukalusto

Letkukalusto toimii nykyiselläänkin hyvin maastopalojen sammuttamisessa, kunhan osataan arvioida oikein etäisyydet pumppujen välillä ja käyttää 76 mm paloletkua runkojohtona maastossa ja ei tehdä usean sadan metrin mittaista työjohtoselvitystä. Letkukalustoa voitaisiin kehittää käyttäjäystävällisemmäksi käyttämällä 25 mm paloletkua paloalueella, jolloin letkun siirtely ja käsittely olisi kevyempää. 25 mm paloletkun haittapuolena on suuri letkukitka, joka aiheuttaa sen, että vesivirtaus on pienehkö. 25 mm paloletkun kitkakerroin on 170, kun taas esimerkiksi 39 mm paloletkun kitkakerroin on 17. 25 mm letkua voitaisiin käyttää esimerkiksi 20–30 metrin mittaisena pätkänä jakoliittimeltä tai oksaliittimeltä, jos niihin saadaan tuotua riittävä paine. Esimerkiksi jos jakoliittimellä paine on 10 bar ja suihkupaineeksi halutaan 4 bar, vesi kulkee 25 mm paloletkussa noin 32 metriä ja suihkuputken tuotto on tällöin 200 l/min, mikä riittää sammutusvesivirraksi etenkin palon jälkisammutukseen. Kuvan 23 mukaisesti 25 mm paloletkut voitaisiin varustaa C-paloliittimellä, jolloin ei tarvittaisi erillisiä muunnosliitimiä letkukytkentöihin.



Kuva 23. 25 mm paloletku varustettuna C-paloliittimellä.

110 mm paloletkun käyttöä pitkissä selvityksissä tulisi lisätä entisestään, koska sen kitkakerroin on huomattavasti pienempi kuin 76 mm paloletkussa, jolloin myös vettä kulkeutuu enemmän pidemmälle. Esimerkiksi jos palokohde on metsäautotien varrella noin kilometrin päässä isommalta tieltä, palokohteen läheisyyteen tulisi ajaa sammutusauto, johon vedetään 110 mm selvitys isommalta tieltä. Isommalta tieltä säiliöautot pystyvät syöttämään vuorotellen vettä 110 mm linjaan, jolloin vältytään säiliöajolta ahtaalla metsäautotiellä. 110 mm paloletku ei ole kuitenkaan paras ratkaisu metsän keskelle tehtävään runkolinjaan, ellei sitä voida esimerkiksi selvittää ajamalla mönkijän peräkärystä. Mikäli metsään joudutaan tekemään runkolinja käsin, 76 mm paloletku soveltuu siihen paremmin. Tekemällä kaksi 76 mm linjaa rinnakkain saadaan kohteeseen lähes samanlainen vesivirtaus kuin yhdellä 110 mm letkulinjalla, joten käytettävää letkukokoa kannattaa harkita tapauskohtaisesti.

Työturvallisuuskulmasta letkukalustoa tulisi kehittää pumpulta lähtevien paineellisten letkujen osalta. Maastopaloissa joudutaan varsin usein tekemään pitkiä letkuselvityksiä, jolloin varsinkin selvitysten alkupäässä joudutaan käyttämään suuria paineita, jopa 15 barin painetta. Selvitysten alkupäässä kannattaisi käyttää normaalia vahvempia ja kestävämpiä paloletkuja, jolloin voitaisiin pienentää letkujen rikkoontumisriskistä aiheutuvaa työtaturmariskiä.

## 8 POHDINTA

Suomen pelastustoimen nykyisin käytössä olevat maastopalojen sammuttamiseen tarkoitetut välineet ja varusteet ovat asianmukaisia, mutta osaltaan hieman raskaita ja yli-  
mitoitettuja maastopalojen sammuttamiseen. Pelastustoimen käytössä olevia rahamääriä on leikattu ja niitä tullaan leikkaamaan hyvin todennäköisesti myös tulevaisuudessa, koska kuntatalouden näkymät ovat heikot. Pelastuslaitokset joutuvat säästämään tulevaisuudessa enemmän kalusto- ja henkilöstömäärärahoista. Lisäksi palomiehet ja sopimuspalokuntalaiset ikääntyvät, joten henkilöstön määrä laskee myös taloudesta riippumattomista syistä. Monet pelastuslaitokset ovat jo hankkineet tai suunnitelleet hankkivansa säiliösammutusautoja ja kevyempiä sammutusautoja, joilla pyritään pienentämään kalustomäärärahojen pienuudesta syntyvää raskaiden pelastusajoneuvojen ikääntymistä. Säiliösammutusautoilla on korvattu ja korvaataan säiliö- ja sammutusautoja yhdeksi raskaaksi säiliösammutusautoksi. Säiliösammutusauton haittapuolena on kasvavat ajoneuvon ulkomitat ja kokonaispaino, eli niitä ei voi ajaa jokaisella metsätiellä, mikä taas saattaa hankaloittaa maastopalojen sammutustyötä. Letkuselvitysten kasvaessa pitkiksi tulisi harkita vaihtoehtoisia sammutusmenetelmiä, joita tässä opinnäytetyössä on käsitelty. Kevytsammutusautoille pienet metsätiet eivät ole ongelma, mutta niiden pieni koko rajoittaa mukana kuljetettavan kaluston määrää ja palopumpun tehoa. Kevytsammutusauto on yleensä suunniteltu ensi-iskun tekemiseen, johon voidaan käyttää esimerkiksi tässä opinnäytetyössä mainittuja vaihtoehtoisia sammutusmenetelmiä, ja osa niistä onkin jo käytössä joillain pelastustoimen alueilla. Vaihtoehtoiset sammutusmenetelmät vaativat myös vähemmän sammutushenkilöstä alkuvaiheessa.

Letkukaluston osalta nykyisin käytössä olevat letkukoot ovat sopivia. 39 mm:n työletkut tulisi korvata 42 mm:n työletkuilla, koska ne ovat kooltaan lähes samankokoisia, mutta 42 mm letkun painehäviö on huomattavasti pienempi kuin 39 mm:n letkussa. Nykyisin suurin osa pelastuslaitoksista hankkiikin 42 mm:n työletkuja, mutta osassa pysytellään edelleen 39 mm:n työletkuissa. 110 mm paloletkun käyttöä varsinkin pitkissä selvityksissä tulisi lisätä, sille sen hyödyt 76 mm:n paloletkuun nähden tulevat esiin pitkissä selvityksissä eli sammutusvesi virtaa pidemmälle ja pienemmällä painehäviöllä. Metsään tehtävissä runkojohdoissa 76 mm:n paloletku on 110 mm:n letkua parempi, koska sitä on huomattavasti helpompi levittää metsään kuin 110 mm:n paloletkua. 25 mm pa-

loletkun käyttöä voitaisiin lisätä, mutta silloin tulisi olla harjoiteltu tietynlaiset selvitysmallit, jotta 25 mm:n paloletkusta olisi käytännön hyötyä.

Kevyemmällä paloasulla lisätään sammuttajan voimavaroja työtehtäviin ja niillä voidaan vähentää turhaa lämpökuormitusta, josta voisi aiheutua työtapaturmia. Kevyempää paloasua voidaan käyttää myös maastopalojen lisäksi muissakin tehtävissä kuten liikenneonnettomuuksissa, vahingontorjuntatehtävissä, päällystätehtävissä ja konemiestehtävissä. Kevyemmällä paloasulla saadaan säästettyä varsinaista raskasta paloasua vaativiin tehtäviin, jolloin se pysyisi myös paremmassa kunnossa. Kevyempiä paloasuja voidaan myös hankkia henkilöille, jotka eivät suorita vaativia sammutustehtäviä, jolloin säästyy myös hankintamäärärahoja, sillä kevyet varusteet ovat hankintahinnaltaan edullisempia raskaisiin varusteisiin nähden.

Tämän opinnäytetyön tulokset vastaavat melko paljon yleisiä mielikuvia maastopalojen sammuttaminen haasteellisuudesta. Tässä on esitetty joitain vaihtoehtoja nykytoiminnalle. Suomessa pelastustoimi toimii hyvin perinteitä noudattaen, joten en usko, että vaihtoehtoiset sammutusmenetelmät yleistyisivät nopeasti, mutta kiristynyt taloustilanne, henkilöstön ikääntyminen ja väheneminen sekä kustannustehokkuuden kasvattaminen luovat pohjaa nykykaluston kriittiselle tarkastelulle, jolloin vaihtoehtoina voisivat olla tässä opinnäytetyössä esitetyt menetelmät. Nyt tehty opinnäytetyö raapaisee melko pintapuolisesti uusia sammutusmenetelmiä ja kevytvarusteita. Näistä molemmista voisi tehdä omat opinnäytetyöt, joissa voitaisiin huomioida paremmin myös muut pelastustoimen tehtävät, joista selvittäisiin ilman nykyistä kalustoa ja varusteita.



## LÄHTEET

Hyttinen, V., Tolonen, P. ja Väisänen, T. 2008. *Palofysiikka*. 3. uusittu painos. Pelastusopisto ja Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. Tampere.

Kulmala, E., Silvennoinen, A., Seppälä, H. ja Särmä, M. 2010. *Pelastusajoneuvojen yleisopas*. Suomen Palopäällystöliitto ry. Nurmijärvi.

MSA Sweden 2013. www-dokumentti. <http://se.msasafety.com>. 30.11.2013

One seven 2013. www-dokumentti. <http://www.oneseven.com>. 30.11.2013.

One Stop Fire Products Inc 2013. www-dokumentti.  
<http://www.onestopfire.com/sprinklers.htm>. 30.11.2013.

*Palo- ja pelastusanasto*. 2006. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö ry ja Suomen Palopäällystöliitto. Kerava.

*Pelastuslaki*. www-dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110379>.  
30.11.2013.

*Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje*. Sisäasiainministeriön pelastusosasto. Sisäasiainministeriön julkaisuja 21/2012. Helsinki

PRONTO. Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilastointijärjestelmä.

Rosenbauer Ag 2013. www-dokumentti. <http://www.rosenbauer.com>. 30.11.2013.

SFS-EN 443. 2008. Standardi. Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2. painos.

SFS-EN 469. 2006. Standardi. Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2. painos.

*Valtioneuvoston päätös henkilönsuojaimista*. 1406/1993.

Veikko Nummela Oy 2013. www-dokumentti. <http://www.veikkonummela.fi>.  
30.11.2013.

Veljekset Kulmala Oy 2013. www-dokumentti. <http://www.veljeksetkulmala.fi>.  
30.11.2013.

Williamsons Firefighting and Rescue 2013. www-dokumentti. <http://www.williamsons-oldham.co.uk/fire/scotty/>. 30.11.2013.

ZR-vesihuoltokontti. Kalustoluettelo. Pelastusopisto. 25.03.2013

## LIITE 1 SAMMUTUSVESIVIRRAN LASKENTATAULUKKO

|   |      |       |                             |      |     |
|---|------|-------|-----------------------------|------|-----|
| Lähtöpaine                              | 700  | kPa   | Letkun maksimi käyttöpaine: | 1200 | kPa |
| Tulopaine                               | 100  | kPa   |                             |      |     |
| Korkeusero                              | 0    | m     |                             |      |     |
| Letkukoko                               | 110  | mm    |                             |      |     |
| Haluttu vesivirta letkujohdon<br>päässä | 2000 | l/min |                             |      |     |
|   |      |       |                             |      |     |
| Letkujohdon maksimi pituus              | 771  | m     |                             |      |     |
|   |      |       |                             |      |     |